

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

ANTONIA PAIVA TEIXEIRA

**O CARÁ-ROXO (*Dioscorea trifida*) COMO INGREDIENTE FUNCIONAL
NA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO**

Artigo científico encaminhado a uma revista científica do sistema WebQualis da CAPES, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos conforme determina o regimento do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas.

Orientadora: Prof^a Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira

**MANAUS
2011**

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Teixeira, Antonia Paiva

T266c O cará-roxo (*Dioscorea trifida*) como ingrediente funcional na indústria de panificação / Antonia Paiva Teixeira. - Manaus: UFAM, 2011.
22 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) — Universidade Federal do Amazonas, 2011.

Orientadora: Prof^a. Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira

1. *Dioscorea trifida* 2. Pão – Fabricação 3. Alimentos funcionais I. Oliveira, Ila Maria de Aguiar II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 582.572.7:664.663(043.3)

O CARÁ-ROXO (*Dioscorea trifida*) COMO INGREDIENTE FUNCIONAL NA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO

Antonia Paiva Teixeira

Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Rua Alexandre Amorim, 330, Aparecida CEP: 69010-330, tel: 3305-5000 Manaus, AM,
Brasil.

e-mail: nietapt@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial do cará-roxo (*Dioscorea trifida*) no estado do Amazonas como ingrediente funcional na fabricação de pães. Desse modo, foram determinadas a composição centesimal, valor calórico, e atividade antioxidante do cará-roxo e de quatro formulações de pães de cará-roxo (0%, 10%, 15% e 20%). Foram realizados também teste de aceitação e análise microbiológica das formulações 10%, 15% e 20%. A ANOVA de Kruskal-Wallis não revelou diferença significativa para os parâmetros da composição centesimal e valor calórico das quatro formulações, a exceção do lipídio. Isto é, na fabricação de pão de cará-roxo, uma adição de cará-roxo *in natura* até 20%, em substituição à farinha de trigo no pão comum (0%), pode ser feita sem afetar o valor calórico da dieta, uma vez que a composição centesimal entre os pães é semelhante. As amostras de cará-roxo revelaram uma elevada atividade antioxidante pelo método de sequestro de radicais livres (2,2-difenil-1-picrilhidrazila-DPPH), com valores superiores a 70%. Os pães de cará-roxo (10%, 15% e 20%) apresentaram certa atividade antioxidante com os valores máximos acima de 40%. O método da lipoperoxidação (LPO) confirmou a atividade antioxidante no cará-roxo e nos pães de cará-roxo. Em ambos os métodos (DPPH e LPO), a atividade antioxidante aumentou na proporção em que os tubérculos do cará-roxo foram incorporados ao pão, em substituição à farinha de trigo. A ANOVA de postos de Friedman aplicada para comparar as três formulações de pães de cará-roxo, no teste de aceitação revelou diferenças significantes apenas para o atributo cor. O pão a 20% apresentou uma melhor avaliação. Quanto mais cará-roxo nos pães, maior a nota média obtida. Considerando que, para os demais atributos sensoriais não foram detectadas diferenças de preferência entre os pães, estes podem ser considerados aprovados. Os resultados sugerem a viabilidade do consumo de pão à base de cará-roxo, e seu uso como alimento funcional.

Palavras-chave: Cará-roxo (*Dioscorea trifida*), atividade antioxidante, alimento funcional, Amazônia.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the potential of purple yam (*Dioscorea trifida*), as possible health-promoting ingredient in bread making, in the state of Amazonas. Thus, we determined the centesimal composition, energy, and antioxidant activity of purple yam and four formulations of purple yam bread (0%, 10%, 15% and 20%). We also performed an acceptance test and microbiological analysis of the formulations 10%, 15% and 20%. The Kruskal-Wallis ANOVA revealed no significant differences for the parameters of the centesimal composition and energy of the four formulations, except for lipid. That is, in the process of purple yam bread making, an addition of purple yam *in natura* up to 20%, instead of wheat flour in ordinary bread (0%), can be made with no effect on the diet's energy, since their chemical composition are similar. By the DPPH method, the samples of purple yam revealed a high antioxidant activity, with values exceeding 70%. The three purple yam breads showed some antioxidant activity with the maximum values above 40%. The LPO method confirmed the antioxidant activity in purple yam and in purple yam breads. In both methods (DPPH and LPO), the antioxidant activity increased as the ratio of purple yam tubers, in substitution of wheat flour, was incorporated in the breads. The Friedman ANOVA was applied to compare the three formulations of purple yam breads; a significant difference only in the attribute color was revealed in the acceptance test. The 20% bread received the best evaluation; the more purple yam in the breads, the higher was the average score. Considering that, for the other sensory attributes, there were no preference differences detected among the breads, they can be considered approved. The results suggest the feasibility of purple yam bread consumption, and its possible use as a health-promoting food.

Key words: purple yam (*Dioscorea trifida*), antioxidant activity, health-promoting food, Amazonia.

1 Introdução

Os carás pertencem à família Dioscoreaceae, gênero *Dioscorea* (PEDRALLI, 1988; PEDRALLI, 1997; PEDRALLI et al., 2002; PEDRALI, 2004). Essa família é constituída por 6 a 9 gêneros com mais de 600 espécies que se distribuem pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todo mundo (BARROSO et al., 1974; PEDRALLI, 1988; 1997; MELO FILHO et al., 2000; PEDRALLI et al., 2002; PEDRALLI 2004).

Os carás (*Dioscorea* spp.) produzem tubérculos muito importantes como alimento básico, nutricional e saudável, sendo ainda uma erva utilizada como ingrediente na medicina tradicional chinesa. Apresentam ampla distribuição mundial, sendo encontrados em muitos países tropicais, sudeste da Ásia, incluindo oeste da África, onde as espécies foram introduzidas por cultivadores (RASPER; COURSEY, 1967; AKANBI et al., 1996; OMONIGHO; IKENEBOMEH, 2000; LIN et al., 2005). Encontram-se ainda distribuídos pelos países das Américas, onde, especialmente no Brasil, são encontrados em todas as regiões, da Amazônia ao sul do país (CHU; FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1991; PEDRALLI, 1997; 2004).

O cará-roxo (*Dioscorea trifida*) é uma espécie nativa da América, que foi domesticada pelos ameríndios, com a distribuição dos cultivares indicando, possivelmente, uma domesticação nas áreas limítrofes do Brasil e das Guianas, seguida por disseminação por meio do Caribe (PEDRALLI, 1988; PEDRALLI et al., 2002; PEDRALLI, 2004). *Dioscorea trifida* apresenta ampla distribuição nas Américas central e sul, desde as ilhas do Caribe até o Peru. No Brasil, distribui-se desde o Amazonas até a região sudeste. A espécie está associada aos ambientes florestais – florestas pluviais tropicais de terra firme amazônica, floresta atlântica do sudeste do Brasil, florestas mesófilas (estacionais) e florestas de galeria (PEDRALLI, 1997).

Aqui na região amazônica, o cará-roxo (*D. trifida*) pode ser consumido das seguintes formas: assado, cozido, na forma de purê, ingredientes para sopas e cozidos de

carne, e na formulação de farinha para produção de bolos, tortas e mingaus. No entanto, essa espécie é pouco pesquisada cientificamente, onde, pouco se conhece sobre o seu potencial nutricional, uso industrial, conservação, caracterização, utilizações como corante natural e ingrediente funcional, melhoramento e técnicas de manejo da espécie, entre outros.

Em geral, o pão mundialmente consumido é feito principalmente de farinha de trigo, sal e fermento. Muitos outros ingredientes têm sido incluídos na formulação de pães, para aumentar a diversidade do produto e melhorar o seu valor nutricional (HSU et al., 2004).

Alguns estudos têm destacado o grande potencial da farinha de cará na manufatura de pães. Neste caso, a farinha de cará pode substituir parte da farinha de trigo, melhorando a qualidade do pão, com vantagens econômicas (ABRAMO, 1990; HURTADO et al., 1997; LITVIN et al., 1998; OMONIGHO; IKENEBOMEH, 2000; RATTI, 2001).

HSU et al. (2004) demonstraram a presença de antioxidantes em farinha de cará-roxo (*Diocorea purpurea*) em cinco formulações de pães preparados com farinha desse tubérculo, com ótima aceitabilidade em supermercados de Taiwan. Contado et al. (2009) demonstraram que pão de forma a base de mucilagem de cará (*Dioscorea spp.*) apresentou boa aceitabilidade pelo público quanto aos atributos sensoriais de sabor, aroma e textura, demonstrando que o uso desse tubérculo pode ser viável como melhorador na fabricação de pães.

O uso de cará-roxo (*Dioscorea trifida*) no presente estudo como ingrediente funcional na fabricação de pães foi motivado pelos seguintes aspectos: 1) expressivo consumo mundial de cará, apresentando uma considerável cultura alternativa em expansão (RASPER; COURSEY, 1967; ABRAMO, 1990; THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA 2007); 2) aumento notável da produção desse tubérculo no Amazonas, especialmente, nos municípios de Caapiranga e Careiro

Castanho, e 3) presença de antioxidantes no cará-roxo aumentando, desse modo, a capacidade nutricional do pão feito desse tubérculo (HSU et al., 2004);

O objetivo principal do presente estudo foi avaliar o potencial do cará-roxo produzido no estado Amazonas como ingrediente funcional na fabricação de pães. Neste contexto, foram determinadas a composição centesimal, valor calórico, e propriedades antioxidantes do cará-roxo e de pães de cará-roxo *in natura*. Adicionalmente, foi realizada uma avaliação das características organolépticas dos pães, segundo critérios de aceitabilidade, por meio de um painel de degustadores. É a primeira vez que essa espécie de cará-roxo é utilizada como alternativa viável na fabricação de pães na região amazônica.

2 Material e métodos

2.1 Identificação da espécie e coleta dos tubérculos de cará-roxo (*Dioscorea trifida*)

A identificação da espécie *Dioscorea trifida* foi realizada por comparação com a exsiccata N^o. 1353 que se encontra depositada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

É muito comum encontrarmos nos municípios do Amazonas, o cará-roxo (*D. trifida*) exibindo várias tonalidades de cor da medula (parte comestível), onde, os cinco tipos mais facilmente identificados são: roxinho (medula roxo-clara); roxo (medula roxo-intermediária); roxão (medula roxo-escura); branco (medula branca); e misto (medula branco-roxa) (**Figura 1**).

As amostras de cará-roxo foram coletadas em dois municípios do Amazonas: Caapiranga e Careiro Castanho. Devido à sazonalidade e disponibilidade desses tubérculos na região, as análises da composição centesimal de carás e pães foram realizadas com as amostras de Caapiranga. Já as análises de antioxidantes de carás e pães, sensoriais e microbiológicos dos pães foram realizadas com as amostras do Careiro Castanho.

2.2 Elaboração dos pães de cará-roxo

Devido à probabilidade de se obter pães com uma maior concentração de antioxidantes (HSU et. al., 2004) o presente estudo utilizou amostras de cará do tipo roxão (**Figura 1C**). Os carás *in natura*, para substituição da farinha de trigo, foram lavados descascados, pesados, triturados no liquidificador juntamente com fermento, óleo e água. Em seguida essa mistura foi adicionada aos ingredientes secos, previamente misturados (farinha de trigo, leite em pó, açúcar e sal). As formulações para a manufatura dos pães se encontram na (**Tabela 1**). Após a homogeneização (30 min.), a massa teve uma fermentação inicial (60 min.), tempo intermediário para dar forma aos pães (25 min.), fermentação final (60 min.), tempo para assar (30 min.). Os pães, depois de preparados foram resfriados à temperatura ambiente e embalados em sacos de polietileno, contendo a rotulagem do produto.



Figura 1. Variedades de cores da medula dos tipos de cará (*Dioscorea trifida*) comumente encontrados nas feiras e mercados de Manaus-AM. A) roxinho (medula roxo-clara); B) roxo (medula roxo-intermediária); C) roxão (medula roxo-escura); D) branco (medula branca); e E) misto (medula branco-roxa).

Tabela 1. Formulações de pães de cará-roxo (*D. trifida*).

Ingredientes	Tipo de Pão*			
	0%	10%	15%	20%
Farinha de trigo (g)	500	450	425	400
Cará-roxo (g)	0	50	75	100
Açúcar (g)	10	10	10	10
Sal (g)	5	5	5	5
Fermento (g)	10	10	10	10
Leite em pó (g)	10	10	10	10
Óleo (g)	10	10	10	10
Água (mL)	250	250	250	250
Total (g) †	545	545	545	545

*Porcentagem de farinha de trigo substituída por cará-roxo.

†Quantidade total de ingredientes usados para preparação dos pães.

2.3 Análises da composição centesimal de cará-roxo e pães de cará-roxo

As análises da composição centesimal de cará-roxo (*Dioscorea trifida*), e de pães de cará-roxo de quatro formulações: 0%, 10%, 15% e 20%, foram realizadas em triplicata. Os teores de umidade, cinzas, lipídio, proteínas e fibra bruta foram determinados de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O carboidrato e valor calórico foram determinados segundo a metodologia da AOAC (2006).

Os resultados obtidos nas análises da composição centesimal das formulações dos pães foram submetidos à análise estatística por meio do pacote estatístico Statsoft STATISTICA 8.0 (2007). Considerando o número de observações amostrais ($n=3$), optou-se pela análise de variância (ANOVA) de Kruskal-Wallis, como uma alternativa não paramétrica à ANOVA de Fisher, para dados independentes, na comparação entre as formulações dos pães.

Foram considerados estatisticamente significantes os resultados com nível de significância $P < 0,05$.

2.4 Preparação do extrato metanólico de cara-roxo e pães de cara-roxo

As amostras de cará-roxo (*Dioscorea trifida*), foram descascadas, trituradas com auxílio de uma faca e desidratadas em uma estufa a 60 °C por 24 h. Os pães de cará-roxo de quatro formulações: 0%, 10%, 15%, e 20%, foram cortados em fatias com espessura de 1cm, e desidratados em estufa a 40 °C por 24 h (HSU et al., 2004). Os carás e pães desidratados foram macerados com grau e pistilo, pesados 0,125, 0,25, 0,5 e 1,00 g (40, 80, 160 e 330 mg/mL, respectivamente), colocados em pequenos tubos de ensaio, adicionados 5mL de metanol e deixados por 24 h no agitador rotativo. Para obtenção do sobrenadante (extrato metanólico), o material foi centrifugado a 2,500 RPM por 10 minutos. A atividade antioxidante das amostras foi determinada pelos métodos: sequestro de radicais livres 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) e pela lipoperoxidação (LPO). Este último método avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoléico, e está fundamentado em medidas espectrofotométricas da descoloração (oxidação) do β -caroteno induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoléico (MARCO, 1968; MILLER, 1971; DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

2.5 Atividade antioxidante pelo método de sequestro de radicais livres (DPPH) em cara-roxo e pães de cara-roxo

A atividade antioxidante das amostras de cará-roxo e dos pães de cará-roxo das quatro formulações acima descritas foi determinada pelo método DPPH, seguindo as metodologias descritas por SHIMADA et al. (1992) e HSU et al. (2004), com algumas modificações, onde, 2 mg de DPPH foram dissolvidas em 15 mL de metanol. Utilizou-se uma microplaca com 96 cavidades. Em cada cavidade foi adicionado 30 μ L do extrato metanólico das amostras, mais 170 μ L de metanol que foram usados como branco. A leitura foi realizada em um leitor de Elisa (DXL 800-BECKMAN COULTER), com comprimento de onda de 492 nm. Em seguida foi adicionado 100 μ L da solução de DPPH e guardado em lugar escuro por 30 min, e após esse período a leitura foi repetida. Para o

controle foram usados 200 µL de metanol mais 100µl da solução de DPPH. Para o padrão foram usados 30 µL de quercetina (10 µg/mL), 170 µL de metanol e 100µl da solução de DPPH. Para o cálculo da porcentagem da atividade antioxidante foi usada a fórmula abaixo:

$$\% \text{ AA} = 100 - \frac{\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}}{\text{Abs}_{\text{controle}}} \times 100$$

2.6 Atividade antioxidante pelo do método da lipoperoxidação (LPO) em cará-roxo e pães de cara-roxo

A determinação da atividade antioxidante das amostras pelo método LPO foi realizada de acordo com o método descrito por DUARTE-ALMEIDA et al. (2006), com base na metodologia originalmente descrita por MARCO (1968), e posteriormente modificada por MILLER (1971). Na preparação da mistura reativa em erlenmeyer, foram adicionados 50 µL de ácido linoléico, 200 µL de tween 80 (agente emulsificante), 150 µL de solução de β-caroteno a 2 mg/mL em clorofórmio e 500 µL de clorofórmio. A mistura foi então submetida à evaporação em nitrogênio. Posteriormente, foi adicionada a mistura 25 mL de água previamente saturada com oxigênio, e durante um período de 30 minutos a mistura foi homogeneizada por meio de agitação vigorosa.

A mistura reativa apresentou-se límpida com absorvância entre 0,6 e 0,7 em comprimento de onda 492 nm. Foi usada uma microplaca com 96 cavidades. Em cada cavidade da microplaca foram adicionadas 240 µL da mistura reativa, 10 µL do extrato das amostras. Para o controle utilizou-se 10 µL de metanol, e para o padrão igual volume de hidroxitolueno de butila (BHT) na concentração de 40 µg/mL. A microplaca foi incubada a 50°C para acelerar as reações de oxidação e iniciar a descoloração do β-caroteno. A leitura para a curva de descoloração do extrato das amostras, do controle e do BHT, foi realizada imediatamente, em leitor de Elisa com comprimento de onda 492 nm em

intervalos de 15 minutos durante 135 minutos com amostras em triplicata. Para obtenção da percentagem da inibição da oxidação, foi usada a fórmula abaixo:

$$\% I = 100 - \frac{\text{Abs2 amostra} - \text{Abs1 amostra}}{\text{Abs2 controle} - \text{Abs1 controle}} \times 100$$

2.7 Análise sensorial dos pães de cará-roxo

O teste de aceitabilidade de pães com adição de cará-roxo *in natura*, contou com a participação de 78 julgadores voluntários e não treinados. Cada julgador recebeu uma ficha de reposta com escala hedônica de nove pontos (9-excelente a 1-péssimo), adaptada de STONE e SIDEL (1985); SILVA et al. (2005). Os julgadores receberam três amostras de pães de cará-roxo, produzidos a partir de três formulações (10%, 15% e 20%) (**Tabela 1**). As amostras foram servidas em pratos plásticos, brancos e descartáveis; codificados com três números escolhidos aleatoriamente. As amostras foram avaliadas segundo as suas qualidades sensoriais: impressão global, aroma, sabor, cor e textura. Os julgadores foram orientados que lavassem a boca com água entre cada amostra testada.

Os resultados obtidos no teste de aceitabilidade foram submetidos à análise estatística por meio do pacote estatístico Statsoft STATISTICA 8.0 (2007). O teste de Shapiro-Wilk rejeitou a normalidade da distribuição de freqüências, das três formulações de pães testadas em todos os seus atributos sensoriais. No entanto, o teste de Levene aceitou a homocedasticidade (homogeneidade de variâncias) entre as formulações para todos os atributos sensoriais. Considerando que a normalidade da distribuição de freqüências e a homogeneidade das variâncias são pressupostos básicos para a aplicação de testes paramétricos, como a ANOVA de Fisher, e como esses pressupostos não foram atendidos, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) de postos de Friedman para as comparações entre os pães; uma alternativa não paramétrica para dados

pareados. Foram considerados estatisticamente significantes os resultados com nível de significância $P < 0,05$.

2.8 Análise microbiológica dos pães de cará-roxo

Seguindo a recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA), com base na Resolução Número 12 (BRASIL, 2001), foi realizada análise microbiológica para verificação de Coliformes e Salmonelas em amostras das três formulações dos pães de cará-roxo, por meio do método da Membrana filtrante (APHA, 2001).

3 Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal e valor calórico de cará-roxo

Os valores de umidade ($76,43 \pm 0,50$), proteínas ($1,83 \pm 0,13$), cinzas ($0,78 \pm 0,02$) e valor calórico ($89,64 \pm 4,52$) das amostras de cará-roxo (*D. trifida*) analisadas no presente estudo (**Tabela 2**) estão próximos dos valores apresentados por MONTALDO (1977) para cará (*Dioscorea* spp.) e dos valores encontrados na tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2006) para cará (*D. alata*). O valor encontrado para lipídio ($1,13 \pm 0,69$) ficou bem acima dos valores de MONTALDO (1977) e TACO (2006). O valor de fibra bruta ($1,80 \pm 0,05$) está acima do valor encontrado por MONTALDO (1977), e bem abaixo do valor encontrado na TACO (2006). O elevado valor de fibra apresentado na TACO (2006), provavelmente esteja relacionado com o método enzimático gravimétrico empregado nas análises. Esse método garante uma maior precisão para determinação de fibra alimentar, comparado com a metodologia da digestão ácida utilizada no presente estudo e por MONTALDO (1977). O valor de carboidratos totais ($18,04 \pm 0,66$) está abaixo dos valores de MONTALDO (1977) e TACO (2006). As demais diferenças de valores da composição centesimal apresentados por MONTALDO (1977), e no presente estudo podem estar relacionadas, provavelmente, aos diferentes

tipos de solo no cultivo dos tubérculos e/ou diferentes espécies utilizadas. Já os diferentes valores apresentados na TACO (2006) podem, provavelmente, estar relacionados com a diferente espécie de cará (*D. alata*) analisada.

Tabela 2. Composição centesimal de carás.

Umidade	Cará (<i>D. spp.</i>)*	Cará (<i>D. alata</i>)**	Cara-roxo (<i>D. trifida</i>)***
Umidade (%)	72,60	73,7	76.43 ± 0,50
Lipídio (%)	0,20	0,1	1,13 ± 0,69
Proteínas (%)	2,00	2,3	1,83 ± 0,13
Fibra Bruta (%)	0,60	7,3	1,80 ± 0,05
Cinzas (%)	0,90	0,9	0,78 ± 0,02
Carboidratos totais (%)	24,30	23,0	18,04 ± 0,66
Valor Calórico (Kcal/100g)	100	96	89,64 ± 4,52

*MONTALDO (1977), **TACO (2006), ***Presente trabalho

3.2 Composição centesimal e valor calórico de pães de cará-roxo

Com base na análise de variância (ANOVA) de Kruskal-Wallis (**Tabela 3**), pode-se afirmar que, a exceção de lipídio, todos os outros parâmetros da composição centesimal e valor calórico das quatro formulações de pães de cará-roxo testadas (0%, 10%, 15% e 20%) são estatisticamente semelhantes. Ou seja, uma substituição de farinha de trigo por cará-roxo *in natura* até 20%, não altera a composição centesimal e valor calórico dos pães. No caso do lipídio, apenas para as formulações 10% e 20% observou-se diferença estatisticamente significativa, entretanto, essa diferença de apenas 0,5% pode, provavelmente, ser negligenciada em aplicações tecnológicas.

A composição centesimal e valor calórico dos pães de cará-roxo foram comparados com pães de forma tradicional (FT) (ANTON et al., 2006) e forma integral (FI) (TACO, 2006) (**Tabela 4**). Nota-se, um elevado teor de fibra no pão de forma integral (FI) (TACO, 2006), em relação aos outros pães. Cabe ressaltar que na composição desse pão integral, temos a presença de farinha integral, composta de grãos que em quase sua

totalidade é constituída de farelo, germe e endosperma (Food and Drug Administration-FDA, 2006). No geral, os demais valores são aproximados. As demais diferenças encontradas talvez estejam relacionadas às diferentes formulações empregadas na elaboração desses pães.

Tabela 3. Média e desvio padrão da composição centesimal, e valor calórico em função da matéria seca das quatro formulações de pães de cará-roxo analisadas (0%, 10%, 15% e 20%). O valor de *P* é resultado da ANOVA de postos de Kruskal-Wallis.

Pão	Umidade (%)	Lipídio (%)	Proteína (%)	Fibra bruta (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	Valor calórico (kcal/100g)
0%	29,79 ± 2,04 ^a	4,49 ± 0,12 ^{ab}	11,62 ± 0,81 ^a	1,95 ± 0,08 ^a	1,18 ± 0,28 ^a	50,95 ± 2,79 ^a	290,73 ± 7,56 ^a
10%	31,03 ± 0,83 ^a	4,24 ± 0,04 ^a	10,67 ± 0,41 ^a	1,91 ± 0,10 ^a	1,41 ± 0,03 ^a	53,41 ± 4,07 ^a	294,45 ± 15,63 ^a
15%	32,65 ± 1,30 ^a	4,87 ± 0,37 ^{ab}	9,82 ± 1,24 ^a	1,84 ± 0,07 ^a	1,38 ± 0,07 ^a	49,45 ± 2,26 ^a	280,64 ± 3,95 ^a
20%	35,09 ± 5,62 ^a	4,74 ± 0,10 ^b	10,06 ± 2,12 ^a	2,34 ± 0,37 ^a	1,20 ± 0,05 ^a	53,43 ± 3,13 ^a	269,17 ± 21,82 ^a
<i>P</i>	0,0752	0,0370	0,2699	0,1438	0,0683	0,2587	0,0862

Valores exibindo letras diferentes na mesma coluna demonstram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

Tabela 4. Composição centesimal e valor calórico de pães de forma tradicional (FT) (ANTON et al., 2006), forma integral (FI) (TACO, 2006) e pães de cará-roxo (*D. trifida*) a 0%, 10%, 15%, e 20% (presente estudo).

Pão	Umidade (%)	Lipídio (%)	Proteína (%)	Fibra bruta (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	Valor calórico (kcal/100g)
0%	29,79	4,49	11,62	1,95	1,18	50,95	290,73
10%	31,03	4,24	10,67	1,91	1,41	53,41	294,45
15%	32,65	4,87	9,82	1,84	1,38	49,45	280,64
20%	35,09	4,74	10,06	2,34	1,20	53,43	269,17
FT	34,46	1,93	9,42	2,57	2,09	52,10	247,50
FI	34,70	3,70	9,40	6,90	2,30	49,90	253,00

3.3 Atividade antioxidante por meio do método de sequestro de radicais livres (DPPH) em cara-roxo e pães de cara-roxo

A atividade antioxidante (% AA) do extrato metanólico das amostras de cara-roxo (*Dioscorea trifida*) nas concentrações de 330, 160, 80 e 40 mg/mL, determinadas pelo método DPPH, foram superiores a 70%, atingindo um máximo de $88,13 \pm 0,12$. Isso significa que esta espécie tem atividade seqüestradora do radical DPPH (**Figura 2**). Essa mesma Figura revela que os pães de cara-roxo preparados com as formulações 10%, 15% e 20%, também, apresentaram certa atividade antioxidante, os valores percentuais máximos de $43,32 \pm 1,18$; $48,13 \pm 1,17$ e $53,71 \pm 1,01$, respectivamente. Esses resultados estão acima dos valores (20-40% aproximadamente) apresentados por HSU et al. (2004), que utilizaram pães de diversas formulações preparados com farinha de tubérculo da maior variedade de cara-roxo de Taiwan (*Dioscorea purpurea*), em substituição parcial da farinha de trigo. O pão preparado sem cara-roxo (0%) mostrou, também, certa atividade antioxidante, provavelmente, devido à reação de Maillard, onde, alguns produtos processados a quente, apresentam atividade seqüestradora do radical livre (KIM et al., 1987; JING e KITTS, 2000; HSU et al., 2004; MICHALSKA et al., 2008). Em comum com os dados de HSU et al. (2004), o presente estudo, principalmente, considerando os valores máximos mostrou que a atividade antioxidante aumentou na proporção em que se aumentou a percentagem de cara-roxo nos pães, em substituição à farinha de trigo. A elevada atividade sequestradora de radical livre observada por HSU et al. (2004) em farinha de cara-roxo de Taiwan (*D. purpurea*), foi também detectada em cara-roxo da região amazônica (*D. trifida*).

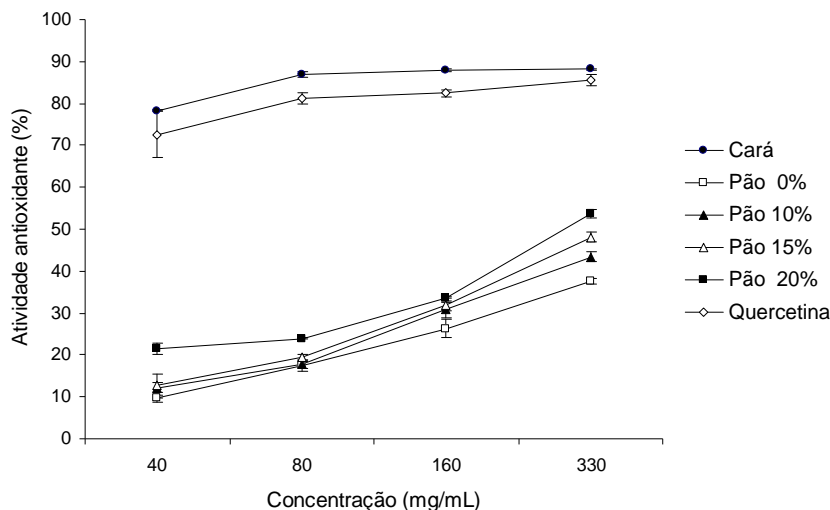


Figura 2. Atividade antioxidante expressa pela porcentagem de sequestro de radicais livres por meio do teste DPPH, das amostras de cará-roxo (*Dioscorea trifida*), dos pães de cará-roxo de quatro formulações: 0%, 10%, 15%, e 20%, usando quercetina como padrão. As barras indicam os desvios padrões das amostras em triplicata.

3.4 Atividade antioxidante por meio do método da lipoperoxidação (LPO) em cará-roxo e pães de cara-roxo

A curva de descoloração (**Figura 3**) e a atividade de inibição de radicais livres (**Figura 4**) pelo método LPO comprovaram a presença de atividade antioxidante (% I) no cará-roxo ($55,80 \pm 4,85$) e nos pães das três formulações (10%, 15% e 20%) com os valores de $46,16 \pm 4,90$; $48,20 \pm 3,72$ e $49,13 \pm 2,79$, respectivamente. Da mesma forma que foi observado pelo método DPPH, a atividade antioxidante cresceu na proporção em que se aumentou a porcentagem de cará-roxo nos pães, em substituição à farinha de trigo. Adicionalmente, o pão preparado sem adição de cará-roxo (0%) apresentou alguma atividade antioxidante, provavelmente, como resultado da reação de Maillard (KIM et al., 1987; JIM e KITTS, 2000; HSU, 2004; MICHALSKA et al., 2008). Provavelmente, as antocianinas sejam, em parte, responsáveis pelas atividades antioxidante detectadas em cará-roxo (*D. trifida*) e pães de cará-roxo analisados no presente estudo, já que, esses pigmentos foram detectados em cará-roxo, *D. alata* (RASPER; COURSEY, 1967) e *D. trifida* L. (CARRENO-DIAZ e GRAU, 1977; ESCUDEIRO, 2010). De fato, os compostos

polifenólicos e antociânicos, normalmente detectados em plantas podem ser os componentes ativos, da atividade antioxidante em carás (HOU et al., 2001; HSU, 2004).

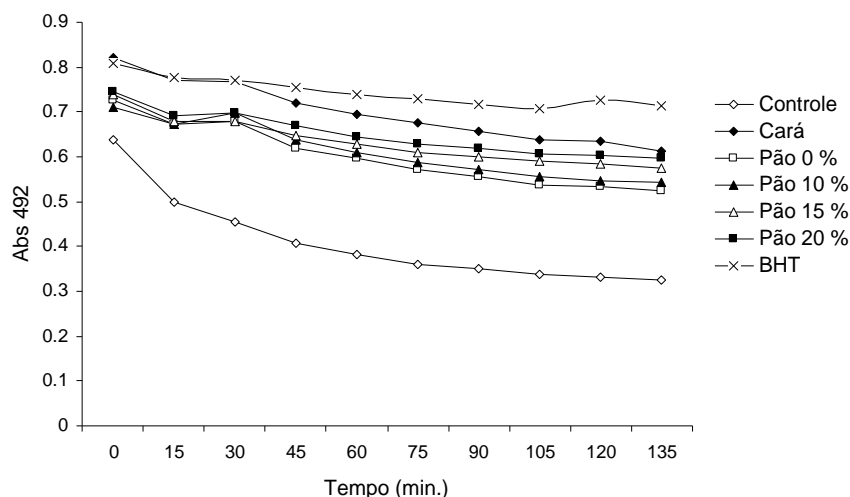


Figura 3. Curva de descoloramento dos extratos de cará-roxo (*Dioscorea trifida*), dos pães de cará-roxo de quatro formulações: 0%, 10%, 15% e 20%, do controle, do BHT e das amostras em triplicata, pelo método LPO.

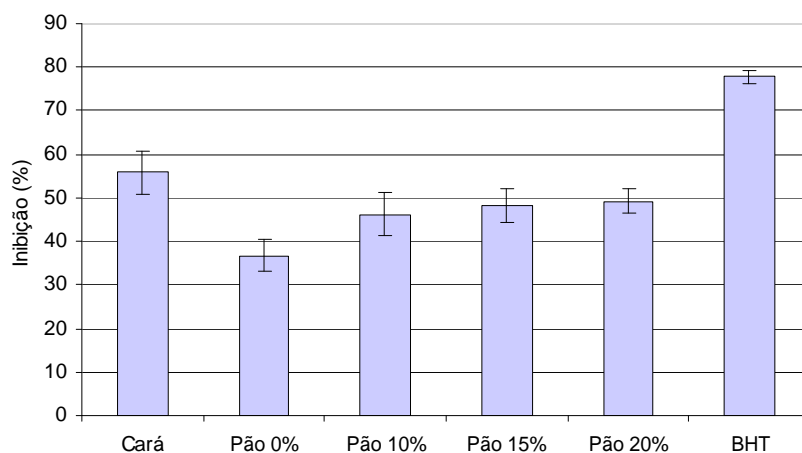


Figura 4. Percentagem de inibição de radicais livres dos extratos de cará-roxo (*Dioscorea trifida*), dos pães de cará-roxo de quatro formulações: 0%, 10%, 15% e 20%, e do BHT pelo método LPO. As barras indicam os desvios padrões das amostras em triplicata.

3.5 Análise sensorial de pães de cará-roxo

A **Tabela 5** apresenta a rejeição da normalidade da distribuição de freqüências, das

três formulações de pães de cará-roxo testadas (10%, 15% e 20%) por meio do teste de Shapiro-Wilk, e aceitação da homocedasticidade entre as formulações por meio do teste de Levene em todos os atributos sensoriais avaliados no teste de aceitabilidade.

A análise de variância (ANOVA) de postos de Friedman aplicada para comparar as três formulações de pães de cará-roxo revelou diferença significativa apenas para o atributo cor (**Tabela 6**). O pão a 20% possui uma melhor avaliação em relação aos demais, provavelmente, devida à maior concentração de cará-roxo, que confere a este produto uma cor mais atrativa. Observou-se que, quanto mais cará-roxo foi adicionado aos pães maior a nota média obtida.

A escolha de um determinado alimento deveria depender, principalmente, do seu valor nutricional. No entanto, os fatores que geralmente guiam a preferência do consumidor são sua cor, aroma e textura. Desses três fatores, a cor é o que mais interfere na preferência do produto (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Considerando que para os demais atributos sensoriais não foram detectadas diferenças de preferência entre os pães, os três pães avaliados podem ser considerados aprovados.

Tabela 5. A análise sensorial das três formulações de pães de cará-roxo foi submetida aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para avaliar a normalidade de freqüências e homogeneidade de variâncias, respectivamente.

Testes	Pão	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global
Shapiro-Wilk <i>P</i>	10%	0,0009	<0,0001	0,0023	0,0044	0,0001
	15%	<0,0001	0,0009	0,0008	0,0019	<0,0001
	20%	<0,0001	0,0001	0,0002	0,0090	0,0005
Levene <i>P</i>		0,0519	0,5580	0,2306	0,8415	0,5184

Valores de $P < 0,05$ foram considerados estatisticamente.

Tabela 6. Avaliação sensorial das três formulações de pães de cará-roxo. O valor de P foi obtido por meio da ANOVA de Friedman.

Pão	Cor		Aroma		Sabor		Textura		Impressão global	
	Média	Mediana	Média	Mediana	Média	Mediana	Média	Mediana	Média	Mediana
10%	6,15 ± 1,46 ^a	6	6,71 ± 1,22 ^a	6	6,28 ± 1,44 ^a	6	6,03 ± 1,50 ^a	6	6,54 ± 1,23 ^a	6
15%	6,29 ± 1,30 ^{ab}	6	6,51 ± 1,34 ^a	6	6,44 ± 1,22 ^a	6	5,94 ± 1,67 ^a	6	6,59 ± 1,14 ^a	6
20%	6,97 ± 1,55 ^b	7	6,68 ± 1,20 ^a	6,5	6,41 ± 1,43 ^a	6	6,22 ± 1,61 ^a	6	6,88 ± 1,33 ^a	7
<i>P</i>	0,0001		0,6285		0,9641		0,5264		0,0608	

Valores exibindo letras diferentes na mesma coluna demonstram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

3.6 Análise microbiológica

Considerando que a análise microbiológica foi negativa para Coliformes e Salmonelas (**Tabela 7**), os pães de cará-roxo desde que adequadamente manuseados podem ser considerados próprios para o consumo humano.

Tabela 7. Análise microbiológica dos pães de cará-roxo.

Análises	Tipo de Pão			
	10%	15%	20%	Padrão RDC 12
Coliformes (a 45 °C/g)	ausência	ausência	ausência	10 ²
<i>Salmonella</i> sp/25g	ausência	ausência	ausência	ausência

4 Conclusões

Mediante tais resultados, conclui-se que, qualquer um dos pães de cará-roxo testados no presente estudo (10%, 15% e 20%) pode substituir o pão comum (0%) na alimentação, sem efeito sobre o valor calórico da dieta, uma vez que, a composição centesimal entre eles é semelhante. Devido a presença de antioxidantes nos pães de cará-roxo, e a habilidade dos antioxidantes em combater radicais livres, esses pães podem ser considerados como alimento funcional. Adicionalmente, os resultados apontam a viabilidade do consumo de pão à base de cará-roxo, como uma alternativa na indústria de panificação local, e um incentivo para uma maior produção desse tubérculo na região amazônica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela bolsa de mestrado concedida a Antonia Paiva Teixeira. Aos Professores da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Dr. Antonio José Inhamuns da Silva e MSc. Cynthia Tereza Corrêa da Silva, por terem permitido a realização das análises de composição centesimal em seus laboratórios. Aos Professores da UFAM, Dr. Émerson Silva Lima e Dr. Takeshi Matsura, por terem cedido os seus laboratórios para a

realização das análises de antioxidantes e microbiológicas, respectivamente. Ao MSc. Antonio Fábio Lopes de Sousa, Arleilson de Sousa Lima e Ana Cláudia dos Santos pela inestimável ajuda nas análises laboratoriais. Aos Srs. Claudio Adriano Cardoso Amanajás e Francisco de Oliveira Batista pelo apoio logístico na coleta de amostras de cará-roxo.

Referencias bibliográficas

ABRAMO, M. A. **Taioba, Cará e Inhame**. Barra Funda, São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1990. 80p.

APHA, **American Public Health Association**. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3ª ed. Washington: APHA, 2001.

ANTON, A. A.; DE FRANCISCO, A.; HAAS, P. Análise físico-química de pães da cidade de Florianópolis e a situação dos alimentos Integrais no Brasil. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n. 4, p.381-386, 2006.

AKANBI, C.T.; GUREJE, P.O.; ADEYEMI, I.A. Effect of heat-moisture pre-treatment on physical characteristics of dehydrated yam. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 28, p. 45–54, 1996.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analyses** 18 th ed. Gaithersburg, 2006.

BARROSO, G. M.; SUCRE, D.; GUIMARÃES, E. F.; CARVALHO, L. F.; VALENTE, M. C.; SILVA, J. D.; SILVA, J. B.; ROSENTHAL, F. R. T.; BARBOSA, C. M.; BARTH, O. M.; BARBOSA, A. F. Flora da Guanabara, família Dioscoreaceae. **Sellowia**, Rio de Janeiro, RJ. n. 25, p. 9-256, 1974.

BRASIL. Ministério da Saúde – Agência de Vigilância sanitária - ANVISA. Resolução n.12, de 02 janeiro de 2001. Dispõe sobre regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF, 2001. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em 22 de setembro de 2010.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3a. ed. Revista e Ampliada. 143 p. 2001.

CARRENO-DIAZ, R.; GRAU, N. Anthocyanin pigments in *Dioscorea tryphida*. **Journal of food science**, Chicago, v. 42 n. 3 p. 615- 617, 1977.

CONTADO, E. W. N. F.; PEREIRA, J.; EVANGELISTA, S. R.; JÚNIOR, F. A. L.; ROMANO, L. M.; COUTO, E. M.; Composição centesimal da mucilagem do inhame (*dioscorea* spp.) liofilizado comparado a de um melhorador comercial Utilizado na panificação e avaliação sensorial de pães de forma. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**. v. 33, Edição Especial, p. 1813 -1818, 2009.

CHU, E. P.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Native and exotic species of *Dioscorea* used as food in Brazil. **Economic Botany**, New York. v. 45, n. 4, p. 467-479, 1991.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

ESCUDEIRO, F. R.; BUELGA, C. S.; ALONSO, J. J. P.; YÁÑEZ, J. A.; DUEÑAS, M. HPLC-DAD-ESI/MS Identification of anthocyanins in *Dioscorea trifida* L. tubers (purple sachapapa) **European Food Research and Technology New York**, v. 230 n. 5, p.745-752. 2010.

Food and Drug Administration - Whole Grain Label Statements [http://www.fda.gov/food/Guidance documents](http://www.fda.gov/food/Guidance%20documents), February 17, 2006, acessado em 14/07/2010.

HOU, W.C; LEE, M.H; CHEN, H.J; LIANG, W. L; HAN, C. H; LIU, Y. W; LIN, Y. H. Antioxidant activities of dioscorin, the storage protein of yam (*Dioscorea batatas* Decne) tuber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 10, p. 4956–4960, 2001.

HSU, C. L.; HURANG, S. L; CHEN, W; WENG, Y. M; TSENG, C. Y. Qualities and antioxidant properties of bread as affected by the incorporation of yam flour in the formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 39, p. 231–238, 2004.

HURTADO, J. J., ORTIZ, R., RODRIGUEZ, G., DOFOUR, D. Processamiento de ñame (*Dioscorea alata*; *D. rotundata*). Estudio de la factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y de sus propiedades fisicoquímicas. In: Seminario técnico sobre raíces y tubérculos autóctonos, Ibagué, 1997 14 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ-IAL. **Métodos físico-químicos para análisis de alimentos**. 4^o. ed., 1^a edição digital, São Paulo, 2008. 533p.

JING, H.; KITTS, D.D. Comparison of the antioxidative and cytotoxic properties of glucose-lysine and fructose-lysine Maillard reaction products. **Food Research International**, Vancouver, v. 33, n. 6, p. 509–516, 2000.

KIM, C.H.; MAGA, J.A.; MARTIN, J.T. Properties of extruded blends of wheat dried distiller grain flour with other flour. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 373–384, 1987.

LIN, S. Y.; LIU, H. Y.; LU, Y. L.; HOU, W. C. Antioxidant activities of mucilages from different Taiwanese yam cultivars **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v. 46, n. 1, p. 183 -188, 2005.

LITVIN, S; MANNHEIM, C. H; MILTZ, J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 36, p. 103–111, 1998.

MARCO, G.J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago v. 45, n. 9, p. 594-598, 1968.

MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C.; JOSÉ, R. C. M.; SANTOS, W.; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J. Classificação de germoplasma de *Dioscorea* sp. através da análise das componentes principais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 619-623, 2000.

MICHALSKA, A.; AMIGO-BENAVENT, M.; HENRYK ZIELINSKI, H.; MARIA, D. C. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. **Journal of Cereal Science**, Madrid, v. 48, n.1, p. 123-132, 2008.

MILLER, H.E. A simplified method for the evaluation of antioxidant **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 48, p. 91, 1971.

MONTALDO, A. **Cultivo de raíces y tubérculos tropicales**, San José. Costa Rica: Editorial, IICA. 1977. 290p.

OMONIGHO, S. E.; IKENEBOMEH, M. J. Effect of temperature treatment on the chemical composition of pounded white yam during storage. **Food Chemistry**, Oxford. UK. v. 71, p. 215–220, 2000.

PEDRALLI, G. O inhame esse desconhecido. **Ciência Hoje**, Belo Horizonte, v. 8 n. 46. p. 57-62. 1988.

PEDRALLI, G. **Revisão taxonômica das espécies de Dioscoreaceae (R.Br.) Lindley da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais e Bahia, São Paulo**. 1997. f. 500 (Tese doutorado PG - Botânica). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.

PEDRALLI, G.; CARMO, C. A. S.; CEREDA, M.; PUIATTI, M. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 530-532. 2002.

PEDRALLI, G. **Flora ilustrada catarinense**. Santa Catarina: Fundação Cultural de Itajaí, 2004. 83p.

RASPER, V. F.; COURSEY, D. G. Anthocyanins of *Dioscorea Alata* L. **Cellular and molecular Life Sciences (CMLS)**, Basel, v. 23 n. 8 p.611-612, 1967.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, p. 311–319, 2001.

SHIMADA, K.; FUJIKAWA, K.; YAHARA, K.; NAKAMURA, T. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, V. 40, n. 6, p. 945–948, 1992.

SILVA, A. F.; MINIM, V. P. R.; RIBEIRO, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (*Coffea arabica* L.) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices** Second Edition, New York Academic Press, 1985, 311p.

THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE – IITA, 2007.
Disponível em: www.iita.org/cms/?z=63&a=268. Acesso em 12/11/2008.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO. Segunda Edição, Campinas, 2006.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.