

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

Effect of different freezing forms on cassava roots

Autores | Authors

*Maria Madalena RINALDI

Embrapa Cerrados (CPAC)
BR 020, km 18
Caixa Postal: 08223
CEP: 73310-970
Planaltina /DF - Brasil
e-mail: madalena.rinaldi@embrapa.br

Eduardo Alano VIEIRA Josefino de Freitas FIALHO Juaci Vitoria MALAQUIAS

Embrapa Cerrados (CPAC)
Planaltina /DF - Brasil
e-mail: eduardo.alano@embrapa.br
josefino.fialho@embrapa.br
juaci.malaquias@embrapa.br

*Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido: Abr. 26, 2014

Aprovado: Ago. 05, 2015

Resumo

Avaliaram-se as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas durante o armazenamento de raízes de mandioca submetidas a diferentes métodos de congelamento. As raízes foram caracterizadas fisicamente, processadas, acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 100 µm de espessura e submetidas aos diferentes tratamentos: congelamento e armazenamento a -18 °C; congelamento e armazenamento a -80 °C; congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C. O período de armazenamento foi de 31 dias. O produto submetido a todos os tratamentos apresentou níveis aceitáveis de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico e tempo para a cocção, bem como quanto à contagem dos microrganismos avaliados. Nos tratamentos congelamento e armazenamento a -18 °C e congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C as raízes de mandioca foram aceitas sensorialmente durante todo o armazenamento. Apesar dos bons resultados apresentados no armazenamento de raízes de mandioca submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C, sugerem-se estudos mais aprofundados quanto às exigências e custo para a utilização dessa tecnologia em nível de produtor. A temperatura de -18 °C é satisfatória para manter o produto com características adequadas por no mínimo 31 dias.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz; Temperatura; Armazenamento; Conservação.

Summary

The physical-chemical, sensory and microbiological characteristics during storage of cassava roots subjected to different freezing methods were evaluated. The roots were physically characterized, processed, packaged in LDPE packages with 100 µm of thickness and subjected to different treatments: freezing and storage at -18°C; freezing and storage at -80°C; and freezing with liquid nitrogen and storage at -80°C. The storage period was 31 days. The product subjected to all treatments had acceptable levels of pH, titratable acidity, soluble solids, ratio, ascorbic acid and time for cooking as well as the counting of evaluated microorganisms. In treatments freezing and storage at -18°C, freezing with liquid nitrogen and storage at -80°C cassava roots were sensory accepted throughout the storage. Despite the good results presented in storage of cassava roots subjected to freezing with liquid nitrogen and storage at -80°C, further studies are suggested regarding requirements and costs for the use of this technology at the producer level. The temperature of -18°C is sufficient to keep the product with appropriate characteristics for at least 31 days.

Key words: *Manihot esculenta* Crantz; Temperature; Storage; Shelf-life.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

1 Introdução

A Região dos Cerrados do Brasil é um dos principais centros de dispersão da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (HALSEY et al., 2008) sendo uma das culturas mais indicadas para a região em razão de sua grande rusticidade. A mesma é cultivada visando principalmente o aproveitamento de suas raízes tuberosas ricas em amido (EL-SHARKAWY, 2012).

Nos cinturões verdes das grandes cidades brasileiras, a produção de mandioca de mesa está se profissionalizando, em especial no meio dos horticultores, atendendo à expansão da demanda pelo produto, elevando, assim, a rentabilidade da lavoura (AGUIAR et al., 2013). Ademais, o cultivo da mandioca é importante nos sistemas de rotação ou sucessão com outras espécies olerícolas.

Do ponto de vista do consumidor vem decrescendo a demanda por raízes *in natura*, em função da elevada perecibilidade das mesmas e do aspecto visual pouco atrativo, o que se reflete na diminuição crescente da oferta das mesmas em supermercados e hipermercados de grandes centros consumidores.

A mandioca de mesa para uso culinário é comercializada como vegetal fresco ou minimamente processada, refrigerada, congelada, pré-cozida e em forma de "chips", facilitando seu preparo e consumo (AGUIAR et al., 2013). O aproveitamento culinário de raízes de mandioca ocorre em todo o mundo, sendo utilizada na forma cozida, assada, frita ou integrando pratos mais complexos (OLIVEIRA et al., 2005). Dentre os vários métodos que podem ser empregados para a conservação das raízes de mandioca descascadas, o congelamento mostra-se eficiente por controlar ambos os tipos de deterioração: fisiológica e microbiológica (OLIVEIRA, 2009). O congelamento consiste num dos métodos mais difundidos e utilizados na preservação de diversos alimentos, devido à conservação das suas qualidades (CARVALHO et al., 2011).

Em pesquisa realizada no Distrito Federal, Aguiar et al. (2013) constataram que os consumidores de mandioca das classes de maior poder aquisitivo se dispõem a consumir mais raízes de mandioca e a adquirir o produto a um preço mais elevado, desde que tivessem a certeza de estarem consumindo um alimento com características culinárias e sanitárias superiores. Esse fato realça o potencial da cultura e a necessidade de investimentos na qualidade do produto final oferecido aos consumidores.

Nesse sentido, o congelamento das raízes poderá auxiliar na manutenção do produto em condições adequadas ao consumo. É importante ressaltar que um produto alimentício deve apresentar uma vida útil de forma a garantir a sua comercialização.

Dessa forma, objetivou-se determinar as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de raízes de mandioca de mesa, produzidas no Cerrado Brasileiro e armazenadas sob diferentes formas de congelamento.

2 Material e métodos

Utilizaram-se raízes de mandioca da variedade de mesa IAC 576-70, conhecida popularmente na região do Cerrado como Japonêsinha. No Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC) esta variedade está identificada como BGMC 753, sendo indicada para o cultivo na região (FIALHO et al., 2009). Em 14-03-2011 (doze meses após o plantio) foi efetuada a colheita das raízes. As amostras de raízes tuberosas foram obtidas a partir de plantas cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo (15°27,923' S e 47°38.603' W a uma altitude de 926 m), no município de Planaltina de Goiás. As mesmas foram fornecidas por um produtor parceiro, participante do projeto de Melhoramento Participativo de Mandioca de Mesa, realizado pela Embrapa Cerrados junto a produtores da região. Em laboratório, as raízes foram caracterizadas quanto à massa (g), comprimento (cm) e circunferência (cm). Foram analisadas 135 raízes de mandioca provenientes de 45 plantas com valor médio de cinco raízes por planta. O produto foi fornecido em caixas plásticas retornáveis, com capacidade para 20 kg de mandioca, utilizadas para a comercialização. As raízes foram lavadas em água corrente e resfriadas em câmara fria (10 ± 1 °C e 95% de umidade relativa). O processamento consistiu no descasque manual das raízes e descarte das pontas; lavagem em água corrente; corte da parte mediana das raízes em cilindros (10 cm de comprimento) e corte desses cilindros longitudinalmente em quatro partes. Imersão (10 minutos) em solução sanitizante de hipoclorito de sódio com 150 mg.L⁻¹ de cloro ativo. Enxágue (5 minutos) em solução de 5 mg.L⁻¹ do mesmo sanitizante e drenagem das raízes (5 minutos).

A temperatura da água de lavagem, sanitização e enxágues foi mantida a 5 ± 2 °C, sendo controlada com a adição de gelo à mesma. As boas práticas de fabricação foram adotadas. A área de processamento foi previamente higienizada, bem como todos os utensílios mantidos em seu interior. A temperatura do ambiente foi mantida a 15 ± 3 °C e utilizaram-se equipamentos de proteção individual (EPIs).

O produto (500 g) foi acondicionado em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 µm de espessura e submetido ao congelamento e armazenamento em temperatura de -18 °C; congelamento e armazenamento na temperatura de -80 °C; congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento na temperatura de -80 °C.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

Somente após o processamento, o produto foi caracterizado quanto ao extrato etéreo, segundo Campos et al. (2004), com modificação devido à utilização de aparelho extrator da marca ANKOM^{XT10}, modelo XT10L. Os teores de proteína foram avaliados de acordo com a Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (HORWITZ, 2005), onde a conversão de nitrogênio para proteína foi realizada por $N \times 6,25$; os teores de cinzas de acordo com Campos et al. (2004); os teores de fibra dietética, segundo método 985.29 da AOAC (HORWITZ, 2005); e os carboidratos obtidos por diferença (fração Nifext). Todos os resultados foram expressos em porcentagem.

O período de armazenamento foi de 31 dias. Logo após o processamento e aos 14 e 31 dias de armazenamento o produto foi submetido à análise de umidade, sólidos totais, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio* e ácido ascórbico, de acordo com Carvalho et al. (1990), tempo para a cocção conforme descrito por Butarelo et al. (2004) e análise sensorial quanto à aparência geral, cor e textura (FERREIRA, 2000), utilizando-se escala hedônica de nove pontos enumerados em ordem decrescente de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo). As amostras foram fornecidas aos julgadores de forma aleatória, codificadas com números aleatórios de três dígitos, colocadas em pratos plásticos de cor branca. Para cada julgador foi entregue uma ficha de análise sensorial.

A análise foi realizada com 60 julgadores não treinados e consumidores de mandioca. Toda a análise sensorial foi realizada no produto congelado sendo que a textura foi analisada por cada julgador com o auxílio de um garfo plástico. A vida útil do produto seguiu um escore mínimo de aceitabilidade para os diferentes atributos, sendo rejeitado quando a nota média de cada atributo fosse ≤ 5 , sendo considerada indesejável para o consumo e comercialização.

As análises microbiológicas foram realizadas na matéria-prima e no produto congelado ao zero, 14 e 31 dias de armazenamento de acordo com Silva et al. (2007). Analisou-se a contagem total de aeróbios psicrófilos, bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes. Também foi realizada a análise de aeróbios mesófilos na matéria-prima.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição consistiu em uma embalagem contendo 500 g de raízes de mandioca. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias foram agrupadas por meio do teste aglomerativo de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2001).

3 Resultados e discussão

3.1 Caracterizações físicas da matéria-prima e composição centesimal

As raízes de mandioca apresentaram valores médios de massa de 602 g, comprimento de 34,89 cm e circunferência de 15,18 cm. Costa (2005) obteve valores médios de massa de 522 g, comprimento de 40,72 cm e diâmetro de 12,42 cm para essa mesma variedade. A composição centesimal das raízes de mandioca consistiu em 60,00% de umidade, 0,30% de extrato etéreo, 0,68% de proteínas, 5,17% de fibra dietética (4,50% de insolúveis e 0,67% de solúveis), 0,92% de cinzas e 32,93% de carboidratos (fração Nifext). Resultados apresentados pela TACO (UNICAMP, 2011) em raízes de mandioca crua abordam valores muito próximos aos obtidos neste trabalho para as variáveis umidade (61,80%), lipídeos (0,30%) e carboidratos (36,20%) diferindo das variáveis proteínas (1,10%), fibra dietética (1,90%) e cinzas (0,60%).

Em análise realizada na mesma variedade e mesma época de colheita das raízes foram obtidos 66,86% de umidade, 0,12% de lipídeos, 0,70% de proteínas, 0,78% de cinzas, 0,74% de fibras insolúveis e 0,51% de fibras solúveis (FENIMAN, 2004), sendo valores próximos aos obtidos neste trabalho apenas para proteínas, cinzas e fibras solúveis. A diferença nos valores de umidade, lipídeos e fibras insolúveis provavelmente deve-se à região de cultivo, idade das raízes no momento da colheita e características intrínsecas das mesmas. Na composição centesimal de oito variedades de mandioca foi obtida fibra bruta de 0,046% a 0,093% e cinzas de 1,27% a 2,72% (OLIVEIRA et al., 2007). No presente trabalho foram realizadas análises de fibras solúveis e insolúveis de acordo com as exigências da legislação não sendo possível a comparação com a fibra bruta apresentada pelos autores citados. Além disso, os autores estudaram oito variedades de mandioca o que pode justificar os maiores valores de cinzas apresentados pelos mesmos. Em contrapartida, Maieves (2010) relata valores de fibra solúvel e insolúvel próximos aos encontrados neste trabalho em 10 diferentes cultivares de mandioca. O conteúdo de carboidratos (fração Nifext) encontrado neste experimento ficou abaixo do reportado pela TBCA/USP (USP, 2008), que apresenta o valor de 33,86% em fração Nifext, sendo que a diferença pode estar relacionada a diferentes variedades estudadas, época de colheita, região de cultivo e às próprias características intrínsecas das matérias-primas utilizadas.

Os valores de umidade variaram entre 57,60% e 61,00% com valor médio de 59,55% (Tabela 1), não havendo efeito significativo dos tratamentos e período de armazenamento sobre essa variável. Os valores de umidade observados neste trabalho são inferiores aos obtidos por Oliveira et al. (2003) (63,60% a 65,54%) para

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com indicação dos graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CVs) dos parâmetros pH, sólidos solúveis em °Brix (SS), acidez titulável em g de ácido cítrico em 100 gramas de matéria fresca (AT), *ratio*, ácido ascórbico em miligramas por 100 gramas de matéria fresca (AA), umidade em porcentagem (UM), sólidos totais em porcentagem (ST), tempo para a cocção (TC) em minutos, aparência geral (AG), cor (Cor) e textura (TX), avaliados em raízes de mandioca submetidas aos tratamentos congelamento e armazenamento em temperatura de -18 °C; congelamento e armazenamento na temperatura de -80 °C; congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento na temperatura de -80 °C em função dos dias de armazenamento.

Fontes de Variação	GL	QM								GL	QM		
		pH	SS	AT	<i>ratio</i>	AA	UM	ST	TC		AG	Cor	TX
QM _{tratamentos}	2	0,11*	1,58	0,005*	105*	43	2,48	2,48	0,04	2	0,41	0,54	0,03
QM _{armazenamento}	2	0,14*	4,41*	0,032*	112*	796*	4,70	4,71	2,01	2	40,84*	8,47*	168*
QM _{t x a}	4	0,20*	0,37	0,003*	47*	27	3,37	3,37	15,20*	4	0,47	0,24	0,62
QM _{resíduo}	18	0,02	0,67	0,001	16	17	5,11	5,11	2,66	261	2,84	2,32	4,56
CV (%)	-	2,34	13,11	10,52	17,44	6,35	3,79	5,59	9,58	-	23,35	21,20	33,77
Média	-	6,22	6,26	0,29	22,33	64,90	59,55	40,44	17,02	-	7,22	7,18	6,32

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

mandioca minimamente processada durante 28 dias de armazenamento. Bezerra et al. (2002) trabalharam com a cultivar Baianinha minimamente processada, e a variedade apresentou valor médio de 57,01% durante o armazenamento. Esses últimos autores enfatizaram a já conhecida importância da manutenção da umidade de raízes de mandioca durante o armazenamento, uma vez que a sua diminuição implica no favorecimento das reações enzimáticas que culminam com a descoloração vascular. Além disso, o aumento nos valores de umidade devido às características da embalagem utilizada, centrifugação inadequada e outros problemas no armazenamento podem facilitar a multiplicação dos microrganismos presentes no produto, levando à redução da vida útil do mesmo.

O valor médio de umidade verificado para as raízes de mandioca congeladas e armazenadas durante 150 dias foi de 60,65%, sendo que nos primeiros 30 dias quase não houve alteração no teor de água das raízes armazenadas sob congelamento, fato semelhante ao ocorrido neste trabalho; ainda de acordo com os autores, ocorreram diferenças significativas a partir de 60 dias de estocagem, com decréscimo da umidade (CARVALHO et al., 2011). Várias cultivares de mandiocas descascadas, cortadas e armazenadas em embalagens plásticas e submetidas a congelamento a -8 °C por dois meses, apresentaram umidade média em torno de 65,00% (CENI et al., 2009), resultado próximo aos valores de umidade obtidos no presente estudo. O mecanismo de troca de vapor de água entre o alimento e o ambiente assume importância no seu processamento, particularmente durante o armazenamento (SILVA et al., 2002).

Os valores de sólidos totais variaram entre 39,00% e 42,40% com valor médio de 40,44% (Tabela 1), não tendo sido detectadas diferenças significativas durante o período de armazenamento e entre os tratamentos. Valor semelhante de matéria seca foi obtido por

Mezette et al. (2009) na mandioca cultivar IAC 576-70 e nos cultivares Pioneira e Catarina Amarela (PEREIRA; BELÉIA, 2004). O que não ocorreu com Feniman (2004), que encontrou valor médio inferior (33,10%) para a mesma cultivar utilizada neste estudo.

3.2 Análises físico-químicas

3.2.1 pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico e tempo para a cocção

Os valores de pH variaram de 5,92 a 6,69 durante todo o armazenamento (Tabela 2). O menor valor ocorreu nas raízes de mandioca congeladas e mantidas a -80 °C aos 14 dias de armazenamento e o maior valor nas raízes submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido aos 14 dias de armazenamento. A variação ocorrida nos valores de pH pode estar relacionada com as características do processo de congelamento, pois quanto mais baixa a temperatura de congelamento menores são as modificações físicas, químicas e estruturais no produto congelado. Além disso, podem ser devidas às características da matéria-prima uma vez que no tratamento a -18 °C também ocorreu aumento nos valores de pH aos 14 dias de armazenamento, não diferindo significativamente do produto congelado com nitrogênio líquido e mantido a -80 °C. A variação do pH ocorrida nas amostras correspondeu à variação ocorrida nos valores de acidez titulável, na qual os maiores valores de pH corresponderam aos menores valores de acidez titulável e vice-versa.

A acidez titulável variou entre 0,19 e 0,39 g de ácido cítrico/100g de matéria fresca (Tabela 2), não correspondendo ao observado por Carvalho et al. (2011), quando não ocorreu diferença significativa nos valores de acidez titulável em raízes de mandiocas congeladas por até 60 dias de estocagem. Entretanto, os mesmos autores observaram que a partir dos 90 dias de

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

armazenamento houve acréscimo significativo em relação aos períodos anteriores. Os valores de acidez titulável obtidos no presente experimento foram bem inferiores aos obtidos (1,5%) por Oliveira et al. (2003) em raízes de mandioca *in natura* da mesma cultivar. Valores bem mais próximos (0,11% a 0,85%) foram obtidos em raízes de mandioca da mesma cultivar minimamente processadas e mantidas sob condição ambiente (HENRIQUE et al., 2010). Os valores de acidez titulável tendem a diminuir durante o armazenamento de produtos refrigerados devido à utilização dos ácidos no processo respiratório. Em produtos congelados era esperada a manutenção desses valores, o que não ocorreu principalmente no produto congelado e mantido na temperatura de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, que apresentou a maior redução no final do armazenamento.

Os sólidos solúveis reduziram apenas no produto armazenado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, com valor mínimo de 4,77 °Brix, aos 31 dias de armazenamento (Tabela 2). O maior valor foi observado no início do armazenamento. O produto congelado com nitrogênio líquido e mantido na temperatura de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ apresentou maiores valores de sólidos solúveis durante todo o armazenamento, o que já era esperado devido ao processo de congelamento no qual o produto sofre menos modificações na sua estrutura, mantendo por mais tempo as características iniciais.

Os valores de sólidos solúveis observados neste trabalho situam-se na faixa ou acima da variação de 4,0 °Brix a 6,0 °Brix, verificada por Silva et al. (2003). Com os dados obtidos no presente trabalho ficou comprovado que para a manutenção dos sólidos solúveis, nos tratamentos aos quais o produto foi submetido, aqueles com temperaturas mais baixas foram mais efetivos, sendo mais eficiente, dentre estes, o tratamento com nitrogênio líquido e manutenção a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. A redução de sólidos solúveis durante o armazenamento geralmente está relacionada com a atividade metabólica ocorrida no produto durante o período.

O *ratio* apresentou oscilação de 16,46 a 32,29 (Tabela 2). Os menores valores foram para o tratamento $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 14 dias de armazenamento e o maior valor foi observado no tratamento N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 31 dias de armazenamento. Os valores de *ratio* tendem a aumentar durante a maturação do vegetal, devido ao acréscimo nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos (CAVALINI et al., 2006). A faixa de relação de sólidos solúveis/acidez que indica balanceamento sensorial equilibrado está entre 12 e 18 (CARVALHO et al., 1990). Esse comportamento ocorreu nas raízes armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a partir de 14 dias de armazenamento e também nas raízes congeladas e mantidas a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ somente aos 14 dias de armazenamento. Não foram encontrados na

Tabela 2. Valores médios de pH, acidez titulável (g de ácido cítrico/100 g de matéria fresca), sólidos solúveis (°Brix), *ratio*, ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico/100 g de matéria fresca) e tempo para a cocção (minutos) em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Variáveis físico-químicas	Tratamentos	Teores médios dos constituintes			CV%
		Dias de armazenamento			
		0	14	31	
pH	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,13 ^{Ba}	6,47 ^{Aa}	6,09 ^{Ba}	2,34
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,13 ^{Aa}	5,92 ^{Bb}	6,26 ^{Aa}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,13 ^{Ba}	6,69 ^{Aa}	6,13 ^{Ba}	
Acidez titulável	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,30 ^{Ba}	0,34 ^{Ab}	0,27 ^{Ba}	10,51
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,31 ^{Ba}	0,39 ^{Aa}	0,22 ^{Cb}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,31 ^{Aa}	0,30 ^{Ab}	0,19 ^{Bb}	
Sólidos solúveis	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,93 ^{Aa}	5,63 ^{Ba}	4,77 ^{Ba}	13,11
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,97 ^{Aa}	6,50 ^{Aa}	5,90 ^{Aa}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	6,97 ^{Aa}	6,67 ^{Aa}	6,00 ^{Aa}	
<i>ratio</i>	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	22,91 ^{Aa}	16,46 ^{Aa}	17,40 ^{Ab}	17,44
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	22,92 ^{Aa}	17,18 ^{Ba}	26,84 ^{Aa}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	22,92 ^{Ba}	22,03 ^{Ba}	32,29 ^{Aa}	
Ácido ascórbico	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	75,76 ^{Aa}	56,60 ^{Ba}	56,55 ^{Bb}	6,36
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	75,76 ^{Aa}	60,90 ^{Ba}	65,20 ^{Ba}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	75,76 ^{Aa}	61,33 ^{Ba}	56,24 ^{Bb}	
Tempo de cocção	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	16,83 ^{Ba}	15,33 ^{Bb}	19,00 ^{Aa}	9,58
	$-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	16,83 ^{Aa}	17,67 ^{Aa}	16,67 ^{Aa}	
	N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$	16,83 ^{Ba}	19,67 ^{Aa}	14,33 ^{Bb}	

DA: Dias de Armazenamento; $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$: Congelamento e armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$: Congelamento e armazenamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$; N_2 - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, probabilidade de erro de 5%, pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

literatura especializada valores que classificassem raízes de mandioca para esta variável.

Os valores de ácido ascórbico oscilaram entre 56,24 e 75,76 mg de ácido ascórbico/100 g de matéria fresca (Tabela 2). O maior valor foi para a matéria-prima no início do armazenamento e o menor foi para o tratamento N₂-80 °C aos 31 dias de armazenamento. A vitamina C é mais estável em meio ácido e em baixas temperaturas (SEBASTIANY et al., 2008). Em raízes de mandioca minimamente processada do cultivar Baianinha, o teor médio foi de 38,90 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa fresca durante 18 dias de armazenamento (BEZERRA et al., 2002), sendo inferior aos dados obtidos neste trabalho.

Em produtos minimamente processados o conteúdo de ácido ascórbico geralmente tende a diminuir com a maturação e período de armazenamento (RINALDI et al., 2009). No presente trabalho, com o produto mantido sob congelamento, foi detectada a redução no conteúdo de ácido ascórbico em todos os tratamentos do início aos 14 dias de armazenamento, diferindo dos resultados obtidos por Silva (2009) em raízes de mandioca minimamente processada do cultivar Pernambuco. Dessa forma, é possível inferir que houve uma considerável preservação do ácido ascórbico nos tratamentos estudados, provavelmente em função do produto ter sido mantido congelado uma vez que a estabilidade dessa vitamina aumenta à medida que diminui a temperatura, chegando ao máximo em temperaturas inferiores a -18 °C (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Em todos os tratamentos as raízes de mandioca apresentaram cocção variando de 14,33 a 19,67 minutos, não correspondendo ao aumento no tempo de cocção observado por Oliveira et al. (2009) em raízes de mandioca

orgânica da variedade BRS Dourada minimamente processada, mantidas durante 36 dias de armazenamento, porém, não ultrapassaram 18,60 minutos. Neste trabalho, a variação dos valores de tempo para a cocção que ocorreram em alguns tratamentos e períodos de análise provavelmente deve-se a características intrínsecas das amostras. Também ocorreram diferenças significativas no tempo para a cocção das raízes de mandioca minimamente processadas em função dos períodos de armazenamento variando de 24,85 a 27,70 minutos (BEZERRA et al., 2002), sendo bem superior aos valores obtidos neste trabalho. Altos valores para o tempo de cocção podem estar relacionados com a variedade, épocas de colheita, idade das raízes no momento da colheita e outros fatores ainda não elucidados para esta variável.

3.3 Análises sensoriais

3.3.1 Aparência geral, cor e textura

A maior nota (8,0) atribuída pelos julgadores para a aparência geral foi para a matéria-prima no dia zero (Tabela 3), correspondendo a “gostei muito” na escala de notas utilizadas pelos julgadores. A aparência geral reduziu em todos os tratamentos no 14º dia e manteve-se até o 31º dia com valores entre 6,77 e 6,97, sendo ainda aceitáveis para a comercialização no final do armazenamento de acordo com a escala utilizada. A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra do consumidor, uma vez que é pela observação do aspecto global que o consumidor seleciona e consome o alimento (SOUZA, 2005).

As notas recebidas para o atributo cor variaram de 7,50 a 6,83 (Tabela 3), sendo aceitável pelos julgadores durante todo o armazenamento. Não houve influência do

Tabela 3. Valores médios das notas atribuídas pelos julgadores para aparência geral, cor e textura em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Atributos sensoriais avaliados	Tratamentos	Notas médias atribuídas pelos julgadores			CV%
		Dias de armazenamento			
		0	14	31	
Aparência geral	-18 °C	8,00 ^{Aa}	6,63 ^{Ba}	6,80 ^{Ba}	23,35
	-80 °C	8,00 ^{Aa}	7,00 ^{Ba}	6,77 ^{Ba}	
	N ₂ -80 °C	8,00 ^{Aa}	6,83 ^{Ba}	6,97 ^{Ba}	
Cor	-18 °C	7,50 ^{Aa}	6,87 ^{Aa}	7,00 ^{Aa}	21,20
	-80 °C	7,50 ^{Aa}	6,97 ^{Aa}	7,33 ^{Aa}	
	N ₂ -80 °C	7,50 ^{Aa}	6,83 ^{Aa}	7,10 ^{Aa}	
Textura	-18 °C	7,80 ^{Aa}	6,07 ^{Ba}	5,13 ^{Ba}	33,77
	-80 °C	7,80 ^{Aa}	6,23 ^{Ba}	4,97 ^{Ca}	
	N ₂ -80 °C	7,80 ^{Aa}	5,90 ^{Ba}	5,20 ^{Ba}	

DA: Dias de Armazenamento; -18 °C: Congelamento e armazenamento a -18 °C; -80 °C: Congelamento e armazenamento a -80 °C; N₂-80 °C: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, probabilidade de erro de 5%, pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott. Escala de notas: 9 = gostei muitíssimo; 8 = gostei muito; 7 = gostei moderadamente; 6 = gostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 4 = desgostei ligeiramente; 3 = desgostei moderadamente; 2 = desgostei muito; 1 = desgostei muitíssimo.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

Tabela 4. Valores médios das análises microbiológicas em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Dias de armazenamento	Tratamentos	Microrganismos avaliados			
		Contagem total de psicotróficos (UFC/g)	Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g)	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)
Zero	Matéria-prima	$<2,5 \times 10^1$ est	$2,6 \times 10^3$	$0,36 \times 10^1$	<3
	MMP	$<2,5 \times 10^1$ est	$4,0 \times 10^2$ est	<3	<3
14	-18 °C	$8,0 \times 10^2$ est	$7,0 \times 10^2$ est	$0,36 \times 10^1$	<3
	-80 °C	$4,9 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$0,36 \times 10^1$	<3
	N2-80 °C	$5,6 \times 10^2$ est	$5,6 \times 10^2$ est	$0,36 \times 10^1$	<3
31	-18 °C	$5,3 \times 10^4$	$2,8 \times 10^3$	<3	<3
	-80 °C	$2,3 \times 10^3$	<10 est	<3	<3
	N2-80 °C	$1,9 \times 10^3$	<10 est	$0,36 \times 10^1$	<3

MMP: Mandioca Minimamente Processada; est.: contagem estimada; -18 °C: Congelamento e armazenamento a -18 °C; -80 °C: Congelamento e armazenamento a -80 °C; N₂-80 °C: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C.

tempo de armazenamento sobre este atributo. Isso pode ser justificável pelo fato de não ter ocorrido escurecimento significativamente visível em nenhum dos tratamentos estudados durante todo o período de armazenamento.

Ocorreu redução de notas em todos os tratamentos avaliados para o atributo textura, sendo que o tratamento -80 °C recebeu a menor nota (4,97) no 31º dia de armazenamento, considerada abaixo do limite de aceitabilidade (Tabela 3). Observou-se que as raízes de mandioca submetidas a este tratamento, quando mantidas sob condição ambiente durante as análises, iniciaram o processo de descongelamento mais rapidamente quando comparado aos demais tratamentos. Esse comportamento não é desejável, pois poderia inviabilizar a manutenção do produto congelado do local de comercialização até a utilização pelo consumidor.

3.4 Análises microbiológicas

A matéria-prima apresentou contagem total de aeróbios mesófilos de $4,9 \times 10^2$ UFC/g, sendo uma contagem consideravelmente baixa por ser um produto oriundo do solo, que é uma das principais fontes de contaminação por microrganismos.

A contagem total de psicotróficos variou de $<2,5 \times 10^1$ est na matéria-prima a $5,3 \times 10^4$ UFC/g, no tratamento -18°C, no 31º dia de armazenamento (Tabela 4). Na legislação brasileira não há padrão para estes microrganismos em alimentos, porém Caruso e Camargo (1984) afirmam que quantidades elevadas ($>10^5$ UFC/g) são completamente indesejáveis, considerando que o alimento pode estar inadequado para o consumo, com perda real ou potencial das qualidades sensoriais, comprometimento da aparência do alimento e presença de microrganismos patogênicos e/ou deterioradores. No presente trabalho, os valores obtidos de psicotróficos encontravam-se abaixo do limite considerado pelos

autores como limitante para a comercialização de produtos.

Para bolores e leveduras, os tratamentos apresentaram baixa contagem (<10 est. a $5,2 \times 10^3$ UFC/g). Na Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), o limite para vegetais refrigerados e congelados só existe para Salmonella e coliformes termotolerantes. As contagens de bolores e leveduras não foram altas em todos os tratamentos durante todo o período, permitindo sua comercialização após 31 dias de armazenamento.

A presença de coliformes totais foi baixa, variando entre <3 e $0,36 \times 10^1$ NMP/g, demonstrando que as raízes estavam em boas condições higiênicas. A contagem de coliformes termotolerantes também foi baixa com valor máximo de <3 NMP/g, atendendo às exigências da Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) e correspondendo aos resultados obtidos por Costa (2005) em raízes de mandioca *in natura* e minimamente processadas. Silva (2009) encontrou variação entre <3 e $1,1 \times 10^3$ NMP/g para coliformes totais e valores <3 NMP/g para coliformes termotolerantes em mandioca minimamente processada. Valores mais altos de coliformes totais obtidos pelo último autor podem ser justificados pelas características da matéria-prima, condição de processamento e também pelo produto ter sido mantido apenas refrigerado e não congelado como no presente trabalho.

4 Conclusão

O tempo de armazenamento e o tratamento tiveram influência na qualidade das raízes de mandioca. O produto submetido a todos os tratamentos apresentou níveis aceitáveis de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico e tempo para a cocção, bem como quanto à contagem dos microrganismos avaliados.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

Nos tratamentos congelamento e armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, as raízes de mandioca foram aceitas sensorialmente durante todo o armazenamento.

Apesar dos bons resultados apresentados no armazenamento de raízes de mandioca submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sugere-se estudos mais aprofundados quanto às exigências e custo para a utilização dessa tecnologia em nível de produtor.

A temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ é satisfatória para manter o produto com características adequadas por no mínimo 31 dias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), à Fundação Banco do Brasil (FBB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências

- AGUIAR, J. L. P.; SOUSA, T. C.; LÔBO, C. F. Aspectos econômicos e de mercado do cultivo de mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. (Ed.). **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**. 2. ed. 2013. Planaltina: Embrapa. cap. 9, p. 161-203.
- BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processada: efeito do branqueamento na qualidade e conservação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-567, 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 24 mar. 2014.
- BUTARELO, S. S.; BELEIA, A.; FONSECA, I. C. B.; ITO, K. C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 311-315, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000300001>.
- CAMPOS, E. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.
- CARUSO, J. G. B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R. (Ed.). **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. p. 35-49.
- CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; SOUZA, T. C. L.; FERREIRA, T. F.; ABREU, L. F. Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 223-228, 2011.
- CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990. Manual Técnico.
- CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for 'kumagai' and 'paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000200005>.
- CENI, G. C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELLO, A. L.; VALDUGA, E. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.
- COSTA, M. G. S. **Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração**. 2005. 71 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 442 p.
- EL-SHARKAWY, M. A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. **Open Journal of Soil Science**, Beijing, v. 2, n. 2, p. 162-186, 2012. <http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2012.22022>.
- FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V.; FUKUDA, W. M. G.; SANTOS FILHO, M. O. S.; SILVA, K. N. Desempenho de variedades de mandioca de mesa no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 15, n. 1-4, p. 31-35, 2009.
- HALSEY, M. E.; OLSEN, K. M.; TAYLOR, N. J.; CHAVARRIAGA-AGUIRRE, P. Reproductive biology of cassava (*manihot esculenta* crantz) and isolation of experimental field trials. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 49-58, 2008.
- HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; SARMENTO, S. B. S. Alterações fisiológicas em raízes de mandioca minimamente processadas. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 7, p. 1-7, 2010.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. 1298 p. Método 985.29.
- MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de novas cultivares de mandioca**. 2010.

Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca

RINALDI, M. M. et al.

- 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A. M.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000300006>.
- OLIVEIRA, L. A.; AMORIM, T. S.; SANTOS, D. V.; SILVA, J. Composição físico-química de variedades de mandioca de mesa cultivadas no sistema orgânico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 3, 2007. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1310/633>>. Acesso em: 15 maio 2014.
- OLIVEIRA, L. A.; VIANA, E. S.; SILVA, J.; AMORIM, T. S. Qualidade físico-química, microbiológica e culinária de mandioca dourada orgânica minimamente processada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Anais...** Botucatu: CERAT/Unesp, 2009.
- OLIVEIRA, M. A. Conservação pós-colheita de mandioca de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu: **Anais...** Botucatu: CERAT/Unesp, 2009. p. 118-125.
- OLIVEIRA, M. A.; LEONEL, M.; CABELLO, C.; CEREDA, M. P.; JANES, D. A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 126-133, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000100016>.
- OLIVEIRA, M. A.; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 339-344, 2003.
- ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L.; DE LA, H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1. 294 p.
- PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 59-63, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000100012>.
- RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MORETTI, C. L. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 310-315, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000200012>.
- SEBASTIANY, E.; MOURA, E. R.; RÊGO, E. R.; VITAL, M. J. S. Perda de vitamina C durante o armazenamento de polpa de acerola congelada. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 281-288, 2008.
- SILVA, J. A. **Conservação de mandioca (Manihot esculenta Crantz) minimamente processada sob diferentes atmosferas modificadas**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- SILVA, M. M.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, M. M. Demanda energética envolvida no processo de desorção de umidade em polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 107-117, 2002. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v4n2p107-117>.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; DANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 552 p.
- SILVA, V. V.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 197-202, 2003.
- SOUZA, E. C. **Qualidade de alface americana minimamente processada CV. Raider: efeito do hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido ascórbico**. 2005. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA**. versão 5.0. São Paulo: USP; BRASILFOODS, 2008. Disponível em: <<http://www.intranet.fcf.usp.br/tabela/lista.asp?base=c>>. Acesso em: 01 abril 2014.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. versão 2. 2. ed. Campinas: UNICAMP; NEPA, 2011. 113 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2014.