

Capítulo 12

Frutas Nativas do Cerrado **Caracterização físico-química** **e fonte potencial de nutrientes**

Semíramis Pedrosa de Almeida
Tânia da Silveira Agostini Costa
José Antônio da Silva

Introdução¹

O hábito alimentar da população do Centro-Oeste brasileiro conserva em parte a cultura alimentar do homem primitivo, uma vez que as frutas do Cerrado continuam presentes na sua dieta, ainda que em escala bem reduzida. Esse fato tem sido constatado em trabalhos realizados entre a população rural do Entorno de Brasília, DF, em cidades de Goiás e no oeste da Bahia (Almeida et al., 1990), bem como na divisa com Mato Grosso. Atualmente, esse recurso alimentar já está escasso nas proximidades das residências das populações dessa região, em decorrência de outras formas de destinação dos solos. A expansão contínua da fronteira agrícola em direção ao Cerrado, a partir da década de 1970, tem, por sua vez, contribuído bastante para essa restrição.

A população do Cerrado consome frutas nativas tanto ao natural quanto na forma de doces, vitaminas, mingaus, bolos, pães, biscoitos, geléias e licores (Almeida et al., 1990; Culinária do Cerrado, 1992; Almeida e Silva, 1994).

Atualmente, porém, grande parte da população urbana, principalmente a de jovens, desconhece as plantas do Cerrado e sua utilização. Isso foi verificado em contatos com estudantes de diversas instituições de ensino do Distrito Federal e de outros estados da região. Daí a importância de resgatar e repassar esse acervo cultural para as futuras gerações.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi o de avaliar os componentes físico-químicos de algumas frutas nativas do Cerrado, visando contribuir para alguns programas de alimentação e nutrição regional, bem como para oferecer subsídios aos trabalhos de melhoramento de fruteiras.

Classificação, fontes, funções e inter-relações dos alimentos

Cumprir lembrar, antes de tudo, que alimento e nutriente são conceitos bem distintos. Alimento é aquilo que se ingere, enquanto nutriente são os componentes desse alimento, ou seja, as vitaminas, os sais minerais, as gorduras, os carboidratos e

as proteínas. A qualidade nutricional está relacionada também à disponibilidade e à digestibilidade dos nutrientes pelo organismo humano. É isso que faz do alimento um fator importante para a saúde. Por isso, a educação alimentar deve ser incentivada para melhorar os hábitos alimentares da coletividade, colaborando para reduzir a mortalidade infantil, gerando maior resistência a infecções e maior produtividade no trabalho (Franco, 1992). Infelizmente, a qualidade nutricional ainda não é um dos atributos considerados na cadeia de comercialização de frutas. Pouca ênfase tem sido dada aos programas de melhoramento genético, que, em geral, visam principalmente à produtividade elevada e à resistência a patógenos, além de aspectos visuais e de outros atributos sensoriais, que exercem atração sobre os consumidores.

Classificam-se os alimentos em três grupos, conforme sua função no organismo: os alimentos plásticos ou produtores de tecidos, os reguladores e os energéticos. A função dos alimentos plásticos está vinculada aos processos de crescimento, desenvolvimento e reparação dos tecidos. Fazem parte desse grupo os alimentos que são fontes protéicas, encontradas principalmente nas carnes, no leite, nos ovos e em alguns vegetais. A qualidade dessa proteína, no entanto, depende do perfil dos aminoácidos, da biodigestibilidade e da biodisponibilidade do alimento ingerido (Sgarbieri, 1987).

Os alimentos energéticos fornecem as calorias necessárias à manutenção da temperatura do organismo em atividade ou em repouso. Essa função é exercida, sobretudo, pelos lipídios e glicídios, cujas fontes principais são as gorduras, as massas e os açúcares (Evangalista, 1992).

Os alimentos reguladores têm função reguladora sobre os processos orgânicos. Essa função é exercida pelas vitaminas, pelos minerais e pelas fibras, encontrados principalmente nas frutas e nas hortaliças.

Aos conceitos acima foram acrescentados, ultimamente, o de “alimentos funcionais”, que propiciam benefícios fisiológicos adicionais, tais como a prevenção de doenças crônico-degenerativas, podendo ou não atender às necessidades

¹ Revisor técnico: Marileusa D. Chiarello.

nutricionais do metabolismo básico. Frutas e vegetais são fontes de muitos compostos antioxidantes; dietas ricas nesses alimentos estão sendo associadas à redução do risco de câncer e de doenças coronárias. Os radicais livres são agentes oxidantes reativos, continuamente produzidos nos organismos vivos; essa produção é incrementada em situação de estresse. Para capturar esses radicais livres, os tecidos aeróbicos produzem enzimas antioxidantes, tais como a superóxido dismutase e a glutathione transferase, que apresentam zinco e selênio em sua estrutura; o organismo também adquire, por meio de fontes exógenas, outras substâncias bioativas, tais como a vitamina C, a vitamina E, os carotenóides e os flavonóides, que são capazes de sequestrar os agentes oxidantes reativos. O grau da perda orgânica resultante de um desequilíbrio temporário, que pode favorecer o desenvolvimento de doenças, depende da eficiência da resposta do sistema antioxidante no organismo humano (FAO, 2002; Lajolo, 2002).

As vitaminas, as fibras, os minerais e os antioxidantes constituem a principal contribuição das frutas à nutrição humana. Os conteúdos desses componentes apresentam notáveis variações, não apenas entre as espécies, mas também entre as cultivares e/ou as populações.

As fibras fazem parte do grupo dos alimentos reguladores. As fibras dietéticas são formadas principalmente por compostos procedentes das paredes celulares vegetais, como pectinas, gomas, mucilagens e ligninas, que não são absorvidas no intestino delgado, mas podem ser fermentadas por bactérias. Os frutooligossacarídeos, presentes em alguns vegetais, como banana, chicória e raiz de yacon, são fibras dietéticas que estão recebendo atenção especial como alimentos funcionais. São chamados de prebióticos, ou seja, são oligossacarídeos não-digeríveis que estimulam o crescimento de bifidobactérias no cólon. Essas bactérias, ou probióticos, ocorrem naturalmente no intestino humano e sua presença é benéfica para a saúde, pois previne a colonização do cólon por espécies patogênicas (FAO, 1999; Passos e Park, 2003).

Em muitos casos, além de prevenir a prisão de ventre, as fibras podem evitar o desenvolvimento de divertículos e de câncer no intestino grosso. Ainda não está comprovado que o câncer do reto e o do cólon sejam resultantes da falta de

fibra na dieta, porém, há evidências de que populações com dieta rica em fibras têm baixa incidência dessa doença. A maioria dos tipos comuns de hemorróida é atribuída à prisão de ventre crônica. Pesquisas recentes demonstram que o homem vem consumindo menor quantidade de fibras e, por essa razão, tem ocorrido maior incidência de infecções intestinais. Estudos relacionados ao papel das fibras vegetais, desenvolvidos na África, constatam que algumas doenças frequentes no mundo ocidental (diverticulite, câncer de cólon, diabetes, hipertensão arterial) são raras entre as populações rurais africanas que usam alimentos e dieta rica em glicídios e fibras vegetais (Franco, 1992). Deve-se, portanto, dar preferência à maior ingestão de fibras provenientes de vários alimentos, como frutas, vegetais, pão integral, farelo de cereais e arroz integral.

O potássio constitui o elemento mineral mais abundante das frutas e seu conteúdo pode variar de 60 mg a 600 mg/100 g. Os elementos minerais podem exercer uma influência notável sobre a qualidade das frutas durante o crescimento, podendo influir, também, sobre a qualidade pós-colheita. O cálcio pode exercer influência marcante sobre a textura. Componentes metálicos influenciam poderosamente a cor. Traços de metais formam as metaloenzimas tissulares que controlam a atividade metabólica dos vegetais durante o armazenamento e podem provocar alterações enzimáticas pós-colheita.

Em relação às necessidades orgânicas, o cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano, representando cerca de 2 % do seu peso. Isso corresponde, aproximadamente, a 1.250 g, das quais 99 % estão nos ossos e dentes e cerca de 1 % nos tecidos moles (Holmes, 1983). Tem importante função na formação da estrutura dos ossos e dos dentes, além de papel preponderante na coagulação sanguínea, no funcionamento do tecido nervoso, na contração muscular e nas funções cardíacas. A maior incidência de cáries dentárias em mulheres grávidas se deve ao fato de o cálcio ser absorvido pelo feto, cujas necessidades são supridas prioritariamente. Pode ocorrer também em mulheres na pós-menopausa ou em pessoas idosas (Holmes, 1983; Flynn, 1992).

Outro mineral importante para a saúde humana é o fósforo, do qual cerca de 80 % estão concen-

trados nos dentes e nos ossos. O corpo mantém quase constante a proporção de 1,5:1,0 de cálcio e fósforo, sendo vital para promover o desenvolvimento e a manutenção dos ossos. Uma das suas funções mais importantes é a formação e o estoque de energia (Holmes, 1983).

O ferro, por sua vez, tem a importante função de se combinar com a proteína para formar a hemoglobina e conduzir o oxigênio ao sangue. Cerca de 85 % do seu total no corpo é usado nessa função, enquanto 5 % encontra-se nas proteínas dos músculos. Uma porção do cérebro contém, igualmente, alta porcentagem desse elemento. A sua deficiência resulta em anemia, que é evidenciada pela palidez da pele, das membranas, da mucosa, além de fraqueza, fadiga e respiração curta, decorrente da falta de oxigênio. Anemia por deficiência de ferro é um problema comum entre gestantes, pois, nesse período, aumenta a carência desse mineral, requerendo a gestante, por isso, de uma suplementação. O excesso de ferro, porém, pode ser grave ou fatal em pessoas acometidas com mal de Parkinson, cirrose e talassemia, entre outras doenças (Holmes, 1983).

Um aspecto importante a ser considerado na dieta é que os nutrientes encontram-se inter-relacionados e em equilíbrio na fisiologia humana, não podendo ser considerados isoladamente como proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais (Burton, 1979). Assim, a vitamina C interfere no metabolismo do ferro, da glicose e de outros glicídios. Há correlações entre proteínas, gorduras e carboidratos, sendo esses três grupos os responsáveis pelo fornecimento de calorías ao organismo, para a manutenção das funções orgânicas e o desempenho de atividades no processo metabólico, fazendo que, na falta de um deles, o organismo se utilize do outro para continuar a produção de energia (Kalil et al., 1979).

Alguns carotenóides podem ser convertidos em retinal (forma aldeídica da vitamina A₁) na mucosa intestinal e, como tal, desempenham uma importante função nutricional; a absorção intestinal desses compostos é influenciada pela disponibilidade de gorduras e proteínas. A absorção do cálcio é favorecida pela presença da vitamina D, essencial à deposição na matriz dos ossos.

Há correlação funcional entre cálcio, potássio, sódio e magnésio, indispensável à manutenção da normalidade metabólica (Holmes, 1983; Franco, 1992). Altos níveis de cálcio podem interferir na absorção do zinco, ferro e manganês. O fósforo interage com o cálcio, a vitamina D e o magnésio em processos relacionados ao crescimento e à manutenção dos ossos. Em seu metabolismo, envolve a vitamina D e os hormônios calcitonina e paritina, atuantes no intestino, nos ossos e nos rins (Flynn, 1992). Como cálcio e fósforo são interdependentes (Holmes, 1983), é desejável encontrar alimentos com ambos, sendo o leite e derivados, ovos, peixes, feijão e ervilha, tidos como boas fontes. Carnes bovinas e aves domésticas possuem altos valores em fósforo, mas não em cálcio. O cálcio, o fósforo e o magnésio atuam juntos para o crescimento normal e a manutenção da estrutura dos ossos. O magnésio é um componente das partes moles, assim como dos ossos. Tanto a musculatura cardíaca e esquelética quanto o tecido nervoso dependem de um equilíbrio apropriado entre íons de cálcio e magnésio para um funcionamento normal (Burton, 1979; Flynn, 1992).

A osteoporose ou desmineralização óssea é um distúrbio que resulta num decréscimo gradual da massa óssea e da resistência dos ossos e, geralmente, vitima pessoas idosas. Estando os ossos desmineralizados, fracos e porosos, favorece muitas deformidades da coluna vertebral e fraturas em pessoas idosas, mesmo sem se exporem a grandes esforços físicos. Vários fatores são aceitos como precursores da osteoporose. No passado, a ênfase foi dada principalmente às mudanças hormonais da velhice e, nos últimos anos, a subnutrição crônica de cálcio foi também reconhecida como importante fator. Há evidências, no entanto, de que a desmineralização provocada pela osteoporose pode ser resultado de um balanço negativo prolongado de cálcio (Burton, 1979; National Research Council, 1989). A redução da atividade física na velhice também contribui para a desmineralização óssea. Para prevenir o risco de osteoporose em idade avançada (Flynn, 1992), a maioria das bases nutricionais promissoras recomenda a ingestão de alimentos ricos em cálcio durante os anos de formação, da infância aos 25 anos, o que permite

o desenvolvimento da massa óssea geneticamente programada.

Umidade, proteína e extrato etéreo

A determinação da água nos alimentos representa uma medida analítica importante no controle da elaboração e da qualidade dos alimentos, pois serve de índice de qualidade e quantidade do alimento para o consumidor e de índice de estabilidade para o produtor. A umidade desempenha importante papel em muitas reações de deterioração de alimentos. A escolha das condições mais convenientes para um correto balanço de custos *versus* qualidade está diretamente relacionada à umidade relativa e a outros parâmetros como transporte, estocagem, movimentação de ar e certas propriedades do produto, que por sua vez estão ligados à redução de perdas (Neves Filho, 1992).

Na composição centesimal de frutas nativas do Cerrado, observa-se que, em geral, a umidade é o componente principal (Tabela 1). Polpas de cinco frutas apresentaram teores altos de umidade: cagaita (95 %), mangaba (88 %), araticum (76 %), buriti (75 %) e pequi (56 %). As de jatobá, de baru e de amêndoa de baru apresentaram teores mais baixos, variando de 12 %, 6 % e 5 %, respectivamente.

As polpas das frutas, de maneira geral, não são consideradas boas fontes protéicas e, entre as analisadas, as de jatobá se destacaram com cerca de 6 %, seguindo-se as de baru e as de pequi, com 3,87 % e 2,64 %, respectivamente.

Esses valores decresceram nas de buriti (1,6 %) e araticum (1,3 %). As polpas de cagaita e mangaba apresentaram teor protéico abaixo de 1 %. Já na amêndoa de baru, foi detectado alto teor protéico, de 24 % (Tabela 1).

Os lipídios englobam óleos e gorduras vegetais e animais, além de substâncias similares, presentes nos alimentos. Em geral, os principais componentes dos lipídios são derivados de ácidos graxos. O resíduo obtido na análise de laboratório não é formado unicamente por lipídios, mas também por outros constituintes extraíveis, tais como esteróis, fosfatídios, vitaminas lipossolúveis, carotenóides, óleos essenciais, entre outros. As quantidades desses componentes são desprezíveis em relação aos lipídios, mas, como em vários alimentos pode haver presença significativa deles, é mais apropriado denominá-los extrato etéreo, que dará idéia do teor de lipídios no alimento (Embrapa, 1991).

Comparando as polpas dos materiais examinados, verifica-se que a de pequi apresentou maior teor lipídico, com cerca de 20 %. As demais variaram de 5 % a menos de 1 %. A amêndoa de baru contém 38 % de lipídio, teor bem mais elevado que o das polpas (Tabela 1). Esse teor é mais elevado que o da soja (17,70 %) e o do feijão-amarelo (1,67 %), e mais baixo do que o da castanha-do-pará (67,0 %) e o da castanha-de-caju torrada (47,20 %) (Tabela 2).

Na Tabela 2, comparam-se amêndoas de baru, castanha-de-caju, castanha-do-pará, feijão-amarelo e soja. Em proteína, a amêndoa de baru é superior à castanha-de-caju, à castanha-do-pará

Tabela 1. Composição centesimal de frutas nativas do Cerrado (g/100 g de matéria úmida).

Frutas	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinza	Fibras	Carboidratos totais	Valor calórico*
	----- % -----						(cal/100 g)
Araticum (polpa)	76,32	1,28	2,9	0,61	1,66	21,50	87
Baru (polpa)	24,84	3,87	1,52	1,93	2,58	67,84	290
Baru (amêndoa)	8,90	24,57	38,11	2,62	17,10	25,80	476
Buriti (polpa)	75,18	1,58	5,09	0,96	9,06	17,19	85
Cagaita (polpa)	95,01	0,98	NR	0,22	0,23	NR	NR
Jatobá (polpa)	12,95	6,41	2,12	4,20	13,07	74,87	292
Mangaba (polpa)	88,72	0,80	1,55	0,52	0,57	8,41	49
Pequi (polpa)	56,77	2,64	20,21	0,72	11,60	19,66	225

Calorias = [proteína (g) * 4 kcal] + [extrato etéreo (g) * 9 kcal] + [(carboidrato total (g) - fibras (g)) * 4 (kcal)] (Mitchell et al., 1978); NR - não realizado.

e ao feijão-amarelo; em cálcio, situa-se acima da castanha-de-caju; em ferro, equivale à castanha-do-pará e suplanta a castanha-de-caju e o feijão.

Carboidratos totais e valor calórico

A amêndoa de baru, as polpas de jatobá e de pequi apresentaram porcentagem alta de fibra bruta, da ordem de 17 %, 13 % e 11 %, respectivamente. A polpa de buriti também possui considerável porcentagem de fibra bruta (9 %), enquanto os outros materiais mostraram, em suas polpas, teores abaixo de 3 % (Tabela 1). Comparando o teor de fibra das frutas do Cerrado, verifica-se que a amêndoa de baru, a polpa de jatobá e a de pequi apresentaram valores mais elevados que os sete materiais cultivados e utilizados na dieta da população do Cerrado (gergelim, goiaba, feijão-fradinho, soja, castanha-do-pará, jaca e amendoim). Somente o maracujá equivale à amêndoa de baru (Tabela 3).

As fibras concentram-se nas paredes celulares dos produtos de origem vegetal e dão forma à

estrutura das frutas e das hortaliças. Não são absorvidas pelo organismo, não têm valor nutricional, porém exercem grande influência sobre importantes funções orgânicas (Chitarra e Chitarra, 1990; Evangelista, 1992).

As fibras classificam-se em solúveis e insolúveis. As solúveis em água são representadas pela pectina, as gomas e certas hemiceluloses, presentes em feijão, frutas, aveia, cevada, além dos frutoligosacarídeos. As insolúveis são constituídas pela celulose, hemicelulose e lignina e são encontradas nas verduras e na maioria dos grãos. Cada grupo desempenha um papel funcional no intestino (Franco, 1992). Enquanto as solúveis retardam o esvaziamento gástrico e a velocidade do trânsito intestinal, as insolúveis parecem acelerá-lo (Evangelista, 1992).

Em carboidratos totais, sobressaíram as polpas de jatobá (74,87 %) e de baru (67,84 %). Valores intermediários foram obtidos nas polpas de araticum (21,50 %), de pequi (19,66 %) e de buriti (17,19 %). Valores mais baixos foram encontrados na polpa de mangaba (8,41 %). A amêndoa de baru apresentou 25,80 % (Tabela 1).

Tabela 2. Composição química e valor energético da amêndoa de baru, da castanha-de-caju, do feijão, da soja e da castanha-do-pará.

Material (100 g)	Caloria (cal)	Proteína (g)	Lipídio (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)	Ferro (mg)
Baru (amêndoa)	476,0	24,57	38,11	189,9	364,2	5,2
Castanha-de-caju ⁽¹⁾	556,2	17,89	37,0	24,0	580,0	1,80
Feijão-amarelo ⁽¹⁾	340,1	14,20	1,67	347,0	478,0	4,75
Soja ⁽¹⁾	395,0	36,10	17,70	226,0	546,0	8,80
Castanha-do-pará ⁽¹⁾	699,0	17,0	67,0	172,0	746,0	5,0

⁽¹⁾ Fonte: Franco (1992).

Tabela 3. Teor de fibra bruta em frutas nativas e cultivadas do Cerrado (g/100 g).

Frutas nativas	Teor de fibra	Frutas cultivadas ⁽¹⁾	Teor de fibra
Baru (amêndoa)	17,10	Maracujá	16,9
Jatobá (polpa)	13,07	Gergelim (semente)	5,3
Pequi (polpa)	11,60	Goiaba	5,3
Buriti (polpa)	9,06	Feijão-fradinho	4,9
Baru (polpa)	2,58	Soja	4,2
Araticum (polpa)	1,66	Castanha-do-pará	3,4
Mangaba (polpa)	0,57	Jaca	3,4
Cagaita (polpa)	0,23	Amendoim cru	2,9

⁽¹⁾ Fonte: Franco (1992).

A principal transformação quantitativa durante a maturação das frutas é a decomposição de carboidratos, principalmente a conversão do amido em açúcares solúveis, cuja transformação tem efeito no seu sabor e na sua textura. As frutas, de maneira geral, contêm amido, que é reduzido de forma acentuada durante a maturação; teores de 20 % a 25 % na fruta verde são reduzidos para 0,2 % a 1,5 % na madura, enquanto os teores de açúcares solúveis resultam em crescente aumento (Cereda et al., 1984).

As farinhas são fontes de carboidratos que fazem parte tradicionalmente da dieta dos brasileiros, concentrando seu consumo sobretudo em regiões carentes do País. Quatro tipos de farinha são bastante utilizadas na região central do Brasil: farinha de mandioca, de milho, de trigo e de arroz. A polpa farinácea do jatobá é de uso muito restrito em relação às farinhas tradicionais. Todas são de alto valor energético, baixo teor protéico e razoável teor em minerais.

A composição de 100 g de polpa farinácea de jatobá apresentou elevado teor de cálcio (245 mg), ou seja, muito superior ao das demais farinhas. Representa seis vezes mais que a farinha de arroz descorticado e dez vezes mais que o das farinhas de trigo, de milho e de mandioca. Em ferro, também é superior às demais farinhas (Tabela 4). Essa polpa é utilizada em mingaus, bolos e pães. Poderia então ser uma alternativa alimentar para crianças em fase de desenvolvimento, pelo alto suprimento de calorias, cálcio, fósforo e ferro. No entanto, torna-se imprescindível avaliar a biodisponibilidade desses nutrientes, pois, ao contrário das farinhas tradicionais, que possuem basicamente amido, a farinha de jatobá, por conter

relativamente maior quantidade de fibras, pode interferir na absorção sobretudo dos micronutrientes.

Uma classificação de frutas e hortaliças, sob o ponto de vista dietético e dietoterápico, considerando principalmente o seu teor de carboidratos e calorias, é apresentada por Franco (1992). Os vegetais do grupo A apresentam no máximo 5 % de carboidratos; os do grupo B, de 5 % a 10 %, e os do grupo C, mais de 10 %. Neste último grupo, caracterizado pelo poder de saciedade que confere ao organismo, podem ser incluídas cinco das polpas analisadas: de jatobá (74,87 %), de baru (67,84 %), de araticum (21,50 %), de pequi (19,66 %) e de buriti (17,19 %) (Tabela 1). Os vegetais desse grupo tradicionalmente consumidos são: mandioca, batata-inglesa, batata-doce, cará e inhame. A mangaba, com 8,41 % de carboidrato, situa-se no grupo B, junto com ameixa, amora, banana, caqui, cupuaçu, figo, umbu, graviola, maçã, mamão, manga e uva, entre outras.

A energia necessária para o homem manter a temperatura do corpo, realizar trabalho orgânico e desenvolver suas atividades é retirada principalmente dos grupos de alimentos energéticos, como as gorduras (lipídios) e os carboidratos. O valor calórico é dado pela soma das calorias fornecidas pelos nutrientes de cada alimento, sob a forma de proteínas, gorduras e carboidratos. Vitaminas, minerais e água não participam desse processo, mas são indispensáveis como reguladores das várias reações, influenciando no aproveitamento dos outros nutrientes (Kalil et al., 1979).

Dos materiais analisados, a amêndoa de baru foi a que apresentou maior valor calórico

Tabela 4. Composição química e valor energético da polpa farinácea de jatobá, e das farinhas de mandioca, de milho, de trigo e de arroz.

Farinhas (100 g)	Calorias (cal)	Proteína (g)	Lipídio (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)	Ferro (mg)
Polpa farinácea de jatobá	292,0	6,4	NR	245	92	2,0
Farinha de mandioca dessecada ⁽¹⁾	336,8	2,2	0,05	21	125	0,80
Farinha de milho branco ⁽¹⁾	365,0	8,3	1,10	11	87	0,20
Farinha de trigo 70 % de extração ⁽¹⁾	358,4	12,0	1,0	20	97	1,10
Farinha de arroz descorticado ⁽¹⁾	338,7	5,0	2,10	36	80	1,05

NR - análise não realizada.

⁽¹⁾ Fonte: Franco (1992).

(476 calorias), enquanto a polpa de mangaba, o menor (49 calorias). Valores intermediários apresentaram as polpas de jatobá, de baru e de buriti, com 292, 290 e 85 calorias, respectivamente (Tabela 1).

Sólidos solúveis totais, açúcares totais, redutores e pectina

Os sólidos solúveis indicam a quantidade em gramas dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa. São comumente designados como graus Brix e têm tendência de aumentar com a maturação (Cereda et al., 1984; Chitarra e Chitarra, 1990). O maior teor em sólidos solúveis dos materiais analisados foi encontrado na polpa de baru, com 22 °Brix, seguido da amêndoa de baru, com 12 °Brix e da polpa de mangaba, com 10,8 °Brix. Em menores teores, a polpa de cagaita e a de araticum, com 5,6 °Brix e 4,0 °Brix, respectivamente (Tabela 5).

Para a indústria, a relação sólidos solúveis/acidez é uma das melhores formas para avaliar o sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou de acidez. É utilizada não só para avaliar a palatabilidade, como também, junto a outros parâmetros, para definir o amadurecimento mínimo padrão no comércio de frutas frescas e o padrão de qualidade para as frutas processadas. Essa relação dá uma idéia clara do equilíbrio entre esses dois componentes, porém, deve-se especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez (Cereda et al., 1984; Chitarra e Chitarra, 1990). A relação entre o conteúdo de

sólidos solúveis totais (em Brix) e a acidez total titulável (em porcentagem de ácido cítrico), designada como relação Brix/acidez, tem sido largamente utilizada e aceita como índice usual da qualidade das frutas cítricas (Chitarra e Chitarra, 1984, 1990). Essa relação aumenta com o amadurecimento, pelo decréscimo na acidez, fato que permite uma relação elevada em frutas que contêm alto teor de sólidos solúveis. Durante a maturação de laranjas, por exemplo, as principais mudanças na composição até o período ótimo de colheita são os pequenos aumentos na concentração dos sólidos solúveis, acompanhados por um decréscimo na acidez total, o que promove uma relação Brix/acidez crescente, com o advento da maturidade. A abundância de chuvas ou a irrigação durante o período de amadurecimento parecem promover uma diluição acentuada nos sólidos solúveis totais e nos ácidos das frutas (Chitarra e Chitarra, 1990).

É importante conhecer o teor específico de açúcares (glicose, frutose e sacarose) quando se deseja quantificar o grau de doçura do produto, uma vez que o poder adoçante desses açúcares é variável. Junto à acidez, o teor de açúcares totais é uma medida mais direta do *flavor* do que a relação sólidos solúveis/acidez. Normalmente, constitui 65 % a 85 % do teor de sólidos solúveis totais (Chitarra e Chitarra, 1990).

Há um grau de doçura bastante variável entre as frutas. Das cinco frutas analisadas, a polpa de araticum apresentou o teor mais alto em açúcares totais (12,8%), seguida da polpa de mangaba e da de cagaita (8,9 % e 5,1 %, respectivamente).

Tabela 5. Características físico-químicas das frutas nativas do Cerrado.

Frutas	pH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Açúcares redutores (g/100 g)	Açúcares totais (g/100 g)	Pectina (g/100 g)	Tanino (g/100 g)	Caroteno (mg/100 g)
Araticum (polpa)	4,70	18,9	11,3	12,8	ND	0,25	0,84
Baru (polpa)	5,49	22,0	14,9	NR	ND	0,45	0,18
Baru (amêndoa)	6,11	12,0	5,6	7,58	ND	0,87	0,28
Buriti (polpa)	3,50	NR	NR	NR	0,41	1,11	16,70
Cagaita (polpa)	2,83	5,6	2,6	5,05	0,19	0,44	1,34
Jatobá (polpa)	NR	NR	NR	NR	NR	0,33	NR
Mangaba (polpa)	3,26	10,8	NR	8,9	0,81	0,29	0,43
Pequi (polpa)	5,60	NR	NR	NR	2,23	0,17	7,46

NR – análise não realizada; ND – não detectado.

O teor da amêndoa de baru ficou acima da mangaba, com 7,6 %. Em relação aos açúcares redutores (açúcares solúveis), destacou-se a polpa de baru, com 14,9 % (Tabela 5).

Comparando o amadurecimento natural com o artificial do buriti, Souza et al. (1984) concluíram que o teor de açúcares totais aumentou durante os dois estádios de amadurecimento, havendo concomitante decréscimo no teor de amido, quando comparado ao fruto semimaduro (“de vez”). O aumento no teor de açúcares totais na polpa foi maior no fruto amadurecido naturalmente (72,94 %) do que no climatizado (38,61 %).

Pectina, sólidos solúveis, sólidos insolúveis e acidez são também parâmetros importantes para a industrialização e a comercialização das frutas. Junto às fibras insolúveis, a pectina ou fibra solúvel contribui para a firmeza das frutas. Durante a maturação, as pectinas, como principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura, são hidrolisadas, ocorrendo a perda de firmeza das frutas. Portanto, o processo de amaciamento está relacionado às mudanças que ocorrem nos diferentes componentes das paredes celulares, principalmente pectina, celulose, hemicelulose, pentosanas, hexosanas. Essas frações (Esteves et al., 1984b) são responsáveis pela textura das frutas e correspondem aos sólidos insolúveis que sofrem modificações com o estágio de maturação. Sendo um dos elementos responsáveis pela geleificação ou como substâncias estabilizadoras de suco, as substâncias pécticas, em particular a pectina, são importantes como matéria-prima destinada à indústria para o preparo de geléias (Chitarra e Chitarra, 1990; Evangelista, 1992).

Das quatro polpas analisadas, o teor mais elevado de pectina foi encontrado na polpa de pequi, com 2,23 %, ao passo que os valores das polpas de buriti, cagaita e mangaba apresentaram teores abaixo de 1% (Tabela 6). Comparando o teor de pectina das frutas analisadas com o de outras cultivadas naturalmente, utilizadas na dieta dos brasileiros, verifica-se que o teor da polpa de pequi quase equivale ao da laranja (2,23 % e 2,36 %, respectivamente). Os valores das demais cultivadas e nativas, embora variem, ficaram abaixo de 1 % (Tabela 6).

Tabela 6. Conteúdo de pectina em algumas frutas nativas do Cerrado e em frutas cultivadas (g/100 g).

Nativas do Cerrado	Pectina (%)	Cultivadas ⁽¹⁾	Pectina (%)
Pequi (polpa)	2,23	Laranja	2,36
Mangaba (polpa)	0,81	Banana	0,94
Buriti (polpa)	0,41	Maçã	0,78
Cagaita (polpa)	0,19	Ameixa	0,44
Araticum (polpa)	ND	Pêssego	0,39
Baru (polpa)	ND	Abacaxi	0,09
Baru (amêndoa)	ND	Melancia	0,18

ND – não detectado.

⁽¹⁾ Fonte: Reiser (1987).

Composição em ácidos graxos

A Tabela 7 apresenta a composição em ácidos graxos nos componentes das frutas do Cerrado, variando a porcentagem em ácidos monoinsaturados e poliinsaturados.

Na polpa de araticum, cerca de 80 % dos ácidos graxos são monoinsaturados, 15 % saturados e 4 % poliinsaturados. Nos monoinsaturados, destaca-se o ácido oléico; nos saturados, o palmítico; e nos poliinsaturados, o linolênico.

Na fração lipídica da polpa de baru, os ácidos monoinsaturados estão em maior porcentagem, com cerca de 50 % (maior porcentagem de ácido oléico); com 42 % de saturados (maior participação de ácido palmítico); e com 4 % de poliinsaturados (ácido linololéico). Na amêndoa de baru, cerca de 48 % são de ácidos monoinsaturados, representados totalmente pelo ácido oléico; 31 % são de poliinsaturado ácido linololéico; e 17 %, de saturados, com participação semelhante à dos ácidos palmítico e esteárico.

A fração lipídica da polpa de buriti contém 73 % de ácidos monoinsaturados, com participação total do ácido oléico; 22 % de saturados, cujo principal componente é o ácido palmítico; e 4 % de poliinsaturado, com porcentagem maior do ácido linololéico.

Na fração lipídica da polpa de cagaita, a maior porcentagem é de ácidos monoinsaturados, com 50 %, tendo maior contribuição do ácido oléico; 27 % de saturados, com maior participação do ácido palmítico; e 22 % de poliinsaturados, com participação quase igual à dos ácidos linololéico e linolênico.

Tabela 7. Composição de ácidos graxos em frutas nativas do Cerrado (% total de ácidos graxos).

Ácidos graxos	Fórmula ⁽¹⁾ molecular	Araticum (polpa)	Baru (polpa)	Baru (amêndoa)	Buriti (polpa)	Cagaita (polpa)	Mangaba (polpa)	Pequi (polpa)
Saturados								
Cáprico	(C10:0)	-	3,77	-	-	-	-	-
Láurico	(C12:0)	0,53	1,22	-	-	0,44	2,25	-
Tridecanóico	(C13:0)	2,42	2,14	-	-	-	-	-
Mirístico	(C14:0)	-	2,27	-	0,12	0,78	1,03	-
Pentadecanóico	(C15:0)	-	0,74	-	-	-	1,78	-
Palmítico	(C16:0)	9,84	18,77	6,70	19,79	24,42	29,11	46,79
Margárico	(C17:0)	-	-	-	-	-	-	0,25
Esteárico	(C18:0)	2,84	3,90	6,05	1,83	2,07	4,10	1,85
Araquídico	(C20:0)	-	2,39	1,43	0,58	-	-	-
Heneicosanóico	(C21:0)	-	2,09	-	-	-	-	-
Beênico	(C22:0)	-	5,49	3,27	-	-	-	-
Monoinsaturados								
Caproléico	(C10:1)	-	3,16	-	-	-	-	-
Lauroléico	(C12:1)	-	2,10	-	-	-	-	-
Tridecenóico	(C13:1)	-	1,18	-	-	-	-	-
Miristoléico	(C14:1)	0,26	-	-	-	-	-	-
Pentadecenóico	(C15:1)	-	1,78	-	-	-	-	-
Palmitoléico	(C16:1)	1,03	5,44	-	-	14,26	-	-
Heptadecenóico	(C17:1)	-	-	-	-	-	-	0,30
Oléico	(C18:1)	79,22	37,09	48,73	72,97	35,67	12,42	51,37
Poliinsaturados								
Linoléico	(C18:2)	0,76	4,45	31,78	3,06	10,50	17,80	1,82
Linolênico	(C18:3)	3,10	-	-	1,66	11,86	8,30	-
Total saturados		15,63	42,78	17,45	22,32	27,71	38,27	48,89
Total monoinsaturados		80,51	50,75	48,73	72,97	49,93	51,67	-
Total poliinsaturados		3,85	4,45	31,78	4,72	22,36	26,10	1,82

⁽¹⁾ Fórmula molecular simplificada: os números a esquerda referem-se aos números de carbonos, e os da direita, ao de insaturação da molécula. (-) não detectado.

Ao contrário dos outros materiais, a fração lipídica da polpa de mangaba possui 38 % de ácidos saturados, sendo o ácido palmítico o principal componente; 26 % de poliinsaturados, com participação maior do ácido linoléico; e 12 % do monoinsaturado ácido oléico.

A fração lipídica da polpa de pequi, como a maioria dos materiais analisados, apresentou maior porcentagem de ácidos monoinsaturados, com 51 %, tendo quase que total participação do ácido oléico; 49 % de saturados, cujo principal componente é o ácido palmítico; e cerca de 2 % do poliinsaturado linoléico.

Entre os poliinsaturados, o mais importante foi o ácido linoléico da amêndoa de baru, com cerca de 32 %; em seguida, o linolênico da polpa de cagaita, com cerca de 12 %. Entre os saturados, o ácido palmítico da polpa de pequi foi o que apresentou a porcentagem mais elevada (46 %), seguido das polpas de mangaba e cagaita, com 29 % e 24 %, respectivamente. A porcentagem mais elevada de ácido esteárico foi encontrada

na amêndoa de baru (6 %). O ácido láurico foi o que apresentou as mais baixas porcentagens de todos os ácidos graxos das frutas analisadas, variando de menos de 1 % a 2,25 %. Entre os monoinsaturados, o mais importante foi o ácido oléico e com maior porcentagem na polpa de araticum (79 %).

Resultados próximos aos deste trabalho foram relatados por Togashi (1993), relatando que o óleo da amêndoa de baru contém cerca de 78 % de ácidos graxos insaturados, predominando os ácidos oléico e linoléico.

Observa-se que as polpas de baru e de pequi contêm, predominantemente, ácidos graxos monoinsaturados e saturados, enquanto as polpas de araticum e de buriti apresentam, principalmente, ácidos graxos monoinsaturados. A amêndoa do baru e as polpas de cagaita e de mangaba contêm teores apreciáveis de ácidos graxos poliinsaturados. O araticum, o buriti, a cagaita e a mangaba apresentam dois ácidos graxos essenciais ao homem: o linoléico e o linolênico.

Na indústria alimentícia, o ácido oléico é o mais empregado nos diversos processos, pois fornece produtos de melhor qualidade. Entre as várias aplicações industriais, citam-se: lubrificantes para fibras, lubrificantes de alta tecnologia para equipamentos, cosméticos e intermediários químicos (ésteres, amins, amidas). A polpa de pequi e a amêndoa de baru contêm altos teores de ácido oléico.

O ácido láurico é o componente característico do óleo da amêndoa de frutas de palmeiras, o qual é matéria-prima valiosa para a indústria de alimentos, na composição de margarinas, sorvetes, ou mesmo para a indústria de transformação, sobretudo de detergentes biodegradáveis, sabões, emulsificantes, entre outros. Há interesse por parte da indústria por fontes alternativas de ácido láurico (Szpiz et al., 1980, 1989). Apesar do baixo teor (2,25 %), a polpa da mangaba foi o material que apresentou o mais alto teor desse ácido.

O teor em ácido graxo linoléico presente no óleo da amêndoa de baru (31,78 %) é mais alto do que os teores dos óleos de amendoim e de coco, dos azeites de oliva e de dendê (Tabela 8). Os teores das polpas da mangaba e da cagaita (17,80 % e 10,50 %, respectivamente) são mais altos do que os teores do azeite de oliva e do azeite de dendê. Em ácido linolênico, o óleo da polpa da cagaita apresenta teor mais alto (11,86 %) que os óleos de milho, de girassol, de amendoim, de soja, de oliva e de dendê. Comparando o total de ácidos graxos saturados, verifica-se que o óleo da polpa de pequi é tão saturado quanto o azeite de dendê, enquanto o óleo da polpa de araticum equivale ao óleo de soja (Tabela 8).

Os ácidos graxos são importantes, pois constituem a principal forma de reserva energética do organismo humano. Além da função energética, dois deles são essenciais para o homem: o linoléico e o linolênico (Gurr e Harwood, 1991). São precursores de substâncias que têm papel importante na estrutura de membranas celulares, como componentes de estruturas cerebrais, da retina, do sistema reprodutor e também como precursores de eicosanóides, que são substâncias cuja ação é semelhante à de hormônios, ou seja, mesmo em doses muito baixas desencadeiam respostas fisiológicas potentes (Mead et al., 1986).

Embora os tecidos animais possam sintetizar a maioria dos ácidos graxos saturados e insaturados, eles não podem produzir ácidos graxos insaturados da série linoléico, a não ser que se forneça um precursor na dieta. Se o ácido linoléico é ministrado na dieta, os tecidos podem sintetizar o ácido araquidônico a partir dele. Esse ácido, isoladamente ou junto ao linoléico, é essencial para a manutenção de uma estrutura normal de pele (Burton, 1979). O ácido linoléico é importante para a formação normal das estruturas mielínicas, enquanto o ácido oléico protege a lipoproteína das modificações oxidativas. No homem adulto, a carência dos ácidos graxos poliinsaturados é rara, mas, quando se manifesta, apresenta-se sob a forma de problemas cutâneos, como dermatoses eczematiformes, de difícil cicatrização. Os ácidos graxos monoinsaturados oléico e palmitoléico não são considerados essenciais, e podem ser sintetizados pelo organismo humano a partir de ácidos graxos saturados (Minazzi-Rodrigues e Penteadó, 1991).

Tabela 8. Ácidos graxos poliinsaturados e saturados de óleos de frutas nativas do Cerrado e de óleos comestíveis comerciais.

Óleos de frutas do Cerrado	Ácidos graxos (%)			Óleos comestíveis comerciais ⁽¹⁾	Ácidos graxos (%)		
	Poliinsaturados		Saturados		Poliinsaturados		Saturados
	Linoléico	Linolênico			Linoléico	Linolênico	
Araticum (polpa)	0,75	3,10	15,86	Milho	57,0	1,0	13,0
Baru (polpa)	4,45	ND	42,78	Girassol	56,0	0,3	10,0
Baru (amêndoa)	31,78	ND	17,45	Amendoim	29,0	1,0	19,0
Buriti (polpa)	3,06	1,66	22,32	Soja	51,0	7,0	15,0
Cagaita (polpa)	10,50	11,86	27,71	Oliva	8,0	0,7	14,0
Mangaba (polpa)	17,80	8,30	38,27	Dendê	9,0	0,3	48,0
Pequi (polpa)	1,82	ND	48,89	Coco	2,0	0,0	90,0

ND – não detectado.

⁽¹⁾ Fonte: Minazzi-Rodrigues e Penteadó (1991); Gurr e Harwood (1991).

O National Research Council (1989) preconiza uma alimentação composta de 1 % a 2 % aproximadamente de ácido linoléico e de 10 % a 25 % de ácido linolênico. Os ácidos graxos essenciais presentes na dieta devem guardar uma proporção entre si, pois o excesso de um pode afetar a formação dos ácidos graxos derivados do outro por competição, durante a conversão metabólica.

Atualmente, há grande interesse no entendimento da função dos ácidos graxos no organismo humano, pois certas situações patológicas, como arteriosclerose, diabetes não-insulino-dependente e alguns tipos de câncer estão diretamente relacionadas ao tipo e à qualidade de lipídio da dieta.

Em geral, os ácidos graxos saturados de 12 a 16 carbonos são considerados hipercolesterolêmicos (Linder, 1991); portanto, os óleos de algumas frutas do Cerrado não são recomendáveis para consumo. No entanto, à exceção do óleo de mangaba, verifica-se que os demais óleos das frutas aqui tratadas são também fontes de ácido oléico, contendo algumas delas, como o buriti, ácido oléico em teor semelhante ao encontrado no óleo de oliva. O somatório dos teores de ácido oléico e de linoléico confere ao óleo do baru alto grau de insaturação, indicando a probabilidade de uso como óleo de mesa (Vallilo et al., 1990). Pesquisas têm demonstrado que óleos ricos em ácido oléico estão relacionados à menor incidência de doenças cardiovasculares e recomendam, por isso, a ingestão de óleos vegetais ricos em ácidos graxos monoinsaturados, junto aos poliinsaturados essenciais. Essa é considerada uma estratégia de longo prazo para evitar doenças degenerativas típicas dos países ocidentais.

Composição mineral das frutas do Cerrado

O conhecimento da composição mineral das frutas oferece subsídio tanto para um programa de nutrição humana quanto para um programa de adubação, com o objetivo de restituir e manter a fertilidade do solo (Hiroce et al., 1978).

Sódio, potássio, cloro, cálcio, magnésio, fósforo, ferro, cobre, zinco, manganês, selênio, iodo, cromo, cobalto, molibdênio, flúor, arsênio, níquel e boro são os mais importantes minerais da dieta humana (Flynn, 1992). Os seis primeiros são macronutrientes, correspondendo a 0,01 % do peso do corpo humano, e os 13 restantes são considerados micronutrientes. Vários desses minerais estão presentes em frutas e hortaliças, notadamente o cálcio, o ferro, o potássio e o magnésio, porém têm pequena participação nos requerimentos diários da dieta humana.

Nas frutas analisadas, os componentes minerais com maior participação foram o fósforo, o magnésio e o cálcio, participando os seis restantes – sódio, alumínio, ferro, manganês, zinco e cobre – em menor porcentagem (Tabela 9). Por espécie, verifica-se que, na amêndoa de baru, predominou o fósforo (364,2 mg), também com alto teor em magnésio e cálcio. Na polpa de buriti, destacou-se o cálcio (172,78 mg), seguido do magnésio (62,9 mg). Na mangaba e na cagaita, predominou o magnésio. A polpa do jatobá apresentou três minerais com teores elevados de cálcio (245,3 mg), magnésio e fósforo. Comparando as cinco espécies com resultados completos,

Tabela 9. Composição de minerais (mg/100g) em frutas nativas do Cerrado.

Minerais	Araticum (polpa)	Baru (amêndoa)	Buriti (polpa)	Cagaita (polpa)	Jatobá (polpa)	Mangaba (polpa)
Cálcio (Ca)	NR	189,9	172,78	3,29	245,3	3,55
Magnésio (Mg)	24,2	196,9	62,90	6,33	194,8	11,97
Fósforo (P)	NR	364,2	6,04	6,20	92,1	2,84
Sódio (Na)	NR	2,8	3,36	0,57	6,8	6,57
Manganês (Mn)	NR	8,9	6,48	0,07	16,8	0,61
Ferro (Fe)	0,7	5,2	3,94	0,13	2,0	3,39
Zinco (Zn)	NR	3,4	0,52	0,15	1,2	4,35
Cobre (Cu)	NR	1,4	0,33	0,30	1,6	0,97
Alumínio (Al)	NR	0,2	1,36	0,46	0,5	1,24

NR - análise não realizada.

a amêndoa de baru foi a que apresentou o teor mais alto em fósforo e em magnésio. O buriti apresentou o maior teor em alumínio (1,36 mg); o jatobá, o mais alto em cálcio, e a mangaba, em zinco.

As cotas das necessidades diárias de nutrientes requeridas pelo organismo variam de acordo com o sexo e a faixa etária durante o desenvolvimento humano (Tabela 10). Mesmo não recorrendo a dados sobre a população brasileira, pode-se verificar que há fases do desenvolvimento humano que demandam maiores requerimentos diários de alguns nutrientes. Assim é que, na adolescência, na faixa de 11 a 18 anos, os indivíduos do sexo masculino requerem, em sua alimentação diária, mais proteína, cálcio e fósforo do que em outras fases subseqüentes. Com os do sexo feminino acontece praticamente o mesmo, mas em menor proporção. Gestação e amamentação são duas fases da vida da mulher que exigem um aporte de nutrientes igual ou superior ao período da adolescência.

Cálcio, fósforo e ferro

As crianças na faixa de 1 a 10 anos necessitam da mesma quantidade diária de cálcio e de fósforo (800 mg), porém 10 mg de ferro. Homens

e mulheres dos 11 aos 18 requerem diariamente 1.200 mg de cálcio e fósforo. A quantidade de ferro requerida nessa faixa etária difere entre os sexos. A cota diária dos homens é de 12 mg, e a das mulheres, de 15 mg. A partir dos 19 anos, as cotas diárias de cálcio e fósforo se igualam às das crianças. A gestante requer, em sua alimentação diária, maior quantidade de ferro (30 mg) (Tabela 10).

Três dos materiais analisados – amêndoa de baru e polpas de buriti e de jatobá – contêm alto teor de cálcio, ferro e fósforo, com exceção do buriti, cujo teor em fósforo é baixo (Tabela 9). Cem gramas de amêndoas de baru fornecem 189,9 mg de cálcio, 364,2 mg de fósforo e 5,2 mg de ferro; a mesma quantidade de buriti contém 172,78 mg de cálcio; 6,04 mg de fósforo e 3,94 mg de ferro; e a mesma de jatobá contém 245,3 mg de cálcio, 92,1 mg de fósforo e 2,0 mg de ferro.

A melhor fonte de ferro é a amêndoa de baru (Tabela 9). Hipoteticamente, com cerca de 200 g de amêndoas, as necessidades diárias de ferro são supridas em lactentes, crianças e adultos do sexo masculino. Entretanto, nas mulheres adultas, as necessidades diárias são maiores, variando ainda se o estado é de gestante ou de nutriz (Tabela 10).

Tabela 10. Cotas das necessidades diárias de alguns nutrientes recomendadas para cada fase do desenvolvimento humano.

Fases	Idade (anos)	Proteína (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)	Magnésio (mg)	Ferro (mg)	Zinco (mg)	Manganês (mg)	Vit. A (mg)	Vit. C (mg)
Lactente	0,0-0,5	13	400	300	40	6	5	0,3 a 0,6	420	30
	0,5-1,0	14	600	500	60	10	5	0,6 a 1,0	400	35
Criança	1-3	16	800	800	80	10	10	1,0 a 1,5	400	40
	4-6	24	800	800	120	10	10	1,5 a 2,0	500	45
	7-10	28	800	800	170	10	10	2,0 a 3,0	700	45
Homem	11-14	45	1.200	1.200	270	12	15	2,5 a 5,0	1.000	50
	15-18	59	1.200	1.200	400	12	15	2,5 a 5,0	1.000	60
	19-24	58	1.200	1.200	350	12	15	2,5 a 5,0	1.000	60
	25-50	63	800	800	350	10	15	2,5 a 5,0	1.000	60
	51 ≥	63	800	800	350	10	15	2,5 a 5,0	1.000	60
Mulher	11-14	46	1.200	1.200	280	15	12	2,5 a 5,0	800	50
	15-18	44	1.200	1.200	300	15	12	2,5 a 5,0	800	60
	19-24	46	800	1.200	280	15	12	2,5 a 5,0	800	60
	25-50	50	800	800	280	15	12	2,5 a 5,0	800	60
	51 ≥	50	800	800	280	10	12	2,5 a 5,0	800	60
Gestante		60	1.200	1.200	300	30	15		1.000	70
Nutriz		65		1.200	355	15	19		1.200	95

Fonte: National Research Council (1989).

Magnésio

O magnésio participa de vários processos metabólicos do fósforo e do cálcio. É importante na formação dos ossos e dos dentes, na síntese de proteínas e do DNA, na produção e na transferência de energia, na contração dos músculos, na excitabilidade dos nervos e como co-fator na produção de muitas enzimas. Embora seja um constituinte essencial de todos os tecidos moles, 55 % a 70 % do magnésio é encontrado nos ossos. Não é essencial para o metabolismo normal do cálcio e do fósforo, mas é importante fator na manutenção de níveis baixos de colesterol no sangue. Também é considerado elemento preventivo de muitas doenças cardiovasculares, embora não se conheça o exato mecanismo de atuação (Holmes, 1983).

Dos materiais analisados, a amêndoa de baru, com 196,9 mg, apresentou o teor mais alto em magnésio. A polpa de jatobá vem em seguida, com 194,8 mg (Tabela 9). As crianças necessitam de 80 mg a 170 mg de magnésio, enquanto os adultos, de 270 mg a 350 mg diárias (Tabela 10).

A deficiência de magnésio pode causar depósitos anormais de cálcio em vários tecidos, provocando também cálculos renais, contrações musculares, tremores, arritmia cardíaca, insônia, câimbra nas pernas e nos pés e mãos trêmulas. O processamento industrial dos grãos e do açúcar destrói o magnésio, assim como a fervura dos vegetais (Holmes, 1983). No entanto, uma severa deficiência de magnésio é pouco comum, exceto em condições de má nutrição (Flynn, 1992). Em forma de sulfato, o magnésio não pode ser absorvido e tem propriedades laxativas. Os fertilizantes químicos reduzem o conteúdo de magnésio no solo e nas plantas, pois inibem sua absorção (Holmes, 1983). Toxicidade por excesso de magnésio é muito rara, havendo somente em condições de insuficiente eliminação de urina ou de grande aumento de absorção. Todos os grãos, nozes, sementes e folhas vegetais verdes (cruas) são as melhores fontes desse mineral; o leite humano contém cerca de 35 mg/L, estando o teor mais alto no colostro (Underwood, 1971).

Zinco

O zinco é vital para a síntese do DNA e do RNA e para o desenvolvimento de certas células brancas do sistema imunológico. Também é importante para outras funções, como a síntese de mais de cem enzimas, o desenvolvimento de certos tecidos dos olhos, a apropriada função gastrointestinal, a saúde da pele, o funcionamento do sistema reprodutivo, o desenvolvimento normal do feto e do sistema nervoso central e, ainda, para a circulação e a coagulação do sangue (Flynn, 1992).

Os sintomas de deficiência de zinco estão relacionados a: pequena estatura, anemia, desenvolvimento de estrias em gestantes e adolescentes durante o período de rápido crescimento, juntas doloridas com má circulação em jovens, retardamento da cura de feridas e perda de paladar (particularmente em pessoas idosas). Como o zinco é um mineral solúvel em água, precipitações excessivas podem esgotá-lo no solo. Alimentos processados também removem o zinco. As tradicionais fontes são: carnes, fígado, ovos, aves domésticas, alimentos do mar (principalmente ostras) e todo tipo de grão (Flynn, 1992).

Entre as frutas e as amêndoas do Cerrado, as que contêm um teor alto de zinco são a polpa de mangaba, com 4,35 mg, e a amêndoa de baru, com 3,4 mg. As demais contêm teores bem mais baixos: polpas de jatobá, cagaita e buriti apresentaram 1,2 mg, 0,52 mg e 0,15 mg, respectivamente (Tabela 9). As necessidades diárias de zinco requeridas pelo organismo são baixas, variando de 5 mg a 19 mg entre as faixas etárias. Para as necessidades diárias das crianças, hipoteticamente, 100 g de polpa de mangaba seriam suficientes e cerca de 300 g para os adultos de ambos os sexos (Tabela 10).

Cobre

O cobre é essencial na formação da hemoglobina e é um co-fator em muitas enzimas importantes para a formação dos ossos e dos tecidos nervosos, assim como de tendões, artérias e pulmões. Estando presente em todos os sais ferrosos, é o mais freqüente contaminante dos

alimentos, sendo quase impossível haver deficiência desse mineral. Em excesso, é considerado um metal tóxico. Alguns sintomas são indicativos da intoxicação por metal pesado, podendo o cobre ser uma das causas: endurecimento das artérias, problemas renais, senilidade precoce, hipertensão arterial, psicose, anemia, “ataques no coração”, náusea e vômito. As fontes tradicionais são de origem animal, como ostras, fígado, rins, e de origem vegetal, como amêndoas, cacau, feijão e óleo de milho. A questão, na maioria das vezes, é como evitar o consumo de cobre, e não como consegui-lo (Flynn, 1992).

A polpa de jatobá e a de amêndoa de baru contêm os mais elevados teores em cobre, com 1,6 mg e 1,4 mg, respectivamente; as polpas de buriti e cagaita, os mais baixos, com 0,33 mg e 0,3 mg, respectivamente (Tabela 9).

Manganês

O manganês é um mineral que tem papel vital no organismo, no funcionamento do sistema nervoso, na formação de estruturas normais e na manutenção de reprodução normal. Faz parte de muitas enzimas e também interfere na utilização das gorduras, no funcionamento do fígado, do pâncreas e das glândulas supra-renais (Chitarra e Chitarra, 1990).

Dos cinco materiais analisados, a polpa de jatobá foi o que apresentou o mais alto teor em manganês (16,8 mg); em seguida, a amêndoa de baru, com 8,9 mg, e a polpa de buriti, com 6,48 mg. A polpa de cagaita foi a que apresentou o menor teor, menos de 1 mg (Tabela 9). As exigências diárias desse mineral são também pequenas, variando de 0,3 mg a 3,0 mg nos lactentes e nas crianças. Mulheres e homens adultos requerem de 2,5 mg a 5 mg. Supostamente, menos de 40 g de polpa de jatobá, cerca de 50 g de amêndoa de baru e menos de 100 g de buriti suprem todas as necessidades diárias desse material, em todas as faixas etárias (Tabela 10).

Antioxidantes

Vários estudos epidemiológicos apresentam evidências consistentes da associação positiva

entre a ingestão de frutas e a redução da taxa de mortalidade por doenças coronárias, câncer e outras doenças crônico-degenerativas. Esse efeito tem sido atribuído a uma composição ótima de fitoquímicos, tais como os antioxidantes naturais, as fibras, os minerais e as vitaminas presentes nas frutas.

A oxidação nos sistemas biológicos ocorre em decorrência da ação dos radicais livres no organismo. Os radicais livres são moléculas instáveis altamente reativas, que possuem um elétron não emparelhado livre para se ligar a outro elétron. Esses radicais podem ser gerados por fontes endógenas, que ocorrem nos processos biológicos normais, ou por fontes exógenas, como tabaco, poluição do ar, solventes, pesticidas, anestésicos e radiações. Assim, se os radicais livres podem, por um lado, produzir efeitos benéficos, por outro, também podem induzir a oxidação celular, se produzidos em excesso. Nesse caso, podem promover alterações em componentes celulares, como os ácidos poliinsaturados das membranas lipoprotéicas, alterando sua fluidez e sua permeabilidade. Podem reagir com aminoácidos, provocando modificações nas proteínas celulares, resultando, em certos casos, na ativação ou na inativação de determinadas enzimas. A reação de radicais livres com ácidos nucleicos também pode gerar alterações em moléculas de DNA, acarretando algumas aberrações cromossômicas. Para interagir com as moléculas altamente reativas de oxigênio, o organismo possui um eficiente sistema de defesa, que inclui várias enzimas e compostos antioxidantes. Os antioxidantes neutralizam os radicais livres doando elétrons e conferindo uma forma mais estável a essas moléculas. Frutas e verduras são as maiores fontes de antioxidantes na dieta. Os componentes mais investigados que possuem potencial antioxidante nas frutas e nas amêndoas abrangem as fibras, os compostos fenólicos, os isômeros conjugados do ácido linoléico, os monoterpenos, como o D-limoneno, algumas vitaminas, como o ácido ascórbico (vitamina C) e os tocoferóis (vitamina E), e alguns minerais, como o zinco e o selênio. Esses compostos podem atuar, de forma independente ou em combinação, como agentes anticancerígenos e cardioprotetores por uma variedade de mecanismos (Morrison e Boyd, 1994; Santos-Buelga e Scalbert, 2000).

Vitaminas

Há cerca de uma centena de anos foi reconhecida a necessidade de pequenas quantidades de substâncias orgânicas específicas na dieta, cuja falta pode causar doenças como o escorbuto, o raquitismo, a xeroftalmia, a pelagra e o beribéri (Bobbio e Bobbio, 1989). Essas substâncias essenciais, orgânicas e não-energéticas, possuem composição química variada e são fornecidas em pequenas quantidades na dieta, para exercer, entre outras funções, a síntese de co-fatores e de coenzimas que participam de reações metabólicas diversas. A palavra vitamina, inicialmente designada como amina (indispensável à vida), tem hoje apenas um significado funcional, dada a diversidade de constituição de cada uma. A diferença na solubilidade das diferentes vitaminas levou a uma divisão genérica desses compostos em hidrossolúveis e lipossolúveis (Machlin, 1991).

As vitaminas hidrossolúveis são formadas pela vitamina C e pelas vitaminas do complexo B. Essas vitaminas geralmente atuam como coenzimas nos processos metabólicos. O ácido ascórbico é conhecido como vitamina C ou antiescorbútica. Cerca de 90 % do suprimento humano de vitamina C advém de frutas e de hortaliças. A goiaba e o caju encontram-se entre as principais fontes dessa vitamina, sendo atualmente suplantadas pela acerola e pelo camu-camu (Franco, 1992). Além de participar do metabolismo biológico, a vitamina C é um potente antioxidante hidrossolúvel, que protege os compostos presentes na porção hidrossolúvel das células e dos tecidos, e também regenera as

moléculas oxidadas de tocoferóis, que retornam à sua forma ativa nas membranas celulares. Industrialmente, a vitamina C é importante para a padronização de sucos e o seu teor nos alimentos é nutricionalmente muito valioso, sendo geralmente mais elevado na fruta verde, decrescendo com a maturação (Chitarra e Chitarra, 1990).

Há grande variação de teores de vitamina C nas frutas nativas do Cerrado e nas cultivadas (Tabela 11). Entre as nativas, sobressaem as polpas de pequi (78,72 mg), de buriti (76,37 mg) e de mangaba (70,89 mg). Esses valores são superiores aos de quatro frutas tradicionalmente cultivadas e consumidas pela população brasileira, como laranja-pêra (40,9 mg), limão (26,4 mg), banana-d'água (6,4 mg) e maçã-argentina (5,9 mg). As polpas de cagaita, com 18,28 mg, a polpa e a amêndoa de baru, com 10,22 mg e 9,90 mg, respectivamente, e a polpa de jatobá, com 8,08 mg, apresentaram valores mais elevados que a banana d'água e a maçã argentina.

A deficiência de vitamina C causa escorbuto, enfermidade bucal cujo sintoma é o sangramento das gengivas, podendo levar à perda dos dentes. Também causa dores nas articulações, inchaço nos membros inferiores, além de baixa defesa orgânica. Crianças em crescimento necessitam de até 100 mg/dia, e os adultos, em geral, de 45 mg/dia. Os requerimentos da mulher gestante são de 60 mg/dia e, no período de lactação, aumentam para 80 mg/dia (Franco, 1992). Entre as frutas do Cerrado analisadas, três contêm razoável teor dessa vitamina: o pequi, o buriti e a mangaba (Tabela 11). Cem gramas de cada uma dessas frutas podem suprir os requerimentos diários de um lactente, mais de uma cota das

Tabela 11. Composição de vitamina C em frutas nativas e cultivadas do Cerrado (mg/100 g de matéria úmida).

Frutas nativas	Vitamina C	Frutas cultivadas ⁽¹⁾	Vitamina C
Pequi (polpa)	78,72	Caju-amarelo maduro	219,7
Buriti (polpa)	76,36	Goiaba-vermelha	80,2
Mangaba (polpa)	70,89	Laranja-pêra	40,9
Cagaita (polpa)	18,28	Limão-taiti	26,4
Baru (polpa)	10,22	Mamão maduro	20,5
Baru (amêndoa)	9,90	Banana-d'água madura	6,4
Jatobá (polpa)	8,08	Maçã-argentina	5,9

⁽¹⁾ Fonte: Brune et al. (1965), Franco (1992).

necessidades diárias de crianças de 1 a 10 anos e de adultos de ambos os sexos (Tabela 10).

Entre as vitaminas do complexo B, a tiamina é conhecida como vitamina B₁ ou antiberibéri. A deficiência dessa vitamina está associada ao consumo de arroz polido e ao alcoolismo crônico. No Brasil, os sinais dessa deficiência podem ser verificados entre os povos indígenas xavantes (FAO, 2002). A riboflavina é a vitamina B₂ ou vitamina do crescimento; os sinais clínicos de deficiência dessa vitamina são comuns em países subdesenvolvidos, cujas crianças apresentam prevalência de infecções gastrointestinais. O piridoxal, a piridoxina e a piridoxamina são conhecidos como vitamina B₆ ou antiacrodínica; a deficiência dessa vitamina está associada à deficiência de outras vitaminas do complexo B. A niacina e o ácido nicotínico, ou vitamina PP, previnem a pelagra. O ácido pantotênico é conhecido como vitamina B₅ e previne a síndrome de “formigamento ou ardência nos pés”. A biotina previne a dermatite eritematosa e seborréica. O ácido fólico é conhecido como antianêmico, e a cobalamina, ou vitamina B₁₂, como antianemia perniciosa (Machlin, 1991). As amêndoas e algumas frutas tradicionais, como a goiaba, o abacate e a banana, são boas fontes de algumas vitaminas do complexo B. Frutas nativas do Cerrado, como o araticum, o buriti, a cagaita e o pequi, também são boas fontes dessas vitaminas (Tabela 12).

A ingestão diária recomendada de vitamina B₁ e de vitamina B₂ varia, respectivamente, entre 0,2 mg e 0,3 mg para bebês até 6 meses; e entre 1,5 mg e 1,6 mg para mulheres em fase de

Tabela 12. Principais vitaminas do complexo B (mg/100 g de peso fresco) em frutas nativas e cultivadas.

Fruta	Vitamina B ₁ (mg/100 g)	Vitamina B ₂ (mg/100 g)	Vitamina PP (mg/100 g)
Araticum	0,45	0,10	2,68
Buriti	0,03	0,23	0,70
Cagaita	nd	0,42	0,37
Jatobá	0,04	0,04	0,50
Mangaba	0,04	0,04	0,50
Pequi	0,03	0,46	0,39
Goiaba	0,19	0,15	1,20
Banana-prata	0,09	0,10	0,80
Abacate	0,07	0,10	0,80

nd: não determinado. Fonte: Franco (1992).

amamentação. A ingestão diária recomendada para a vitamina PP varia entre 2 mg de niacina para bebês até 6 meses e 17 mg de niacina para mulheres lactantes (FAO, 2002).

As vitaminas lipossolúveis são formadas pelas vitaminas A, E, D e K. O retinol e os seus derivados são conhecidos como vitamina A ou antixeroftálmica. As fontes tradicionais de vitamina “A pré-formada” ou retinol são o fígado e os rins de animais terrestres e aquáticos, o leite integral, o creme de leite, queijos, a manteiga, peixes e a gema de ovos. Os vegetais não sintetizam a vitamina A, mas sim os carotenóides pró-vitâmicos, que são encontrados em frutas como o buriti, o tucumã, a manga, a acerola, a bocaiúva e o araticum (Tabela 13), que são discutidos com mais detalhes no item “carotenóides”. Essa vitamina exerce numerosas funções importantes no organismo, como: ação protetora da pele e das mucosas, no funcionamento normal da visão e da estrutura do olho. As necessidades médias diárias de vitamina A recomendadas pela FAO variam entre 180 retinol equivalente, para crianças até 6 meses, e 450 retinol equivalente, para mulheres durante a amamentação. Como essa vitamina é lipossolúvel, ela pode ser armazenada no fígado. O acúmulo de retinol ou de vitamina A pré-formada pode provocar efeitos tóxicos no organismo (FAO, 2002). Como os carotenóides são convertidos em vitamina A conforme a necessidade orgânica, esse efeito tóxico não é observado pela ingestão de carotenóides.

Os tocoferóis e os tocotrienóis são conhecidos como vitamina E ou antiesterilidade. Encontram-se em sementes oleaginosas e em amêndoas, como o amendoim, a castanha-do-pará, a castanha-de-caju e a castanha-de-baru, cujo óleo

Tabela 13. Valor pró-vitamina A (retinol equivalente a 100 g) de fontes vegetais nativas e cultivadas.

Frutas nativas	Pró-vitamina A	Frutas cultivadas	Pró-vitamina A
Buriti	6.490	Cenoura	620 a 800
Tucumã	1.840	Manga	140 a 430
Bocaiúva	960	Acerola	64 a 450
Pequi	54-494	Goiaba	62 a 200
Araticum	70-105	Mamão	99 a 190

Fontes: Agostini e Cecchi (1996), Rodriguez-Amaya (1996), Ramos et al. (2001).

apresenta 5,0 mg/100 g de alfatocopherol e 4,3 mg/100 g de gamatocopherol (Takemoto et al., 2001). A vitamina E funciona como um dos mais potentes antioxidantes lipossolúveis e é responsável pela proteção das porções lipídicas das células, especialmente as membranas celulares.

O coлекаliferol é conhecido como vitamina D₃ ou anti-raquítica; o ergocalciferol, ou vitamina D₂, é derivado do ergosterol vegetal. Garantida a incidência de luz solar, a vitamina D₃ é produzida na pele. A concentração de cálcio e de fósforo na dieta, assim como a idade, o sexo, a exposição à luz solar e a pigmentação da pele é que vão determinar o grau de necessidade de consumo dessa vitamina. Os derivados da 2-metil-1,4-naftoquinona são conhecidos como vitamina K ou anti-hemorrágica. A vitamina K é sintetizada pelos microorganismos intestinais e é encontrada em vegetais como brócolos, couve-flor e espinafre, entre outros (Machlin, 1991).

Estudos de diversas origens sugerem que o estado nutricional vitamínico de um grande número de pessoas não é adequado, como se acreditava há alguns anos, tendo sido demonstrado que, mesmo em países bastante industrializados, o nível vitamínico na dieta de certos grupos humanos é insuficiente. São, porém, deficiências mínimas se comparadas com as carências nutricionais dos habitantes de países pobres. A deficiência mais abrangente entre as vitaminas do complexo B é a de vitamina B₂, sendo comum, também, a de vitamina B₁, de ácido nicotínico, de ácido fólico e, ocasionalmente, de ácido pantotênico. Entre as vitaminas lipossolúveis, a hipovitaminose A, considerada uma das mais importantes deficiências nutricionais do mundo subdesenvolvido, principalmente entre crianças, provoca alterações visuais, que podem levar à cegueira, e contribui para o aumento das doenças infecciosas na infância, que podem ser letais.

No Brasil, entre os habitantes do Nordeste, concentra-se a maior incidência de carência de vitamina A. Além dessa região, são consideradas endêmicas a Região do Vale do Jequitinhonha, no norte de Minas Gerais, e o Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo, sem contar com os bolsões de pobreza nas áreas periféricas das grandes cidades e nas zonas mais pobres do meio rural. Entre as medidas para combater a hipovita-

minose A, destacam-se: a suplementação com doses maciças de vitamina A em intervalos regulares, a promoção do aleitamento materno e a educação da comunidade para incentivar o consumo de alimentos ricos em vitamina A, muitos deles, como as frutas nativas, de custo acessível, mesmo para populações carentes (Brasil, 2004).

Carotenóides

Aproximadamente 600 carotenóides são encontrados na natureza, constituindo o maior grupo de corantes naturais, cuja coloração pode variar entre o amarelo-claro, o alaranjado e o vermelho. Alguns são convertidos em vitamina A; outros estão associados à redução do risco de câncer e de outras doenças crônico-degenerativas, sem que sejam primeiro convertidos em vitamina A. Esta última função tem sido atribuída ao potencial antioxidante dos carotenóides, por conseguirem seqüestrar formas altamente reativas de oxigênio e desativar radicais livres.

Os carotenóides formados apenas por carbono e hidrogênio são chamados carotenos; os carotenos pró-vitamínicos, como o beta- e o alfacaroteno, correspondem a 10% dos carotenóides totais encontrados na natureza. Nos intestinos e no fígado, os carotenos pró-vitamínicos transformam-se em vitamina "A" ativa. Os carotenóides que apresentam oxigênio em sua estrutura são denominados xantofilas. Embora sejam comumente descritos como pigmentos vegetais, os carotenóides também podem ser encontrados em alguns alimentos de origem animal. Os animais são incapazes de promover a biossíntese dos carotenóides, os quais são absorvidos na dieta e acumulados de forma inalterada ou modificados, formando alguns carotenóides tipicamente animais.

Industrialmente, os carotenóides totais são responsáveis pela coloração de vários produtos. A cor é um importante atributo da qualidade da polpa e do suco de fruta. As polpas de algumas das frutas avaliadas apresentam cores atrativas, como o amarelo-ouro do buriti e do pequi, o amarelo-claro da cagaita e o creme do araticum. Porém, o rendimento é o principal fator para

aquisição da matéria-prima e também determinante do seu preço (Esteves et al., 1984a).

Grande parte das frutas nativas em regiões típicas de clima tropical é especialmente rica em carotenóides. Apenas o pêssego, o damasco e a nectarina, entre as frutas de clima temperado, apresentam quantidades apreciáveis de carotenóides (Rodríguez-Amaya, 1996). A Região Sul do Brasil produz volumes consideráveis de maçã, pêra e uva, que são frutas pobres em carotenóides, embora sejam ricas em outras substâncias bioativas derivadas dos compostos fenólicos.

O licopeno é o principal carotenóide de muitas frutas vermelhas, tais como a melancia, o mamão vermelho, a goiaba, a pitanga e o tomate. Esse pigmento, que apresenta um longo sistema de ligações insaturadas conjugadas, é considerado o carotenóide de maior efeito antioxidante. O zetacaroteno é comum no maracujá e na carambola. O betacaroteno é o carotenóide mais frequentemente encontrado, predominando na acerola, na cenoura, na manga, nos frutos das palmeiras, entre outros; este é o mais potente carotenóide pró-vitamina A. Quantidades elevadas de alfacaroteno são encontradas na cenoura e em algumas variedades de abóboras. A xantofila betacriptoxantina é o principal pigmento encontrado na laranja, na tangerina, na nectarina, no pêssego, no mamão alaranjado, no caqui e no cajá. O alfacaroteno e a betacriptoxantina apresentam, aproximadamente, a metade da atividade pró-vitamina A do betacaroteno. A luteína predomina em folhas e em vegetais verdes; a zeaxantina está presente no pequi e no milho. Os dois últimos carotenóides, destituídos de atividade pró-vitamina A, estão associados à prevenção da degeneração macular, que pode surgir com o avanço da idade. A ocorrência de alguns carotenóides pouco comuns pode ser específica de determinadas espécies; a capsantina e a capsorubina estão na pimenta-vermelha; a bixina, no urucum; e a crocetina, no açafrão (Rodríguez-Amaya, 1999).

A determinação de carotenóides totais fornece uma visão geral da presença desses compostos nas frutas nativas do Cerrado na Região Centro-Oeste do Brasil. A polpa de buriti, com 16,7 mg/100 g, foi a mais rica em carotenóides, seguida pela polpa de pequi, com 7,46 mg/100 g. As outras

frutas apresentaram teores abaixo de 1,0 mg/100 g. Exemplos: cagaita, 1,34 mg; araticum, 0,84 mg; baru, 0,18 mg; mangaba, 0,43 mg; e amêndoa de baru, 0,28 mg (Tabela 5).

Os frutos de palmeiras, como o buriti, o tucumã, o dendê, a macaúba e a pupunha, são especialmente ricos em carotenóides, principalmente em carotenos pró-vitamina A. O buriti (*Mauritia vinifera*) constitui a principal fonte vegetal de pró-vitamina A (frutos do Piauí apresentaram 6.490 retinol equivalente por 100 g de polpa). Esse potencial vitamínico é reflexo do elevado teor de transbetacaroteno (360 mg/g), alfacaroteno (80 mg/g) e gamacaroteno (37 mg/g) (Rodríguez-Amaya, 1996). O betacaroteno é a principal fonte pró-vitamina A encontrada no reino vegetal e apresenta, também, uma elevada atividade antioxidante. Esse carotenóide geralmente é encontrado na natureza na forma isomérica E ou toda trans-, mas, ocasionalmente, os isômeros Z ou cis- podem ocorrer em pequenas quantidades (Britton, 1995). O transbetacaroteno pode ser clivado em duas moléculas de vitamina A, conferindo 100 % de atividade pró-vitamínica; os isômeros cis-, assim como o alfa- e o gamacaroteno, apresentam atividade inferior a 54 %. No buriti, os isômeros 13-cisbetacaroteno e 9-cisbetacaroteno são encontrados em pequenas concentrações.

O doce de buriti foi empregado com sucesso na reversão de quadros clínicos de xerofthalmia em crianças de 4 a 12 anos, sugerindo sua possível utilização em programas de intervenção para combater a deficiência de vitamina A (Mariath et al., 1989).

A polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare*), fruta amazônica, que possui como pigmentos principais o betacaroteno (107 mg/g), o betazetacaroteno (5,9 mg/g) e o gamacaroteno (2 mg/g), apresenta um potencial pró-vitamina A de 1.840 retinol equivalente por 100 g de polpa. A polpa de bocaiúva (*Acromia makayaiba*) de Mato Grosso do Sul também apresenta betacaroteno e gamacaroteno como pigmentos predominantes e uma média de pró-vitamina A de 960 retinol equivalente por 100 g de polpa (Rodríguez Amaya, 1996). A polpa dos frutos da pupunha (*Bactris gasipaes*) apresenta, principalmente, beta- e

alfacaroteno; o potencial pró-vitamina A avaliado em 15 cultivares de pupunha disponíveis no Banco de Germoplasma do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia variou entre 103 e 1.037 retinol equivalente por 100 g de polpa (Marinho et al., 1998).

Além das palmeiras, outras frutas nativas no Brasil, de consumo regional bastante difundido, como o pequi, o cajá e o araticum, também são importantes fontes de carotenóides. Embora seja tradicionalmente conhecido como importante fonte de pró-vitamina A, o pequi (*Caryocar brasiliense*) procedente do Piauí apresentou um pequeno valor pró-vitâmico (54 retinol equivalente por 100 g de polpa). O carotenóide predominante no pequi é a zeaxantina, que, embora destituída de atividade pró-vitamina A, é componente da mácula visual e está associada à redução do risco de catarata. Os carotenóides pró-vitamina A, presentes em menores concentrações no pequi, são o betacaroteno, a betacriptoxantina e o alfacaroteno. Na polpa de cajá (*Spondias lutea*) de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, a betacriptoxantina (16 mg/g a 17 mg/g) é o principal carotenóide pró-vitamina A; o alfacaroteno e o betacaroteno ocorrem em baixas concentrações, mas o valor pró-vitamina A ainda é bastante elevado (190 retinol equivalente por 100 g) (Rodríguez-Amaya, 1996).

No araticum ou marolo (*Annona* sp.), foram identificados nove carotenóides. O trans-betacaroteno é o carotenóide predominante, e os isômeros cis- ocorrem em pequenas concentrações. A luteína, a zeaxantina e o alfacaroteno ocorrem em menores concentrações do que o betacaroteno. Os araticuns procedentes de diferentes populações nativas no sul de Minas Gerais apresentaram teores de pró-vitamina A que variaram entre 70 retinol equivalente e 105 retinol equivalente por 100 g de polpa (Agostini e Cecchi, 1996). O caju (*Anacardium occidentale*) procedente de São Paulo, do Ceará e do Pará apresentou menor potencial pró-vitamina A (16 retinol equivalente a 42 retinol equivalente por 100 g) (Rodríguez-Amaya, 1996). Entretanto, essa fruta é rica em outras substâncias bioativas de grande importância nutricional, como os polifenóis e a vitamina C.

Compostos fenólicos

Ao contrário das frutas de clima tropical e subtropical, muitas das quais são ricas em pigmentos carotenóides, as frutas de clima temperado geralmente são ricas em antocianinas e em outros compostos fenólicos, e pobres em carotenóides. A presença dos compostos fenólicos em frutas tem sido muito estudada, tanto pela importância que desempenham na manutenção das características organolépticas (cor e sabor), quanto pelas propriedades benéficas e/ou antinutricionais à saúde do consumidor. A natureza química e as propriedades biológicas desses compostos são muito variáveis. Entre os compostos fenólicos encontrados em frutas, destacam-se os ácidos fenólicos, os flavonóides e os taninos. Pouco se conhece sobre a composição desses polifenóis nas frutas nativas brasileiras.

Ácidos fenólicos. Os ácidos difenólicos de estrutura polar, como os ácidos caféico, ferrúlico e clorogênico, são encontrados na maçã, na uva, no café e na raiz de yacon; são potentes antioxidantes (Clifford e Scalbert, 2000). No caju, ocorre o ácido anacárdico, que é um ácido monofenólico derivado do ácido salicílico, contendo uma cadeia lateral apolar de 15 carbonos. As propriedades biológicas do ácido anacárdico, o qual também está presente em espécies medicinais, como a *Ginkgo biloba* e espécies do gênero *Knema*, têm merecido atenção especial nos últimos anos (Itokawa et al., 1987; Kubo et al., 1987; Himejima e Kubo, 1991; Kubo et al., 1993; Agostini-Costa et al., 2003).

Flavonóides. Entre as principais classes de flavonóides encontradas nas frutas, estão as antocianinas, os flavonóis, as flavanonas e os flavanóis. As antocianinas são pigmentos naturais que conferem coloração vermelha, violeta e azul a muitas frutas, como o caju, o açaí, a juçara, a acerola, a maçã e a uva. Esses pigmentos são relativamente instáveis e facilmente degradados durante o processamento e a estocagem. Os flavonóis, como a quercetina, o campferol e a miricetina, estão presentes na uva, na maçã, na pêra, no cacau e no caju, entre outras. As frutas cítricas são ricas em flavanonas, como a hesperidina. Flavan-3-ol são importantes constituintes

de frutas, seja na forma monomérica, por meio de compostos como a catequina e a epicatequina, seja na forma polimérica, por meio das proantocianidinas, também conhecidas como taninos condensados. As catequinas são encontradas no cacau, na maçã, na uva, na pêra, no pêssego, no damasco e na ameixa; são importantes substratos para as polifenoloxidasas, que respondem pelo escurecimento enzimático que se verifica em muitos processos tecnológicos (Parr e Bolwell, 2000; Tomás-Barberán e Espín, 2001).

Taninos. A presença de taninos confere adstringência às frutas. À medida que as frutas amadurecem, geralmente ocorre uma redução da adstringência, que é atribuída à perda de solubilidade do tanino. Nesse estado, o tanino não impregna as papilas gustativas. A adstringência acentuada produz uma sensação acre semelhante à originada ao se comer banana verde. Porém, em pequenas proporções ou em combinação com outros fatores, a adstringência pode contribuir para um sabor desejável, como em vinhos feitos com cultivares de uvas pigmentadas. A diferença entre as maçãs para a produção de cidra e as maçãs para a culinária, por exemplo, está no seu conteúdo de taninos (Cereda et al., 1984; Chitarra e Chitarra, 1990; Evangelista, 1992).

Os taninos são compostos fenólicos polimerizados, de peso molecular entre 500 daltons e 3.000 daltons, que podem ser divididos em taninos hidrolisáveis e em taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis são ésteres de ácido gálico ou ácido elágico e um poliol, e são comuns em algumas frutas, como a romã, o morango e a framboesa; os taninos condensados são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, e são freqüentemente encontrados em caju, caqui, maçã e uva (Santos-Buelga e Scalbert, 2000; Tomás-Barberán e Espín, 2001).

Entre as frutas nativas do Cerrado, o teor mais elevado de tanino total foi encontrado na polpa de buriti, com 1,11 %, e o mais baixo foi o da polpa de pequi, com 0,17 %. Esse teor ficou pouco abaixo do encontrado por Souza et al. (1984), 1,41 % de tanino, quando avaliaram o seu amadurecimento natural. As polpas de araticum (0,25 %), de baru (0,45 %), de cagaita (0,44 %), de jatobá (0,33%) e de mangaba (0,29 %)

apresentaram teores abaixo de 0,9 %. A amêndoa de baru, com 0,87% de tanino, é semelhante à mangaba (Tabela 5). Togashi (1993) encontrou alto teor de tanino na polpa de baru (cerca de 3 %), cujo material utilizado foi originado de frutos semimaduros (“de vez”). Esse teor foi bem mais alto do que o relatado neste trabalho (0,45 %), cuja polpa foi retirada de frutos maduros. Togashi afirma também que não foram encontrados taninos nas amêndoas de baru, cruas ou torradas.

Os taninos podem precipitar proteínas, inibir enzimas digestivas e afetar a absorção de vitaminas e minerais e, por isso, ainda são considerados, em algumas situações, nutricionalmente indesejáveis. Alguns estudos epidemiológicos também associaram a ingestão excessiva de taninos com o desenvolvimento de alguns tipos de câncer predominantes em algumas regiões do mundo. Entretanto, existem indicações de que os componentes responsáveis pela iniciação desses processos carcinogênicos não sejam os taninos propriamente ditos, mas diferentes moléculas associadas a esses compostos (Chung et al., 1998).

Atualmente, os resultados negativos associados a tanino na alimentação têm sido revistos; diferentes moléculas de taninos, como as presentes no chá verde, parecem exercer atividade anticarcinogênica e de efeito antimutagênico. O crescimento de fungos e bactérias e o desenvolvimento de viroses também têm sido inibidos pela presença de taninos (Clifford e Scalbert, 2000; Santos-Buelga e Scalbert, 2000; Kaur e Kapoor, 2001). Aconselha-se, pois, por medida de segurança, não estimular a ingestão de grandes quantidades de taninos, embora as pequenas quantidades presentes nas dietas equilibradas com frutas e verduras possam ser benéficas à saúde humana. A dose ideal e o tipo de tanino mais adequado para a promoção de benefícios à saúde devem ser sistematicamente investigados, visando à obtenção de resultados cada vez mais seguros.

Função. Os polifenóis desempenham importantes funções biológicas e tecnológicas. Nas plantas, os fenólicos coloridos, como as antocianinas, exercem atração sobre insetos polinizadores. Compostos fenólicos poliméricos, como a lignina, apresentam função estrutural e conferem susten-

tação mecânica às plantas terrestres. Podem funcionar como moléculas sinalizadoras, indicando, por exemplo, o ataque de um patógeno e induzindo o desenvolvimento de resistência. Outros fenólicos apresentam função direta na defesa contra predadores herbívoros ou patógenos; nesse caso, podem ser compostos constitutivos, como os taninos condensados e os galotaninos, ou compostos induzíveis, como as fitoalexinas. Flavonóides, como flavonas e flavonóis, presentes, em grande frequência, em tecidos epidérmicos vegetais expostos à luminosidade intensa, como em folhas e em flores, também apresentam função protetora, graças à forte capacidade de absorção da radiação ultravioleta (Parr e Bolwell, 2000).

No homem, uma das principais funções dos compostos fenólicos decorre do seu potencial antioxidante. Muitos fenóis dihidroxilados funcionam como quelantes metálicos; os metais são pró-oxidantes. Grupos hidroxilas de flavonóis são importantes doadores de hidrogênio; o hidrogênio reage com radicais livres, interrompendo o ciclo de geração de novos radicais. Algumas enzimas, tais como a citocromo P450, as lipoxigenases, as ciclooxigenases e as xantinaoxidasas, são pró-oxidantes potenciais e podem gerar radicais livres altamente reativos. Alguns tipos de taninos e flavonóides, como a quercetina, são inibidores dessas enzimas. Compostos fenólicos derivados da epicatequina, encontrada no chá verde, estimulam algumas enzimas como a glutationa-S-transferase, que promove a remoção de carcinógenos, e inibem outras enzimas como a citocromo P450, que ativa os pré-carcinógenos. Agentes supressores, como a curcumina, inibem a proliferação celular (Parr e Bolwell, 2000; Santos-Buelga e Scalbert, 2000; Kaur e Kapoor, 2001).

Além da importância nutricional, os compostos fenólicos exercem funções determinantes na qualidade pós-colheita, podendo influir significativamente na aparência visual, no sabor e no aroma das frutas e de seus derivados. As antocianinas conferem a cor característica de muitas frutas; a estabilidade desses pigmentos é fortemente influenciada pelo valor do pH e pela

presença de co-pigmentos, que devem ser cuidadosamente monitorados no tratamento pós-colheita. Geralmente, teores elevados desses pigmentos fenólicos favorecem atributos positivos na qualidade das frutas. De outra forma, compostos fenólicos, como os monoidroxilados ou os ortodihidroxilados, podem atuar como substratos para as polifenoxidasas, favorecendo o escurecimento durante o processamento de frutas como a maçã, a pêra e o pêssego. Essa informação é especialmente importante no processamento mínimo de frutas, pois a presença desses fenóis pode comprometer o processamento tecnológico. Em alguns processos, entretanto, como na obtenção da ameixa seca, o escurecimento torna-se desejável. Além do escurecimento enzimático, alguns compostos fenólicos são insolúveis em soluções ácidas e podem favorecer a formação de precipitados indesejáveis em sucos de frutas, como o de uva (Tomás-Barberán e Espín, 2001).

Os compostos fenólicos também imprimem valor ao aroma e ao sabor de muitas frutas. Esses parâmetros são importantes na cadeia de comercialização de frutas ou de produtos agroindustriais de frutas. O aroma é estimulado pelos componentes voláteis (ésteres, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, acetais, lactonas) exalados pelas frutas e que conferem características específicas a cada produto. Fenólicos simples, especialmente os voláteis, como a vanilina e o eugenol, contribuem para o desenvolvimento do aroma. Já o sabor corresponde à percepção da combinação entre doçura, acidez, amargor e adstringência, em conjunto com a percepção do aroma, em virtude da presença dos compostos voláteis. Esse processo relaciona-se ao amadurecimento das frutas, com o aumento do teor de açúcares simples e a redução da acidez, da adstringência e do teor de ácidos e de fenólicos (Chitarra e Chitarra, 1990). A naringina é uma flavanona responsável pelo sabor amargo que apresentam algumas frutas cítricas; já a diidrohalcona correspondente, formada por transformação química da naringina, é duas mil vezes mais doce do que a sacarose e é empregada como adoçante na indústria de alimentos (Tomás-Barberán e Espín, 2001).

Efeito do processamento na qualidade nutricional das frutas

A importância das vitaminas como reguladoras dos processos biológicos e o crescente interesse por antioxidantes, associados à redução do risco de desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas, estão despertando grande interesse sobre a química e a estabilidade dessas substâncias bioativas em alimentos. Vitaminas e antioxidantes são altamente instáveis e susceptíveis a degradação durante o processamento pós-colheita. As condições de processamento e de estocagem podem afetá-los, comprometendo a aparência, o *flavor* e o valor nutritivo do produto.

Vitaminas. A estabilidade relativa das vitaminas é adversamente afetada pelo processamento, pelo tipo de embalagem, pelo tempo e pela condição de estocagem. A vitamina C é a mais instável e pode ser facilmente degradada durante o processamento e a estocagem das frutas; o pH ácido favorece o aumento de sua estabilidade. Entre as vitaminas hidrossolúveis, a B₁, a B₂ e o ácido pantotênico também são muito instáveis, principalmente em pH alcalino; o ácido fólico, ao contrário, é instável em pH ácido, tendo sua estabilidade incrementada em pH alcalino. A aplicação de calor afeta a maioria das vitaminas; entre as hidrossolúveis, apenas as vitaminas PP e B₁₂ apresentam melhor estabilidade relativa em presença de calor. O oxigênio afeta principalmente as vitaminas A, E, C, B₁, B₁₂ e o ácido fólico. A vitamina B₂, assim como os carotenóides, é muito sensível à luz, o que pode ser um problema no caso de embalagens transparentes (Machlin, 1991).

Carotenóides. A perda ocorre principalmente por isomerização e oxidação. Fatores como estrutura dos diferentes compostos, ruptura da estrutura celular durante a manipulação, disponibilidade de água, presença de antioxidantes e/ou pró-oxidantes, exposição à luz, disponibilidade de oxigênio e temperatura aplicada durante o processamento e a estocagem do produto podem influenciar a degradação. A isomerização de transcarotenóides para cis-carotenóides, promovida pela liberação de ácidos, pela aplicação de calor e pela exposição à luz, diminui a cor e a atividade

pró-vitamínica dos carotenóides. Mas a principal causa da perda de carotenóides é a oxidação enzimática ou não-enzimática, que depende da disponibilidade de oxigênio e da estrutura dos carotenóides. A oxidação envolve, inicialmente, a epoxidação, a formação de apocarotenóides e a hidroxilação dos carotenóides. A degradação por fragmentações subseqüentes envolve a formação de compostos de baixo peso molecular. Os voláteis formados contribuem para o aroma e o sabor do produto, que pode ser desejável, como no vinho e no chá, ou indesejável, como na cenoura desidratada (Rodriguez-Amaya, 1999).

O processamento da geléia de araticum apresentou perdas menores de carotenóides e de vitamina C do que o processamento do licor da mesma fruta (Agostini e Cecchi, 1996). O processo foi conduzido conforme costumes regionais característicos: a geléia foi preparada pela adição de açúcar e de água na polpa, seguida de fervura em fogo brando durante trinta minutos; o licor foi obtido pela infusão da polpa em álcool de cereais por 20 dias e pela adição de calda de açúcar a 54 °Brix (Almeida et al., 1987). A geléia recém-processada conservou 75 % dos carotenóides presentes na polpa in natura e 59 % do potencial pró-vitamina A; o processamento do licor extraiu e conservou apenas 6 % a 14 % dos carotenóides totais presentes na polpa. A redução do potencial pró-vitamina A durante o processamento foi resultado da isomerização e da degradação do transbetacaroteno, principal carotenóide presente no marolo in natura. Após o processamento, a atividade pró-vitamina A permaneceu estável durante o período de estocagem da geléia refrigerada por 90 dias. Licores processados e estocados por 60 dias em frascos transparentes apresentaram maiores perdas relativas de carotenóides em relação aos licores processados e estocados em frascos âmbar, com proteção da luz. A degradação da vitamina C, que é mais instável do que os carotenóides, foi mais intensa do que a degradação dos carotenóides, tanto na geléia quanto no licor. A geléia conservou 55 % da vitamina C presente na polpa in natura; o licor conservou apenas 4 %. Embora as substâncias bioativas sejam parcialmente degradadas pelo tratamento térmico, a geléia de

araticum preservou melhor a estabilidade dos carotenóides, da vitamina C e do potencial pró-vitamina A do que o licor. O processo de infusão da polpa de araticum para obtenção do licor não favoreceu a extração completa das substâncias bioativas, que permaneceram retidas no resíduo da polpa (Agostini e Cecchi, 1996).

A polpa fatiada de pequi (*Caryocar brasiliense*) procedente de Mato Grosso foi preparada por cozimento convencional com arroz, de acordo com a culinária regional (Almeida, 1998). Entre os pigmentos da polpa crua do pequi, a anteraxantina foi encontrada em maior porcentagem (40,5 %), seguida pela zeaxantina (34 %). Após o cozimento, a zeaxantina foi o carotenóide predominante (52 %), ficando a anteraxantina em menor porcentagem (20 %) (Ramos et al., 2001). Esses carotenóides não apresentam atividade vitamínica, mas a zeaxantina é componente da mácula visual. A capacidade de interconversão desses dois carotenóides é bastante conhecida no ciclo das xantofilas (Sarry et al., 1994), que envolve também a formação do epóxido violaxantina. Nas plantas, esse ciclo tem recebido atenção especial por estar associado à função protetora da fotossíntese, em situação de estresse luminoso. Os carotenóides pró-vitamínicos encontrados na polpa do pequi foram o betacaroteno, a criptoflavina e a betacriptoxantina. Os valores pró-vitamina A foram de 494 retinol e 375 retinol equivalente por 100 g de polpa in natura e cozida, respectivamente (Ramos et al., 2001). Entretanto, considerando que os autores não promoveram a separação dos isômeros cis-do betacaroteno, quantificando o valor total encontrado desse carotenóide como apenas transbetacaroteno, é possível que o valor pró-vitamínico encontrado esteja superestimado e que as perdas pró-vitamínicas durante o processamento tenham sido um pouco mais elevadas.

O óleo de buriti extraído por prensagem (*expeller*) a partir de frutos esterilizados procedentes do Maranhão, safra 1993, apresentou nove carotenóides (Tabela 14). O betacaroteno, com uma média de 1.181 mg/g, foi o pigmento predominante, somando 69 % dos carotenóides totais (Agostini et al., 1994). Esses elevados teores, sem dúvida, fazem do óleo de buriti uma das maiores fontes de pró-vitamina A (18.339 retinol

Tabela 14. Composição de carotenóides (mg/g) e valor de vitamina A (retinol equivalente/100 g) do óleo de buriti.

Carotenóide	Teor (µg/g)
Fitoflueno	150
Alfacaroteno	61
13-cisbetacaroteno	359
Transbetacaroteno	672
9-cisbetacaroteno	150
Zetacaroteno	39
Deltacaroteno	38
Mutatocromo	45
Beta-10-apocarotenal	70
Gamacaroteno	13
Vitamina A (RE/100 g)	18.339

equivalente por 100 g), ainda que a presença de isômeros cis-, em grande quantidade, esteja reduzindo significativamente esse valor (Tabela 14). O alto teor de isômeros cis- do betacaroteno (43% do conteúdo total de betacaroteno), assim como a presença do epóxido mutatocromo (5,8-epóxido betacaroteno), provavelmente foi consequência do processo térmico de esterilização que antecedeu o transporte dos frutos. O fitoflueno não possui nenhum potencial corante ou pró-vitamínico, e o zetacaroteno não apresenta potencial pró-vitamínico. Os carotenos alfa-, delta- e gamacaroteno e o beta-10-apocarotenal, presentes em menores quantidades, possuem atividade pró-vitamina A reduzida, se comparados com o transbetacaroteno.

O azeite de dendê bruto, muito empregado na culinária baiana, é uma excelente fonte de pró-vitamina A. O óleo extraído da polpa dos frutos frescos apresenta teores entre 3.600 retinol equivalente e 21.700 retinol equivalente por 100 g de óleo, dependendo da espécie e da cultivar considerada. Os óleos procedentes da espécie *Elaeis oleifera* são mais ricos em pró-vitamina A do que os óleos procedentes da espécie *Elaeis guineensis*. Entretanto, variedades da última espécie apresentam maior produtividade de frutos e maior rendimento de óleo. O óleo extraído da polpa esterilizada apresenta teores entre 2.500 retinol equivalente e 14.800 retinol equivalente por 100 g de óleo. O processo de esterilização dos frutos recém-colhidos é feito para inativar as lipases presentes e prevenir a

rancificação hidrolítica do óleo. Esse processo promove, entretanto, um aumento significativo no teor de isômeros cis- do alfa e do betacaroteno, com redução significativa do potencial pró-vitamina A. Os pigmentos pró-vitamínicos também são também destruídos pelo processo de refinamento do óleo (Trujillo-Quijano et al., 1990).

Considerando a importância dos lipídios no metabolismo das pró-vitaminas A, estudos de biodisponibilidade mostram que a conversão vitamínica do azeite de dendê deve ser de 1 retinol equivalente para 2 mg a 3 mg de betacaroteno; essa equivalência é maior do que a razão 1 para 6, normalmente considerada para outros alimentos que também são fontes de betacaroteno. Nessa condição, a atividade pró-vitamínica do azeite de dendê pode ser pelo menos dobrada, fazendo desse óleo uma das mais ricas fontes de pró-vitamina A. Esse valor pode ser superado pelo óleo de buriti (Rodriguez-Amaya, 1996).

O buriti não é consumido regularmente em todas as regiões do Brasil. Os frutos são aproveitados principalmente na forma de sucos e doces caseiros, pela população local de algumas áreas específicas das regiões Norte e Centro-Oeste. Mariath et al. (1989) verificaram que a suplementação vitamínica com 12 g de doce de buriti por dia, contendo aproximadamente 134 retinol equivalente, por crianças com idade entre 4 e 12 anos, foi suficiente para recuperar quadros de hipovitaminose A, com evidências clínicas de xerofthalmia, após um período de 20 dias de suplementação. Embora o valor pró-vitamina A do doce (134 retinol equivalente) não seja excessivamente elevado, os excelentes resultados obtidos parecem confirmar a influência positiva dos lipídios presentes no doce (6,5 %), que favorecem um aumento da biodisponibilidade da pró-vitamina A. Esses resultados recomendam uma grande atenção do governo brasileiro para essa fonte natural de pró-vitamina A, que merece ser incluída em programas governamentais focados na redução da hipovitaminose A em áreas endêmicas.

Compostos fenólicos. Após a colheita, as frutas são estocadas, transportadas e sujeitas aos mais diferentes tratamentos para prolongar a vida

de estocagem e conservar a qualidade oferecida pela fruta fresca. Esses tratamentos pós-colheita podem, também, impactar a composição dos compostos fenólicos. A relação entre o processamento e a composição desses fenólicos tem sido monitorada em frutas de clima temperado (Tomás-Barberán e Espín, 2001). Entretanto, muito pouco se conhece quanto à natureza dos compostos fenólicos em frutas nativas brasileiras e quanto ao efeito dos diferentes processamentos sobre esses fenólicos.

A refrigeração é um procedimento tradicional para reduzir a atividade de enzimas, como a polifenoloxidase e as peroxidases, que podem causar o escurecimento indesejável das frutas. Por outro lado, os teores de fenilalaninase, enzima iniciadora da biossíntese de flavonóides, tendem a aumentar com a redução da temperatura, com a incidência luminosa e com a maturação de frutos, como a maçã e a ameixa, interferindo favoravelmente no acúmulo de antocianinas e no desenvolvimento da cor.

O uso de embalagem com atmosfera controlada e modificada reduz o conteúdo de oxigênio e aumenta o de dióxido de carbono, podendo produzir efeitos diretos sobre a composição dos compostos fenólicos. O conteúdo de antocianinas em morango, especialmente aquelas presentes nos tecidos internos, é afetado pelo tratamento com dióxido de carbono, que reduz a pigmentação, afetando negativamente a qualidade da fruta.

A irradiação gama é empregada para aumentar a vida pós-colheita de frutas frescas, pela inativação de patógenos. Essa técnica produz um aumento da atividade enzimática, causando o escurecimento de frutas, como a banana, a manga e o pêssego. Por seu turno, a irradiação ultravioleta pode ser empregada para induzir a biossíntese de compostos benéficos à saúde, especialmente resveratrol e flavonóides, em frutas como a banana, a uva e a maçã, melhorando sua pigmentação e sua qualidade nutricional.

O processamento térmico, para a obtenção de produtos como sucos, geléias e frutas enlatadas é tradicionalmente empregado para garantir a segurança microbiológica, a estabilidade do produto e a inativação de enzimas que podem reduzir a qualidade. Entretanto, maior atenção

tem sido dispensada à combinação de processos que recorrem a altas temperaturas, pressões elevadas, irradiação por microondas e/ou inibidores enzimáticos, visando à preservação dos compostos fenólicos benéficos à saúde.

O problema da fome

O conceito adotado no Brasil de segurança alimentar e nutricional consiste em

garantir, a todos, condições de acesso a alimentos básicos, seguros e de qualidade, em quantidade suficiente, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, com base em práticas alimentares saudáveis, contribuindo, assim, para uma existência digna em um contexto de desenvolvimento integral da pessoa humana (Brasil, 2004).

Os dados relacionados à fome nas regiões brasileiras são preocupantes. O Brasil conta com uma população de quase 180 milhões de habitantes. A população do campo ou rural (cerca de 18 % da população brasileira) estende-se por todo o território brasileiro e apresenta-se de forma diversificada, com características que abrangem uma grande especificidade cultural, racial e regional. Na Região Centro-Oeste, principal núcleo do Cerrado, vivem cerca de 10 milhões de habitantes, dos quais cerca de 3 milhões estão na zona rural. No contexto da população brasileira, estimam-se 31 milhões de indigentes³. Na Região Centro-Oeste, essa parcela representa mais de um milhão e meio, encontrando-se 45% desses indigentes na zona rural (Peliano e Beghin, 1994). Considerando a Região do Cerrado em geral, esse número deve ser mais elevado. As avaliações nutricionais indicam que as crianças das áreas rurais apresentam maior deficiência nutricional do que as crianças dos centros urbanos; a concentração de crianças desnutridas é maior em famílias com salários inferiores a dois salários mínimos. A população rural adulta apresenta maior prevalência de baixo peso e menor estatura do que a população urbana. A população rural consome proporcionalmente mais proteína e

gordura animal do que a população urbana. A população urbana consome mais alimentos processados em relação à área rural, e ingere quantidades mais elevadas de cereais, raízes e tubérculos (Brasil, 2004).

A transição epidemiológica nutricional no Brasil apresenta um quadro de estresse nutricional marcado pelo retardo estatual, sobretudo nos primeiros anos de vida, na Região Nordeste e nas áreas rurais. A hipovitaminose A persiste, com características endêmicas, em várias localidades do território nacional. No que se refere às populações adultas, com exceção do Nordeste rural, houve redução quase total, desde a década de 1980, das populações afetadas pela deficiência calórica. O problema emergente, a partir de 18 anos, é o sobrepeso e a obesidade, sobretudo nos estratos de renda mais baixa. Além disso, contrariando as tendências de melhora no cenário das carências nutricionais brasileiras nos últimos 25 anos, parece surpreendente, a princípio, a elevada prevalência de anemias, com forte evidência de crescimento desse problema, que assume comportamento epidêmico em algumas regiões (Batista-Filho e Rissin, 2003).

O crescimento progressivo das doenças crônicas não-transmissíveis resultou em preocupação com os crescentes sobrepeso e obesidade infantis. Esse problema decorre da introdução, na dieta, de alimentos que despertam a formação de hábitos alimentares pouco saudáveis. O excesso de peso tem conseqüências deletérias para a saúde, aumentando o fator de risco para doenças cardiovasculares, os problemas articulares e alguns tipos de câncer. O problema alimentar brasileiro apresenta duas faces diversas e aparentemente paradoxais: de um lado, requer ação para tratar a má nutrição manifesta pela carência alimentar; e, de outro, pelo excesso de consumo energético e pela inadequação alimentar (Brasil, 2004).

Pelas análises dos componentes físico-químicos das frutas de algumas espécies, como foi mostrado neste trabalho, pode-se dizer que a população do Cerrado e a do Brasil dispõem de significativa

³ Nesse contexto, são consideradas indigentes as pessoas cuja renda familiar corresponde apenas ao valor de aquisição de cesta básica de alimentos que atenda aos requerimentos nutricionais, recomendados pela FAO/OMS/ONU.

oferta de alimentos no banco de espécies vegetais nativas, com importantes nutrientes. De uma maneira geral, são fontes de calorias, vitaminas, proteínas, cálcio, fósforo e ferro, entre outras. Essas frutas podem, então, funcionar como fontes alternativas de nutrientes, compondo cardápios regionalizados, até mesmo na merenda escolar.

Atualmente, as fruteiras tropicais vêm despertando a atenção, tanto pela diversidade de frutas quanto pelas suas propriedades nutritivas, vislumbrando-se perspectivas de aproveitamento industrial. Há, porém, desinteresse pela industrialização em consequência da sua exploração extrativista. Um empreendimento regional em grande escala poderia ser iniciado, motivado tanto pela grande aceitação popular quanto pela franca possibilidade de exportação desses produtos, contribuindo para a diversificação dos produtos exportáveis (Barbosa et al., 1979). Todas as atividades com plantas nativas do Cerrado baseiam-se unicamente em extrativismo, a exemplo da exploração de frutas para alimentação, da atividade madeireira e do artesanato. O uso intensivo dessa prática tem reduzido a oferta desses recursos vegetais. Daí a necessidade de adoção de alternativas que viabilizem o seu uso sustentado. A falta de resultados convincentes de produção em cultivo ou avaliação econômica do uso extrativista tem contribuído para o descrédito do potencial de algumas espécies economicamente promissoras.

A flexibilização dos cardápios sugerida por Castro (1984) está coerente com os objetivos deste trabalho, segundo o qual devem ser observadas as condições locais, os gostos e as disponibilidades de alimentos locais, na busca por soluções ajustadas às peculiaridades regionais.

Conclui-se, portanto, que os resultados deste trabalho poderão colaborar para a conscientização da população do Cerrado, qual seja de divulgar a importância do potencial das plantas nativas dessa região, para melhorar a saúde. Há de se alertar, porém, para o fato de que a caracterização físico-química dessas frutas não é suficiente para considerá-las de valor nutricional. Isso somente poderá ser certificado quando se avaliar o processo de assimilação desses nutrientes pelo organismo. Em outras palavras, quando for determinada a sua biodisponibilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos pesquisadores José Antônio da Silva e Carlos Eduardo L. Fonseca, pela valiosa colaboração concedida a este projeto. À Hilda da Rosa Rodrigues, chefe-técnica da Embrapa Agroindústria e Alimentos, às pesquisadoras Dalva Alves Pereira, coordenadora/Atol/Embrapa Agroindústria e Alimentos, e Tânia Barreto Simões Corrêa, coordenadora da ACQA/Embrapa Agroindústria e Alimentos, e a Virgínia Martins da Matta, pela grande colaboração na realização das análises físico-químicas e pelo fornecimento de informações pertinentes ao tema.

Referências

- AGOSTINI, T. S.; CECCHI, H. M. Composição de carotenóides no marolo e em produtos de preparo caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 67-71, 1996.
- AGOSTINI, T. S.; SOARES, E. F.; ARELLANO-BARRERA, D. Determinação de carotenóides no óleo da polpa de buriti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 14., 1994, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SBCTA, 1994. p. 194.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; JALES, K. A.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G.; SILVEIRA, E. R. Determinação de ácido anacárdico em pedúnculos de caju. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 77-81, 2003.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. 188 p.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1994. 38 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 54).
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1987. p. 10-21.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de frutos nativos do cerrado: araticum, baru, cagaita e jatobá**. Planaltina,

- DF: Embrapa-CPAC, 1990. 83 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 26).
- BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R.; NAGATA, I. Estudos físicos e químicos dos frutos: bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e murici (*Byrsonima crassifolia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1984, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1984. v. 2, p. 797-808.
- BATISTA-FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, p. S181-S191, 2003.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1989. 223 p.
- BRASIL. **Diagnóstico de saúde e nutrição da população do campo**: levantamento de dados e proposta de ação. Brasília: CGPAN: DAB: SAS, 2004. 34 p.
- BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **The FASEB Journal**, Bethesda, v. 9, p. 1551-1558, 1995.
- BRUNE, W.; SILVA, D. O.; MATTOS, J. R. Sobre o teor de vitamina C em mirtáceas - II. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 13, n. 75, p. 182-193, 1965.
- BURTON, B. J. **Nutrição humana**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979.
- CASTRO, C. de M. Fubá, formulados e fundamentalistas. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 6., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1984.
- CEREDA, E.; SALIBE, A. A.; FERREIRA, V. L. P. Caracterização de cultivares de laranja doce *Citrus sinensis* (L) Osbeck, de baixa acidez. III - frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Componentes físicos e químicos da laranja “Valencia” (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em diversos estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1984, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1984. v. 2, p. 563-586.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL: FAEPE, 1990. p. 235-293.
- CHUNG, K. T.; WEI, C. I.; JOHNSON, M. G. Are tannins a double-edged sword in biology and health? **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 9, p. 168-175, 1998.
- CLIFFORD, M. N.; SCALBERT, A. Review ellagitannins – nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 80, p. 1118-1125, 2000.
- CULINÁRIA do Cerrado. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, Instituto do Trópico Subúmido, 1992. Parte 1. (UCG. ITS. Contribuições, 2).
- EMBRAPA. Centro de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos. (Rio de Janeiro, RJ). **Manual da qualidade para laboratório**: guia para elaboração. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA: SENAI: INMETRO, 1991.
- ESTEVES, M. T. da C.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. de; CHITARRA, A. B.; PAULA, M. B. de. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação: I - Determinações físicas e químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984a. p. 477-500.
- ESTEVES, M. T. da C.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. de; CHITARRA, A. B.; PAULA, M. B. de. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação: III - Pectina, celulose e hemicelulose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984b. p. 501-513.
- EVANGELISTA, J. **Alimentos**: um estudo abrangente. São Paulo: Atheneu, 1992. 460 p.
- FAO. **Food, nutrition and agriculture**. 1999. v. 24. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x2650T/x2650T00.htm>>. Acesso em: 26 maio 2004.
- FAO. **Human vitamin and mineral requirements**. Roma, 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2809E/y2809e0n.htm#bm23>> Acesso em: 20 abr. 2004.

FLYNN, A. Minerals and trace elements in milk. In: KINSELLA, J. (Ed.).

Advances in food and nutrition research.

California: Academy Press, 1992. v. 36, p. 209-240.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 307 p.

GURR, M. I.; HARWOOD, J. L. **Lipid biochemistry.** 4. ed. New York: Chapman & Hall, 1991.

HIMEJIMA, M.; KUBO, I. Antibacterial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 39, p. 418-421, 1991.

HIROCE, R.; CARVALHO, A. M.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; SANTOS, R. B.; GALLO, J. R. Composição mineral de frutas tropicais na colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1978. p. 357-364.

HOLMES, A. M. **Nutrition & vitamins.** New York: Facts on File, 1983. 316 p.

ITOKAWA, Y.; TOTSUKA, J.; NAKAHARA, K.; TAKEYA, K.; LEPOITTEVIN, J.; ASAKAWA, Y. Antitumor principles from *Ginkgo biloba* L. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 35, n. 30, p. 16-20, 1987.

KALIL, A. C.; LERNER, B. R.; KUROBA, C. H.; BOOG, M. C. F.; OLIVEIRA, M. C. M. O.; STEFANI, M. L. R.; NEVES SOBRINHO, O. R.; LEPER, R. M.; PHILIPPI, S. T.; FARIA, F. **Manual básico de nutrição.** 2. ed. São Paulo: Instituto de Saúde, 1979. (Instituto de Saúde, 34. Série E. Seção de Nutrição, 5).

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Review – antioxidants in fruits and vegetables: the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, p. 703-725, 2001.

KUBO, I.; KIM, M.; NAYA, K.; KOMATSU, S.; YAMAGIWA, Y.; OHASHI, K.; SAKAMOTO, Y.; HIRAKAMA, S.; KAMIKAWA, T. Prostaglandin syntetase inhibitors from the African medicinal plant *Ozoroa mucronata*. **Chemistry Letters**, Tokyo, v. 63, p. 1101-1104, 1987.

KUBO, I.; OCHI, M.; VIEIRA, P. C.; KOMATSU, S. Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. **Journal of Agriculture**

and Food Chemistry, Washington, DC, v. 41, p. 1012-1015, 1993.

LAJOLO, F. M. Functional foods: Latin American perspectives. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 88, p. S145-S150, 2002. Supl. 2.

LINDER, M. C. **Nutricional biochemistry and metabolism.** 2nd ed. Connecticut: Appleton & Lance, 1991.

MACHLIN, L. **Handbook of vitamins.** New York: Marcel Dekker, 1991. 595 p.

MARIATH, J. G. R.; LIMA, M. C. C.; SANTOS, L. M. P. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 49, n. 5, p. 849-853, 1989.

MARINHO, H. A.; CASTRO, J. S.; FERREIRA, S. A. Carotenóides e valor de pró-vitamina A de 15 cultivares de pupunha (*Bactris gasipaes*) e suas alterações com o cozimento. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CAROTENÓIDES EM ALIMENTOS, 1998. **Programas e resumos...** Campinas: Unicamp, 1998. p. 59.

MEAD, J. F.; ALFIN-SLATER, D. R.; HOWTON, D. R.; POPJAK, G. **Lipids chemistry, biochemistry and nutrition.** New York: Plenum Press, 1986.

MINAZZI-RODRIGUES, S. R.; PENTEADO, C. V. de M. Importância dos óleos de peixe em nutrição e fisiologia humana. In: VANUCCHI, H.; CAMPANA, A. O. (Ed.). **Cadernos de nutrição.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 1991. v. 3, p. 41-97.

MITCHELL, H. S.; RYNBERGEN, H. J.; ANDERSON, L.; DIBBLE, M. V. **Nutrição.** 16. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. p. 114.

MORRISON, R.; BOYD, R. Processos bioquímicos e biologia molecular. In: MORRISON, R.; BOYD, R. **Química Orgânica.** 11^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994. p. 1362-1388.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, DC). **Recommended dietary allowances.** 10th ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989.

NEVES FILHO, L. de C. Controle da umidade e temperatura em câmaras frigoríficas. In: BLEINROTH, E. W. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais.** Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

- PARR, A. J.; BOLWELL, G. P. Review phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 80, p. 985-1012, 2000.
- PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.
- PELIANO, A. M. M.; BEGHIN, N. O inacessível pão de cada dia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 100, p. 53-56, 1994.
- RAMOS, M. I. L.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P. A.; RAMOS-FILHO, M. M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos A da polpa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001.
- REISER, S. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. **Food Technology**, Chicago, v. 41, p. 91-99, 1987.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI Press, 1999. 64 p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods – the Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 9, p. 196-230, 1996.
- SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Review proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 80, p. 1094-1117, 2000.
- SARRY, J. E.; MONTILLET, J. L.; SAUVAIERE, Y.; HAVAUX, M. The protective function of the xanthophyll cycle in photosynthesis. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 353, p. 147-150, 1994.
- SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas: ALMED: UNICAMP, 1987.
- SOUZA, M. do C. P. de; MAIA, G. A.; GUEDES, Z. B. de L.; ORIÁ, H. F.; HOLANDA, L. F. F. de. Amadurecimento natural e artificial do buriti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 891-896, 1984.
- SZPIZ, R. S.; LAGO, R. C. A.; JABLONKA, F. H.; PEREIRA, D. A. **Óleos de macaúba: uma alternativa para a oleoquímica**. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, 1989. p. 1-10. (Embrapa-CTAA. Comunicado Técnico, 14).
- SZPIZ, R. S.; PEREIRA, D. A.; LAGO, R. C. A. **Comparação entre óleos de 3 palmáceas brasileiras**. Rio de Janeiro: CTAA, 1980. p. 33-46 (Embrapa-CTAA. Boletim Técnico, 14).
- TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.
- TOGASHI, M. **Composição e caracterização química do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 81, p. 853-876, 2001.
- TRUJILLO-QUIJANO, J. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; ESTEVES, W.; PLONIS, G. F. Carotenoid composition and vitamin A values of oils from four Brazilian palm fruits. **Fat Science and Technology**, Leinfelden-Echterdingen, v. 92, p. 222-226, 1990.
- UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 3rd ed. New York: Academic Press, 1971. 543 p.
- VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.): caracterização do óleo da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.