

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FUNCIONAIS Á BASE DE MANDIOCA

Magali LEONEL¹

1- INTRODUÇÃO

Alimentos funcionais fisiológicos ou nutracêuticos são alimentos que apresentam não apenas funções nutricionais, devido à presença de substâncias que atuam no organismo regulando funções bioquímicas e/ou fisiológicas, mas que também conferem maior proteção à saúde, visto que auxiliam no retardamento de processos patológicos que resultam em doenças crônicas e degenerativas (SGARBIERI & PACHECO, 1999).

Os componentes dos alimentos que apresentam características funcionais fisiológicas podem ser divididos em nutrientes e não-nutrientes. Dentre os nutrientes, destacam-se algumas vitaminas; minerais essenciais; proteínas e peptídeos; ácidos graxos poliinsaturados da família ω -3 e componentes da fibra alimentar. Já dentre os não-nutrientes, destacam-se alguns carotenóides, compostos organosulfurados, compostos fenólicos, oligossacarídeos, limonóides e substâncias indólicas. Atribui-se às substâncias não-nutrientes propriedades antioxidante, anti-radicais livres e anticarcinogênicas (ANDLAUER & FÜRST, 2002).

Originária do Brasil, região amazônica, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta da família *Euphorbiaceae* cultivada na América Tropical a mais de 5.000 anos e produz raízes com alto teor de amido. Essa cultura, plantada em mais de 90 países, alimenta cerca de 500 milhões de pessoas em todo o mundo. A produção da raiz continua crescendo na maioria dos países que a cultivam, passando de 97 milhões de toneladas para 203 milhões de toneladas em 30 anos. Segundo a FAO (2008), a produção brasileira de mandioca está em torno de 27,3 milhões de toneladas anuais, colocando o Brasil como segundo maior produtor mundial de mandioca, e também como grande consumidor, apresentando, em 2003, um consumo de raízes *per capita* de 41kg/hab/ano, em quanto o consumo *per capita* mundial foi 16kg/hab/ano, sendo esta cultura plantada em 87% dos municípios brasileiros (IBGE, 2008).

As raízes de mandioca têm sua produção dirigida tanto para consumo direto como para indústria de transformação, onde é utilizada na elaboração de diversos produtos como farinha de mesa comum, farinha d'água, a farinha seca, goma de tapioca, polvilho doce e azedo, mandioca congelada, minimamente processada, *chips* (CARDOSO et al., 2001)

¹ Pesquisadora Doutora- CERAT/UNESP, Botucatu-SP. CEP: 18610-307 E-mail:mleonel@fca.unesp.br

Além da importância da raiz de mandioca como alimento, as folhas, consideradas um subproduto da colheita da raiz, possuem elevada concentração de β -caroteno, minerais e proteínas (NASSAR et al., 2007). No Brasil as folhas da mandioca são na maioria das vezes desperdiçadas em todas as regiões brasileiras e, de acordo com Sagrilo et al. (2001), estimativas da produção de folhas de mandioca por hectare estabeleceram o potencial de folhas desidratadas em torno de 2250Kg por hectare.

2- FOLHAS DE MANDIOCA

O fundamento da utilização de alimentos alternativos se baseia no aproveitamento das partes não comestíveis dos alimentos, evitando desperdícios; resgate de hábitos alimentares tradicionais que estão sendo perdidos pelos processos de migração e urbanização e no enriquecimento da dieta habitual com fibras, proteínas, minerais e vitaminas provenientes de alimentos de baixo custo, tais como as folhas de mandioca.

As folhas de mandioca podem exercer um importante papel na nutrição humana e animal, uma vez que são fontes de proteínas. As proteínas desempenham várias funções nos processos biológicos, atuando, principalmente na formação e renovação de tecidos; por isso, sua deficiência pode causar sérios danos à saúde, especialmente em crianças. Teores elevados de proteínas das folhas de mandioca têm sido observados em vários trabalhos, com uma faixa variando de 20,77 a 35,9 g/100g MS (MADRUGA & CÂMARA, 2000; ORTEGA-FLORES et al., 2003; WOBETO, 2003; CORRÊA et al., 2004; MELO, 2005). Esse teor de proteínas pode ser comparado ao de hortaliças convencionais, como a couve (30,84 g/100g MS) (FONSECA et al., 2002).

Alguns autores relatam uma deficiência dos aminoácidos sulfurados nas folhas de mandioca (SALGADO & SANTOS, 1986; RAVINDRAN & RAVINDRAN, 1988), porém, Ortega-Flores et al. (2003) mostram, em seu trabalho, que ela não é deficiente em nenhum dos aminoácidos essenciais.

Quanto aos demais componentes da folha da mandioca são relatados na literatura teores de extrato etéreo na faixa de 3,30 a 16,00 g/100g de matéria seca, elevado teor de fibras, 26,50 a 35,40 g/100g MS e uma variação de 4,62 a 8,30 g de cinzas/100g MS. As folhas de mandioca são também ricas em minerais, especialmente Mg, Fe, Mn e Zn. Os

minerais desempenham importantes funções nos organismos vivos, como o equilíbrio de íons nos líquidos extracelulares, eletrólitos que participam do controle osmótico do metabolismo, catalizadores de certos sistemas enzimáticos e alguns ainda se encontram na dependência de vários sistemas. São encontrados nas folhas de mandioca teores de Mg variando de 0,16 a 0,35g/100g MS, Fe de 105,77 a 225,60mg/kg MS, Mn de 50,30 a 333,69 mg/kg MS Zn de 4,05 a 91,89mg/kg MS, para diferentes cultivares. Já para as vitaminas foram relatados teores de vitamina C de 43,64 a 257,64 mg/100g MS e de betacaroteno de 14,09 a 137,38 mg/100g MS, portanto, elas são consideradas fontes dessas vitaminas (MADRUGA & CÂMARA, 2000; MELO, 2005; ORTEGA-FLORES et al., 2003; RAVINDRAN & RAVINDRAN, 1988; WOBETO, 2003).

Penteado et al. (1986), ao analisarem o teor de β -caroteno da folha da mandioca da região Norte do Brasil, nos meses de dezembro e maio, encontraram valores de 151 μ g/g e 108 μ g/g, respectivamente. Adewusi e Bradbury (1993) demonstraram que folhas de diferentes idades e cultivares, apresentaram valores de β -caroteno entre 13 μ g/g e 78 μ g/g. Nassar et al. (2007) encontraram valores entre 13,85 μ g/g e 24,12 μ g/g.

2.1. Toxicidade e Fatores antinutricionais

O valor nutricional dos alimentos depende basicamente de seu conteúdo em nutrientes e da sua disponibilidade biológica. Depende ainda da presença e dos níveis de substâncias tóxicas e/ou antinutricionais, as quais podem alterar ou tornar indisponíveis esses nutrientes.

O termo antinutricional implica em substância com capacidade de alterar as possibilidades de aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos, os tornando indisponíveis ao organismo. Os fatores antinutricionais classificam-se em endógenos ou exógenos, sendo que os primeiros estão relacionados com substâncias tóxicas ou antinutricionais de ocorrência natural nos ingredientes, enquanto os exógenos referem-se aos contaminantes químicos ou biológicos ocasionados em um determinado produto (agrotóxicos, fungos, entre outros) (CORRÊA, 2000).

Muitos estudos têm sido realizados com folhas de mandioca objetivando propiciar níveis baixos das substâncias antinutritivas. Já se sabe que a forma de secagem das folhas, a

idade da planta e a própria cultivar têm grande influência tanto sobre os teores de nutrientes quanto no de antinutrientes (CORRÊA, 2000; CORRÊA et al., 2004; WOBETO, 2003).

Nas folhas da mandioca as principais substâncias consideradas antinutritivas e/ou tóxicas são: cianeto, polifenóis, nitrato, ácido oxálico, saponinas, hemaglutinina e inibidores de tripsina (CORRÊA, 2000; MELO et al., 2007; WOBETO et al., 2007).

As folhas de mandioca frescas contêm glicosídeos cianogênicos, linamarina e lotaustralina que, ao sofrerem hidrólise, liberam ácido cianídrico, tóxico aos seres humanos. Essa liberação é acarretada pela ação da enzima linamarase em plantas cujos tecidos foram danificados mecanicamente ou quando a integridade fisiológica foi perdida, como no caso do murchamento das folhas, ou pela ação da β -glicosidase no trato digestivo dos animais (CORRÊA et al., 2002).

Gomez & Valdivieso (1985) verificaram os efeitos da secagem ao sol sobre piso de concreto ou em estufa a 60°C sobre a eliminação de cianeto da folhagem de mandioca e concluíram que a secagem ao sol reduziu mais o teor de cianeto.

Diversos processos como a cocção, desidratação e a maceração são capazes de reduzir os teores de cianeto em folhas de mandioca. A secagem e a combinação da maceração com a secagem reduzem o teor de ácido cianídrico em mais de 95% (Fasuyi, 2005). Ngudi et al (2005) demonstraram que a cocção também é capaz de reduzir significativamente o teor de cianogênicos totais na folha de mandioca.

Os polifenóis podem interagir com as proteínas. Isso ocorre devido ao grande número de hidroxilas, que geram ligações de hidrogênio com as proteínas, formando complexos muito estáveis interferindo na extratibilidade e na digestibilidade protéica. Além disso, afetam a palatabilidade dos alimentos por acarretarem um sabor adstringente devido à sua habilidade de se ligar às proteínas da saliva e membranas da mucosa (Ravindran, 1993). Wobeto (2003) verificou que os teores de polifenóis das folhas de mandioca aumentam com a maturidade do vegetal, tendo estudado plantas na idade de 12, 15 e 17 meses.

Corrêa et al. (2004), utilizando diferentes solventes (água, etanol e hidróxido de amônio), observaram uma redução de 64,87% a 94,23% de polifenóis na farinha de folha de mandioca e um aumento da digestibilidade de 22,93% a 74,37%, dependendo do solvente usado.

O ácido oxálico encontra-se presente em inúmeros alimentos de origem vegetal constituintes da dieta humana, como no espinafre, taioba, alface, beterraba. A importância do ácido oxálico do ponto de vista nutricional é complexar-se com o cálcio, tornando-o indisponível para as suas funções, tendo como principais conseqüências a hipocalcemia e o raquetismo (AGOSTINI, 2006).

As saponinas são glicosídeos que ocorrem em uma grande variedade de plantas e são caracterizadas pelo gosto amargo, capacidade de formar espuma em solução aquosa e por causarem, *in vitro*, a hemólise de eritrócitos.

Wobeto (2003), em seu trabalho com folhas de mandioca, constatou que os menores teores de saponina foram encontrados aos doze meses de idade da planta (2,90 g/100g MS). No entanto, Melo (2005) encontrou 1,07 g/100g MS em uma cultivar diferente de mesma idade. Segundo o primeiro autor, esse teor se eleva de acordo com a maturidade do vegetal. As diferenças encontradas são inerentes à cultivar, à forma de secagem das folhas, entre outras.

Hemaglutininas ou lectinas são glicoproteínas que têm a propriedade específica de se ligar a certos carboidratos. Devido a esta propriedade de ligação a carboidratos, as hemaglutininas podem ligar-se a certos componentes da membrana das células sanguíneas. São Conhecidas por sua habilidade em aglutinar células, especialmente células vermelhas sanguíneas (eritrócitos) provocando a hemaglutinação (REYNOSO-CAMACHO et al., 2003).

Nos vegetais as lectinas atuam como proteção às bactérias do solo, ataque de fungos, ataque de insetos, transporte e armazenamento de açúcares. Wobeto (2003) em trabalho com farinha de folhas de mandioca de diversas cultivares e estádios de desenvolvimento da planta observou redução da atividade hemaglutinante com o aumento da maturidade do vegetal.

Os inibidores de proteases estão associados ao mecanismo de defesa das plantas, são capazes de inibir as atividades das enzimas tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases. Sua presença na dieta pode levar à redução da taxa de crescimento de animais acompanhada por uma diminuição da digestibilidade protéica. O tratamento térmico é o mais eficiente dos métodos para reduzir ou eliminar ação destes inibidores, todavia, em isolados protéicos a sua estabilidade térmica pode ser maior (GENOVESE & LAJOLO, 2000). São encontrados teores de inibidor de tripsina em folhas de mandioca variando de 0,57 a 11,14 UTI/mg MS (CORRÊA et al., 2004; WOBETO, 2003).

2.2. Concentrado protéico de folhas de mandioca

O interesse na pesquisa por novas fontes protéicas não-convencionais, com o objetivo de estudar suas propriedades funcionais para aplicação na indústria alimentícia, é cada vez maior.

Apesar das folhas de mandioca apresentarem um teor elevado em proteínas, a sua digestibilidade é baixa, devido provavelmente, ao seu alto teor de fibras e de polifenóis. A produção de concentrados protéicos de folhas (CPF) permite a utilização das proteínas foliares como alimento, contendo baixo teor de fibras e melhor qualidade nutritiva.

Embora muitos desses concentrados ainda apresentem baixa digestibilidade protéica, são recomendados como ingrediente funcional em alimentos devido ao seu alto conteúdo de proteínas, perfil favorável de aminoácidos e de propriedades funcionais.

Vários procedimentos têm sido descritos pela literatura para a obtenção de concentrado protéico de folhas (CPF). Em geral, os processos consistem, basicamente, de uma extração utilizando-se uma solução extratora combinada com uma operação mecânica que provoca a ruptura celular e a liberação dos nutrientes solúveis, produzindo um suco verde e um resíduo fibroso. O resíduo fibroso é separado do suco verde por meio de métodos convencionais de filtração ou prensagem. A próxima etapa é a de precipitação do suco, seguida de centrifugação, obtendo-se o sobrenadante e o CPF e finalizando com a desidratação (MODESTI, 2006).

A extração das proteínas de folhas dependerá, em grande parte, do grau de desintegração celular, que afeta a quantidade de proteína que se obtém durante o processo. Isso porque, quanto maior for o rompimento, maior a destruição do material das paredes das células e, conseqüentemente, maior quantidade de proteínas serão obtidas no suco (PIRIE, 1987). Para isso é necessário que haja a sua exposição a um extrator mecânico, que provocará o rompimento das paredes celulares do vegetal, através de corte, impacto, aplicação de pressão diferencial, pela combinação desses três ou, ainda, por equipamentos que se baseiam em uma prensa de parafuso, aumentando a fricção e facilitando a desintegração das folhas (MODESTI, 2006).

Modesti (2006), avaliando a obtenção de concentrados protéicos de folha de mandioca (CPFM) obtidos por diferentes formas de precipitação, calor e ácido, lavando-os e não

lavando-os com vários solventes orgânicos, com a finalidade de encontrar um método que proporcionasse melhorias na qualidade protéica, concluíram que os CPFM precipitados com calor e com ácido, praticamente não apresentaram diferenças na composição centesimal. O nível de proteína do CPFM aumentou 57,72% em comparação ao da farinha de folhas de mandioca (FFM) e também houve um aumento de extrato etéreo. Os rendimentos de extração das proteínas também foram semelhantes para os dois tipos de CPFM. O teor de Fe dos CPFM foi mais elevado quando comparado com o da FFM. As lavagens dos CPFM com solução de etanol 50% e éter não acarretaram melhorias na digestibilidade protéica, apesar de ter reduzido os níveis de antinutrientes. Todavia, a lavagem com éter clareou a cor verde dos CPFM. Os solventes que acarretaram um maior aumento na digestibilidade protéica foram a acetona e a mistura de acetona e hexano (1:1,5), que também proporcionaram um maior clareamento da cor verde do CPFMC. Em relação aos teores de cianeto, saponina e polifenóis dos CPFM eles foram reduzidos quando comparados aos da FFM, exceto o do inibidor de tripsina. Não foi observada atividade hemaglutinante em nenhuma amostra. A FFM apresentou absorção de água e de óleo bem mais elevada que os CPFM, já entre os tipos de CPFM os resultados foram semelhantes. A mínima solubilidade de nitrogênio da FFM e dos CPFM foi observada em pH entre 3 e 6. Verificou-se que a FFM possui uma capacidade de formação e estabilidade de espuma mais elevada que os CPFM. Tanto a FFM quanto os CPFM não apresentaram boa estabilidade de emulsão. A FFM poderia ser indicada para formulação de alguns tipos de alimentos, tais como, sopas, massas, produtos de padaria, bebidas carbonatadas, e os CPFM em sopas e molhos.

De acordo com Fasuyi & Aletor (2005) o concentrado protéico de folha de mandioca possui uma quantidade razoável de aminoácidos essenciais e, devido ao seu alto conteúdo em lisina poderia suplementar alguns alimentos que possuem deficiência nesse aminoácido, como é o caso dos cereais.

As propriedades funcionais refletem a completa interação entre composição, estrutura, conformação e propriedades físico-químicas das proteínas, e também a interação destas com outros componentes do alimento (lipídeos, carboidratos, etc.). Essas propriedades podem alterar o comportamento físico durante a preparação e processamento dos alimentos. Elas não são independentes, mas, interagem umas com as outras (FENNEMA, 1993). Portanto, estudos

que avaliem aplicações de concentrados protéicos de mandioca em alimentos são necessários para a valorização das folhas de mandioca como matéria-prima industrial.

3- RAÍZES DE MANDIOCA

A mandioca é bastante consumida principalmente nos países em desenvolvimento, onde pode ser cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico. As raízes de mandioca apresentam uma composição média de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídeos e 0,3% de fibras (ALBUQUERQUE et al., 1993).

Padonou et al. (2005) avaliando a composição de 20 variedades de mandioca, destas 13 eram mansas, verificaram que a umidade das variedades variou de 60,3 a 80,9% e o teor de fibras de 2,63 a 4,92 % em base seca. Grizotto e Menezes (2003) avaliaram a composição centesimal das variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70 e observaram umidade de 57,6 a 58,2% e teor de amido variando de 74,8 a 77,6% (base seca).

A Tabela 1 mostra teores de minerais e vitaminas citados pela Tabela de Composição de Alimentos (NEPA/UNICAMP, 2003) em raízes de mandioca crua e após o cozimento, evidenciando as perdas de nutrientes após o cozimento.

Tabela 1- Composição química de raízes de mandioca (NEPA/UNICAMP, 2003).

	Mandioca crua	Mandioca cozida
Minerais (mg/100g)		
Cálcio	19	15
Magnésio	44	27
Manganês	0,05	0,06
Fósforo	29	22
Ferro	0,3	0,1
Sódio	2	1
Potássio	208	100
Cobre	0,07	0,01
Zinco	0,2	0,2
Vitaminas (mg/100g)		
Tiamina	0,06	Tr
Riboflavina	Tr	Tr
Piridoxina	0,04	0,03
Niacina	Tr	*
Ácido ascórbico	16,5	Tr

Dentre os componentes da raiz de mandioca os carotenóides têm obtido grande interesse de pesquisadores devido aos benefícios promovidos á saúde humana. O estudo dos carotenóides sempre se destacou pela sua importância na alimentação humana como fonte de vitamina A e pela sua ação antioxidante que está relacionada com a diminuição do risco de doenças degenerativas como alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular e formação de catarata, proteção das mucosas gástricas, além do seu uso comercial como corante natural (NASCIMENTO, 2006).

A transformação dos carotenóides pró-vitâmicos em vitamina A ocorre por clivagem central (mecanismo principal), onde o carotenóide é dividido ao meio, formando duas moléculas de retinal no caso do β -caroteno ou uma molécula no caso dos demais carotenóides pró-vitâmicos A, que são posteriormente transformadas em retinol. Alternativamente, pode ocorrer clivagem excêntrica em que segmentos são retirados de uma das extremidades da molécula do carotenóide, formando apocarotenóides e, eventualmente, retinal (OLSON, 1999).

Penteado (2008) avaliando raízes de cinco cultivares de mandioca: Branca de Santa Catarina (SRT-59), Pioneira (SRT-1310), Ouro do Vale (SRT-797), IAC-576-70 e IAC 289-70, visando a identificação dos principais carotenóides presentes nas raízes dos cultivares de mandioca produzidos no Estado de São Paulo, bem como a determinação da atividade pró-vitâmica A dos mesmos. Os resultados das análises permitiram concluir que os principais carotenóides presentes nas raízes dos cultivares de mandioca estudados foram o neo- β -caroteno B, o β -caroteno todo- γ -trans e o neo- β -caroteno U. Os teores de vitamina A nas mandiocas estudadas, expressos em equivalentes de retinol/100g, variaram de 2,8 a 13,9 para as amostras cruas e de 0,4 a 10,7 para as amostras processadas, sendo que o cozimento promoveu uma diminuição da atividade pró-vitâmica A, que variou de 20 a 55%. Dos cultivares estudados o IAC 289-70 foi o que apresentou menor porcentagem de perda de atividade pró-vitâmica A com o cozimento. Quanto ao armazenamento, foi possível observar que a mandioca crua com casca armazenada por 6 meses em freezer a -20°C não apresentou perdas na sua atividade pró-vitâmica A enquanto que o armazenamento das farinhas à temperatura ambiente, ao abrigo da luz, pelo mesmo período de tempo, apresentou total degradação de seus carotenóides.

Nascimento (2006) em seu estudo sobre a influência do tipo de processamento sobre a retenção de β -caroteno em raízes de mandioca observou que a retenção da mandioca cozida (79% a 82 %) foi a mesma tanto para o β -caroteno total quanto para o *trans*- β -caroteno. Já para a mandioca frita a retenção foi de 54 a 56% de β -caroteno total e *trans*- β -caroteno. Nas raízes secas sem branqueamento a retenção foi de 88 a 89% e, com branqueamento antes da secagem, variou de 73 a 76%.

4 - PROCESSAMENTO DA MANDIOCA

O Brasil ocupa a segunda posição na produção mundial de mandioca, participando com 12,7% do total. A mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, assumindo destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais. Tem ainda papel importante na geração de emprego e de renda, notadamente nas áreas pobres da Região Nordeste. A produção de mandioca que é transformada em farinha e fécula gera uma receita equivalente a 600 milhões e 150 milhões de dólares, respectivamente.

A farinha constitui um dos principais produtos da mandioca e seu uso é muito difundido em todo o país. A tecnologia de fabricação da farinha é simples, por isso existem no Brasil indústrias das mais variadas escalas de produção e graus de tecnificação (desde casas-de-farinha até indústrias de maior porte). Essa heterogeneidade leva à comercialização de uma ampla variedade de farinhas, de diferentes grupos, cores, granulometria e tipos. Os produtores rurais detêm o conhecimento prático da fabricação da farinha de mandioca, mas verifica-se que a maioria deles desconhece ou não leva em consideração alguns cuidados que proporcionam o aumento do rendimento e a melhoria da qualidade da farinha produzida (FONTES et al., 1999).

No mundo são produzidos cerca de 48,5 milhões de toneladas de amido sendo os EUA responsáveis pela maior produção de amido de milho (24,6 milhões de toneladas, 62,4%) e a União Européia a maior produtora de amido de batata (1,8 milhões de toneladas, 69,2%) e trigo (2,8 milhões de toneladas, 68,3%), sendo a produção mundial de outros amidos na ordem de 2,5 milhões de toneladas, com a mandioca como principal fonte (FRANCO et al., 2001).

Como produto tradicional do Estado de Minas Gerais, o polvilho azedo conseguiu

expandir-se para todo país. O polvilho azedo é um amido modificado que se obtém da fermentação natural do amido de mandioca, após um período de 30 a 40 dias, seguido da secagem ao sol (PEREIRA et al., 1999). Este produto apresenta uma propriedade muito singular: a expansão. Devido ao seu peculiar “flavor” e propriedades funcionais, a fécula fermentada é insubstituível no preparo de biscoitos de polvilho e pão de queijo (PLATA-OVIEDO & CAMARGO, 1995).

No segmento de consumo da cadeia da mandioca encontram-se dois grupos distintos: aqueles que consomem diretamente os produtos, consumidores finais; e aqueles que usam os produtos da cadeia como insumo em outros processos industriais, consumidores intermediários (BARROS, 2004).

De acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares, em São Paulo, na faixa de renda de 3 a 5 salários mínimos, o consumo de farinha e fécula é maior. Os produtos de maior valor agregado (farofas, farinha biju, mandioca congelada, pão de queijo, etc) são comercializados em super e hipermercados e adquiridos por consumidores de renda mais alta (BARROS, 2004).

As Figuras 1, 2 e 3 mostram dados de produção e consumo total e por classes de farinha de mandioca no Brasil (CONAB, 2003, IBGE, 2006).

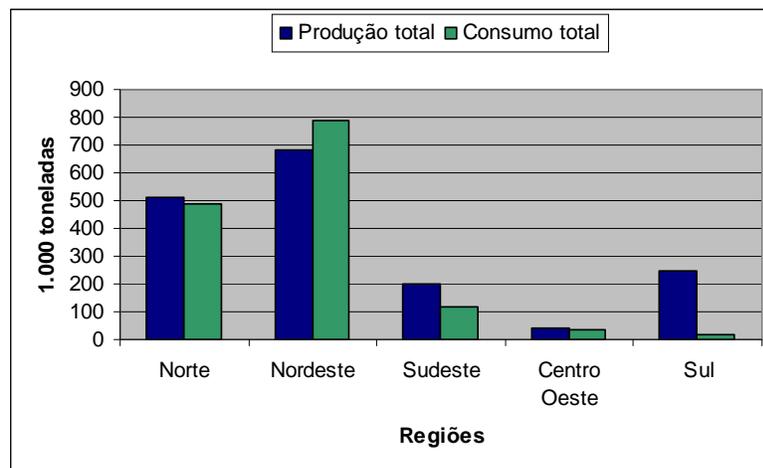


Figura 1- Oferta e demanda de farinha de mandioca nas grandes regiões brasileiras.

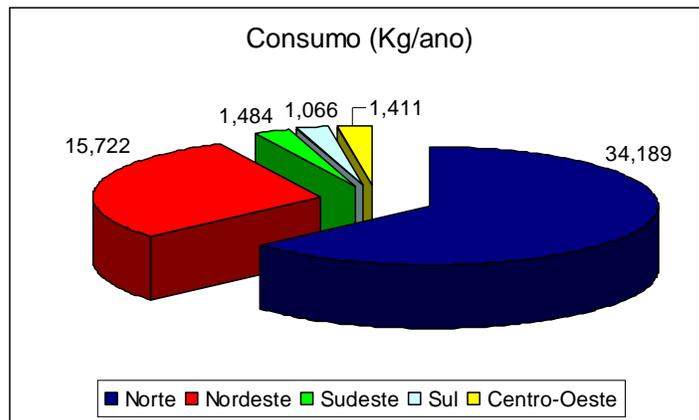


Figura 2- Consumo *per capita* de farinha de mandioca nas grandes regiões brasileiras.

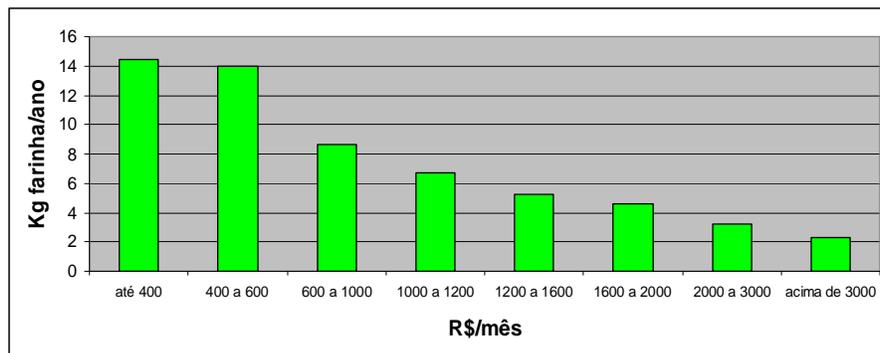


Figura 3- Consumo *per capita* de farinha de mandioca segundo classes de rendimento.

4.1. Valorização dos aspectos nutricionais dos produtos da mandioca

Diante da importância dos produtos derivados da mandioca na alimentação brasileira e, visando estimular o consumo destes como fonte de nutrientes benéficos à saúde, vários trabalhos estão sendo realizados com o objetivo de caracterizar quanto à composição química, produtos derivados de mandioca de diferentes marcas, classificações e procedências.

A Tabela 2 mostra a composição química de farinhas comercializadas em diferentes localidades do Brasil e evidencia a variação existente entre estas. Dentre os componentes das farinhas, merece destaque os dados obtidos para o teor de fibras, devido aos benefícios promovidos à saúde e a possibilidade de valorização da farinha de mandioca como fonte deste

nutriente. No grupo das farinhas secas, a farinha bijusada (F6) foi a que apresentou o maior teor de fibras (2,75%), sendo que os menores valores foram encontrados em F8 (0,89%) e F13 (0,57%). Não houve diferença estatística entre os teores de fibras das farinhas d'água, que variaram de 1,95% (F10) a 2,22% (F1) (DIAS & LEONEL, 2006).

Mattos & Martins (2000), citando a quantidade de fibras em diferentes alimentos, adotaram a seguinte classificação: alimentos com teor muito alto de fibras (mínimo 7 g fibras/100 g); alto (4,5 a 6,9 g fibras/100 g); moderado (2,4 a 4,4 g fibras/100g) e baixo (inferior a 2,4 g fibras/100 g). Considerando tal classificação, as farinhas de mandioca analisadas apresentaram teores de fibras moderados (farinhas F4, F9 e F6) a baixos (todas as demais farinhas).

Para o teor de amido os dados obtidos por Dias & Leonel (2006) apresentados na Tabela 2 são próximos aos relatados por Pessoa & Santos (2006), que analisando farinha de mandioca comercializada na Cidade de Santo Antonio-RN, encontraram teores máximos de amido de 95,88 e mínimos de 83,92% e acima dos citados por Christé (2007), de 73,19 a 75,31%, em análises de farinha de mandioca do grupo d'água.

As proteínas são moléculas essenciais para manutenção da estrutura e funcionamento do organismo. Pereira & Leonel (2008) caracterizando produtos derivados de mandioca quanto ao teor de proteínas observaram uma variação de 0,22g/100g a 2,84g/100g. Dos produtos analisados a farofa foi o produto de mandioca que apresentou o maior teor protéico (2,84%), seguida pelas farinhas seca fina (1,52%), bijusada amarela (1,45%) e crua fina (1,24%). Os menores teores foram obtidos nos polvilhos (0,24% e 0,58%) e na farinha de tapioca (0,22%). De acordo com os autores, considerando a ingestão diária recomendada para adultos de 0,8g de proteínas/kg peso/dia, o consumo de 20g/dia dos produtos analisados por um adulto saudável representaria cerca de 0,08% a 1,18% das necessidades diárias, valores que poderiam se tornar mais representativos se tais produtos fossem acrescidos de outras fontes protéicas.

Tabela 2- Comparação da composição química das diferentes farinhas de mandioca.

Farinhas de mandioca	Classificação					Variáveis (g/100g)						
	Grupo	Subgrupo	Classe	Tipo	Procedência	Umidade	Cinzas	Fibras	Proteína	Matéria graxa	Açúcares totais	Amido
F1	D'água	Fina	Branca	1	Maranhão	10,35c	0,97ab	2,22ab	0,71def	0,42de	2,46bc	82,87fg
F2	D'água	Fina	Amarela	1	Maranhão	11,57a	0,48e	2,04ab	0,63ef	0,79b	0,86e	83,87fg
F3	Seca	Grossa	Branca	1/ Crua	São Paulo	11,17ab	0,61de	1,57bc	0,88bcd	0,65bc	1,05e	84,07f
F4	Seca	Fina	Branca	2	São Paulo	10,19c	0,72cd	2,44ab	1,08 ^a	0,56cd	3,09 ^a	81,92g
F5	Seca	Fina	Amarela	1 /Torrada	São Paulo	3,10i	0,73cd	2,28ab	0,98abc	0,28efghi	1,07e	91,55ab
F6	Seca	Bijusada	Amarela	único	São Paulo	6,13fg	0,78c	2,75 ^a	0,81cde	0,24fghi	2,31c	86,99de
F7	Seca	Fina	Branca	1	Mato Grosso	9,05d	1,11a	2,00ab	1,05ab	0,34efg	2,73b	83,71fg
F8	Seca	Média	Amarela	1	Acre	10,37c	0,99ab	0,89cd	0,60f	0,32efgh	0,26f	86,56e
F9	Seca	Fina	Amarela	1	Minas Gerais	10,92b	1,09b	2,44ab	1,00ab	0,39ef	1,62d	82,53fg
F10	D'água	Média	Creme	1	Pará	3,23i	0,73cd	1,95ab	0,89abcd	0,18ghi	0,87e	92,15ab
F11	Seca	Grossa	Branca	1	Pará	5,41h	0,93b	1,94ab	0,64ef	0,15hi	1,43d	89,50c
F12	Seca	Fina	Amarela	1	Pará	6,12fg	1,03ab	2,34ab	0,57f	0,30efghi	1,03e	88,60cd
F13	Seca	Grossa	Amarela	1	Pará	6,29f	0,74cd	0,57d	0,80cde	0,17ghi	0,92e	90,51bc
F14	Seca	Fina	Branca	1	Sergipe	7,73e	1,12a	2,26ab	1,06ab	1,39a	3,35a	83,08fg

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância. Fonte: DIAS & LEONEL (2006)

O amido é um carboidrato encontrado em abundância na natureza, só competindo em quantidade com a celulose. É a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando 80-90% de todos os polissacarídeos da dieta.

Devido as suas propriedades físico químicas e funcionais exclusivas, este carboidrato tem grande importância nos mais diversos setores industriais. Na indústria de alimentos nacional e na internacional o amido é utilizado como ingrediente, podendo, entre outras funções, facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão ou proteger os alimentos durante o processamento (FRANCO et al., 2001).

De acordo com Champ *et al.* (1992) citado por Ciacco (2001), o amido resistente pode ser fisiologicamente definido como a soma do amido e produtos de sua degradação não digeridos/absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo, entretanto, ser fermentado no intestino grosso, efeitos que em alguns casos são comparáveis aos da fibra alimentar e, por este motivo, normalmente é considerado como um componente desta (CHAMP & FAISANT, 1996), produzindo gases e ácidos graxos de cadeia curta, principalmente.

O amido resistente (AR) pode ser dividido em três tipos: o tipo 1, que representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, fundamentalmente por causa das paredes celulares e proteínas, pertencendo a este grupo grãos inteiros, ou parcialmente moídos, de cereais e leguminosas; o tipo 2, presente na batata crua e banana verde, refere-se aos grânulos de amido nativo encontrados no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos; e o tipo 3 (presente em alimentos como batata cozida resfriada e pão) consiste em polímeros de amido retrogradado (principalmente amilose), produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização (CHAMP, 2001).

Do ponto de vista tecnológico, o amido resistente do tipo 3 é o mais importante, já que sua formação é resultante do processamento do alimento (GARCÍA-ALONSO et al., 1998). O conteúdo de amilose, a temperatura, a forma física, o grau de gelatinização, o resfriamento e a armazenagem, afetam seu conteúdo (GOÑI et al. 1996). Tais indicativos servem como base para explicar porque, ao contrário da fibra alimentar, as quantidades de amido resistente nos alimentos podem ser manipuladas de forma relativamente simples pelas técnicas de processamento (MUIR & O'DEA, 1992), influenciando a taxa e extensão esperada da digestão

do amido no intestino delgado humano. Esta forma de manipulação poderia ser utilizada de forma benéfica tanto para o consumidor, na manutenção da boa saúde, como para a indústria alimentícia, que teria uma fonte de “fibra” que não causaria alterações organolépticas tão pronunciadas quanto à fontes tradicionalmente usadas nos produtos, como os farelos (ENGLYST & HUDSON, 1996; YUE & WARING, 1998).

Pereira & Leonel (2008,2009) avaliando o teor de amido resistente em produtos derivados da mandioca comercializados em diferentes localidades (farinhas, farofas, polvilho doce e azedo, sagu e biscoitos de polvilho). Entre as farinhas e farofas analisadas, os maiores teores observados foram na farofa fina obtida em Cornélio Procópio-PR (7,72g/100g) e na farinha obtida a granel em Salvador-BA (8,87g/100g). Já o menor valor foi observado na farinha bijusada de Garça-SP. Para os demais produtos, os teores de amido resistente variaram de 3,04 a 4,94 g/100g, com o maior teor observado na farinha granulada de tapioca de Paranvaí-PR.

Estima-se que uma ingestão de 20 g/dia seria necessária para se obter benefícios na função gastrointestinal (MENEZES et al., 2001), apesar de não existir recomendações específicas para a ingestão de AR. Portanto, o consumo de produtos derivados da mandioca poderia contribuir para esta ingestão diária.

4.2. Desenvolvimento de novos produtos

Um dos grandes problemas enfrentados pelas populações de baixa renda em todo o mundo e, principalmente nos países em desenvolvimento, é a inadequação de alimentação, a qual ocasiona quase sempre a desnutrição. O perfil alimentar do brasileiro é simples, em termos de qualidade e quantidade dietética. Dentre os alimentos de origem vegetal mais consumidos pela população destacam-se o feijão, o arroz e a farinha de mandioca, que representam os principais produtos da cesta básica (ANGELIS, 1995; LEMOS *et al.*, 1996; SGARBIERI, 1996).

A farinha de mandioca é uma rica fonte de carboidrato, contendo proteína de baixo valor biológico, por ser limitante em aminoácidos essenciais. O enriquecimento de produtos convencionais, largamente disponíveis e de boa aceitação pela população, com ingredientes

de elevado valor nutritivo, é o caminho mais curto, e, mais econômico para se oferecer à população alimentos nutritivos a um custo competitivo com seus similares no mercado.

Nesta linha, o desenvolvimento de produtos amiláceos à base de derivados da mandioca (fécula, farinha, polvilho azedo) misturados a fontes de fibras, proteína, lipídeos, é uma alternativa proposta por diversos pesquisadores para agregar valor e ampliar os usos dos derivados da mandioca na indústria alimentícia.

Um setor que tem mostrado bastante interesse na utilização dos derivados da mandioca com base em pesquisas já desenvolvidas e publicadas é o de produção de extrusados.

A tecnologia de extrusão, nos últimos tempos, tem se tornado um dos principais processos no desenvolvimento de produtos alimentícios. Alimentos extrusados variam desde matinais, *snacks* a partir de diferentes tipos de amidos, a farinhas instantâneas e doces.

A extrusão é um processo que combina várias operações unitárias, incluindo mistura, cozimento, amassamento, cisalhamento, formação e moldagem. Os extrusores são classificados de acordo com o método de operação (a frio ou de cozimento) e construção (extrusores de rosca única ou dupla). O cozimento por extrusão é um processo de alta temperatura e curto tempo (HTST) que reduz a contaminação microbiana e inativa enzimas (FELLOWS, 2006).

GUY (2001) relaciona ao processo de extrusão as seguintes vantagens: versatilidade, baixo custo, altas taxa de produção, produtos de boa qualidade e ausência de efluentes.

Lustosa et al. (2008) estudando o efeito de parâmetros de extrusão na obtenção de *snacks* obtidos a partir de farinha de mandioca, concluíram que nas condições experimentais de umidade da farinha (16%), temperatura de extrusão (80°C), rotação da rosca (204rpm) testadas em extrusor mono rosca INBRA-RX, é possível obter produtos com maior expansão, valores intermediários de índice de solubilidade em água, baixo índice de absorção de água e cor clara, características desejáveis em biscoitos extrusados.

Souza et al. (2007) buscando desenvolver um produto funcional extrusado utilizando fécula de mandioca e polpa cítrica, obtiveram *snacks* com elevado índice de expansão e volume específico utilizando mistura com 10% de fibras, 14% de umidade, processadas em extrusor mono-rosca (INBRA-RX), nas condições de: taxa de compressão da rosca de 4,5mm

de profundidade e 14mm de largura; taxa de alimentação de 150g/min; abertura da matriz, 3mm; rotação da rosca de 272rpm, e as temperaturas na 1ª zona, 2ª zona e 3ª zona do canhão de extrusão de 25°C, 60°C e 95°C, respectivamente.

Tendo em vista a expressão da cultura da mandioca na economia brasileira, o forte apelo social, bem como a grande aceitação de seus derivados, avanços no sentido de ampliar o uso destes no desenvolvimento de produtos com apelos nutricionais e funcionais, permitirão um incremento significativo da cadeia agroindustrial da mandioca no Brasil.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, Z.S. Physico-chemical, structural and sensory quality of corn-based flax-snack. **Nahrung**, v.43, n.4, p.253-258, 1999.

ALBUQUERQUE, T. T.O.; MIRANDA, L.C.G.; SALIM, J.; TELES, F.F.F.; QUIRINO, J.G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira da mandioca**, v.12, n.1, p.7-12, 1993.

ANDLAUER, W.; FÜRST, P. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. **Food Research International**, London, v.35, n. 2/3, p. 171-176, 2002.

ANGELIS, R.C. Valor nutricional das proteínas; métodos de avaliação. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v.10, p.8-29, 1995.

ADEWUSI, S.R.A.; BRADBURY, J.H. Carotenoids in cassava: comparison of open column and HPLC methods of analysis. **J.Sci. Food Agric.**, v.12, p.375-383, 1983.

ARABBI, P.R. Alimentos funcionais – Aspectos gerais. **Nutrire: Rev. Soc. Brás. Alim. Nutr.**, v.21, p.87-102, 2001.

BARROS, G.S.C. (coord.) **Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial da mandioca no Estado de São Paulo**. São Paulo: SEBRAE, Piracicaba: CEPEA, 2004. 347p.

BOMBO, A.J. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays L.*) e linhaça (*Linum usitatissimum L.*). São Paulo, 2006. 96p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

CARDOSO, E. M. R.; MÜLLER, A. A.; SANTOS, A. I. M.; HOMMA, A. K. O.; ALVES, R. N. B.; Processamento e Comercialização de produtos derivados de mandioca no nordeste paraense. **EMBRAPA Amazônia Oriental**. Documentos nº 102 – 28p. Belém-PA. Junho 2001.

CHAMP, M. Determination of resistant starch in foods and food products: interlaboratory study. **Eur J Clin Nutr**, v.46, n.2, p.S51-S62, 1992

CHAMP, M.; FAISANT, N. **Resistant starch: analytical and physiological aspects**. Bol SBCTA, v.30, n.1, p.37-43, 1996.

CHAMP, M.; KOZLOWSKI, F.; LECANNU, G. *In vivo* and *in vitro* methods for resistant starch measurement. In: McCleary V, Prosky L. Advanced dietary fibre technology. **Oxford: Blackwell Science**; 2001. p.106-19

CIACCO, F. C.; TAVARES, D. Q.; TEXEIRA, M. A. V. Amido resistente. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica tecnología y salud- obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 469 p.

CORRÊA, A. D. **Farinha de folha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. Baiana)**: efeito de processamento sobre alguns nutrientes e antinutrientes. 2000. 108 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; NATIVIDADE, M.A.E.; ABREU, C.M.P.; XISTO, A.L.R.P.; CARVALHO, V.D. Farinha de folhas de mandioca I: efeito da secagem das folhas sobre a atividade da linamarase. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.2, p.368-374, 2002.

CHISTÉ, R. C. et al . Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27, n.2, 2007.

CORRÊA, A. D.; SANTOS, S. R. dos; ABREU, C. M. P. de; JOKL, L.; SANTOS, C. D. dos. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 159-164, 2004.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization. Base de Dados. In: <http://www.fao.org>. Acesso em 2008.

FASUYI, A.O. Nutrient composition and processing effects on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz) antinutrients. **Pakistan journal of nutrition**, v.4, p.37-42, 2005.

FASUYI, O. A.; ALETOR, V. A. Varietal composition and functional properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) leaf meal and leaf protein concentrates. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 1, n. 1, p. 43-49, Jan. 2005.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. V.1, 224p. (Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino americanas).

GARCÍA-ALONSO, A. et al. **Influence of botanical source and processing on formation of resistant starch type III**. *Cereal Chem*, v.75, n.6, p.802-804, 1998

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, M. F. Inativação dos inibidores de proteases de leguminosas: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 107-112, jul./dez. 2000.

GOÑI, I., GARCIA-DIZ, L., MAÑAS, E., SAURA-CALIXTO, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chem.**, v.56, n.4, p.445-449, 1996.

GRIZOTTO, R.K.; MENEZES, H.C. Avaliação da aceitação de "Chips de Mandioca". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.23 (Suplemento), p.79-86, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In. www.ibge.gov.br Acesso em 2008.

LEMOS, L.B., DURIGAN, J.F., FORNASIERE FILHO, D., PEDROSO, P.A.C., BANZATTO, D.A. Características de cozimento e hidratação de grãos de genótipos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v.7, p.47-57, 1996.

LUSTOSA, B.H.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Efeito de parâmetros operacionais na produção de biscoitos extrusados de farinha de mandioca. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.11, n.1, p.12-19, 2008.

MADRUGA, M. S.; CÂMARA, F. S. The chemical composition of multimistura as a food supplement. **Food Chemistry**, Oxford, v. 68, n. 1, p. 41-44, Jan. 2000.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179 p.

MATTOS, L.L.; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Rev. Saúde Pública**, v.34, p.50-55, 2000.

MELO, D. S. de; CORRÊA, A. D.; MARCOS, F. C. A.; SOUSA, R. V. de; ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. D. dos. Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a peroxidação lipídica, o

perfil lipídico sanguíneo e o peso do fígado de ratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 420-428, mar./abr. 2007.

MENEZES, E.W.; LAJOLO, F. Ingestão de fibra alimentar pela população brasileira. *In*: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica tecnologia y salud- obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 469 p.

MODESTI, C.F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos**. 2006. 73p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e bioquímica) Universidade Federal de Lavras, 2006.

MUIR, J.G.; O'DEA, K. Validation of an *in vitro* assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. **Am J Clin Nutr**, v.57, p.540-546, 1993.

NASSAR, N.; VIZZOTTO, C.S.; SCWARTZ, C.A.; PIRES, O.R.J. Cassava diversity in Brasil: the case of carotenoid-rich landraces. **Genet. Mol. Res.**, v.6, p.116-121, 2007.

NGUDI, D.D.; KUO, Y.H.; LAMBEIN, F. Cassava cyanogens and free amino acids in raw and cooked leaves. **Food and Chemical Toxicology**, v.41, p.1193-1197, 2003.

OLSON, J. A. Bioavailability of carotenoids. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, p. 21-25, 1999. Supplement.

ORTEGA-FLORES, C. I.; COSTA, M. A. I.; CEREDA, M. P.; PENTEADO, M. V. C. Avaliação da qualidade protéica da folha desidratada de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 47-59, jun. 2003.

PADONOU, W; MESTRES, C.; NAGO, M.C. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, p.261-270, 2005.

PENTEADO, M.V.C.; MINAZZI-RODRIGUES, R.S.; ALMEIDA, L.B. Carotenóides e atividade pró-vitamínica A de folhas de hortaliças consumidas no Norte do Brasil. **Rev. Farm. Bioquim.**, v.22, p.97-102, 1986.

PEREIRA, J.; CIACCO, C.F.; VILELA, R.E.; TEIXEIRA, A.L.S. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: Estudo de fontes alternativas. **Ciência e tecnologia dos Alimentos**. Campinas, 1999. 19 (2): 287-293.

PEREIRA, B. L. B.; LEONEL, M. Análise do teor de proteína em produtos comerciais à base de mandioca. In: VIII Jornada de Nutrição da UNESP de Botucatu, realizada de 26 a 28 de junho de 2008 – Botucatu-SP.

PEREIRA, B.L.B.; LEONEL, M. Avaliação do teor de amido resistente em produtos comerciais á base de mandioca. In: VI SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DE PESQUISA DO CERAT. Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu: CERAT/UNESP, 2008. p.12-19.

PESSOA, A . Y. D.; SANTOS, G. G. Avaliação Físico-Química, Microbiológica e Microscópica da Farinha de Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) Comercializada na Cidade de Santo Antonio-RN. I JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2006

PLATA-OVIEDO, M.; CAMARGO, C. R. O. Determinação de propriedades físico-químicas e funcionais de duas féculas fermentadas de mandioca (polvilho azedo). **Ciência Tecnologia dos alimentos**. Campinas, 1995. 15 (1), 59-65.

RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Changes in the nutritional composition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves during maturity. **Food Chemistry**, Oxford, v. 27, n. 4, p. 299-309, 1988.

RAVINDRAN, V. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 61, n. 2, p. 141- 150, 1993.

REYNOSO-CAMACHO, R.; De MEJIA, E.G.; LOARCA-PINA, G. Purification and acute toxicity of a lectin extracted from therapy bean (*Phaseolus acutifolius*). **Food and chemical toxicology**, Oxford, v.41, n.1, p.21-27, 2003.

SALGADO, J. S.; SANTOS, A. C. Estudo do concentrado protéico de folhas de mandioca, obtenção, análise química e suplementação com aminoácidos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 36, n. 3, p. 483-494, 1986.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.2, n.1-2, p.7-19, 1999.

SOUZA, L. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de extrusados de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, p. 83-91, 2007.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA-UNICAMP.- T113 Versão II. 2. ed., Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006.113p.

WOBETO, C. **Nutrientes e antinutrientes da farinha de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em três idades da planta.** 2003. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, v.43, n.9, p.690-695, 1998.