

# **CAPÍTULO 22**

## *Qualidade Nutricional, Funcional e Tecnológica do Feijão*

*Priscila Zaczuk Bassinello*



O feijão constitui-se na leguminosa mais importante para a alimentação de mais de 500 milhões de pessoas, principalmente na América Latina e África. No Brasil, o feijão é um alimento básico da população, constituindo-se na principal fonte de proteína vegetal.

O feijão é conhecido em alguns lugares como “carne de pobre”, pelo fato de ser alimento rico em proteínas, carboidratos complexos, vitaminas, minerais e fibras.

A despeito de suas claras e evidentes origens populares, o feijão ganhou o respeito e a credibilidade que possui em virtude de suas possibilidades gastronômicas e qualidades nutricionais. Fonte de ferro, vitaminas do tipo B, magnésio, potássio e ácido fólico, o feijão pode ser cozido com ingredientes que valorizam seu sabor e caldos de forma a magnetizar qualquer pessoa, dos mais ricos magnatas aos mais humildes trabalhadores. É por isso que, invariavelmente, os visitantes que chegam ao Brasil se encantam com a feijoada, os virados à base de feijão, o caldinho de feijão, as sopas e, é claro, pela clássica e saborosa combinação entre o arroz e o feijão (MACHADO, 2007).

## Valor nutricional e funcional do feijão

As substâncias químicas, ou melhor, os nutrientes que o organismo precisa para um bom desempenho e manutenção de suas funções vitais são: proteínas, carboidratos, lipídeos, sais minerais (ferro, fósforo, sódio, cálcio, potássio, cobre, zinco, iodo, flúor, enxofre, magnésio, cloro...) e vitaminas (A, complexo B, C, D, E, K), fibras e água.

Os alimentos possuem concentrações diferentes de nutrientes e, também, o organismo tem uma exigência quanto às quantidades dos nutrientes.

Uma alimentação correta deve fornecer tais nutrientes em quantidades adequadas e de modo equilibrado.

Como parte da família das leguminosas e em suas diferentes variedades, os feijões, do ponto de vista nutricional, são realmente importantes fontes básicas de energia e proteína. Eles incluem também outras substâncias nutritivas como alguns minerais, vitaminas e ingredientes e ainda outras substâncias funcionais pouco conhecidas e estudadas, mas que certamente poderão vir a ser importantes na nutrição tecidual e molecular.

Do ponto de vista bromatológico, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) fornece, por 100g, cerca de 350 calorias e 20-24 gramas de

proteínas de mais baixa digestibilidade que a de outros produtos animais e cereais. Sua proteína contém os aminoácidos essenciais, mas é baixo o conteúdo dos sulfurados e do triptofano. Eles têm ao redor de 60 a 65% de hidratos de carbono, os quais não têm óleo. Contém mais fibra que os cereais e são quantitativamente uma boa fonte de ferro, mas também de baixa biodisponibilidade.

Um conceito geralmente aceito para a biodisponibilidade é “a proporção de um determinado nutriente, alimento ou dieta, que está efetivamente disponível para a utilização pelo organismo” (TSUCHITA et al., 2000). O termo inclui a absorção e o transporte de nutrientes para os tecidos, como a conversão em espécies fisiologicamente ativas.

## **Carboidratos**

Os carboidratos fornecem a maior parte da energia necessária para o indivíduo se movimentar, executar trabalhos e manter o corpo em funcionamento. São combustíveis, pois produzem energia e calor para as atividades corporais e calor para manter a temperatura do corpo. Cada grama de glicídeo fornece quatro calorias para o organismo. Possuem ação economizadora de proteínas, ou seja, se faltam carboidratos na dieta, o corpo converte as proteínas em glicose para suprir energia. A presença de carboidratos é necessária para o metabolismo normal das gorduras. Quando há carboidratos insuficientes, as gorduras são utilizadas para produzir energia. Como no caso das proteínas, as gorduras deixam de executar a sua função para substituir o carboidrato. O funcionamento do cérebro e de seus estímulos nervosos depende única e exclusivamente da ação da glicose. Ela manterá a integridade funcional dos tecidos nervosos, cuja falta pode causar danos irreversíveis ao cérebro.

As taxas normais de carboidratos que devem ser administradas pela dieta seriam de 50 a 60% do total de calorias diárias de que o indivíduo necessita.

A composição total de carboidratos de feijões secos varia de 60 a 65%. O principal carboidrato armazenado é o amido, com pequenas quantidades de monossacarídeos e dissacarídeos, como a sacarose (GEIL; ANDERSON, 1994). Oligossacarídeos da família da rafinose estão presentes em várias quantidades em leguminosas maduras, incluindo a rafinose (variando de 0,2% em feijões pink a 0,6% em feijões pinto), estaquiase (variando de 0,2% em feijões pink a 3,3% em feijões navy) e verbascose (variando de 0,0% em feijões navy a 0,15% em feijões pinto)

(GEIL; ANDERSON, 1994). Outros carboidratos existentes no feijão-comum incluem substâncias pécticas, arabinogalactanos e xiloglucanos (REDDY et al., 1984; SATHE; SALUNKHE, 1984). Esses açúcares requerem a enzima a-galactosidase para hidrólise. Como o sistema digestivo humano não contém essa enzima, esses compostos permanecem não-digeridos e sujeitos à fermentação microbiana anaeróbica, resultando em produção de gás ou flatulência (GEIL; ANDERSON, 1994). A composição de carboidrato diferencia-se significativamente entre os tipos de feijão, mas as maiores diferenças estão na hemicelulose.

## Proteínas

As proteínas são os componentes estruturais fundamentais das nossas células, anticorpos, das enzimas presentes em nosso organismo e de vários hormônios, músculos, ossos, cabelos, unhas e órgãos. E, sem dúvida, sem elas, nenhuma dessas substâncias citadas acima poderia exercer as suas funções. A maior parte das proteínas é encontrada nos músculos e o restante está distribuído nos tecidos moles, nos ossos, nos dentes, no sangue, entre outros. Como as proteínas exercem funções essenciais indispensáveis e, só podem ser obtidas por meio da ingestão na dieta, obviamente a qualidade e quantidade de proteínas na dieta diária e o conhecimento das fontes são importantes. A principal função das proteínas é atuar na formação dos tecidos, no processo de renovação dos mesmos e, principalmente, no desenvolvimento e crescimento (PORTO, 1998).

As unidades estruturais das proteínas são os aminoácidos, que se ligam em longas cadeias para formar as proteínas específicas. Dependendo da combinação desses aminoácidos, é que será determinada a qualidade da proteína. A deficiência de um aminoácido produz alteração na utilização dos demais, prejudicando assim a eficiência proteica. Os aminoácidos fornecidos pelo alimento e que o organismo não consegue produzir são chamados de essenciais: histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os aminoácidos produzidos pelo próprio organismo são os não-essenciais: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glutamina, glicina, hidroxiprolina, prolina, serina, tireosina. É importante ressaltar que, quando há falta de proteína, graves consequências podem ocorrer, principalmente, na defesa do organismo contra doenças e infecções; o organismo então retira o que falta dos próprios tecidos, ocasionando assim o envelhecimento e flacidez da pele (PORTO, 1998).

A quantidade necessária de proteína para um bom aproveitamento varia entre 15 e 20% das necessidades totais do indivíduo.

As proteínas são encontradas nas carnes em geral, leite e derivados e ovos. Nos cereais, tubérculos, raízes e leguminosas também estão presentes, sendo seu valor nutritivo mais baixo, por serem incompletas, ou melhor, proteínas de baixo valor biológico.

O conteúdo protéico de feijões pode variar de 23,9 a 29,8% (base seca), o que representa mais do dobro do teor de proteínas de cereais.

Estudos nutricionais mostraram desde a influência da adubação na quantidade e qualidade da proteína do feijão, como também que o cozimento do feijão com uma solução de metionina ou a adição desta ao preparo dos alimentos aumenta o seu conteúdo e o seu valor nutritivo (OLIVEIRA, 2005). Essa tecnologia poderia então ser utilizada na preparação do feijão pré-cozido, melhorando o seu valor nutritivo. A variação do teor de nitrogênio e, conseqüentemente, de proteínas totais ocorre não somente nas diferentes variedades de feijão de mesma procedência, mas também na mesma variedade de procedência diferente, mostrando, portanto, a influência do meio sobre a formação da semente (SILVA; IACHAN, 1975).

Outros estudos foram realizados com o feijão e o arroz (OLIVEIRA, 2005), mostrando as vantagens de se complementar, do ponto de vista protéico-aminoacídica, o valor da proteína na nossa alimentação. Mostra-se e confirma-se, do ponto de vista biológico, em ratos e em crianças/adultos, que o valor nutritivo dessa combinação aumenta o aproveitamento da proteína e que existem e se determinaram as melhores proporções a serem utilizadas entre os dois alimentos.

A maior quantidade protéica, obtida em experimentos isolados, foi derivada da mistura de 70-90% de arroz e 10-30% de feijão.

É interessante assinalar que em estudos com ratos expostos a auto-seleção do arroz e do feijão no mesmo ambiente e, suplementados ou não com aminoácidos, mostraram altas eficiências protéicas do arroz e do feijão. Estudos em crianças e adultos, trabalhadores volantes rurais, recebendo alimentação à base de arroz e feijão e submetidos a balanços de nitrogênio, mostraram também a boa utilização da proteína da mistura de arroz e feijão, obtendo-se melhores resultados com uma adequada ingestão calórica. Esses estudos mostram, no entanto, que essas proteínas podem ser melhoradas pela adição de aminoácidos sulfurados e combinação com cereais.

Oliveira (2005) demonstrou na análise da composição centesimal de sete variedades de feijão comum, que as variedades carioca, preto, branco e rosa são as mais nutritivas porque apresentam um perfil mais completo quanto ao teor de proteínas e de sais minerais, superando em 25% o teor protéico e em 300% o teor de cálcio de feijões similares referendados nas tabelas de composição dos alimentos.

### *Composição Aminoacídica*

Grande número de pesquisadores tem mostrado que a proteína total do feijão e frações dela isoladas são deficientes em aminoácidos sulfurados - metionina, cisteína e cistina. No entanto, a concentração de lisina é elevada nas sementes da maioria das leguminosas, sendo considerada de grande valor na complementação das proteínas dos cereais, que, de modo geral, são pobres em lisina (SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

A metionina é considerada o aminoácido limitante do valor biológico das proteínas do feijão, por ele ser nutricionalmente essencial para o organismo animal. Apesar de os aminoácidos cisteína e cistina poderem ser sintetizados pelos animais, eles são importantes, porque a metionina é um intermediário na biossíntese destes, tornando esse aminoácido essencial ainda mais limitante (SGARBIERI; WHITAKER, 1982). Assim, estudos de variação genética e composição aminoacídica têm sido centrados no conteúdo de metionina e cisteína (EVANS et al., 1978).

### *Biodisponibilidade de Aminoácidos Sulfurados*

Ao comparar a composição de aminoácidos de algumas variedades de feijão com a do padrão FAO/OMS, além dos aminoácidos sulfurados, os outros aminoácidos limitantes da proteína do feijão, em ordem decrescente, são a valina, o triptofano e a treonina (BLANCO; BRESSANI, 1991).

Outro fator importante que contribui para o baixo valor biológico das proteínas do feijão, após sua digestão, é a reduzida biodisponibilidade dos aminoácidos sulfurados (SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

Evans et al. (1978), utilizando a técnica de balanço metabólico em ratos em crescimento, determinaram a biodisponibilidade da metionina no feijão-navy (*P. vulgaris* L.). Foi constatado que toda a

metionina sintética adicionada às dietas à base de feijão cozido era absorvida pelos animais, indicando não existir no feijão algo que interfira na absorção da metionina livre. No entanto, apenas 50% da metionina e 41% da cistina já presentes no feijão eram absorvidas. Segundo esses autores, o ácido fítico parecia não interferir na utilização desses aminoácidos.

### *Principais Frações Protéicas e sua Digestibilidade*

Possivelmente, um dos fatores que mais afeta a utilização das proteínas do feijão é a sua digestibilidade e, até agora, não se sabe com certeza se esse efeito é causado por uma descarga muito rápida do intestino ou por resistência dessas proteínas à hidrólise das enzimas gastrointestinais. Tem-se admitido que a baixa solubilidade de algumas frações protéicas reduz sua susceptibilidade ao ataque enzimático. Numerosos estudos confirmam o fato de que o clássico inibidor da tripsina é termolábil, de modo que não poderia ser responsável pela baixa digestibilidade das proteínas do feijão cozido (GOMEZ-BRENES et al., 1983).

A digestibilidade das proteínas do feijão, em ratos, situa-se entre 40 e 70% (BRESSANI; ELIAS, 1984; DURIGAN et al., 1987, citados por MARQUEZ; LAJOLO, 1991). Em humanos, essa digestibilidade é ainda menor, atingindo não mais que 60% do nitrogênio ingerido (BRESSANI, 1983).

O valor nutritivo da proteína de grãos de feijão da espécie *P. vulgaris* é aumentado pelo processamento térmico, especialmente em razão do calor úmido (GALLARDO et al., 1974, citados por POEL et al., 1990). Isso pode ocorrer em virtude da desnaturação de fatores antinutricionais de natureza protéica, já que, para exercer seus efeitos negativos *in vivo*, esses fatores precisam manter sua integridade estrutural (BURNS, 1987, citados por POEL et al., 1990). Além disso, o aumento do valor nutricional pode ser o resultado de maior acessibilidade das proteínas do feijão ao ataque enzimático (ROMERO; RYAN, 1978, citados por POEL et al., 1990). O processo térmico deve garantir suficiente inativação dos fatores antinutricionais e, ao mesmo tempo, evitar degradação significativa de aminoácidos essenciais.

Outro importante parâmetro medido é a digestibilidade da proteína. Essa experiência, também feita em animais de laboratório ou em seres humanos, mede a quantidade da proteína que é ingerida, digerida e absorvida, que é relatada como uma percentagem, com



100% de máxima digestibilidade. Para melhor visualizar esses conceitos, a Tabela 1 apresenta alguns resultados relatados na literatura das misturas de cereais e feijão. Alguns pesquisadores constataram que a digestibilidade da proteína aumentou quando foram consumidos misturados o feijão com o milho na forma de *tortilla*<sup>1</sup> na proporção de 13:87. Em outro experimento, foi encontrado um valor ótimo da qualidade da proteína, com uma mistura de feijão e milho 25:75, obtendo uma taxa de eficiência protéica (PER) de 2,62, comparado com 1,64 para o milho somente e PER de apenas 0,98 no feijão somente. Recentemente, o IDRC-IPN (Instituto Politécnico Nacional), em Durango, no México desenvolveu lanches integrais com a mistura milho / feijão 70%:30%, preparados por extrusão, apresentando valores de PER de 2,31.

**Tabela 1.** Qualidade protéica de combinações de cereais com feijão. Distribuição da proteína na dieta.

Proteína de cereal (%)	Proteína de feijão (%)	PER	Aumento (%)
Arroz 100	0	2,25	
Arroz 80	20	2,62	16,40
Milho 100	0	0,90	
Milho 50	50	2,00	122,20
Trigo 100	0	1,05	
Trigo 90	10	1,73	64,70

Fonte: Velasco e Velasco-González (2008).

A análise desses resultados, com base científica, indica que um bom “taco mexicano”<sup>2</sup>, além de ser do gosto do indivíduo, é comparável, em termos de ingestão protéica, ao consumo de um alimento de origem animal, com a vantagem de diminuir o consumo de outros componentes prejudiciais à saúde, como as gorduras saturadas, por exemplo, além de serem mais econômicos.

## Gorduras

As gorduras ou lipídeos são nutrientes combustíveis pelo seu elevado potencial calórico, já que um grama de lipídeo fornece nove

<sup>1</sup> *Tortilla* (ou em português Tortilha) é um importante exemplar da cozinha mexicana e da América Central. Trata-se de um gênero de pão azimo (típico pão judaico assado sem fermento, feito somente de farinha de trigo - ou de outros cereais como aveia, cevada e centeio - e água), confeccionado a partir de farinha de milho ou de trigo. Não se deve confundir com a *tortilla* espanhola, geralmente usada como entrada ou base para outros pratos, como: *burritos*, *fajitas* e *tostatas*. Enciclopédia Livre – <http://www.pt.wikipedia.org>

<sup>2</sup> Taco é uma comida típica da culinária mexicana, consistindo em uma grande *tortilla* frita de milho recheada com carne picada (galinha ou carne de porco), queijo, alface e às vezes, tomate. Enciclopédia Livre – <http://www.pt.wikipedia.org>

calorias. A função energética da gordura é muito importante pela capacidade que o organismo possui de armazenar esse nutriente nos tecidos adiposos, que são reservas. Assim, quando o organismo entra em deficiência energética, como em uma atividade física intensa, corrida, trabalho pesado, qualquer atividade corporal e mental, ele utiliza os lipídeos armazenados nos tecidos adiposos. As gorduras também têm a função de isolante térmico, protegendo o organismo contra mudanças bruscas de temperatura do meio ambiente. Outras funções das gorduras são destacadas como (PORTO, 1998):

- atuar como “carregadores” das vitaminas lipossolúveis: vitamina A, D, E, K; sem a gordura, essas vitaminas não são introduzidas no organismo;
- possuir elevado teor calórico, diminuindo o volume da alimentação;
- permanecer por mais tempo no estômago, dando maior saciedade.

Os lipídios podem ser classificados em ácidos graxos, triglicerídeos, fosfolipídeos, glicolipídeos, esteróides e lipoproteínas. Os ácidos graxos podem ser saturados (encontrados nos alimentos derivados de gordura origem animal), que em quantidades excessivas podem ser um fator agravante a arteriosclerose, doenças cardíacas e aumento dos níveis de colesterol, ou insaturados, relativos às gorduras de origem vegetal.

A quantidade indicada a um indivíduo para ingestão de gordura é de 30 a 35% do total de calorias diárias. Tanto a quantidade quanto a qualidade da gordura ingerida devem ser controladas.

Lipídios insaturados têm alto potencial de oxidação, e os produtos finais desta reação, como os compostos carbonila, podem interagir quimicamente com, por exemplo, produtos da decomposição de proteínas para produzir produtos finais interligados. Desse modo, o armazenamento de leguminosas pode resultar em uma perda de qualidade - sabores e odores -, valor nutricional e funcionalidade (STANLEY; AGUILERA, 1985).

A oxidação de lipídios pode ser classificada de enzimática, em razão da presença inerente de lipoxigenase, e não-enzimática (oxidativa). Ambas dão origem a hidroperóxidos e, posteriormente, a aldeídos, cetonas, ácidos etc., que são indesejáveis (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

O óleo presente em feijões tipo *French* torna-os susceptíveis ao desenvolvimento de *off-flavor* (sabor e odor desagradável, similar ao ranço) durante a estocagem, o que é considerado resultado da

degradação enzimática de ácidos graxos insaturados. Ácidos linoléico e linolênico são precursores de aldeídos de cadeia curta tanto voláteis como não-voláteis. Cetonas e aldeídos resultantes da atividade da hidroperoxidase redutase são responsáveis pelo *flavor* (sabor e odor) agradável de vegetal fresco associado ao metabolismo normal da planta em desenvolvimento. A lipoxigenase, mediante conversão de ácidos graxos poli-insaturados, é a maior responsável pelo *off-flavor* em produtos com proteínas de leguminosas (RUTH et al., 1995).

## Micronutrientes

Micronutrientes são vitaminas e minerais essenciais requeridos pelo organismo humano para estimular o crescimento celular e o metabolismo. Dezenove vitaminas e minerais são considerados essenciais para o desenvolvimento físico e mental, o funcionamento do sistema imunológico e vários processos metabólicos. Deficiências de ferro, iodo e vitamina A são as formas mais comuns de desnutrição com consequências na saúde pública. Outros micronutrientes desempenham um papel na prevenção de condições específicas (por exemplo, ácido fólico e cálcio) ou na promoção do crescimento (por exemplo, zinco).

## Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos cuja presença na alimentação é indispensável. Atuam juntamente com outros alimentos para formar enzimas e controlar a queima dos açúcares e proteínas dentro das células humanas. São necessárias para o bom funcionamento dos aparelhos circulatório, respiratório e digestivo e dividem-se em duas classes: vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e hidrossolúveis (vitaminas do complexo B, niacina, vitamina C).

A vitamina B2, ou riboflavina, auxilia no crescimento e reprodução, formação de pele, unhas e cabelos saudáveis, beneficia a visão e auxilia a combater o cansaço visual. A niacina é parte integrante de enzimas digestivas, facilitando a digestão dos alimentos. A vitamina C ou ácido ascórbico melhora a absorção de ferro e está envolvida na cicatrização de feridas, formação de colágeno, na redução do colesterol sanguíneo e aumento da resistência do organismo, especialmente a resfriados e gripes (PORTO, 1998).

Feijões comuns crus são relativamente boa fonte de vitaminas hidrossolúveis, especialmente tiamina (0,86 a 1,14mg 100g<sup>-1</sup>), riboflavina (0,136 a 0,266 mg 100g<sup>-1</sup>), niacina (1,16 a 2,68 mg 100g<sup>-1</sup>), vitamina B6

(0,336 a 0,636mg 100g<sup>-1</sup>) e ácido fólico (0,171 a 0,579mg 100g<sup>-1</sup>); mas são pobres fontes de vitaminas lipossolúveis e de vitamina C (GEIL; ANDERSON, 1994).

Embora os métodos comerciais de preparação de feijões enlatados possam causar perda significativa de vitaminas hidrossolúveis, cozimentos caseiros comuns de feijões parecem causar menos problema na retenção de nutrientes. Em termos da especificação da *US Recommended Daily Allowances* (RDA – Limites diários recomendados nos Estados Unidos) para adultos, uma xícara de feijão-seco cozido pode proporcionar 30% do ácido fólico requerido, 25% de tiamina, 10-12% de pirioxina e menos que 10% de niacina e riboflavina, 29% de ferro para mulheres e 55% para homens, 20-25% de fósforo, magnésio e manganês, aproximadamente 20% de potássio e cobre e 10% de cálcio e zinco. Porém, minerais de fontes vegetais são menos biodisponíveis que os de animais.

A biodisponibilidade de vitaminas em feijões cozidos e suas interações com outros componentes do alimento são ainda incertas (GEIL; ANDERSON, 1994).

Nordstrom e Sistrunk (1979) conduziram um trabalho com feijões secos enlatados, incluindo oito variedades, dois níveis de umidade, quatro tratamentos de branqueamento e quatro tempos de armazenamento e verificaram que houve diferença entre os tipos para riboflavina e vitamina E. Os teores de ambas as vitaminas diminuíram durante o armazenamento de feijões enlatados, mas apenas a riboflavina apresentava conteúdo inferior nas amostras de 16% de umidade e branqueadas em vapor quando comparadas à água.

Os valores de retenção de vitaminas durante o cozimento variam de 70,9% (vitamina B6) a 75,9% (riboflavina). A variabilidade da tiamina, globalmente e dentro de classes de feijões, é relativamente baixa. Ao se cozinhar o feijão, a retenção de tiamina é modificada em alguns instantes, mas não para um grau muito elevado. No que diz respeito à riboflavina, esta vitamina apresenta variabilidade, globalmente e dentro de classes de feijão, significativamente maior que da tiamina. Cozimento, como outros tratamentos em qualquer alimento, introduz outra fonte de variabilidade direta e indireta (AUGUSTIN et al., 1981).

## Minerais

Em relação aos minerais essenciais na nutrição, destacam-se: o cálcio, na formação da estrutura óssea, proteção e fortalecimento dos

dentes e ossos, na melhoria da absorção da vitamina B12 e da atividade muscular, na prevenção de artrite e osteoporose; o fósforo, como parte essencial dos tecidos nervosos e junto com o cálcio também interfere na formação de ossos e dentes, sendo, também, importante para o metabolismo dos glicídeos; o potássio, que é importante para o funcionamento de nervos e músculos, principalmente o coração; e o ferro, que está presente em todas as células do organismo, sendo essencial para o funcionamento adequado do sistema imunológico e prevenção da anemia (indispensável na formação dos glóbulos vermelhos do sangue).

### *O ferro na alimentação*

Algumas pessoas que não possuem esclarecimento sobre propriedades químicas dos elementos, costumam cozinhar feijão, arroz e sopas colocando pregos ou pedaços de corrente dentro da panela, pensando que o ferro desses materiais possa ser agregado ao alimento. Isto é incorreto. Para que o ferro possa ser absorvido pelo nosso organismo, deve estar associado com outros elementos. Em pregos e correntes ele está em sua forma pura.

As fontes de ferro estão presentes na dieta em duas formas, ferro heme e ferro não heme. O ferro heme, encontrado em alimentos de origem animal, tais como carnes em geral, aves e peixes, possui maior biodisponibilidade do que o ferro não heme, encontrado em cereais, leguminosas, frutas e vegetais de cor escura. Há vários fatores da dieta que podem inibir ou aumentar a absorção de ferro não heme. A absorção de ferro é inibida por fitato, encontrado em grãos integrais, sementes, nozes e leguminosas, e por compostos fenólicos (taninos), presentes no chá, café e vinho tinto. Por contraste, a absorção de ferro é aumentada quando o mesmo é consumido com ácido ascórbico, presente em muitas frutas e vegetais (KENNEDY et al., 2003).

No caso do ferro, a biodisponibilidade é definida como a quantidade ingerida deste mineral, que é absorvida e utilizada para uma função metabólica normal. Quando pouco ou nenhum ferro é excretado, a absorção é sinônimo de biodisponibilidade (FAIRWEATHER-TAIT, 2001).

O conteúdo de ferro em feijão marrom é muito alto (5mg 100g<sup>-1</sup> de feijão seco). Entretanto, os feijões também contêm altas concentrações de fitatos, os quais diminuem a disponibilidade de ferro. A disponibilidade de minerais, principalmente o ferro, é afetada também pela presença de tanino e fibras dietéticas. Como fontes de minerais, especificamente de

ferro, que seria de grande importância em nosso país e no mundo pela alta prevalência da deficiência de ferro e da anemia ferropriva, os dados existentes mostram que o ferro existente no feijão é de baixa biodisponibilidade (quantidade efetivamente absorvida pelo organismo a partir da quantidade disponível desses minerais presentes nas variedades de feijão). Estudos de biodisponibilidade mostraram que as variedades carioca, branco e preto revelaram ser as mais nutritivas, principalmente quanto aos teores de cálcio (OLIVEIRA, 2005). Os minerais presentes nos feijões e na soja são absorvidos pelo organismo, principalmente cálcio e magnésio e, em menor quantidade, cobre e zinco. Portanto, considera-se essa constatação muito importante porque, no Brasil, a dieta é, em geral, pobre em cálcio. O feijão pode compensar essa perda e evitar que a deficiência de cálcio na estrutura óssea leve a uma osteoporose precoce.

O processamento de alimentos, tal como cozimento e fermentação, sabidamente, não afeta apenas a disponibilidade do ferro, como também dos fatores que atuam como promotores ou antagonistas da absorção de minerais (LOMBARDI-BOCCIA et al., 1995).

Lombardi-Boccia et al. (1995) estudaram o efeito do descascamento e da cocção sobre o conteúdo de ferro de duas variedades de feijão. O ferro e os constituintes do grão (fitato, tanino e fibra) são distribuídos diferentemente na casca e no cotilédone. O descascamento diminuiu significativamente a dialisabilidade do ferro, enquanto o cozimento teve essa mesma influência na variedade colorida, mas não na variedade branca. A interação tanino-proteína pode ser a principal causa da diferença na dialisabilidade de ferro. Há cerca de 30 anos, Miller et al. (1981) desenvolveram uma técnica "in vitro" simulando os processos digestivos que ocorrem em humanos, em que um alimento isolado ou uma refeição composta é digerida por enzimas gástricas e pancreáticas e o conteúdo de um determinado mineral é avaliado por meio de sua dialisabilidade através de uma membrana de poro conhecido (RAO, 1994).

Os conteúdos de ferro foram 9,93; 7,93; 8,70 e 5,79 mg 100g<sup>-1</sup> de farinha de feijão para as variedades Rico 23, Rosinha-G2, Carioca e Pirata-1, respectivamente. A disponibilidade biológica de ferro foi primeiramente determinada usando sulfato ferroso como referência. Disponibilidade percentual foi calculada, considerando o ferro do sulfato ferroso com 100% disponível. Por esse critério, a biodisponibilidade do ferro do feijão variou de 13,7%, para o Carioca, a 17,5% para o Pirata-1. A disponibilidade absoluta do ferro do sulfato ferroso, determinada por um experimento de absorção de ferro (com uma dieta caseira contendo sulfato ferroso como a única fonte de ferro), foi de apenas 30%. Recalculando o ferro disponível

dos feijões, com base na disponibilidade de 30% desse elemento do sulfato ferroso, encontram-se resultados variando de 4,05 a 5,25%. Esses resultados estão dentro da faixa de absorção de ferro esperada para alimentos vegetais (SGARBIERI et al., 1979).

O efeito do reaquecimento de feijões sobre o conteúdo de ferro foi estudado por Amaya et al. (1991). No feijão inteiro, sem caldo, não detectaram nenhuma mudança ao longo das cocções. No caso de feijão com caldo, verificou-se aumento de ferro insolúvel nos grãos. No caldo foi detectada diminuição tanto do ferro solúvel quanto do insolúvel.

### *Biofortificação*

O programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão já considera como prioridade no desenvolvimento de novas cultivares de feijoeiro com as características de qualidade nutricional e funcional, visando associá-las com características de alta produtividade, resistência a fatores bióticos e abióticos, porte ereto, resistência ao acamamento e precocidade, objetivando atender as demandas dos produtores e consumidores brasileiros.

As deficiências de micronutrientes observadas na população são, obviamente, frequentemente causadas pelo simples fato de não se ter o que comer. Mas, os níveis de ferro, zinco e vitamina A em alimentos também podem variar em função de vários fatores: 1) características da planta, tais como a idade, grau de maturação, espécie, variedade, cultivar, dieta; 2) características do meio ambiente, como clima, solo, chuvas, estação do ano; e 3) fatores de processamento, como tempo de armazenamento, temperatura, método de preservação, preparação do alimento (WELCH, 2001).

A deficiência de ferro é a deficiência nutricional mais prevalente no mundo (HAAS et al., 2005). Dietas com escassez de ferro e zinco podem ocasionar anemia, redução da capacidade de trabalho, problemas no sistema imunológico, retardo no desenvolvimento e até morte. A anemia ferropriva é, provavelmente, o mais importante problema nutricional no Brasil, com prevalências da ordem de 30 até 80% em grupos de crianças menores de cinco anos de idade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009). Ressalta-se que essa deficiência ocorre independentemente da classe social ou da distribuição geográfica (FÁVARO et al., 1997).

A prevalência da deficiência de zinco e folato no mundo ainda não foi estabelecida, mas estima-se que seja significativa, uma vez que as deficiências de micronutrientes raramente ocorrem isoladamente. Uma razão para isso é que essas deficiências geralmente ocorrem quando

há falta de diversidade na dieta habitual ou quando a mesma é inteiramente dependente de um único alimento básico, como é o caso das dietas que têm como base, cereais ou tubérculos (FAO, 2002). A deficiência de zinco não é tão estudada como a deficiência de ferro, mas, uma vez que as fontes desses dois nutrientes são as mesmas, a incidência da deficiência de zinco também é muito alta. O zinco é requerido para a atividade de mais de trezentas enzimas, que atuam no sistema imunológico e na expressão de genes, entre outras funções. Pouco se sabe sobre a deficiência de zinco em países em desenvolvimento, mas alimentos ricos em ferro biodisponível normalmente também são ricos em zinco biodisponível (MCCALL et al., 2000).

A introdução de produtos agrícolas biofortificados – variedades melhoradas que apresentam um conteúdo maior de minerais e vitaminas – poderá complementar as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo para alcançar as populações com limitado acesso aos sistemas formais de mercado e de saúde. Uma vez que o investimento é feito no desenvolvimento de variedades nutricionalmente melhoradas em instalações centralizadas de pesquisa, as sementes obtidas poderão ser adaptadas às condições de plantio de inúmeros países. Variedades biofortificadas apresentam o potencial de fornecer benefícios contínuos, ano após ano, nos países em desenvolvimento, a um custo recorrente inferior ao da suplementação e da fortificação pós-colheita (UNNEVEHR et al., 2007).

No Brasil, existem atividades correlatas desenvolvidas pelos programas internacionais de atendimento a desafios globais denominados HarvestPlus Challenge Program on Biofortification e AgroSalud Program, coordenados pela Embrapa, incluindo várias de suas Unidades de pesquisa e outras instituições que fazem parte da rede de biofortificação de alimentos e são financiadas por várias instituições internacionais, em sua maior parte, e por algumas nacionais. O programa AgroSalud está focado na América Latina e Caribe, e ainda em estudos de processamento pós-colheita. As principais culturas da dieta básica envolvidas nos programas no Brasil são: mandioca, batata-doce, arroz, feijão comum, milho, feijão-caupi e trigo.

O principal objetivo da Embrapa Arroz e Feijão nos programas Harvest Plus e Agrosalud, em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos (coordenador na América Latina) e CIAT (Colômbia), é identificar fontes para alto conteúdo de ferro e zinco em germoplasma de feijão brasileiro e do exterior, visando transferir essas características para genótipos adaptados para o desenvolvimento de cultivares de feijão



biofortificadas com ferro e zinco e adaptadas às diferentes regiões produtoras brasileiras. Alguns genótipos de feijoeiro comum já avaliados pela Embrapa Arroz e Feijão apresentaram teores de ferro e zinco acima dos obtidos para as cultivares convencionais, sendo 50% e 43% superiores, respectivamente; entretanto, aliar a isso a produtividade dos materiais ainda é um desafio para os melhoristas. Também se pretende estudar a biodisponibilidade *in vitro* dos minerais nos genótipos biofortificados.

## **Fibras Alimentares**

Há muitos anos as fibras eram consideradas uma fração inaproveitável da dieta, pois passam pelo trato digestivo sem sofrer metabolização, ou seja, saem da mesma forma que entram, assim, considerava-se que não possuíam “fins nutricionais”. Atualmente, o conceito evoluiu e já se sabe que muitas doenças estão relacionadas à baixa ingestão de fibras (hipertensão, perturbações cérebro-vasculares, obesidade, hemorróidas, colite ulcerativa, câncer do intestino, colesterolemia, artrite reumatóide etc).

Considera-se fração fibra da dieta o conjunto de componentes de alimentos vegetais que resistem à hidrólise (quebra pelas enzimas do sistema digestivo). Tais resíduos alimentares não digeridos e absorvidos não apresentam valor calórico, passam para as fezes, nas quais não são encontrados quantitativamente, em consequência de eventual fermentação e degradação no intestino grosso. As fibras são utilizadas na proteção contra o desenvolvimento das doenças citadas acima e também são importantes no tratamento da constipação. Contribuem para reduzir o valor calórico da dieta, diminuir o ritmo da digestão alimentar e induzir à saciedade (COSTA; BORÉM, 2003).

A fibra tem a capacidade de absorver líquidos, formar géis e ligar substâncias entre si (absorção). Pela absorção de líquidos e aumento da matéria do bolo fecal, a fibra ajuda a prevenir a constipação e distúrbios relacionados com esse distúrbio: hemorróidas, diverticulite, etc. Pela redução do tempo de contato da matéria fecal com a mucosa intestinal, a fibra reduz a incidência do câncer de cólon, já que os elementos carcinogênicos existentes nas fezes são expelidos do organismo antes que possam atuar sobre as células. A fibra pode associar-se ao colesterol e, dessa forma, removê-lo do organismo. A FAO / OMS (Food and Agriculture Organization / Organização Mundial de Saúde) preconiza que, para uma boa ingestão de fibras, são necessários 20 a 30 g diariamente, de acordo com o “National Cancer Institute”.

Segundo o Institute of Medicine (2001), a fibra alimentar é constituída de carboidratos não-digeríveis e de lignina, que são intrínsecos a ela e se encontram intactos nas plantas. Já a fibra adicionada consiste em carboidratos não-digeríveis que desempenham efeitos fisiológicos benéficos ao homem. Por sua vez, a fibra total é a soma da fibra alimentar com a adicionada. É necessário comprovar os resultados fisiológicos para que uma fibra seja definida como adicionada, mas esse expediente não vale para uma fibra alimentar.

As fibras podem ser solúveis e insolúveis, ou viscosas e não-viscosas ou, ainda, fermentáveis e não-fermentáveis (GEIL; ANDERSON, 1994).

Em geral, as fibras estruturais (celulose, lignina e algumas hemiceluloses) são insolúveis, não-viscosas e não-fermentáveis. Em contraste, pectinas, gomas, mucilagens e as demais hemiceluloses são solúveis, viscosas e fermentáveis. Entretanto, há exceção, como a goma-arábica, que é solúvel, porém não-viscosa.

Em alguns alimentos crus, como a batata, os grânulos de amido são de difícil digestão devido à sua conformação cristalina e ao fato de estarem incluídos na estrutura celular. Com o aquecimento, os cristais se rompem e se dissolvem em água, e é possível que sejam prontamente digeridos pelas amilases. Ao passarem por resfriamento, as moléculas de amido podem novamente se cristalizar (retrogradar), formando estruturas não-digeríveis.

O amido não digerido no intestino delgado de indivíduos saudáveis é chamado de amido resistente e entra na definição de fibra alimentar. Pode ser formado durante alguns processamentos de alimentos (ASP, 1992). A fibra solúvel e o amido resistente dos feijões contribuem a inibir o apetite e regular a glicose sanguínea (HOWARTH et al., 2001; SALTZMAN et al., 2001).

Dietas pobres em fibras frequentemente têm sido associadas a doenças coronarianas, diabetes, doenças diverticulares e câncer de cólon e uma série de outros distúrbios do trato gastrointestinal. Isso tem estimulado a comunidade científica a examinar o papel das fibras na nutrição e na saúde humanas.

Embora haja discordância sobre o nível desejável de ingestão diária de fibra, o Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos recomenda uma ingestão média de 30g dia<sup>-1</sup> como a quantidade adequada para prevenir as patologias decorrentes do consumo de dietas pobres em fibra. A SBAN (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO,

1990), recomenda uma ingestão diária de 20g ou de 8 a 10g 1000 kcal<sup>-1</sup>. O subcomitê do NAS-NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989), reconhece que a ingestão de fibra dos americanos deve ser aumentada, entretanto, recomenda que a quantidade desejável deve ser atingida, não pela adição de concentrados de fibra na dieta, mas pelo aumento do consumo de frutas, hortaliças, leguminosas e grãos integrais, que, juntamente com a fibra, fornecem também minerais e vitaminas.

Feijões secos contêm uma quantidade substancial de carboidratos como fibra bruta na forma de celulose e hemicelulose, com a quantidade variando de 3 a 7% em feijões secos cozidos. A variabilidade nessas quantidades ocorre em virtude das definições diferentes e dos métodos de análise de fibras usados. Os feijões contêm entre 20 e 25% de fibra alimentar total, quantidade considerável, quando se consideram as recomendações de ingestão diária 18-20g dia<sup>-1</sup> em países europeus e Brasil, e nos EUA, de 15g dia<sup>-1</sup>. Segundo Reyes-Moreno e Paredez-Lopez (1993), o conteúdo de fibra alimentar de feijões comuns varia de 14 a 19%.

Na Tabela 2, apresenta-se o conteúdo de fibras de feijões de diferentes variedades. Muitas das substâncias encontradas na fibra alimentar total são carboidratos (celulose, hemicelulose, pectina), sendo o composto fenólico lignina, o único não carboidrato correntemente definido como fibra dietética (TROWEL et al., 1976, citados por REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

**Tabela 2.** Conteúdo de fibras de feijões secos (meia xícara, cozido).

<i>Feijão</i>	<i>Fibras totais (g)</i>	<i>Fibras solúveis (g)</i>
Pinto	5,9	1,9
Navy	6,5	2,2
Great Northern	5,0	1,4
Kidney	6,9	2,8
Preto	6,1	2,4
Cranberry	5,4	2,7
Black-eyed	4,7	0,5
Garbanzo	4,3	1,3
Lima	6,9	2,7

Fonte: Geil e Anderson (1994).

Com o recente desenvolvimento de técnicas baseadas em digestão enzimática para determinação do conteúdo de fibra dietética de alimentos (ASP et al., 1983), o interesse no estudo dos componentes solúveis e insolúveis aumentou (HUGHES, 1991).

Lignina, celulose e hemicelulose são constituintes típicos da porção insolúvel, enquanto pectina, algumas hemiceluloses e outros polissacarídeos fazem parte da porção solúvel das fibras dietéticas (OLSON et al., 1987). Sementes de leguminosas contêm mais fibras que cereais e são melhor fonte de fibra alimentar solúvel metabolicamente ativa. As mudanças químicas básicas no conteúdo de fibra alimentar do alimento durante o cozimento continuam obscuras. A formação de amidos resistentes, complexos amilose-lipídio e produtos da reação de *Maillard* têm sido considerados importantes contribuintes para o aumento de fibra dietética (BJORCK et al., 1984, citados por REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

### **Benefícios à Saúde Devido ao Consumo de Feijão**

Os alimentos não são mais vistos meramente como uma forma de saciar a fome, de prevenir doenças causadas pela dieta deficiente e de prover o ser humano dos nutrientes necessários à construção, à manutenção e ao reparo de tecidos, como água, proteína, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais. Os alimentos têm se tornado primariamente o veículo para nos transportar no caminho para uma saúde ótima e bem-estar. A dieta vem sendo reconhecida como a primeira linha de defesa na prevenção de diversas doenças crônico-degenerativas não transmissíveis, como câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose, artrite e degeneração macular relacionada com a idade. Essa ótica cria um amplo espaço na mídia e na literatura científica acerca dos alimentos funcionais (HASLER, 2000).

Alimentos funcionais englobam os alimentos integrais, fortificados, enriquecidos ou melhorados que causam efeitos potencialmente benéficos à saúde quando consumidos regularmente como parte de uma dieta variada e em níveis efetivos (COSTA; BORÉM, 2003).

Os efeitos protetores e terapêuticos do consumo de feijão incluem benefícios em relação à doença coronariana, diabetes, obesidade e câncer, dentre outros (GEIL; ANDERSON, 1994).

Feijões são ricos em fibras solúveis em água, as quais reduzem significativamente o colesterol e a glicose sanguíneos em humanos. O tempo de trânsito intestinal diminui consideravelmente em ratos quando o amido de trigo, em suas dietas, é substituído por uma quantidade equivalente de feijão (HELLENDORRN, 1976, citado por GEIL; ANDERSON, 1994).

A importância de uma quantidade adequada de fibras na dieta é enfatizada pelos nutricionistas, sendo, atualmente, seu teor comumente apresentado nas embalagens de muitos produtos alimentícios. Algumas fibras dietéticas apresentam atividade antitumoral; efeito farmacológico esperado devido à sua ação física na adsorção de substâncias tóxicas, entre as quais, algumas carcinogênicas, evitando sua absorção pelo intestino. Além disso, as fibras dietéticas aceleram a excreção (ação laxativa), reduzindo o tempo de residência no intestino e, conseqüentemente, reduzindo os riscos de câncer de cólon e reto.

Recentemente, o significado funcional do feijão adquiriu uma nova dimensão decorrente dos possíveis efeitos benéficos proporcionados pela ingestão da chamada fibra alimentar, ao lado da questão do amido resistente. Os alimentos de origem vegetal contêm tanto fibra solúvel como insolúvel em teores que variam de acordo com o alimento e com o seu preparo. Os feijões, como outras leguminosas e como a aveia e a cevada, apresentam interessante equilíbrio entre essas frações: o feijão carioca cozido, por exemplo, contém 17,9% de fibra insolúvel e 7,9% de fibra solúvel, em base seca. A capacidade da fibra alimentar em reduzir o risco de certas doenças degenerativas (doenças cardiovasculares, diabetes, câncer de cólon, entre outras) tem sido extensivamente pesquisada, mas um quadro completo sobre os possíveis mecanismos de ação envolvidos ainda não está totalmente estabelecido. Os efeitos benéficos para a saúde parecem resultar da combinação de quatro ações fisiológicas: aumento do bolo fecal e do trânsito intestinal, ligação com ácidos biliares, sua transformação em ácidos graxos de cadeia curta no intestino e aumento da viscosidade. O aumento do bolo fecal e a diminuição do trânsito são efeitos fisiológicos associados à fração insolúvel da fibra, com pouca participação da fração solúvel. Por outro lado, a ligação de ácidos biliares está primariamente associada à fibra solúvel (pectinas e hemiceluloses), a qual é transformada, no intestino grosso, em ácidos graxos de cadeia curta em proporções bem maiores que a fibra insolúvel. A fibra solúvel é, também, a responsável pelo aumento da viscosidade no lume intestinal e pela redução conseqüente de processos digestivos e absorptivos. Como o feijão está entre os poucos alimentos integrais que contêm significativa quantidade tanto de fibra solúvel quanto de insolúvel, o seu consumo produz as quatro ações fisiológicas acima descritas (COSTA; BORÉM, 2003).

### **Efeito Hipoglicemiante de Feijões**

Por serem ricos em fibra alimentar, os feijões proporcionam importantes benefícios para a saúde de indivíduos diabéticos. As fibras

de leguminosas são polissacarídeos e ligninas resistentes à hidrólise por enzimas digestivas, mas diferem das fibras insolúveis (como em cereais), por formarem uma solução viscosa ou gel em água (HOCKADAY, 1982; CHIARADIA; GOMES, 1997).

Adicionando-se feijões secos em quantidades variando de 98 a 145 g peso seco/dia em uma dieta para diabéticos, consegue-se melhorar o controle metabólico e ter efeitos benéficos, a longo prazo. O Plano de Nutrição HCF (*High Carbohydrate-High Fiber*) recomenda o uso de pelo menos meia xícara de feijões cozidos diariamente como uma fonte de fibra alimentar em uma refeição planejada para diabéticos (GEIL; ANDERSON, 1994).

Jenkins et al. (1975), citados por Hockaday (1982) e Chiaradia e Gomes (1997), mostraram que extrato de feijão tem um efeito hipocolesterolêmico em pacientes com altos níveis de colesterol e melhora a tolerância à glicose em pessoas normais e diabéticos, tratadas ou não com insulina.

Feijões são geralmente digeridos vagarosamente e produzem um baixo nível de glicose sanguínea e de insulina. Potter et al. (1981), citados por Geil e Anderson (1994), compararam mudanças na glicose plasmática e insulina após a ingestão de 75g de carboidrato como glicose líquida, arroz integral, cereal matinal de trigo e feijões. Feijões produziram os menores e mais lentos aumentos na glicose plasmática e insulina.

Jenkins et al. (1984), também citados por Geil e Anderson (1994), encontraram que feijões produzem elevações significativamente menores na glicose sanguínea que aquelas produzidas por pão branco. Embora a baixa resposta glicêmica para feijões tenha sido atribuída à alteração do esvaziamento gástrico, um estudo comparando flocos de feijão em pasta com flocos de batata mostrou que a baixa resposta glicêmica e menor concentração de insulina no soro, após ingestão de flocos de feijões, não poderiam ser explicadas pela taxa de esvaziamento gástrico, proporcionando, assim, evidência adicional para a lenta digestão de amido de feijão no intestino delgado.

### **Fibras e Intestino Grosso**

Como as fibras não são digeridas pelas enzimas presentes no intestino delgado, elas aumentam o volume das fezes e a frequência das defecações, diminuem o tempo de trânsito dos alimentos no trato gastrointestinal e alteram sua microbiota.

O maior volume fecal deve-se à presença de resíduos de fibras não-degradadas, ao aumento do teor de água nas fezes e à elevação da massa microbiana pela fermentação das fibras. A forma física da fibra é importante para esse efeito. Por exemplo, o farelo de trigo grosso apresenta maior eficácia do que quando moído fino. O tipo de fibra também conta, ou seja, as insolúveis são mais eficazes do que as solúveis. Frutas, hortaliças e farelo de trigo aumentam o volume fecal e reduzem o tempo de trânsito intestinal. Pectinas e gomas não produzem tal resultado (COSTA; BORÉM, 2003).

Acredita-se que o efeito das dietas ricas em fibras na proteção contra tais doenças esteja na diminuição dos lipídios plasmáticos, especialmente do nível de colesterol. Sabe-se que esse resultado está restrito ao consumo de fibras solúveis, como as pectinas, gomas e mucilagens, uma vez que estudos com pessoas que utilizam 15 a 30 g dia<sup>-1</sup> dessas fibras solúveis na dieta apontam reduções de cerca de 15% no colesterol total e nas LDLs (lipoproteínas de baixa densidade).

As fibras encontradas na aveia e no feijão produzem efeito hipocolesterolemizante. Já as insolúveis, como a celulose e a lignina, a exemplo das presentes no farelo de trigo e no de arroz, não apresentam esse efeito. Diversos mecanismos podem estar envolvidos na redução de colesterol sanguíneo pelas fibras, entre eles: menor digestão e absorção de lipídios devido ao esvaziamento gástrico mais lento e à maior viscosidade do meio, dificultando a ação de enzimas digestivas; maior eliminação de ácidos biliares, que se complexam com a pectina, que, por sua vez, interfere na formação de micelas, diminuindo a absorção de colesterol, de ácidos biliares e de lipídios; e a fermentação, que produz ácidos graxos de cadeia curta, especialmente propionato, que, absorvido na veia porta, vai até o fígado, inibindo a atividade da enzima HMG CoA redutase e, portanto, a síntese de colesterol hepático, o que reduz seus níveis sanguíneos (COSTA; BORÉM, 2003; LUJÁN et al., 2008).

### **Prevenção de Câncer**

A famosa combinação arroz e feijão pode ser a solução para a prevenção de um tipo de câncer, conforme conclui a pesquisadora Dra. Dirce Marchioni e colaboradores (citada por MARCHIONI et al., 2007; NETTO, 2007). De acordo com o estudo, o consumo frequente de arroz e feijão reduz as chances de uma pessoa desenvolver câncer oral - que compreende a cavidade bucal, a faringe e a laringe.

A pesquisa faz parte de um estudo mais abrangente, coordenado pela *International Agency for Research on Cancer (IARC)*, órgão da

Organização Mundial da Saúde (OMS), que se estende à Cuba e à Argentina. O objetivo é mapear a incidência dos diversos tipos de câncer de acordo com fatores ambientais e padrões alimentares das populações. Marchioni et al. (2007) analisaram um universo de 845 pessoas, entre homens e mulheres, com mais de 40 anos, de todas as classes sociais, na cidade de São Paulo, comparando as pessoas que tinham câncer oral com aquelas que não desenvolveram a doença, buscando identificar o que elas apresentavam de diferente no que diz respeito à alimentação. A seleção das pessoas que participaram da pesquisa foi feita em sete hospitais da rede pública do município. Todos os selecionados responderam a um questionário, no qual informavam quais eram os componentes primordiais de sua alimentação e em que quantidade e frequência eram consumidos.

A pesquisa constatou que, entre as pessoas que consumiam os alimentos do padrão 'tradicional' - arroz, feijão e carne, a incidência do câncer oral era menor do que entre aquelas que mantinham outro tipo de dieta. A literatura científica diz que quem consome frutas e legumes estará mais protegido contra o câncer oral. No estudo realizado, não foi o observado. O principal padrão protetor foi o arroz-feijão, acrescido de quantidades razoáveis de carne. Segundo a nutricionista, ainda não é possível dizer por que o consumo de arroz e feijão previne contra o câncer oral. Pode-se afirmar, porém, que tanto o arroz quanto o feijão têm baixo nível de gordura saturada - aquela que, como a gordura animal, é sólida em temperatura ambiente, além de possuírem fibras e proteínas vegetais complementares. A ideia é de que o consumo conjugado de arroz e feijão oferece elementos importantes que previnem contra o câncer oral.

Segundo a pesquisadora, o ideal é que as pessoas variem sua dieta, consumindo sempre frutas e legumes e mantendo o padrão arroz-feijão, além de moderar o consumo de carne vermelha. Indispensável lembrar que medidas como 'não fumar' e 'moderar o consumo de bebidas alcoólicas', junto à prática de boa higiene bucal, diminuem consideravelmente os riscos de câncer oral.

## **Alguns "Pré-conceitos" sobre o consumo de feijão**

### *"Feijão Engorda"*

Os carboidratos existentes no feijão estão em proporção equilibrada para prover o sustento necessário ao desenvolvimento sadio e estão presentes na forma de amido, carboidrato complexo, de digestão mais lenta, propiciando maior saciedade, podendo ser um aliado no controle do



peso, evitando a obesidade. Os carboidratos garantem energia para o funcionamento do corpo e do sistema nervoso e, também, proteínas, que são 'construtoras de tecidos' no organismo. Mas, as vantagens das leguminosas não acabam por aqui, seu alto teor de ferro, vitaminas tipo B e fibras - que fazem o intestino funcionar bem - tornam esse alimento muito nutritivo. A abundância de fibra solúvel no feijão permite um equilíbrio nos níveis de açúcar no sangue, importante para as dietas de pessoas com diabetes. No livro "Alimentação que pode prevenir e curar", da escritora norte-americana Jean Carper (CARPER, 1993), o feijão é citado como um "alimento mágico", que reduz consistentemente o mau colesterol (LDL), afastando assim o risco de doenças cardíacas.

O valor calórico do feijão não é alto, considerando suas ótimas propriedades nutricionais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Calorias das principais leguminosas.

<i>Leguminosa (3 colheres de sopa)</i>	<i>Valor Calórico (kcal)</i>
Ervilha cozida sem caldo	70
Feijão cozido com caldo	48
Feijão cozido sem caldo	83
Grão-de-bico cozido sem caldo	119
Lentilha cozida sem caldo	78
Soja cozida sem caldo	94
Tremçoço – aperitivo	293

Fonte: Stella (2008).

Quando combinado tradicionalmente com o arroz, formando o "Par Perfeito", tem-se uma refeição muito interessante do ponto de vista nutricional, conforme a informação abaixo sobre seus principais componentes para uma colher de sopa de cada (Tabela 4).

**Tabela 4.** Alguns componentes nutricionais existentes em uma colher de sopa de arroz ou feijão.

<i>Arroz</i>	<i>Feijão</i>
Calorias = 41 kcal	Calorias = 58 kcal
Carboidratos = 8,07g	Carboidratos = 10,6g
Proteínas = 0,58g	Proteínas = 3,53g
Lipídeos = 0,73g	Lipídeos = 0,18g
Colesterol = 0	Colesterol = 0

Fonte: Lima (2009).

Mesmo consumindo esses alimentos separadamente, pode-se observar que são alimentos nutritivos, portanto, sua presença diária no prato garante uma alimentação saudável.

Muitas pessoas, quando desejam emagrecer, param de comer o arroz e feijão, optando por consumir somente saladas e grelhados. Isto é um equívoco. Para eliminar peso de forma saudável, não é preciso excluir nenhum grupo alimentar das refeições, apenas é necessário balancear a quantidade de cada alimento.

### *“Provoca Flatulência”*

Um problema significativo associado ao uso dos valiosos recursos alimentares em países desenvolvidos é a pouca aceitabilidade do consumidor, em razão de desconfortos gastrointestinais e da produção de flatulência. Leguminosas geralmente contêm outros carboidratos chamados oligossacarídeos (sacarose, rafinose, estaquiase e verbascose), que são notáveis produtores de gases, causando uma considerável inconveniência quando consumido em grandes quantidades, sendo uma das principais causas que impedem o amplo consumo dessas fontes de proteína de baixo custo. Leguminosas possuem diferentes graus de flatulência, consoante às espécies, variedades e condições culturais, no entanto, o feijão é a leguminosa que produz a maior proporção de gás (11,4 ml gás 100 g<sup>-1</sup> feijão cozido, com relação a 3,8 para Soja, e 5,3 para ervilha seca). Os alfa-galactosídeos, principalmente rafinose e estaquiase, têm sido identificados como importantes contribuintes para esses efeitos fisiológicos adversos. Esses açúcares não são digeríveis no trato digestivo superior humano (não há atividade de alfa-galactosidase para hidrolisar ligações de glicose e galactose-galactose-galactose) e sim, fermentados no intestino grosso pela microflora intestinal para produzir quantidades significantes de hidrogênio, dióxido de carbono e, algumas vezes, metano. A produção desses gases resulta em flatulência e problemas associados a ela (OLSON et al., 1982).

Sabe-se que a sacarose e os  $\alpha$ -galactosídeos rafinoses, a estaquiase e verbascose em feijões são razoavelmente bem solubilizados em água, podendo ser eliminados em até 50% com 8h de embebição do feijão. Cristofaro et al. (1974), citados por Olson et al. (1982), sugeriram que um procedimento de branqueamento-embebição pode reduzir o conteúdo desses açúcares em leguminosas.

Deixar qualquer grão, incluindo os feijões, de molho, trocando pelo menos cinco águas, ameniza esse efeito. Introduzir o feijão na dieta infantil desde tenras idades, para condicionar o intestino, é uma boa opção para driblar a flatulência. Nos Estados Unidos, comercializa-se um suplemento dietético em forma de pílulas denominado “Beano”,

composto pela enzima  $\alpha$ -glicosidade ou outras enzimas e ingredientes, que auxilia a regular os efeitos indesejáveis, quando ingerido pouco tempo antes da refeição à base de feijão comum ou outras fontes com potencial para produção de gases intestinais.

## Fatores Antinutricionais

O feijão comum normalmente assume preços mais acessíveis que produtos de origem animal e tem vida-de-prateleira consideravelmente maior quando estocado em condições adequadas (SATHE et al., 1984). Entretanto, o feijão comum possui alguns atributos indesejáveis chamados fatores antinutricionais, como: fitatos, fatores de flatulência, compostos fenólicos inibidores enzimáticos, hemaglutininas (lectina) e alergenicos, os quais devem ser removidos ou eliminados para a efetiva utilização do feijão (SHATE et al., 1984; GUPTA, 1987).

Na Tabela 5, apresentam-se algumas das principais características nutricionais de feijões-comuns.

**Tabela 5.** Principais características nutricionais de feijões comuns (*Phaseolus vulgaris*).

<i>Fatores positivos</i>	<i>Fatores limitantes</i>
a) Alto conteúdo de proteína	a) Fatores físicos (difícil cozimento)
b) Alto conteúdo de lisina	b) Substâncias antinutricionais (hemaglutinina, fatores de flatulência, compostos polifenólicos, inibidores de tripsina, ácido fítico)
c) Excelente suplementação protéica para os grãos de cereais	c) Fatores nutricionais (deficiência de aminoácidos sulfurados, baixa digestibilidade protéica)

Fonte: Bressani (1983).

Além da formação de complexos com proteínas, tornando-as indisponíveis, os polifenóis podem inibir enzimas digestivas (STANLEY; AGUILERA, 1985). Os polifenóis, dentre os fatores antinutricionais, são os que mais contribuem para a baixa digestibilidade do feijão, em animais e humanos. Isso pode ser explicado pela formação de complexos entre os polifenóis e as proteínas, os quais são insolúveis e de baixa digestibilidade, tornando a proteína parcialmente indisponível, ou pela inibição das enzimas digestivas ou pelo aumento do nitrogênio fecal (BRESSANI; ELIAS, 1980).

A digestibilidade das proteínas decresce com o aumento da pigmentação do tegumento da semente. Os pigmentos são, geralmente, compostos fenólicos, que podem interagir com as proteínas do feijão, decrescendo a sua digestibilidade e utilização. Os polifenóis encontram-

se nas plantas como metabólitos secundários, raramente ativos. Sua habilidade de formar compostos complexos e de precipitar as proteínas faz com que sejam importantes, do ponto de vista nutricional (BRESSANI et al., 1991). Por exemplo, Jaffe (1950), citado por Sgarbieri e Whitaker (1982), encontrou valores de 76,8; 79,5; e 84,1% para digestibilidade *in vivo* de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) preto, rosa e branco, respectivamente. Possivelmente, inibidores enzimáticos como os taninos ou polifenóis podem ser parcialmente responsáveis por essa baixa digestibilidade, mas esses compostos nas leguminosas merecem ainda uma pesquisa maior e existem poucos estudos em animais que indiquem que eles afetam diretamente a qualidade nutricional. Não obstante, há evidências de que são os polifenóis que mais contribuem para a baixa digestibilidade da proteína do feijão (BRESSANI et al., 1991).

Uma diminuição na qualidade de polifenóis ocorre também em razão do processo de cozimento usado para destruir substâncias antinutricionais em feijões. Perdas aparentes de polifenóis de 20-39% de feijões crus a cozidos (quando expressos como ácidos tanínico) e de 61-98% (quando expressos como equivalente catequina) têm sido relatadas (BRESSANI et al., 1982).

O cozimento não é capaz de destruir os taninos, mas estes são parcialmente removidos com o caldo do cozimento (BRESSANI; ELIAS, 1980). Segundo trabalho de Ziena et al. (1991), menos de 10% dos taninos totais são decompostos durante o cozimento, enquanto cerca de 50% são carregados para o líquido de cocção.

Aproximadamente 60, 67 e 37% dos polifenóis totais de feijões crus permanecem nos grãos pretos, brancos e vermelhos, respectivamente, após o cozimento (BRESSANI et al., 1983). A água de cocção contém menos de 20% dos polifenóis totais.

Embora grandes quantidades de polifenóis possam ser eliminadas na água de lavagem e na água utilizada para o cozimento, o resíduo é retido, principalmente, pelos cotilédones. Isto se deve à migração aparente dos taninos do tegumento para os cotilédones. As quantidades de taninos ingeridas irão, então, depender da forma como os feijões são processados e consumidos (BRESSANI; ELIAS, 1980).

De acordo com Bressani (1989), as principais características de taninos em leguminosas podem ser assim resumidas:

- *taninos estão presentes principalmente no revestimento da semente;*

- o descascamento reduz os taninos em até mais de 75%, para a maioria das leguminosas;
- o descascamento aumenta a digestibilidade da proteína e a qualidade protéica;
- a embebição em água reduz o conteúdo de taninos, principalmente em pH alcalino;
- o cozimento com água altera a distribuição dos taninos dentro do grão, com grandes quantidades no caldo de cozimento;
- o cozimento à pressão é menos efetivo que o cozimento atmosférico para reduzir os taninos;
- a germinação reduz o teor de taninos;
- os taninos inibem um número de enzimas, reduzindo a digestibilidade protéica e a de outros nutrientes;
- o consumo de taninos reduz a ingestão do alimento;
- taninos podem interferir na utilização de nutrientes e são mortais para ratos, se ingeridos em altas concentrações;
- seu conteúdo nas leguminosas é geneticamente dependente.

O fitato é a forma de armazenagem de fósforo encontrado em todas as sementes de leguminosas, em concentrações que variam em torno de 0,3 a mais de 2,5% em base seca (STANLEY; AGUILERA, 1985). Outros autores citam valores em níveis de aproximadamente 5% p/p (DE BOLAND et al., 1975).

Ácido fítico é um dos antinutrientes em feijões secos e serve como fonte de fósforo. Responde por mais de 80% do total de fósforo do feijão e se localiza preferencialmente no cotilédone (DESHPANDE et al., 1982).

Dentre os métodos de processamento, a germinação e fermentação parecem ser os mais efetivos na diminuição da concentração de fitato, enquanto o molho e o cozimento podem remover 50 a 80% ou mais do fitato endógeno em grãos de feijões (SATHE; SALUNKE, 1984).

## **Qualidade de Cocção**

O objetivo do cozimento é o desenvolvimento de aroma e de grãos com consistência aceitável para o consumo. A água de cocção pode ou não ser descartada, dependendo de preferências culturais ou pessoais. Geralmente, o molho precede o cozimento. O cozimento de feijão pode trazer várias mudanças nas propriedades físicas, bioquímicas e nutricionais (Tabela 6). O cozimento prolongado pode reduzir a qualidade nutritiva dos feijões (BRESSANI et al., 1988).

Qualidade de cocção pode ser definida como o tempo requerido pelos feijões para adquirirem uma textura aceitável pelo consumidor. O longo período de cozimento é, também, um prejuízo econômico, em razão do maior gasto de combustível (MOSCOSO et al., 1984; BRESSANI et al., 1988; BRESSANI, 1989).

Um fenômeno comum em feijão e bastante estudado é denominado defeito *hard-to-cook* (difícil de cozinhar), o qual além de aumentar a dureza e reduzir a palatabilidade, diminui a qualidade nutricional de grão de leguminosas (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

Molina et al. (1975) estudaram as inter-relações entre estocagem, tempo de molho, tempo de cozimento, valor nutritivo e outras características de feijão preto e detectaram que os feijões estocados a 21 ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e 77 ( $\pm 4\%$ ) UR, por 3 e 6 meses, além de apresentarem aumento no tempo de cocção de 10 para 30 minutos, sofreram efeito prejudicial na qualidade protéica, apresentando significativo decréscimo na taxa de eficiência protéica (PER).

Antunes e Sgarbieri (1979) estudaram a influência do tempo e as condições de estocagem nas propriedades tecnológicas e nutricionais de feijões da variedade Rosinha G2 em três diferentes condições. Os resultados mais importantes foram: aumento do tempo de cocção de 60 minutos, no controle, para 95; 105; e 300 minutos, diminuição do PER de 1,01 para 0,66; 0,43; e 0,10, diminuição na disponibilidade de metionina de 46,3 para 41,5; 38,2; e 27,6%, e de lisina de 51,6 para 45,8; 43,0; e 30,0%, além de mudança na digestibilidade protéica de 62,4 para 58,9; 57,1; e 54,4%. Um decréscimo no valor biológico de proteína de feijão durante estocagem é associado com o maior tratamento térmico necessário para o cozimento desse feijão antes do consumo (BRESSANI, 1982; SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

A cocção geralmente inativa fatores termossensíveis, tais como inibidores de tripsina e quimotripsina, compostos voláteis, por exemplo, HCN e outros responsáveis pelo *off-flavor* (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

A qualidade de cocção e/ou textura é influenciada por vários fatores, incluindo variedade, local de crescimento (QUENZER et al., 1978), conteúdo de umidade de feijões (BURR et al., 1968; ANTUNES; SGARBIERI, 1979), composição química (KON, 1968; JONES; BOULTER, 1983; MOSCOSO et al., 1984; SIEVWRIGHT; SHIPE, 1986) e pré-tratamento pelo molho em água ou soluções salinas (SILVA et al., 1981a, 1981b). Esses fatores podem modificar a capacidade de cocção de feijões pela alteração de relações

físicas e químicas de células e de constituintes intercelulares (por exemplo, mudanças na morfologia, no conteúdo de minerais, mudanças nas proteínas e compostos fosforados e atividade enzimática) que são influenciados pela taxa de hidratação, quebra de pontes de hidrogênio e outros (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

**Tabela 6.** Principais efeitos nutricionais do processamento.

<i>1-Processo térmico (com água)</i>	<i>2- Processo térmico (seco)</i>	<i>3- Germinação e fermentação</i>	<i>4- Descascado e cozido</i>
Inativa os inibidores de enzimas e lectinas	Temperatura alta, curto tempo: semelhante a cozinhar com água	Aumenta o conteúdo de vitaminas	Aumenta a digestibilidade protéica
Reduz os níveis de outros antinutrientes – taninos	Temperatura alta, longo tempo: diminui a qualidade nutritiva	Reduz os fatores de flatulência	Aumenta a qualidade protéica
Aumenta a digestibilidade de proteínas e carboidratos		Outros efeitos observados são controversos (p.ex. qualidade)	Diminui o conteúdo de taninos e de fibra dietética
Aumenta a qualidade protéica			
Calor excessivo reduz a biodisponibilidade de lisina e de sulfurados			
O agregado de sais pode reduzir a qualidade protéica			

Fonte: Bressani (1989).

Alguns pesquisadores têm utilizado uma combinação de produtos químicos, como cloreto de sódio, polifosfato de sódio, carbonato de sódio e bicarbonato na solução de imersão, juntamente com um tratamento intermitente a vácuo (processo Hidravac) para rapidamente cozinhar o feijão. Esse processo facilita a infusão de solução salina através do hilo e rachaduras e as camadas externas hidrofóbicas que recobrem as sementes. Molhada pela solução, a membrana interior é hidratada com rapidez, plastificada no reservatório, expandindo, até atingir a sua dimensão máxima em poucos minutos. Isso resulta na redução do tempo de cozimento em até 80%, além de melhorar o valor nutricional. Outro achado importante foi a melhoria da digestibilidade e aproveitamento dos minerais cálcio, fósforo e magnésio somente através da adição de bicarbonato de sódio.

Outra maneira de cozinhar o feijão é no forno micro-ondas em sacos lacrados, com uma redução no tempo de cozimento de 55 a 59 minutos, em comparação com o método convencional em panela com tampa. Tal como anteriormente mencionado, o tratamento térmico inativa os fatores antinutricionais, tais como inibidores da protease e lectinas,

mas outros fatores também são afetados. Numerosas investigações têm sido desenvolvidas, as quais visam não apenas reduzir o tempo de cozimento do feijão, mas também a comercialização, por algumas empresas, de diversas formas de embalagem: em lata, diferentes formas em plástico, que podem ser armazenadas em refrigeração ou congelamento. Essa é uma comodidade para o lar e, por isso, acredita-se que o consumo dessa leguminosa será aumentado consideravelmente, desfrutando-se dos seus benefícios nutricionais.

### **Considerações finais**

Além das características de qualidade relacionadas com a segurança da saúde do consumidor, a qualidade sensorial apropriada dos produtos deve ser um dos objetivos da indústria, pois contribui para assegurar a liderança do produto no mercado.

A qualidade dos grãos de feijão pode ser julgada sob o aspecto tecnológico de três formas: comercial, culinária e nutricional. Neste trabalho, foram enfatizadas as qualidades nutricional e culinária. Por qualidade comercial entende-se o tipo de grão, ou seja, cor, brilho, forma e tamanho, que são características consideradas pelos melhoristas. Contudo, a qualidade culinária dos grãos é tão decisiva para o futuro de uma nova cultivar quanto o seu tipo comercial (VIEIRA et al., 1999).

Deve-se considerar como desejável, do ponto de vista nutricional, que a tendência de menor consumo de feijão seja interrompida como prejudicial e que a manutenção do consumo diário de feijão e do arroz pela população brasileira seja mantida e estimulada.

Para isto, Oliveira (2005) sugere a implementação urgente de mais e continuados estudos e pesquisas, e que isso se intensifique por um maior entrosamento entre os estudos do feijão na agricultura e na alimentação/nutrição. A base da alimentação está na agricultura e as consequências da má alimentação, na nutrição. É preciso que as pessoas e o país sejam cada vez mais alertados para o direito, a importância e a necessidade de uma boa alimentação, de uma alimentação quantitativa e qualitativamente equilibrada e saudável, todos os dias e para todas as pessoas. Isso deve envolver o mais rapidamente possível atividades interprofissionais e multidisciplinares na área de alimentação e nutrição, aproveitando os recentes avanços na nutrição e na genômica. Os avanços nas técnicas genéticas e nutricionais deverão se traduzir no caso dos feijões, por exemplo, com variedades mais produtivas, com conteúdo protéico mais bem balanceado, com menor tempo de cozimento, com maiores quantidades de ferro ou outros nutrientes mais



biodisponíveis. Seria muito importante que se pudesse também utilizar o feijão e os nutrientes que os têm também como alimento animal, ao lado de manter sua tradicional contribuição à nossa alimentação.

Este capítulo tentou traduzir as virtudes do porquê do consumo de feijão, observando as suas qualidades e, por outro lado, explicando como é possível reduzir ou eliminar as substâncias em concentrações elevadas que podem causar problemas para os indivíduos que o consomem. Ainda conforme também se explicou, alguns componentes que foram considerados como fatores antinutricionais, em concentrações adequadas, podem servir como componentes nutracêuticos (um conceito que vem sendo tratado em que os componentes de um alimento, além de nutrir, podem servir como agentes que previnem certos tipos de doenças). Finalmente, na Tabela 7, há um conjunto de práticas recomendadas para manter o máximo valor nutricional dessa leguminosa.

**Tabela 7.** Dicas práticas para preservar o valor nutricional do feijão e evitar os problemas de flatulência.

<i>Para preservar valor nutritivo</i>	<i>Para evitar flatulência e melhorar digestão</i>
Deixar o feijão para embeber-se pelo menos 8 horas. Para obter mais preservação dos nutrientes não remover a água de maceração.	Mastigar muito bem, pois a digestão começa na boca.
Cozinhar preferencialmente em panela de pressão. A cocção rápida contribui para a conservação dos nutrientes.	Introduzir o feijão gradualmente em sua dieta, especialmente se você não consome muito feijão.
Cozinhar sem sal, até atender ao paladar dos consumidores. Adicionar sal e / ou outros temperos ao final do cozimento.	Se o feijão integral causar problemas, mesmo após imersão, tentar consumi-lo liofilizado ou na forma de farinha.
Já cozido, separar os que serão consumidos em dois dias. Esfriar e guardar na geladeira. A outra parte congelar.	Verificar a forma de preparação, evitando molhos, cominho, pimenta e gordura. Isso reduz os agentes que podem ser irritantes no trato gastrointestinal.
Descongelar os grãos que serão consumidos. Evitar congelar, aquecer e recongelar.	Preferir o feijão vermelho ao feijão preto, por ser o primeiro mais digestível.
Estas práticas irão preservar o valor nutricional do feijão, sobretudo de certas vitaminas como o ácido fólico e a tiamina, que são destruídos por uma exposição prolongada ao calor.	Somente se os problemas de flatulência ou desconforto intestinal persistirem, descartar a água de imersão (molho) e adicionar água limpa para cozinhar.

Fonte: Velasco e Velasco-González (2008).

Desta maneira, espera-se contribuir para o resgate do orgulho brasileiro de consumir feijão, para que se preserve a saúde de milhões e a sobrevivência econômica de produtores que têm nesse produto sua mais lucrativa atividade.

## Referências

- AMAYA, H.; ACEVEDO, E.; BRESSANI, R. Efecto del recalientamiento sobre la disponibilidad de hierro y del valor nutritivo de la proteína del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) cocido. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 2, p. 222-237, Jun. 1991.
- ANTUNES, P. L.; SGARBIERI, V. C. Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / variety Rosinha G2. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 6, p. 1703-1706, 1979.
- ASP, N. G. Resistant starch - Proceedings from the second plenary meeting of EURESTA: European FLAIR concerted action nº 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, Suplemento 2, p. S1, Oct. 1992.
- ASP, N. G.; JOHANSSON, C. G.; HALLMER, H.; SILJESTROM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.
- AUGUSTIN, J.; BECK, C. B; KALBFLEISH, G.; KAGEL, L. C.; MATTHEWS, R. H. Variation in the vitamin and mineral content of raw and cooked comercial *Phaseolus vulgaris* classes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1701-1706, 1981.
- BLANCO, A.; BRESSANI, R. Biodisponibilidad de aminoacidos en el frijol (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 1, p. 38-51, 1991.
- BRESSANI, R. El significado alimentário y nutricional del endurecimiento del frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 32, n. 2, p. 308-325, 1982.
- BRESSANI, R. Research needs to up-grade the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Qualitas Plantarum. Plant Foods for Human Nutrition**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 101-110, 1983.
- BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 39, n. 3, p. 419-442, 1989.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. The nutritional role of polyphenols in beans. In: HULSE, J. H. (Ed.). **Polyphenols in cereals and legumes**. Ottawa: IDRC, 1980. p. 61-72.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. Relacion entre la digestibilidad y el valor protéinico del frijol comun (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 34, n. 1, p. 189-197, 1984.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. **Journal of Plant Foods, London**, v. 4, n. 1, p. 43-55, 1982.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; WOLZAK, A.; HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Tannin in common beans: methods of analysis and effects on protein quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 3, p. 1000-1003, 1983.

BRESSANI, R.; MORA, D. R.; FLORES, R.; GOMEZ-BRENES, R. Evaluacion de dos metodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estudios provocan em la digestibilidad de la proteina. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 4, p. 569-583, dec. 1991.

BRESSANI, R.; NAVARRETE, D. A.; GARCIA-SOTO, A. G.; ELIAS, L. G. Culinary practices and consumption characteristics of common beans at the rural home level. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 38, n. 4, p. 925-934, Dec. 1988.

BURR, H. K.; KON, S.; MORRIS, H. J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v. 22, n. 3, p. 336-338, 1968.

CARPER, J. **Food your miracle medicine**: how food can prevent and cure over 100 symptoms and problems. New York: Harpercollins, 1993. 576 p.

CHIARADIA, A. C. N.; GOMES, J. C. **Feijão**: química, nutrição e tecnologia. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 180 p.

COSTA, N. M. B.; BORÉM, A. (Coord.). **Biotecnologia e nutrição**: saiba como o DNA pode enriquecer a qualidade dos alimentos. São Paulo: Nobel, 2003. 214 p.

DE BOLAND, A. R.; GARNER, G. B.; O'DELL, B. L. Identification and properties of phytate in cereal grains and oilseed products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 23, n. 6, p. 1186-1189, 1975.

DESHPANDE, S. S.; SATHE, S. K.; SALUNKE, D. K.; CORNFORTH, D. P. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 6, p. 1846-1850, 1982.

EVANS, R. J.; BAUER, D. H.; ADAMS, M. W.; SAETTLER, A. W. Methionine and cystine contents of bean (*Phaseolus*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 26, n. 5, p. 1234-1237, 1978.

FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Iron. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, n. 4, p. 1383-1386, Apr. 2001. Suplemento.

FAO. **Human vitamin and mineral requirements**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Rome: FAO: WHO, 2002. 290 p. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.HTM#Contents>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

FÁVARO, D. I. T.; HUI, M. L. T.; COZZOLINO, S. M. F.; MAIHARA, V. A.; ARMELIN, M. J. A.; VASCONCELLOS, M. B. A.; YUYAMA, L.; BOAVENTURA, G. T.; TRAMONTE, V. L. Determination of various nutrients and toxic elements in different Brazilian regional diets by neutron activation analysis. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, New York, v. 11, n. 3, p.129-136, Nov. 1997.

GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 13, n. 6, p. 549-558, Dec. 1994.

GOMEZ-BRENES, R. A.; NUÑES, E. I.; BRESSANI, R.; BRAHAM, J. E. Comportamiento biológico de fracciones proteínicas aisladas del frijol comum (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 33, n. 3, p. 519-538, 1983.

GUPTA, Y. P. Anti-nutritional and toxic factors in food legumes: a review. **Qualitas Plantarum. Plant Foods for Human Nutrition**, The Hague, v. 37, n. 3, p. 201-228, 1987.

HAAS, J. D.; BEARD, J. L.; MURRAY-KOLB, L. E.; DEL MUNDO, A. M.; FELIX, A.; GREGORIO, G. B. Iron-biofortified rice improves the iron stores of nonanemic Filipino women. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 135, n. 12, p. 2823-2830, Dec. 2005.

HASLER, C. M. The changing face of functional foods. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, n. 5, p. 499S-506S, Oct. 2000. Suplemento.

HOCKADAY, T. D. R. Beans in the management of diabetes. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 41, n. 1, p. 81-82, 1982.

HOWARTH, N. C.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S. B. Dietary fiber and weight regulation. **Nutrition Reviews**, New York, v. 59, n. 5, p. 129-139, May 2001.

HUGHES, J. S. Potencial contribution of dry bean dietary fiber to health. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 9, p. 122-126, 1991.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes**: proposed definition of dietary fiber. Washington: National Academy Press, 2001. 74 p.

JONES, P. M. B.; BOULTER, D. The cause of reduced cooking rate in *Phaseolus vulgaris* following adverse storage conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 2, p. 623-627, 1983.

KENNEDY, G.; NANTEL, G.; SHETTY, P. The scourge of "hidden hunger": global dimensions of micronutrient deficiencies. **Food, Nutrition and Agriculture**, Rome, n. 32, p. 8-16, 2003.

KON, S. Pectin substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, n. 4, p. 437-438, 1968.

LIMA, M. **Arroz e feijão, um par perfeito!** Disponível em: < [http://www.nostramamma.com.br/index\\_.php?pagina=noticiaview&id=12](http://www.nostramamma.com.br/index_.php?pagina=noticiaview&id=12)>. Acesso em: 25 maio 2009.

LOMBARDI-BOCCIA, G.; SANTIS, N. de; DI LULLO, G.; CARNOVALE, E. Impact of processing on dialysability from bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, London, v. 53, n. 2, p. 191-195, 1995.

LUJÁN, D. L. B.; LEONEL, A. J.; BASSINELLO, P. Z.; COSTA, N. M. B. Variedade de feijão e seus efeitos na qualidade protéica, na glicemia e nos lipídios sanguíneos em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 142-149, dez. 2008. Suplemento.

MACHADO, J. L. de A. **De olho na história**. Disponível em: <<http://www.planetaeducacao.com.br/novo/impressao.asp?artigo=692>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M.; GÓIS FILHO, J. F.; KOWALSKI, L. p>; CARVALHO, M. B.; ABRAHÃO, M.; LATORRE, M. do R. D. de O.; ELUF NETO, J.; WÜNSCH FILHO, V. Dietary patterns and risk of oral cancer: a case-control study in São Paulo, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 19-26, fev. 2007.

MARQUEZ, U. M. L.; LAJOLO, F. M. In vivo digestibility of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: the role of endogenous protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 39, n. 7, p. 1211-1215, Jul. 1991.

MCCALL, K. A.; HUANG, C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 5, p. 1437S-1446S, May 2000. Suplemento.

MILLER, D. D.; SCHRICKER, B. R.; RASMUSSEN, R. R.; VAN CAMPEN, D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 34, n. 10, p. 2248-2256, 1981.

MOLINA, M. R.; LA FUENTE, G.; BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 3, p. 587-591, 1975.

MOSCOSO, W.; BOURNE, M. C.; HOOD, L. F. Relationships between the hard-to-cook phenomenon in red kidney beans and water absorption, puncture force, pectin, phytic acid and minerals. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 6, p. 1577-1583, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended dietary allowances**. 10. ed. Washington, DC: National Academic Science, 1989. 284 p.

NETTO, C. G. Tese atesta riqueza nutricional do feijão consumido no Brasil. **Jornal da Unicamp**, Campinas, 12 a 25 de novembro de 2007. p. 2.

NORDSTROM, C. L.; SISTRUNK, W. A. Effect of type of bean, moisture level, blanch treatment and storage time on quality attributes and nutrient content of canned dry beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 392-403, 1979.

OLIVEIRA, J. E. D. de. O feijão na alimentação/nutrição do brasileiro: ontem e amanhã. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 1245-1254. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

OLSON, A.; GRAY, G. M.; CHIU, M. C. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Technology**, Chicago, v. 41, n. 2, p. 71-80, Feb. 1987.

OLSON, A. C.; GRAY, G. M.; GUMBMAN, M. R.; WAGNER, J. R. Nutrient composition of and digestive response to whole and extracted dry beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 30, n. 1, p. 26-32, 1982.

POEL, T. F. B. van der; BLONK, J.; ZUILICHEM, D. J. van; OORT, M. G. van. Thermal inactivation of lectins and trypsin inhibitor activity during steam processing of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) and effects on protein quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 53, n. 2, p. 215-228, 1990.

PORTO, F. **Nutrição para quem não conhece nutrição**. São Paulo: Varela, 1998. 84 p.

QUENZER, N. M.; HUFFMAN, V. L.; BURNS, E. E. Some factors affecting pinto bean quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 4, p. 1059-1061, 1978.

RAO, B. S. N. Methods for the determination of bioavailability of trace metals: a critical evaluation. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 31, n. 5, p. 353-361, Set./Oct. 1994.

REDDY, N. R.; PIERSON, M. D.; SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates - a review. **Food Chemistry**, London, v. 13, n. 1, p. 25-68, 1984.

REYES-MORENO, C.; PAREDEZ-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.

RUTH, S. M. van; ROOZEN, J. P.; COZIJNSEN, J. L. Volatile compounds of rehydrated french beans, bell peppers and leeks. Part I. flavour release in the mouth and in three mouth model systems. **Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 1, p. 15-22, 1995.

SALTZMAN, E.; MORIGUTI, J.; DAS, S. K.; CORRALES, A.; FUSS, P.; GREENBERG, A. S.; ROBERTS, S. B. Effects of a cereal rich in soluble fiber on body composition and dietary compliance during consumption of a hypocaloric diet. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 20, n. 1, p. 50-57, Feb. 2001.

SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Technology of removal of unwanted components of dry beans. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 21, n. 3, p. 263-287, 1984.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of *Phaseolus*: a review. I: chemical composition proteins. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 20, n. 1 p. 1-46, 1984.

SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advances in Food Research**, San Diego, v. 28, p. 93-166, 1982.

SGARBIERI, V. C.; ANTUNES, P. L.; ALMEIDA, L. D. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 1306-1308, 1979.

SIEVWRIGHT, C. A.; SHIPE, W. F. Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, *in vitro* protein digestibility condensed tannin, phytic acid and divalent cation of cooked black beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 4, p. 982-987, Jul./Aug. 1986.

SILVA, V. R.; IACHAN, A. Proteínas de variedades brasileiras de feijão (*P. vulgaris*). I – quantificação e fracionamento das proteínas. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, DF, v. 6, p. 133-141, 1975.



SILVA, C. A. B.; BATES, R. P.; DENG, J. C. Influence of pre-soaking on black bean cooking kinetics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1721-1725, 1981a.

SILVA, C. A. B.; BATES, R. P.; DENG, J. C. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1716-1720, 1981b.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO.  
**Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira: fibra alimentar ou fibra da dieta.** São Paulo, 1990, p. 73-78.

STANLEY, D. W.; AGUILERA, J. M. A review of textural defects in cooked reconstituted legumes – the influence of structure and composition. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 9, n. 4, p. 277-323, 1985.

STELLA, R. **leguminosas: você sabe o que são?** Disponível em: <[http://cyberdiet.terra.com.br/cyberdiet/colunas/020812\\_nut\\_leguminosas.htm](http://cyberdiet.terra.com.br/cyberdiet/colunas/020812_nut_leguminosas.htm)>. Acesso em: 23 set. 2008.

TSUCHITA, H.; MANABE, N.; SAITO, S. Influence of food ingredients on iron availability. **Biofactors**, Osaka, v. 12, n. 1/4, p. 59-64, 2000.

UNNEVEHR, L.; PRAY, C.; PAALBERG, R. Addressing micronutrient deficiencies: alternative interventions and technologies. **AgBioForum**, Columbia, v. 10, n. 3, p. 124-134, 2007.

VELASCO, S. E. de; VELASCO-GONZÁLEZ, O. H. **Frijoles: desde México con amor, sabor y sazón.** México, DF: SAGARPA, 2008. 185 p.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 273-349.

WELCH, R. M. Micronutrients, agriculture and nutrition: linkages for improved health and well being. In: SINGH, K.; MORI, S.; WELCH, R. M. (Ed.). **Perspectives on the micronutrient nutrition of crops.** Jodhpur: Scientific Publishers, 2001. p. 237-289.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO global database on anaemia**. Disponível em: <[http://who.int/vmnis/anaemia/data/database/countries/bra\\_ida.pdf](http://who.int/vmnis/anaemia/data/database/countries/bra_ida.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2009.

ZIENA, H. M.; YOUSSEF, M. M.; EL-MAHDY, A. R. Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (*Medamnins*): effects of cooking temperature and time. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 5, p. 1347-1349, Sept./Oct. 1991.