

NATHALIE ALCANTARA FERREIRA

**Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de beterraba:
elaboração de produtos tecnológicos, avaliação sensorial, físico-química e de
compostos funcionais**

BRASÍLIA , 2010

NATHALIE ALCANTARA FERREIRA

**Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de beterraba:
elaboração de produtos tecnológicos, avaliação sensorial, físico-química e de
compostos funcionais**

Orientador: Dr. Celso Luiz Moretti

Co-orientadora: Dra Leonora Mansur Mattos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Nutrição Humana.

**BRASÍLIA – DF
BRASIL
SETEMBRO, 2010**

NATHALIE ALCANTARA FERREIRA

**Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de beterraba:
elaboração de produtos tecnológicos, avaliação sensorial, físico-química e de
compostos funcionais.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada em:

MEMBROS DA BANCA

Dr. Celso Luiz Moretti

Presidente da Banca - Embrapa Hortaliças

Dra. Leonora Mansur Mattos

Membro externo - Embrapa Hortaliças

Prof. Dra. Wilma Maria Coelho de Araújo

Membro Interno - Universidade de Brasília

Prof. Dra. Karin Eleonora Sávio Oliveira

Membro Interno - Universidade de Brasília (Suplente)

“Quando a gente acha que tem todas as respostas, vem a vida e muda todas as perguntas” (Luís Fernando Veríssimo).

A Deus e à minha família, bem como aos muitos amigos que fiz nesta terra “candanga” e aos outros mais que estão no Piauí.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida e por me dar fortaleza para ser perseverante diante de todas adversidades.

Aos meus pais Luiz Ovídio e Lourdinha, por todo amor e incentivo que me deram em todas as etapas de minha vida.

Às minhas irmãs Ana Luiza e Amanda, pelo apoio, carinho e por serem mais que irmãs, serem amigas.

Ao Hellysson, que sempre me apoiou e foi um dos meus maiores incentivadores para o cumprimento desta etapa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo suporte financeiro ao projeto. E em especial à Embrapa Hortaliças, pela acolhida e apoio logístico.

À Universidade de Brasília pela oportunidade do ingresso no programa de pós graduação em Nutrição Humana, e por todo o auxílio prestado durante o mestrado.

Ao Dr. Celso Luiz Moretti por sua orientação, paciência, conselhos, ensinamentos partilhados, palavras certas nas horas certas e pela confiança em mim depositada.

À Dra. Leonora Mansur Mattos por sua co-orientação e auxílio na dissertação, pelos ensinamentos repassados, apoio dado em todos os momentos e por sua amizade.

Às professoras doutoras Wilma Maria Coelho de Araújo e Karin Eleonora Sávio Oliveira por aceitarem o convite de participarem da defesa, paciência e por participarem de mais esta etapa na minha formação profissional.

À Sorveteria Nata do Cerrado, na pessoa da Bernadete, por abrir suas portas para utilizarmos seus equipamentos, além das dicas no processamento do *sorbet*.

À Faculdade da Terra de Brasília por liberar a utilização da máquina processadora de sorvetes.

À Dra. Iriani Maldonade, por sua grande amizade, apoio nos momentos difíceis, por seus ensinamentos nas metodologias e disponibilidade de “esquentar a moringa”!

À Dra. Patrícia Gonçalves Baptista de Carvalho, por liberar o uso do Laboratório de Compostos Funcionas para a realização das análises. Por seu auxílio nas metodologias, em especial por sua amizade e conselhos.

À Dra. Neide Botrel Gonçalves, por sua amizade, carinho, conselhos, força durante todo esse período.

À Bianca, grande amiga e futura sócia, pelo auxílio nas análises, estadia e amizade nesses 2 anos!

À Dra. Rita Luengo pelo convívio alegre, paciência de me ouvir e pelo carinho.

À Dra. Milza Moreira Lana pelos conselhos (muitas vezes não seguidos) e por sua paciência.

Ao Deusanio, João e Ricardo, nossos homens!!! Pelo auxílio nas análises, convívio alegre, carinho e amizade.

À Antonia, mãezona nossa, pelo carinho e orações!

Sarah companheira no início dessa jornada e amiga para todas as horas, por ajuda nas análises essenciais (desenvolvimento da metodologia de betalaínas).

Às minhas amigas de mestrado, especialmente à Polly, Karina e Gra, pelo convívio alegre, confidencias, apoio, conversas.

À Lidiane, Rosa e Talita, “irmãs do mesmo pai” que me cativaram cada uma de sua forma, por sua amizade, conselhos e ajuda no meu crescimento profissional.

A todos funcionários da Embrapa Hortaliças, pela disposição em ajudar, carinho e por aceitarem, de bom grado, serem “cobaias” na análise sensorial.

Aos meus Familiares e Amigos do meu Piauí que mesmo na distancia nunca se esqueceram de sempre me apoiar.

A todos que contribuíram de alguma forma para este trabalho, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
INTRODUÇÃO	19
OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
CAPÍTULO 1 : REVISÃO DE LITERATURA - INFLUÊNCIA DAS BETALAÍNAS, FIBRAS E DO NITRATO DA BETERRABA NA SAÚDE: UMA REVISÃO	
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
Composição Química da Beterraba	31
Betalaínas	32
Fibras	34
Nitritos e Nitratos	35
Efeitos do consumo da beterraba na saúde	37
CONCLUSÃO	42
AGRADECIMENTOS	42
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA - PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MINI BETERRABA	
1 Introdução	50
2 Processamento mínimo de mini beterrabas	51
2.1 Recepção da Matéria-Prima	52
2.2 Pré-seleção e classificação	53
2.3 Lavagem e Sanitização	53
2.4 Corte	54
2.5 Processamento/Torneamento	55

2.6 Seleção, sanitização e centrifugação	56
2.8 Embalagem, armazenamento e distribuição	57
3 Rendimento	58
5 Literatura citada.....	59

CAPÍTULO 3: REVISÃO DE LITERATURA - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS, PROCESSOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS PARA CONSERVAÇÃO E OBTENÇÃO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E GELADOS COMESTÍVEIS

Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais.....	62
Processos Tecnológicos Utilizados para Conservação e Obtenção de Novos Produtos Alimentícios.....	63
Gelados Comestíveis.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

CAPÍTULO 4: MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL	71
4.2 MÉTODOS	71
4.2.1 EXPERIMENTO 1	71
4.2.2 EXPERIMENTO 2	73
4.2.3 EXPERIMENTO 3	74
4.2.4 Análises físico-químicas	76
4.2.5 Análises de Compostos funcionais.....	77
4.2.6 Análise Sensorial.....	78
4.2.7 Análise Estatística	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

CAPÍTULO 5: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE FARINHA PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA

RESUMO.....	82
SUMMARY	83
1 INTRODUÇÃO	84
2 MATERIAL E MÉTODOS	86
2.1 Material.....	86
2.2 Métodos.....	86
2.3 Análise Estatística	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
3.1 Obtenção da Farinha.....	89
3.2 Estudo de Vida de Prateleira.....	96

4 CONCLUSÕES	105
AGRADECIMENTOS	105
REFERENCIAS.....	106

CAPÍTULO 6: AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE POLPA VEGETAL PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA

RESUMO.....	111
ABSTRACT	112
INTRODUÇÃO	113
MATERIAL E MÉTODOS.....	114
Obtenção da Polpa.....	115
Estudo de Vida de Prateleira.....	115
Análises Físico-Químicas e de Compostos Funcionais.....	115
Análise Estatística	117
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	117
Obtenção da Polpa.....	117
Estudo de Vida de Prateleira.....	122
CONCLUSÕES	128
REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS	129

CAPÍTULO 7: FORMULAÇÃO DE *SORBET* À BASE DE POLPA PASTEURIZADA OBTIDA DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA COM ABACAXI

RESUMO.....	134
ABSTRACT	135
1 INTRODUÇÃO	136
2 MATERIAL E MÉTODOS	137
2.1 Material.....	137
2.2 Métodos.....	138
2.2.4 Análise Estatística	142
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	142
4 CONCLUSÕES	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: Principais betacianinas e betaxantinas presentes na beterraba. 33

CAPÍTULO 2

Fig. 1. Fluxograma do processamento mínimo de mini beterraba 52

Fig. 2. Recepção da Matéria-Prima 53

Fig. 3. Corte manual das beterrabas 54

Fig. 4. Raízes de beterraba em formato de cubos 55

Fig. 5. Processo de torneamento 56

Fig. 6. Aspecto final das mini beterrabas após a centrifugação 57

Fig. 7. Mini beterrabas prontas para o consumo 58

CAPÍTULO 4

Fig. 1 Fluxograma de produção do *sorbet* 76

Fig. 2 Ficha de Análise Sensorial 79

CAPÍTULO 5

Fig. 1 Umidade das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 90

Fig. 2 Matéria seca das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 91

Fig. 3 Teor de açúcar redutor nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca. 92

Fig. 4 Potencial Hidrogeniônico (pH) das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 93

Fig. 5 Teor de betacianinas nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca. 94

- Fig. 6** Teor de betaxantina nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca. 94
- Fig. 7** Porcentagem de umidade durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 96
- Fig. 8** Matéria seca durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 97
- Fig. 9** Concentração de açúcares redutores totais durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca. 98
- Fig. 10** Concentração de Betacianinas durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca. 99
- Fig. 11** Concentração de Betaxantinas durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca. 100
- Fig. 12** Potencial Hidrogeniônico (pH) durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 102
- Fig. 13** Índice de cor durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 103
- Fig. 14** Teor de compostos fenólicos totais durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. EAG = Equivalente de Ácido Gálico. MS = Matéria Seca. 104

CAPÍTULO 6

Fig. 1 Potencial Hidrogeniônico (pH) da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 118

Fig. 2 Concentração de betacianinas (a) e betaxantinas (b) da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = Matéria Fresca 120

Fig. 3 Teor de açúcar redutor da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca. 121

Fig. 4 Potencial Hidrogeniônico (pH) em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 122

Fig. 5 Teor de betacianina em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca. 123

Fig. 6 Teor de betaxantina em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca. 124

Fig. 7 Índice de cor em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 125

Fig 8 Teor de compostos fenólicos totais em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. EAG = Equivalente de Ácido Gálico; MF= Matéria Fresca. 126

Fig. 9 Concentração de açúcares redutores totais em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF= Matéria Fresca. 127

CAPÍTULO 7

Fig. 1 Fluxograma de produção do *sorbet*

139

Fig. 2 Ficha de Análise Sensorial

140

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1: Composição da beterraba crua 30

Tabela 2: Comparação da concentração média de nitratos em beterrabas em diversos países. 36

Tabela 3: Análise resumida de alguns estudos relacionados ao uso da beterraba e seus produtos. 37

CAPÍTULO 4

Tabela 1 Concentração de ingredientes em cada formulação de *Sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. 75

CAPÍTULO 7

Tabela 1 Concentração de ingredientes em cada formulação de *Sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010 138

Tabela 2 Análise sensorial das cinco formulações de *sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010 143

Tabela 3 Análises físico-químicas e de compostos funcionais de formulações de *sorbet* contendo 0 (P), 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100% (D) de polpa pasteurizada de beterraba. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010 144

RESUMO

FERREIRA, N. A. **Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de beterraba: elaboração de produtos tecnológicos, avaliação sensorial, físico-química e de compostos funcionais.** Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília: 2010. Orientador: Dr. Celso Luiz Moretti

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) pertence à família Chenopodiaceae na qual a parte comestível é a raiz tuberosa. Destaca-se por suas características nutricionais e coloração vermelha característica. Esta coloração é resultado da presença das betalaínas, pigmentos hidrossolúveis que estão divididos em duas classes: betacianinas, responsáveis pela coloração avermelhada e betaxantinas, responsáveis pela coloração amarelada. Dentre os produtos minimamente processados esta olerícola vem ganhando destaque. O processamento mínimo desta hortaliça gera uma quantidade significativa de resíduos. O objetivo deste trabalho foi utilizar o resíduo do processamento mínimo de mini beterraba na formulação de produtos alimentícios que contenham características funcionais inerentes a esta hortaliça e atributos sensoriais satisfatórios para os consumidores. O estudo foi dividido em três experimentos. No primeiro experimento, formulou-se farinha a partir dos resíduos centrifugados obtidos no processamento mínimo e avaliou-se sua vida de prateleira. Os resíduos foram secos em estufa de circulação de ar forçada por 7 horas a 50, 60 e 70 °C, sendo realizadas análises de pH, matéria seca (umidade), betalaínas e açúcares redutores totais. Após a escolha do binômio ideal para secagem, foi realizado o estudo de vida de prateleira. Os resíduos foram secos, moídos, tamisados, em peneiras de 0,250 mm e 0,300 mm, acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade de aspecto transparente e leitoso e armazenados à temperatura ambiente, por um período de 90 dias. As alíquotas retiradas a cada 10 dias, foram submetidas às análises de pH, matéria seca, índice de cor, betalaínas, açúcares redutores totais e compostos fenólicos totais. No segundo experimento, os resíduos foram utilizados para formulação de polpa pasteurizada e estudo da vida de prateleira deste produto. Os resíduos foram pasteurizados a 65 °C por 30 minutos, 75 °C por 8 minutos e 85 °C por 1 minuto. Foram recolhidas alíquotas antes e após a pasteurização e estas submetidas às análises de pH, betalaínas totais e açúcares redutores totais. Após a escolha do binômio ideal para a pasteurização, foi conduzido o estudo de vida de prateleira durante 25 dias, no qual a polpa pasteurizada foi armazenada a 10 °C e -18 °C e foram realizadas as análises de pH, índice de cor, betalaínas totais, açúcares redutores totais e compostos fenólicos totais. No terceiro experimento utilizou-se a polpa pasteurizada obtida do resíduo do processamento mínimo de beterraba na produção de *sorbet*. Foram produzidas quatro formulações de *sorbet*, contendo 25%, 50%, 75% e 100% de polpa de beterraba, em substituição ao abacaxi, denominadas formulações A, B, C e D, respectivamente. Uma formulação básica para controle foi elaborada, sem adição de polpa de beterraba, denominada P (padrão). Após a formulação, os *sorbets* foram submetidos à avaliação sensorial para os atributos cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, através de testes afetivos, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos. Realizou-se determinações de pH, açúcares redutores totais, índice de cor, betalaínas totais e compostos fenólicos totais. Observou-se que a secagem, em todas as temperaturas, foi concluída em 3 horas. Os resultados de pH encontraram-se dentro da faixa de estabilidade das betalaínas (3,5 a 7). Na análise de açúcares redutores totais verificou-se que houve um aumento na concentração após a primeira hora de secagem, sendo os maiores teores encontrados na secagem a 50 °C. Para o teor de betacianinas, o maior valor foi encontrado no binômio 60°C /4 horas (70,88 mg/100 g MS) e o teor de betaxantinas para este mesmo binômio foi de 34,98 mg/100 g MS. Escolheu-se o binômio 60 °C por 4 horas, para a secagem do resíduo, considerando-se os maiores teores de betalaínas. A farinha de beterraba

manteve-se estável durante o armazenamento e não houve diferença significativa entre os dois tipos de embalagem utilizada. O tamanho de partícula influenciou nos resultados, sendo que a farinha que apresentou os melhores resultados, para todos os parâmetros analisados foi a de tamanho de partícula > 0,250 mm. No segundo experimento, verificou-se uma redução no teor de pH em todas as temperaturas de pasteurização, sendo a maior redução verificada a 65 °C/ 30 min (9,2%). Os maiores resultados, em relação às betacianinas, betaxantinas e açúcares foram obtidos na pasteurização a 85 °C por 1 minuto, sendo este o binômio escolhido para a pasteurização. Durante o armazenamento a polpa manteve-se estável, em relação aos teores pH, ficando em torno de 6,4 em todas amostras. Em relação às betalaínas, o armazenamento em freezer, mostrou-se mais eficiente que o refrigerado, já que neste houve redução dos pigmentos. Os maiores teores de fenólicos totais foram encontrados para a polpa armazenada a -18 °C. E os melhores resultados de açúcares também foram encontrados no armazenamento em freezer. No experimento de formulação do *sorbet* as análises evidenciaram que a substituição do abacaxi pela polpa de beterraba pode ser feita até uma proporção de 50%, para que o produto seja aceito sensorialmente (nota maior que 6). Nos atributos cor, aroma e aceitação global a formulação padrão obteve os melhores resultados (7,36, 7,02 e 7,23, respectivamente). No atributo sabor, o *sorbet* com 25% de polpa obteve a maior nota (7,13). E a formulação B, obteve maior nota na textura (6,25). A análise físico-química mostrou que os valores de pH aumentaram com a adição da polpa de beterraba. O teor de açúcar variou de 38,36 g.100 g⁻¹ (D) a 45,79 g.100 g⁻¹ (A). Em relação ao índice de cor, o menor resultado foi obtido pela formulação P, e os maiores, pelos *sorbets* C e D. As betalaínas aumentaram progressivamente, na medida em que se adicionou polpa de beterraba na formulação. As betacianinas variaram de 1,40 a 4,41 mg .100 g⁻¹, nas formulações A e D, respectivamente. Enquanto que os teores de betaxantina variaram de 1,41 (formulação A) a 5,79 mg . 100 g⁻¹ (formulação D). O conteúdo de fenólicos totais encontrado nas formulações de *sorbet* variou entre 17,56 a 21,95 mg EAG . 100 g⁻¹, nas formulações D e B, respectivamente. Conclui-se, ao final dos experimentos, que os processos de secagem e pasteurização mostraram-se eficazes na obtenção de novos produtos tecnológicos a partir dos resíduos do processamento mínimo de mini beterraba. Os compostos bioativos foram encontrados em maiores teores na secagem a 60 °C durante 4 horas e na pasteurização a 85 °C por 1 minuto, em relação aos demais binômios de secagem ou pasteurização. Além disso, a polpa e a farinha mostraram-se estáveis, principalmente nos teores de compostos bioativos, se armazenados em temperatura ambiente durante 90 dias e em freezer por 25 dias, respectivamente. O *sorbet* mostrou-se como uma alternativa viável para a utilização da polpa pasteurizada de resíduos de beterraba, na obtenção de produto com características nutricionais satisfatórias. A substituição do abacaxi pela polpa de beterraba no *sorbet* pode ser feita até uma proporção de 50%, para que o produto seja aceito sensorialmente.

Palavras-chave: Resíduos Agroindustriais. Beterraba. Farinha. Polpa Pasteurizada. *Sorbet*.

ABSTRACT

FERREIRA, N. A. Utilization of fresh-cut beet root by-products: development of technological products, and sensory, physico-chemical and functional compounds evaluation. Dissertation (Master of Science in Human Nutrition). College of Health Sciences, University of Brasilia, Brasilia: 2010. Advisor: Dr. Celso Luiz Moretti.

Beet root (*Beta vulgaris* L.) is a vegetable crop of the Chenopodiaceae family. The edible part is the tuberous root, which is known for its functional and color characteristics. The red color is due to betalains, hydro soluble pigments subdivided in two classes: betacyanins (red color) and betaxantins (yellow color). The interest in fresh-cut beet root is increasing although the process generates a significant amount of by-products. The objective of the present work was to develop new technological products, such as flour and puree, with acceptable sensory characteristics and significant quantities of functional compounds. The study was divided in three experiments. In the first, beet root flour was developed using centrifuged fresh-cut by-product and the shelf life was evaluated. The by-product was dried in a forced-air dryer for 7 hours at 50, 60, and 70 °C. Dry matter, pH, betalains and reducing sugars were assayed. After choosing the best time-temperature combination, shelf-life was studied. Dried by-products were then grinded, passed through 0.250 and 0.300 mm mesh sieve, packed in low density polypropylene bags (transparent and translucent) and stored at room temperature for 90 days. Every 10 days, samples were analyzed for pH, dry matter, color, betalains content, total reducing sugars and total phenolic compounds. In a second set of experiments, by-products were used to formulate pasteurized beet root pulp and the shelf-life was evaluated. By-products were pasteurized for 65 °C for 30 min, 75 °C for 8 min, and 85 °C for 1 min. Samples were obtained before and after pasteurization and were assayed for pH, total betalains and total reducing sugars. After choosing the best time – temperature combination, shelf – life was evaluated for 25 days during storage at 10 °C and – 18 °C. Color, pH, total betalains, total reducing sugars, and total phenolic compounds were evaluated. In the third experiment, pasteurized pulp was used in the production of “sorbet”, a milk – free ice-cream. Five ice – cream formulations were prepared, combining different percentages of beet root and pineapple pulp, as follows: 0 (control - S), 25 (A), 50 (B), 75 (C), and 100% (D) beet root pulp. Pineapple pulp was added up to 100% in the indicated combinations. Sensory analysis was carried out for attributes such as color, flavor, texture and overall appearance. A hedonic scale with nine different scores was used. The ice – cream was evaluated for pH, total reducing sugars, color, total betalains, and total phenolic compounds. Drying process was completed in 3 hours for all treatments. pH values were within the betalain stability range (3.5 – 7). Higher contents of total reducing sugars were observed for beet root dried at 50 °C. For betacyanins and betaxantins, higher contents were observed when by-products were dried at 60 °C for 4 hours, which was chosen as the best temperature – time combination due to the highest pigment retention. Beet root flour was stable during the storage period and no significant differences were observed between the packing systems used. Flour particle size influenced the results. Best results were achieved, in the studied parameters, using 0.250 mm flour particles. In the second experiment, pH reduced in all pasteurizing treatments, being 9.2% lower than control at 65 °C for 30 min. The best results in terms of higher total reducing sugars content and pigment retention were observed at 85 °C for 1 min and, thus, this temperature – time combination was chosen for pulp pasteurization. Pulp pH did not vary significantly during storage for all treatments. Pulp stored under – 18 °C showed higher pigment retention, total phenolic compounds and total reducing sugars when compared to 10 °C. For the ice – cream formulation prepared, pineapple pulp substitution by beet root pulp can be done up to 50% in order to have sensory acceptance (score higher than 6). For color, aroma and overall acceptance, control (100% pineapple pulp) had the highest scores (7.36; 7.02; and 7.23, respectively). Flavor scored higher in sorbet prepared with 25% of beet root pulp and formulation B had the highest score for texture. Physico – chemical evaluations demonstrated that pH values increased with the increment of beet root pulp. Sugar content varied from 38.86 g . 100 g⁻¹ (D) through 45.79 g . 100 g⁻¹ (A). Lower values for color index were observed for formulation S and higher values for sorbets C and D. Betalains content increased with the addition of beet root pulp in the formulations. Betacyanins varied from 1.40 through 4.41 mg . 100 g⁻¹ in the A and D formulations, respectively, whereas betaxantin varied from 1.41 (A)

through $5.70 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (D). At the end of the experimental period it was concluded that drying and pasteurization processes were efficient in the development of new food products having, as a raw material, fresh-cut beet root by-products. Bioactive compounds content was higher when the drying process was carried out at $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 4 hours and pasteurization was performed at $85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 1 min, when compared to other treatments. Furthermore, both beet root pulp and flour had a consistent stability, in terms of bioactive compounds, when stored either at ambient conditions for 90 days (flour) and at $-18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 25 days (pulp). *Sorbet* was considered a feasible alternative for the utilization of pasteurized beet root pulp, when a stable and nutritive product was searched. In terms of sensory quality, pineapple pulp can be substituted by beet root pulp up to 50% in the formulation of sorbet.

Key – words: by-products; beet root; pulp, flour, *sorbet*.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A beterraba é uma hortaliça originária das regiões de clima temperado da Europa e Norte da África, que pertence à família Chenopodiaceae, caracterizada por possuir uma raiz tuberosa comestível. No Brasil é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul. No ano de 2006, o volume comercializado desta tuberosa foi superior a 18 mil toneladas (CAMARGO FILHO & MAZZEI, 2002; INSTITUTO FNP, 2007). Existem poucas cultivares plantadas no Brasil, sendo a cultivar mais tradicional a *Early Wonder*, também chamada de beterraba vermelha ou “de mesa”, que apresenta raízes com formato regular e forte coloração vermelha (HERNANDES et al., 2007).

A coloração da beterraba é justificada pela presença das betalaínas, que são pigmentos nitrogenados característicos da ordem Caryophyllales, da qual essa hortaliça faz parte. Este pigmento é bastante hidrossolúvel e inclui as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelha-violeta e as betaxantinas, de coloração amarelo-laranja. As betalaínas são consideradas um dos mais importantes corantes naturais e foi um dos primeiros corantes naturais desenvolvidos para uso em indústrias de alimentos. Entretanto, pouco se conhece sobre os efeitos na saúde das betalaínas em comparação a outros corantes naturais, tais como carotenóides e antocianinas. (CAI et al., 2003; CONSTANT et al., 2002; GANDÍA-HERRERO et al., 2005; STINTZING & CARLE, 2007).

Recentemente vários estudos mostraram que as betalaínas de beterrabas possuem elevada atividade antioxidante, sobretudo um efeito antiradical, representando uma nova classe de antioxidantes catiônicos dietéticos. O consumo de produtos de beterraba vermelha regularmente na dieta pode fornecer proteção contra determinadas doenças relacionadas ao estresse oxidativo em humanos (CAI et al., 2003; KANNER et al., 2001) como obesidade (ZIELIŃSKA-PRZYEMSKA et al., 2009) e a quimioprevenção a alguns tipos de câncer (KAPADIA et al., 2003).

Devido a essas alegações de saúde, a beterraba pode ser considerada um alimento funcional. Além das betalaínas, esta olerícola apresenta em sua constituição elevado teor de outros compostos bioativos, como as fibras, que se

destacam por seus efeitos benéficos no trato gastrintestinal (GIUNTINI et al., 2003). A beterraba também possui significativas quantidades de açúcares, vitaminas do complexo B, minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (ALVES et al., 2008).

Esta olerícola apresenta uma ampla versatilidade em sua forma de consumo. Sua raiz pode ser consumida fresca, cozida, em conserva, além de ser empregada como ingrediente em preparações e, atualmente, vem se destacando entre os produtos minimamente processados. Segundo Moretti (2007), hortaliças minimamente processadas são vegetais que passaram por algum tipo de alteração física, como corte, descascamento e torneamento, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativos.

Entretanto, a principal limitação ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças está associada à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade (MIGUEL, et al., 2008). No processamento mínimo de mini beterrabas, em formato de bola, a quantidade de resíduos agroindustriais produzidos chega a 75% (FERREIRA et al., 2009).

Assim, o setor agroindustrial gera um elevado montante de subprodutos poluidores que ainda são subutilizados, sendo dispostos no ambiente, utilizados como fertilizantes orgânicos ou na alimentação animal, sem qualquer tratamento. Este obstáculo tem levado os pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento destes resíduos, gerando novos produtos para o consumo humano (LAUFENBERG, 2003; PEREIRA et al., 2005).

Com este trabalho pretende-se formular produtos alimentícios utilizando os resíduos provenientes do processamento mínimo de mini beterraba que contenha características funcionais inerentes a esta hortaliça e atributos sensoriais satisfatórios para os consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**. n. 26, p. 292-5, 2008.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. O mercado de beterraba em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.4, p.56-58, 2002.

CAI, Y; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** , v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.203-220, jul.-dez. 2002.

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

GANDÍA-HERRERO, F.; GARCÍA-CARMONA, F.; ESCRIBANO, J. A novel method using high-performance liquid chromatography with fluorescence for the determination of betaxanthins. **Journal of Chromatography A**, v.1078, p. 83-89, 2005.

GIUNTINI, E. B; LAJOLO, F. M; DE MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.53, n.1, p.14-20, mar. 2003.

HERNANDES, N. K.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; VITAL, H. C.; FREIRE JUNIOR, M. Testes Sensoriais de Aceitação da Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris L.*), cv. *Early Wonder*, minimamente processada e irradiada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27(supl.), p. 64-68, ago. 2007.

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2007: anuário da agricultura brasileira**, São Paulo, 2007. 516 p.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.11, 5178-5185, 2001.

KAPADIA, G.J. et al. Chemoprevention of DMBA-induced UV-B promoted, NOR-1-induced TPA promoted skin carcinogenesis, and DEN-induced Phenobarbital promoted liver tumors in mice by extract of beetroot. **Pharmacological Research**. v. 47, p. 141–8, 2003.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v.87, p. 167-198. 2003.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. B.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, n.3, p. 733-737, jul. - set. 2008.

MORETTI, C. L. Panorama do Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.27-40.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L. de; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. Utilização de Farinha Obtida a partir de Rejeito de Batata na Elaboração de Biscoitos. **Publicatio UEPG Ciências Exatas da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 19-26, abr. 2005.

STINTZING, F.C; CARLE, R. Betalains – emerging prospects for food scientists. **Trends in Food Science and Technology**, n.12, p.514-525, 2007.

ZIELIŃSKA-PRZYEMSKA, M.; OLEJNIK, A.; DOBROWOLSKA-ZACHWIEJA, A., GRAJEK, W. *In vitro* Effects of Beetroot Juice and Chips on Oxidative Metabolism and Apoptosis in Neutrophils from Obese Individuals. **Phytotherapy Research**. v. 23, p. 49–55, 2009.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Agregar valor aos resíduos provenientes de processamento mínimo de beterraba por meio da formulação de produtos e verificar a funcionalidade destes por meio de análises *in vitro*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar farinha a partir dos resíduos provenientes do processamento de mini beterrabas;
- Observar a temperatura de secagem ideal para que haja menor perda de compostos funcionais, por meio das análises de matéria seca (umidade), pH betalaínas totais e açúcares redutores totais;
- Formular polpa vegetal a partir dos resíduos provenientes do processamento de mini beterrabas;
- Observar os efeitos de diferentes binômios temperatura/tempo, por análises de pH, betalaínas totais e açúcares redutores totais;
- Analisar a vida de prateleira da farinha em diferentes tipos de embalagens;
- Analisar a vida de prateleira da polpa armazenada em diferentes ambientes;
- Determinar a pH, índice de cor, açúcares redutores totais, betalaínas totais e fenólicos totais durante a vida de prateleira da polpa e da farinha, além da matéria seca, na farinha;
- Utilizar a polpa como matéria-prima no processamento de gelado comestível (*sorbet*);
- Observar a aceitabilidade dos produtos através de testes sensoriais; e,
- Realizar análises de pH, índice de cor, açúcares redutores totais, betalaínas totais e fenólicos totais no *sorbet*.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

INFLUÊNCIA DAS BETALAÍNAS, FIBRAS E DO NITRATO DA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.) NA SAÚDE: UMA REVISÃO¹

¹ A ser encaminhado para publicação na forma de artigo em setembro de 2010, na Revista de Nutrição (ISSN 1415-5273, nível B2/nacional).

INFLUÊNCIA DAS BETALAÍNAS, FIBRAS E DO NITRATO DA BETERRABA NA SAÚDE: UMA REVISÃO

Nathalie Alcantara Ferreira¹; Celso Luiz Moretti²; Leonora Mansur Mattos²

¹Mestranda em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília, Distrito Federal.

² Pesquisadores, Doutores, Laboratório de pós-colheita. Embrapa Hortaliças - BR 060, Km 09 - Rodovia Brasília-Anápolis, 70359-970, Brasília, Distrito Federal.

RESUMO

A beterraba é uma hortaliça família Chenopodiaceae que se destaca por sua composição nutricional. Desde a antiguidade, é utilizada como um remédio popular para tratamento e prevenção de doenças hepáticas e renais. Este estudo tem objetivo discorrer sobre a beterraba e seus principais componentes bioativos e seus efeitos na saúde, através de resultados de estudos experimentais e epidemiológicos atuais. Atualmente esta olerícola, bem como seus produtos vem sendo amplamente pesquisados por serem fontes de compostos bioativos, como as betalaínas, as fibras e o nitrato e/ou nitrito. A estes constituintes tem sido associados efeitos protetores à saúde humana como a atividade antiradical, proteção contra obesidade, quimioprevenção a alguns tipos de câncer, diminuição da pressão arterial aguda, efeito vasoprotetor e efeitos benéficos no trato gastrointestinal. Entretanto os mecanismos de ação dessas substâncias nos organismos ainda não estão elucidados, sendo necessárias mais pesquisas, principalmente em humanos, para sugerir os mecanismos assim como a determinação da dosagem e administração ideais para a utilização destes compostos em benefício da saúde.

Termos de indexação: *Beta vulgaris*. Betalaínas. Fibras na Dieta. Nitratos. Saúde.

Influence of betalains, fibers and nitrate from beet root in health: a review

ABSTRACT

Beet root (*Beta vulgaris* L.) is a vegetable crop of the Chenopodiaceae family and well known for its nutritive value. Since ancient times, it is used as a medicine to treat kidney and liver diseases. The present work discuss the most important bioactive compounds present in beet roots as well as their effects on health, through experimental and epidemiological studies. The root is being studied widely around the world due to the fact it is a significant source of bioactive compounds such as betalains, fibers and nitrates. These constituents are associated, to some extent, to protective effects in human health such as scavenging activity, obesity reduction, chemoprevention of certain cancer types, reduction in acute blood pressure, and other positive effects in the gastric system. Although many studies have been carried out during the last decades, the mechanisms of action in human body are still being elucidated, showing that further research must be done in order to unravel such mechanisms as well as to determine dose and mode of administration focusing maximum benefits for human health.

Index terms: *Beta vulgaris* L.; Betalains; Fibers; Diet; Nitrates; Health.

INTRODUÇÃO

A beterraba é uma hortaliça característica da dieta do leste e centro Europeu e também é usada como um remédio popular para doenças hepáticas e renais, por estimulação do sistema imunológico e hematopoiético, e como uma dieta especial no tratamento do câncer ^{1,2}.

Planta da família Chenopodiaceae, esta hortaliça pertence à espécie *Beta vulgaris* L. que é dividida em três subespécies: *Beta vulgaris* ssp. *adanesis*, *Beta vulgaris* ssp. *maritima* e *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*, esta última agrupa todas as cultivares já domesticadas. As cultivares da subespécie *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* podem ser subdivididas em quatro grupos: **beterrabas folhosas** (*Leaf Beet Group*), cultivares nas quais as partes comestíveis são as folhas e os pecíolos; **beterrabas açucareiras** (*Sugar Beet Group*), que apresentam coloração branca e são cultivadas nos Estados Unidos e na Europa para produção de açúcar; **beterrabas forrageiras** (*Fodder Beet Group*), cultivares destinadas à alimentação dos rebanhos; e **beterrabas hortícolas** (*Garden Beet Group*), único grupo cultivado comercialmente no Brasil, caracterizado por apresentar uma parte tuberosa comestível. Dentre as beterrabas hortícolas, a cultivar *Early Wonder* (beterraba vermelha ou “de mesa”) é a principal cultivada no Brasil^{3,4}.

Por ser planta típica de climas temperados, se desenvolve bem em regiões de temperaturas amenas a frias, preferencialmente entre 10 e 20 °C. Entretanto, se plantada em regiões com temperatura e pluviosidade elevada, ocorre destruição prematura das folhas por doenças fúngicas e as beterrabas adquirem coloração interna indesejável, com anéis claros³. Devido a estes fatores, a hortaliça é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Das 100,5 mil propriedades produtoras de beterraba existentes no país, 42% estão na Região Sudeste e 35% na Região Sul. No estado de São Paulo existem, aproximadamente, 700 propriedades agrícolas, perfazendo 5 mil ha, onde são produzidas 115 mil toneladas de beterraba por ano. A produtividade de raízes varia entre 20 e 35 t/ha^{5,6}.

A beterraba é uma hortaliça que está em evidência, com um crescimento progressivo do seu consumo no mercado brasileiro. No ano de 2006, o volume comercializado foi superior a 18 mil toneladas⁷. Este crescimento pode ser justificado pelo forte apelo sensorial, devido à sua cor vermelho-intensa, além da versatilidade nas formas de consumo da raiz tuberosa, além das folhas⁸.

A cultivar *Early Wonder* possui como características raízes com formato regular e forte coloração vermelha, devido a presença das betalaínas em sua constituição. Além de possuir substâncias químicas importantes, a beterraba vem se destacando, entre as hortaliças, por sua composição nutricional (Tabela 1), principalmente pelo seu conteúdo de açúcares, fibras, em vitaminas do complexo B e minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco^{3,5,9}.

Tabela 1: Composição da beterraba crua

Nutriente	Unidade	Teor (em 100 g)
Energia	kcal	49
Água	g	86
Proteína	g	1,9
Lipídeos	g	0,1
Carboidrato	g	11,1
Fibra Alimentar	g	3,4
Cinzas	g	0,9
Cálcio	mg	18
Fósforo	mg	19
Ferro	mg	0,3
Sódio	mg	10
Potássio	Mg	375
Cobre	Mg	0,08
Zinco	Mg	0,5
Vitamina B1 (Tiamina)	Mg	0,04
Vitamina B6 (Piridoxina)	Mg	0,04
Vitamina C	mg	3,1

Fonte: NEPA- UNICAMP¹⁰ (adaptado).

Esta hortaliça, bem como seus extratos e corantes são universalmente permitidos como ingredientes na indústria de alimentos, onde são amplamente empregados¹¹. Além disso, a beterraba possui importantes compostos bioativos, dentre os quais se destacam as betalaínas, as fibras e, atualmente, o nitrato. A estes constituintes tem sido associados efeitos protetores à saúde humana como a atividade antiradical^{2,12}, proteção a doenças relacionadas ao estresse oxidativo, como obesidade¹³ e a quimioprevenção a alguns tipos de câncer¹⁴, diminuição da pressão arterial aguda, efeito vasoprotetor¹⁵ e efeitos benéficos no trato gastrointestinal^{16,17}. Entretanto, pouco se conhece sobre os efeitos na saúde dos componentes da beterraba em comparação a outras hortaliças, como cenoura e tomate.

Este trabalho tem como objetivo discorrer sobre a beterraba e seus principais componentes bioativos e seus efeitos na saúde, por meio de resultados de estudos experimentais e epidemiológicos atuais.

Composição Química da Beterraba

A beterraba de mesa ou hortícola (*Beta vulgaris* L.) destaca-se, dentre as hortaliças, por sua composição nutricional, sobretudo em teores de açúcares, e pelas formas de consumo da raiz tuberosa, além das folhas⁸. Cerca de 100 g de beterraba fresca contém aproximadamente 87,1 g de água, 7,6 g de carboidrato, 1,7 g de proteína e 0,1 g de gordura¹⁸. Esta hortaliça também possui significativas quantidades de vitaminas do complexo B, minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco⁵. Além disso, atualmente a beterraba vem se destacando entre as hortaliças, por possuir compostos funcionais importantes como as betalaínas, as fibras e até mesmo o nitrito e/ou nitrato, anteriormente considerados compostos carcinogênicos.

Betalainas

A beterraba além de ser muito nutritiva, possui forte apelo sensorial, devido à sua cor vermelho-intensa³. A coloração da beterraba é justificada pela presença das betalainas, que são pigmentos hidrossolúveis naturais provenientes do metabolismo secundário, pertencentes ao grupo dos compostos nitrogenados alcalóides².

Esses pigmentos são divididos em duas classes: betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-violeta e as betaxantinas, de coloração amarelo-laranja. As betaxantinas encontradas na beterraba são as Vulgaxantinas I e II e as betacianinas são a Betanina e a Isobetanina¹¹ (Figura 01). Dentre as betalainas presentes na beterraba vermelha aproximadamente 75-95% é betanina, constituindo o pigmento principal do corante de beterraba¹⁸. As betalainas são consideradas um dos mais importantes corantes naturais desenvolvidos para uso em indústrias de alimentos^{12, 19, 20, 21}, sendo utilizadas com sucesso para colorir produtos como balas, iogurtes, gelados, molhos de salada, misturas para bolos, substitutos da carne, bebidas em pó, *marshmallow* doces, refrigerantes e sobremesas de gelatina¹⁴.

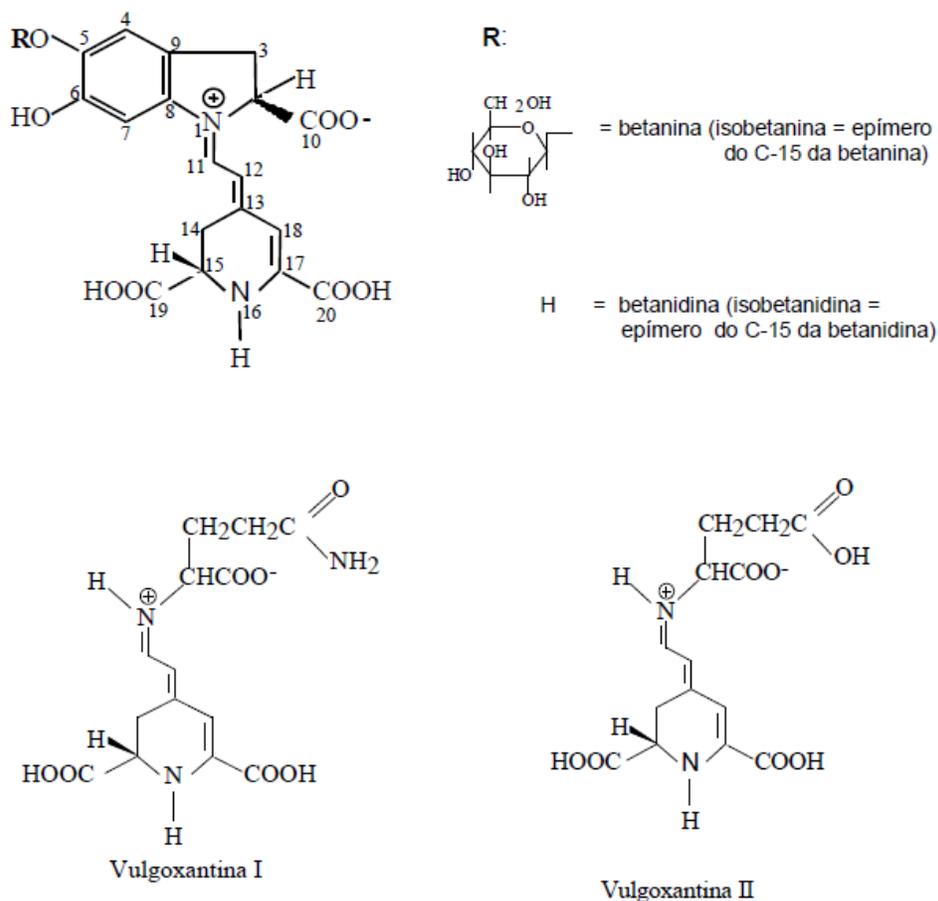


Figura 1: Principais betacianinas e betaxantinas presentes na beterraba.

As betalainas são compostos quimicamente semelhantes às antocianinas, sendo anteriormente confundidas com estas, chegando a receber a denominação de “antocianinas nitrogenadas”, porém hoje se sabe que estes dois corantes são mutuamente exclusivos em sua ocorrência na natureza²². Estes corantes são ausentes de toxicidade, apresentam propriedades farmacológicas e colorantes relevantes e têm forte efeito antirradical². Além disso, a beterraba vermelha possui uma alta capacidade de cultivo e baixo custo de processamento e término do produto final em relação aos demais corantes naturais, justificando assim sua utilização na indústria de alimentos²³. No entanto, seu uso ainda é limitado devido à baixa estabilidade da cor, que é dependente de fatores como pH, temperatura, presença ou ausência de oxigênio e de luz, atividade de água. Vários aditivos, como os ácidos ascórbico, tânico e gálico demonstraram exercer efeitos positivos na

estabilidade de betalaínas em sua matriz natural, bem como no pigmento purificado e preparações²⁴.

Além de se destacarem por suas propriedades colorantes, as betalaínas também são apontadas como uma nova classe de antioxidantes dietéticos, principalmente devido a sua capacidade de sequestrar radicais livres. O consumo de beterraba vermelha regularmente na dieta pode fornecer proteção contra determinadas doenças relacionadas com o estresse oxidativo em humanos, como alguns tipos de câncer¹².

Fibras

As fibras alimentares são nutrientes exclusivos de vegetais, constituídas por polissacarídeos não-amido (celulose, hemicelulose, gomas e pectinas) e lignina. Entretanto, outros carboidratos (como inulina, amido resistente e β -glucanas) não são hidrolisados pelas enzimas digestivas, podendo ser considerados também como fibras alimentares²⁵.

O interesse pelo enriquecimento de alimentos com fibras aumentou nas últimas décadas. Entretanto, para que este enriquecimento seja efetivo, é necessário observar alguns critérios durante a formulação, como a porcentagem dos ingredientes, para que uma aceitação sensorial satisfatória por parte do consumidor. De maneira geral, as propriedades físico-químicas das fibras permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, como sua utilização na substituição de gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante, emulsificante; podendo ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães^{16, 27}.

Alimentos com teor de 2 a 3% de fibra alimentar (FA) podem ser considerados uma boa fonte deste nutriente. No Brasil a nomenclatura “fonte” se dá a alimentos que apresentam no produto pronto 3 g/100 g (base integral) para alimentos sólidos e 1,5 g/100 mL (base integral) para líquidos¹⁶.

Torres et al.²⁵ dosaram a quantidade de fibras na beterraba crua e cozida e encontraram aproximadamente 2,5% de fibra alimentar total tanto na beterraba crua, quanto na beterraba cozida. A beterraba pode ser considerada fonte de fibras, pois possui cerca de 3% de fibra alimentar total em base integral¹⁶.

As fibras alimentares produzem efeitos benéficos no organismo, como controle nos níveis de açúcar no sangue (glicemia), tendo um papel importante na alimentação, especialmente de pessoas diabéticas, pois ajuda a melhorar o controle metabólico^{26, 27}. Pesquisas mostram que o consumo de fibras tem sido associado a uma diminuição na incidência de doenças crônicas, como doença cardíaca, diabetes tipo 2 e câncer do trato gastrointestinal, associação que permitiu a inclusão destes alimentos na categoria dos alimentos funcionais¹⁶.

Nitritos e Nitratos

Nitritos e nitratos são íons que se encontram na natureza, fazendo parte do ciclo do nitrogênio. O nitrato (NO_3^-) é a forma estável dos compostos oxidados de nitrogênio e, apesar de possuir uma baixa reatividade química, pode ser reduzido por ação microbológica. O nitrito (NO_2^-) é oxidado facilmente por processos químicos ou biológicos a nitrato, ou reduzido originando diversos compostos óxido nítrico (NO)²⁸.

A ingestão de nitrato pelo homem é proveniente essencialmente de hortaliças, da água e de aditivos/conservantes utilizados na carne. Entretanto, os vegetais são a principal fonte, fornecendo aproximadamente 80% da concentração total de nitrato em uma dieta normal, uma vez que esses compostos ocorrem naturalmente no solo e plantas e o nitrogênio desempenha um papel fundamental no crescimento das plantas. Assim, as raízes das plantas são capazes de absorver nitrato diretamente do solo e de fertilizantes agrícolas²⁹.

Hortaliças como alface, espinafre, beterraba, rabanete e aipo contêm os níveis mais elevados de nitratos, em relação a outras, já que possuem a tendência a

acumular nitratos. Por outro lado, cenoura, couve-flor, feijão francês, ervilhas e batatas raramente acumulam nitratos^{29, 30}.

O teor de nitrato em vegetais pode ser influenciado por fatores relacionados à planta como variedade, espécie e maturidade e ao ambiente, como temperatura, intensidade de luz e carência de alguns nutrientes e uso de fertilizantes^{30, 31}.

A beterraba, por ser considerada uma hortaliça com alta concentração de nitratos, está incluída em estudos que dosam este íon, bem como o nitrito, em diferentes países (Tabela 02). Apesar de esses estudos apontarem que a beterraba e outras hortaliças possuem uma significativa concentração de nitratos e até mesmo de nitritos, no Brasil ainda não existe uma legislação específica que regulamente os Limites Máximos Permitidos ou Ingestão Diária Aceitável (IDA) em alimentos de origem vegetal, mas apenas para produtos cárneos, águas envasadas e gelo, sendo estes limites de 0,03 g/100g de nitrato (Quantidade residual máxima expressa como nitrito de sódio) 0,015 g/100g de nitrito (Quantidade residual máxima expressa como nitrito de sódio), para produtos cárneos e de 50 mg L⁻¹ (calculado como nitrato) de nitrato e 0,02 mg L⁻¹ de nitrito (calculado como nitrato), para águas envasadas e gelo^{32, 33}.

Tabela 2: Comparação da concentração média de nitratos em beterrabas em diversos países.

Ano	Autor	País	Nitrato (mg kg ⁻¹)
2000	Ximenes et al. ³⁰	Brasil	10233 ^{a,*}
1999	Petersen e Stolze ³⁵	Dinamarca	1390 ^b
1996-2002	Sušin et al. ³⁶	Eslovênia	1074 ^b
2003-2005	Tamme et al. ³¹	Estônia	1390 ^b
2008	van Velsen et al. ³⁴	Holanda	2144 ^b
2007	Thomsom et al. ³⁷	Nova Zelândia	763 ^b

^a beterraba fresca; ^b beterraba cozida; * expresso em nitrato de sódio.

A principal preocupação em relação ao consumo de nitratos é referente à sua conversão a nitrito na cavidade oral, estima-se que aproximadamente 4-8% de uma dose de nitrato ingerido é convertido em nitrito. Este pode causar metemoglobinemia infantil, e pode formar substâncias cancerígenas, as N-nitrosaminas. Consequentemente, o nitrito é suspeito de causar câncer gástrico e outras doenças malignas. Entretanto estudos atuais revelam efeitos benéficos do consumo deste íon na saúde humana, como na diminuição da pressão arterial e de doenças cardiovasculares, devido à sua bioconversão a óxido nítrico^{28, 34, 15}.

Efeitos do consumo da beterraba na saúde

Vários estudos apontam os benefícios do consumo de beterraba na saúde, relacionando-os à presença dos compostos bioativos acima descritos (Tabela 3).

Tabela 3: Análise resumida de alguns estudos relacionados ao uso da beterraba e seus produtos.

Produto	Tipo de estudo	Conclusões dos estudos	Autor
Extrato de betanina	<i>in vivo</i> (ratos)	Houve um efeito quimiopreventivo na carcinogênese de pele e pulmão, nos ratos que receberam o extrato.	Kapadia et al. ¹⁴
Suco e chips de beterraba	<i>in vitro</i>	Observou-se uma inibição do metabolismo oxidativo de neutrófilos isolados de indivíduos obesos e saudáveis, assim os produtos de beterraba apresentaram uma capacidade antioxidante e antiinflamatória.	Zielińska-Przyemsk a et al. ¹³
Suco de beterraba	<i>in vivo</i> (ratos)	O suco neutralizou o estresse oxidativo induzido por xenobióticos.	Kujawska et al. ¹

Continua...

Produto	Tipo de estudo	Conclusões dos estudos	Autor
Fibras de beterraba	<i>in vivo</i> (porcos)	A fibra não interferiu na absorção de glicose e aminoácidos, porém aumentou a quantidade de ácidos graxos voláteis.	Michel & Rerat ³⁸
Fibras de beterraba	<i>in vivo</i> (homens)	A fibra diminuiu a digestibilidade do nitrogênio protéico, do lipídeo e da energia da dieta e melhorou o trânsito intestinal.	Castiglia-Delavaud et al. ³⁹
Beterraba cozida	<i>in vivo</i> (homens)	A biodisponibilidade de nitrato após o consumo da beterraba cozida foi maior que 100%, entretanto não houve aumento nas concentrações plasmáticas de nitrito.	Van Velsen et al. ³⁴
Suco de beterraba	<i>in vivo</i> (homens)	Nos indivíduos que receberam suco de beterraba houve uma redução da pressão sanguínea e efeitos vasoprotetores.	Webb et al. ¹⁵

Kapadia et al.¹⁴ realizaram ensaios com extrato de beterraba buscando verificar o seu potencial de quimioprevenção do câncer em três diferentes modelos experimentais de iniciação-promoção de tumor em ratos. Os fatores de iniciação de tumor de pele utilizados foram 7,12-dimetilbenz(a)antraceno (DMBA) e (±)-(E)-4-metil-2-[(E)-hidroxiamino]-5-nitro-6-metoxi-3-hexanamida (NOR-1), e seus fatores de promoção do tumor de pele foram a luz ultravioleta B (UV-B) e 12-O-tetradecanoilforbol-13-acetato (TPA). Já no modelo de hepatocarcinogênese, a N-Nitrosodietilamina (DEN) foi o iniciador e o fenobarbital, o promotor. Os ratos do sexo feminino foram analisados durante 20 semanas, sendo que os grupos teste receberam uma solução de betanina (2,5 mg de betanina/ 100 mL de água potável), por via oral e os grupos controles apenas água.

Os resultados demonstraram que a co-administração de uma dose muito baixa de extrato de betanina (beterraba) apresentou um efeito quimiopreventivo na carcinogênese de pele e pulmão, através da redução significativa na incidência do tumor, da multiplicidade e atraso no período de latência além de uma redução da

esplenomegalia. Os efeitos quimiopreventivos da betanina poderiam justificados pela inibição da formação intracelular do adutos do DNA carcinógeno. Para formar os adutos, carcinógenos químicos têm que ser transportados através da membrana plasmática e metabolizados por monooxigenases e hidrases. Assim, esses efeitos podem ser devido a um ou mais dos seguintes três mecanismos: (i) através do bloqueio o carcinógeno (DMBA ou NOR-1 e DEN) para que ele não passe através da membrana plasmática, (ii) por exaustão de enzimas relacionadas à ativação cancerígena, e / ou (iii) inibindo competitivamente a formação do aduto de DNA.

Zielińska-Przyemska et al.¹³ observaram o efeito *in vitro*, através de um trato gastrointestinal artificial, de suco e chips de beterraba no metabolismo oxidativo e apoptoses em neutrófilos de indivíduos obesos e não-obesos. Quinze mulheres obesas (idade 45 ± 9 anos, $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$) e nove controles saudáveis (mulheres, com idades entre 29 ± 11 anos, $IMC = 22,2 \pm 1,6 \text{ kg/m}^2$) participaram do estudo. Foi observada a produção de neutrófilos oxidantes, formação de espécies reativas de oxigênio, e atividade da caspase-3, um marcador de apoptose. Os produtos de beterraba inibiram significativamente o metabolismo oxidativo dos neutrófilos. Também foram observados os efeitos pró-apoptóticos desses produtos. Logo, o suco e os chips de beterraba tem capacidade antioxidante e antiinflamatória, e poderia ser um complemento importante no tratamento da obesidade.

Kujawska et al.¹ investigaram o efeito protetor do suco de beterraba em um modelo de estresse oxidativo induzido por N-Nitrosodietilamina (NDEA) e tetracloreto de carbono (CCl_4). Ratos Wistar machos foram tratados com suco de beterraba por 28 dias, e uma única dose dos xenobióticos (NDEA ou CCl_4). Ao mesmo tempo, dois grupos de ratos não tratados previamente com suco foram dados apenas um dos xenobióticos. Observou-se, de acordo com os resultados encontrados, que o pré-tratamento com suco de beterraba vermelha pode neutralizar estresse oxidativo induzido pelos xenobióticos em ratos, avaliado pela restauração da atividade da maioria das enzimas antioxidantes no fígado e, de certo modo, diminuindo o prejuízo oxidativo de proteínas do plasma, bem como uma diminuição no dano no DNA em leucócitos. A redução de danos no DNA observados em ratos que receberam o suco de beterraba pode resultar da ação antioxidante dessa olerícola.

Em relação às fibras, Michel & Rerat³⁸ avaliaram a influência de duas fontes de fibra alimentar na absorção de nutrientes para a circulação sangüínea, a partir do intestino delgado e do intestino grosso. Os animais (porcos) foram divididos em dois grupos de quatro animais e receberam sucessivamente duas dietas contendo peixes e farinha de batata, equilibradas em vitaminas e minerais, apenas diferindo no tipo de fibra adicionado, ao nível de inclusão de 10%: farelo de trigo ou de fibras de beterraba. As duas fontes de fibra não interferiram na absorção dos nutrientes glicose e aminoácidos (medidos como nitrogênio), no entanto, a quantidade de ácidos graxos voláteis, também medida no sangue portal, foi maior para o grupo que recebeu a fibra de beterraba. Nesse mesmo estudo, verificou-se que em experimento de maior duração, de 5 para 30 dias, ocorreu diminuição na absorção dos nutrientes a partir do intestino delgado, sem qualquer alteração da absorção, a partir do intestino grosso, dos ácidos graxos voláteis.

Castiglia-Delavaud et al.³⁹, em ensaio com nove homens saudáveis avaliaram o efeito da inulina e fibras de beterraba, na utilização de nutrientes digestíveis da dieta. Foram oferecidas três dietas: dieta C (controle), dieta B (controle + fibra de beterraba) e dieta I (controle + inulina comercial). Ambas as fontes diminuíram entre 1-2% a digestibilidade do nitrogênio protéico, do lipídeo e da energia da dieta. Não houve diferença entre grupos, que receberam fibra e o grupo que não recebeu a fibra, para a excreção fecal do nitrogênio ingerido e para o balanço de nitrogênio, no entanto, a excreção urinária de nitrogênio foi claramente menor nos grupos que receberam fibra. Os grupos que receberam fibra apresentaram valores altos para o número de defecações e peso fecal, que os autores atribuíram ao aumento da hidratação da massa fecal e da excreção de massa microbiana. A inulina comercial foi totalmente fermentada e a fibra de beterraba teve um mínimo de fermentação.

Já em relação ao nitrato/ nitrito, existem inúmeros estudos em relação aos seus efeitos maléficos e, mais recentemente, sobre os benefícios. Van Velsen et al.³⁴ realizaram um estudo transversal com o objetivo de determinar a biodisponibilidade absoluta de nitrato a partir de três vegetais ricos neste íon. Doze pessoas foram submetidas aos seguintes tratamentos: (1) a infusão endovenosa de 500 mg de nitrato de sódio, (2) Administração oral 300 g de espinafre cozido, (3) administração oral de 300 g de alface, e (4) administração oral 300 g de beterraba

cozida. O período entre os tratamentos foi de pelo menos 6 dias. As amostras de plasma foram analisadas para as concentrações de nitrato e nitrito, e os parâmetros farmacocinéticos foram calculados. A biodisponibilidade de nitrato foi de 106% a partir de beterraba cozida. Entretanto, não houve aumento significativo nas concentrações plasmáticas de nitrito.

Webb et al.¹⁵ investigaram os efeitos benéficos do consumo de nitratos da dieta, por meio da ingestão de suco de beterraba, relacionando esses benefícios à presença do óxido nítrico, obtido a partir da bioconversão do nitrato dietético. Participaram do estudo de pressão arterial 14 indivíduos saudáveis, os quais beberam 500 mL de suco de beterraba ou água. Aproximadamente 3 horas após a ingestão de uma carga de nitratos na dieta (suco de beterraba), houve uma redução da pressão sanguínea (PA) (máximo de 10,4 / 8 mm Hg); efeito que coincidiu com o aumento do pico de concentração plasmática de nitrito.

Na mesma pesquisa, também realizaram um estudo com 6 voluntários saudáveis, em que foi interrompida a conversão enterosalivar do nitrato a nitrito (facilitada por bactérias anaeróbias situado na superfície da língua) após a ingestão do suco de beterraba. A interrupção impediu o aumento do nitrito plasmático, bloqueou a queda da PA e aboliu o efeito inibitório na agregação plaquetária, confirmando que esses efeitos vasoprotetores foram imputáveis à atividade de nitrito convertido a partir do nitrato ingerido¹⁵.

A função endotelial também foi avaliada em 10 indivíduos saudáveis, através da medida do diâmetro da artéria braquial no braço não-dominante, em resposta à hiperemia reativa endotélio-dependente, antes e após um insulto isquêmico. O nitrato dietético impediu a disfunção endotelial induzida por um insulto isquêmico agudo no antebraço humano e significativamente atenuada agregação plaquetária *ex vivo*, em resposta ao colágeno e ADP¹⁵.

CONCLUSÃO

A beterraba, bem como seus produtos, possui em sua composição compostos bioativos, como as betalaínas, as fibras e o nitrato e/ou nitrito. Estudos experimentais e epidemiológicos mostram efeitos benéficos do consumo de beterraba na saúde, como na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo.

Os estudos sugerem que estas substâncias estão fortemente relacionadas a estes benefícios e buscam elucidar os mecanismos de ação destas nos organismos, entretanto, ainda não existe consenso, sendo necessários mais estudos com este objetivo, sobretudo em humanos, bem como a determinação da dose e do modo de administração ideais para a utilização destes compostos em benefício da saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à EMBRAPA e à CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1 Kujawska M, Ignatowicz E, Murias M, Ewertowska M, Mikołajczyk K, Jodynis-Liebert J. Protective Effect of Red Beetroot against Carbon Tetrachloride- and N-Nitrosodiethylamine-Induced Oxidative Stress in Rats. *J Agric Food Chem.* 2009; 57:2570–5

2 Kanner J, Harel S, Granit R. Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. *J Agric Food Chem.* 2001; 49 (11): 5178-85.

3 Hernandez NK, Coneglian RCC, Godoy RLO, Vital HC, Freire Junior M. Testes Sensoriais de Aceitação da Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris L.*), cv. *Early Wonder*, minimamente processada e irradiada. *Cienc Tecnol Aliment.* 2007; 27(supl.): 64-8.

4 Lange W, Brandenburg W A, De Bock TSM. Taxonomy and cultonomy of beet (*Beta vulgaris L.*). *Bot J Linn Soc.* 1999; 130: 81-96.

5 Alves AU, Prado RM, Gondim ARO, Fonseca IM, Cecílio Filho AB. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. *Hortic Bras.* 2008; 26: 292-5.

6 Camargo Filho WP, Mazzei AR. O mercado de beterraba em São Paulo. *Inf Econ.* 2002; 32 (4): 56-58.

7 INSTITUTO FNP. *Agrianual 2007: anuário da agricultura brasileira*, São Paulo, 2007. 516 p.

8 Aquino LA, Puiatti M, Pereira PRG, Pereira FHF, Ladeira IR, Castro MRS. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. *Hortic Bras.* 2006; 24: 199-203.

9 Vitti MCD, Kluge RA, Yamamoto LK, Jacomino AP. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. *Hortic Bras.* 2003; 21 (4): 623-6.

10 NEPA-UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos. Versão II. 2ª ed. Campinas: NEPA-UNICAMP; 2006.

11 Kujala TS, Vienola MS, Klika KD, Loponen JM, Pihlaja K. Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *Eur Food Res Technol.* 2002; (214): 505–10

12 Cai Y, Sun M, Corke H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. *J Agric Food Chem.* 2003; 51(8): 2288-94.

13 Zielińska-Przyemska M, Olejnik A, Dobrowolska-Zachwieja A, Grajek W. *In vitro* Effects of Beetroot Juice and Chips on Oxidative Metabolism and Apoptosis in Neutrophils from Obese Individuals. *Phytother Res.* 2009; (23): 49–55.

14 Kapadia GJ, Azuine MA, Sridhar R, Okudac Y, Tsuruta A, Ichiishi E, et al. Chemoprevention of DMBA-induced UV-B promoted, NOR-1-induced TPA promoted skin carcinogenesis, and DEN-induced Phenobarbital promoted liver tumors in mice by extract of beetroot. *Pharmacol Res.* 2003; 47: 141–8.

15 Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S, Okorie M, Aboud Z, Misra S, et al. Acute Blood Pressure Lowering, Vasoprotective, and Antiplatelet Properties of Dietary Nitrate via Bioconversion to Nitrite. *Hypertension*. 2008; 51: 784-90.

16 Giuntini EB, Lajolo FM, Menezes EW. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. *Arch Latinoam Nutr*. 2003; 53 (1): 14-20.

17 Klewicka E, Zduńczyk Z, Juśkiewicz J. Effect of lactobacillus fermented beetroot juice on composition and activity of cecal microflora of rats. *Eur Food Res Technol*. 2009; 229:153–7.

18 Sivakumar V, Anna JL, Vijayeeswarri J, Swaminathan G. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. *Ultrason Sonochem*. 2009; 16: 782–9.

19 Constant PBL, Stringheta PC, Sandi D. Corantes Alimentícios. B CEPPA. 2002; 20 (2): 203-20.

20 Gandía-Herrero F, García-Carmona F, Escribano J. A novel method using high-performance liquid chromatography with fluorescence for the determination of betaxanthins. *J Chromatogr A*. 2005; 1078: 83-9.

21 Stintzing FC, Carle R. Betalains – emerging prospects for food scientists. *Trends in Food Science and Technology*. 2007; 12: 514-25.

22 Kujala TS, Loponen JM, Klika KD, Pihlaja K. Phenolics and Betacyanins in Red Beetroot (*Beta Vulgaris*) Root: Distribution and Effect of Cold Storage on the Content of Total Phenolics and Three Individual Compounds. J Agric Food Chem. 2000; 48 (11): 5338-42.

23 Drunkler DA, Fett R, Bordignon-Luiz MT. Betalaínas extraídas da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). Bol. SBCTA. 2003; 37 (1): 14-21.

24 Drunkler DA, Falcão LD, Bordignon-Luiz MT. Influência dos ácidos tânico e gálico na estabilidade de betacianinas do extrato bruto de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). Alim Nutr. 2004; 15 (1): 35-41.

25 Torres GF, Salgado SM, Livera AVS, Guerra NB. Efeito do Processo Hidrotérmico Sobre o Teor de Fibra Alimentar em Hortaliças. B CEPPA. 2006; 24 (2): 337-46.

26 Shils ME, Olson JÁ, Shike M, Ross CA. Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença. 9a. ed. Barueri (SP): Manole; 2003.

27 Pumar M, Freitas MCJ, Cerqueira PM, Santangelo SB. Avaliação do efeito fisiológico da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) no trato intestinal de ratos. Ciênc Tecnol Aliment. 2008; 28 (Supl.): 7-13.

28 Gilchrist M, Winyard PG, Benjamin N. Dietary nitrate – Good or bad?. Nitric Oxide. 2009; doi:10.1016/j.niox.2009.10.005.

29 Prasad S, Chetty AA. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. Food Chem. 2008; 106:772–80.

30 Ximenes MIN, Rath S, Reyes FGR. Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta*. 2000; 51: 49–56.

31 Tamme T, Reinik M, Roasto M, Juhkam K, Tenno T, Kiis A. Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. *Food Addit Contam*. 2006; 23(4): 355–61.

32 BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico: Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. [acesso 2009 dez 21]. <Disponível em: www.anvisa.gov.br>.

33 BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo. [acesso 2009 dez 21]. 2009.<Disponível em:www.anvisa.gov.br>.

34 Van Velzen AG, Sips AJAM, Schothorst RC, Lambersa AC, Meulenbelt J. The oral bioavailability of nitrate from nitrate-rich vegetables in humans. *Toxicol Lett*. 2008; 181: 177–81.

35 Petersen A, Stoltze S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food Addit Contam*. 1999; 16 (7): 291–9.

36 Sušin J, Kmecl V, Gregorcic A. A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996–2002. *Food Addit Contam.* 2006; 23(4): 385–90.

37 Thomson BM, Nokes CJ, Cressey PJ. Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. *Food Addit Contam.* 2007; 24(2): 113-21.

38 Michel P, Rérat A. Effect of adding sugar beet fibre and wheat bran to a starch diet on the absorption kinetics of glucose, amino-nitrogen and volatile fatty acids in the pig. *Reprod Nutr Dev.* 1998; 38: 49-68.

39 Castiglia-Delavaud C, Verdier E, Besle JM, Vernet J, Boirie Y, Beaufriere B, et al. Net energy value of non-starch polysaccharide isolates (sugarbeet fibre and commercial inulin) and their impact on nutrient digestive utilization in healthy human subjects. *Br J Nutr.* 1998; 80: 343–52.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DE LITERATURA

PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MINI BETERRABA²

² Publicado, na forma de Comunicado Técnico, editado pela Embrapa Hortaliças (ISSN 1415-9850).

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MINI BETERRABA

Nathalie Alcantara Ferreira¹; Sarah Braz Lopes²; Celso Luiz Moretti³; Leonora Mansur Mattos⁴

Laboratório de Pós-colheita

Embrapa Hortaliças

¹Mestranda em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70910-900. nathalie@cnph.embrapa.br

²Engenheira de Alimentos, Faculdade da Terra de Brasília - FTB, Brasília, Brasília, DF, 70910-900. sarah@cnph.embrapa.br

³Pesquisador, Dr. Laboratório de pós-colheita. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 70.359-970. moretti@cnph.embrapa.br

⁴Pesquisadora, Dra. Laboratório de pós-colheita. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 70.359-970. leonora@cnph.embrapa.br

1 Introdução

A demanda por produtos prontos para o consumo, como as hortaliças minimamente processadas, tem crescido em todo o mundo desde o seu surgimento, há mais de 30 anos, nos Estados Unidos. No Brasil, embora o mercado ainda seja considerado incipiente, já se observa um crescimento considerável na oferta destes produtos voltada principalmente para o mercado das cozinhas industriais e para os grandes centros consumidores. Vegetais minimamente processados são aqueles que passaram por algum tipo de alteração física, como corte, descascamento e torneamento, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativos. Este tipo de processamento oferece a possibilidade de se agregar valor às hortaliças que apresentam inadequação aos atributos de qualidade desejados pelo consumidor (MORETTI, 2007).

A beterraba é uma hortaliça da família Chenopodiaceae, na qual a parte comestível é sua raiz tuberosa. Existem poucas cultivares plantadas no Brasil, sendo a cultivar *Early Wonder* (beterraba vermelha ou “de mesa”) a principal (VITTI *et al.*, 2003; HERNANDES *et al.*, 2007). Esta hortaliça ocupa a 13ª posição quanto ao volume de produção no Brasil, com um volume de cerca de 280 mil toneladas/ano (HORTA *et al.*, 2001). No ano de 2006, o volume comercializado de beterraba foi superior a 18 mil toneladas (INSTITUTO FNP, 2007).

A coloração da beterraba é justificada pela presença das betalaínas, que são pigmentos nitrogenados, bastante hidrossolúveis que incluem as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-violeta e as betaxantinas, de coloração amarelo-laranja. As betalaínas foram um dos primeiros corantes naturais a serem empregados em indústrias de alimentos, sendo consideradas um dos mais importantes (CONSTANT *et al.*, 2002; CAI *et al.*, 2003; GANDÍA-HERRERO *et al.*, 2005; STINTZING e CARLE, 2007).

Além das propriedades colorantes, as betalaínas são apontadas como uma nova classe de antioxidantes dietéticos, principalmente devido a sua capacidade de sequestrar radicais livres. O consumo de beterraba vermelha regularmente na dieta pode fornecer proteção contra determinadas doenças relacionadas com o estresse oxidativo em humanos, como alguns tipos de câncer (CAI *et al.*, 2003).

Assim, o presente comunicado técnico tem o objetivo de apresentar as etapas para o processamento mínimo de mini beterrabas.

2 Processamento mínimo de mini beterrabas

O processamento mínimo de beterrabas foi baseado nas etapas de processamento mínimo de beterrabas raladas (KLUGE & VITTI, 2007), combinadas com os procedimentos utilizados na obtenção de mini-cenoura em formato de bola, denominada Catetinho (LANA *et al.*, 2007), com adaptações. O fluxograma do processamento mínimo de mini beterraba é mostrado na Figura 1.

2.1 Recepção da Matéria-Prima

Recomenda-se que após a colheita, a matéria-prima seja imediatamente transportada para a agroindústria, em recipientes adequados, uma vez que quanto menor for o tempo entre a colheita e o processamento propriamente dito, melhor será a qualidade e a vida útil do produto final processado. As raízes de beterraba devem ser recebidas (Figura 2) e conduzidas rapidamente da plataforma de recepção para o processamento ou para o local de estocagem. Caso haja necessidade de armazenar a matéria-prima antes de processá-la, deve-se estocar em ambiente refrigerado, com temperatura de 3°C a 5°C, por até cinco dias.



Fig. 1. Fluxograma do processamento mínimo de mini beterraba



Foto: Nathalie Ferreira

Fig. 2. Recepção da Matéria-Prima

2.2 Pré-seleção e classificação

Na etapa de pré-seleção as beterrabas devem ser selecionadas de forma que, caso apresentem características indesejáveis para o processamento, como danos mecânicos e doenças, sejam rejeitadas. Nesta etapa também são removidas as sujidades e outras impurezas, bem como as raízes que apresentem podridão.

Em seguida as beterrabas devem ser classificadas quanto ao tamanho, para uniformização no corte, com auxílio de um gabarito com diâmetros fixos em intervalos de: 8,1 a 10 cm (tipo A); 7,1 a 8 cm (tipo B); 6,1 a 7 cm (tipo C) e, menor ou igual a 6 cm (tipo D).

2.3 Lavagem e Sanitização

Após a classificação, as beterrabas devem ser lavadas em água corrente, para retirada de impurezas superficiais e em seguida sanitizadas por imersão em

água clorada (100 ppm de cloro ativo) com temperatura de 0 a 5°C, por 10min e depois enxaguadas em água limpa, para a retirada do cloro residual.

A etapa de enxágüe deve ser realizada para evitar que a matéria orgânica remanescente na solução clorada reaja com o cloro, diminuindo o seu efeito. Recomenda-se trocar a água de enxágüe após duas a três lavagens.

2.4 Corte

O corte manual das raízes deve ser feito utilizando equipamentos de proteção individual (EPIs), como luvas, aventais, máscaras e toucas, e utensílios devidamente higienizados e sanitizados em solução clorada a 200 ppm de cloro ativo (Figura 3). As beterrabas devem ser cortadas em forma de cubos, sendo que as raízes do tipo A, devem ser cortadas no sentido equatorial e as metades, cortadas em 4 pedaços; as dos tipos B e C cortadas em 4 partes; e do tipo D, cortadas em duas partes. Após este corte inicial, cada parte é novamente cortada para que os pedaços assumam forma de cubo. Ao final desta etapa, obtém-se cubos com aproximadamente 3 cm de aresta (Figura 4).



Foto: Nathalie Ferreira

Fig. 3. Corte manual das beterrabas



Foto: Ricardo Ribeiro

Fig. 4. Raízes de beterraba em formato de cubos

2.5 Processamento/Torneamento

Após o corte, os cubos de beterraba devem ser processados em duas etapas: a primeira etapa, denominada torneamento, consiste na abrasão dos cubos em máquina processadora, também chamada de torneadora, que é composta por dois tambores rotativos com lixas nas paredes internas e na base. Devem ser colocados cerca de 2 kg de cubos no primeiro tambor da processadora, revestido com lixa de 60 mesh, por 262 segundos, para descasque e eliminação das partes angulares, dando forma arredondada aos cubos, conforme mostrado na Figura 5. Na segunda etapa as beterrabas, já em formato de bola, devem ser dispostas na segunda torneadora, com lixa de 100 mesh por 45 segundos, para ser realizado o acabamento.



Foto: Ricardo Ribeiro

Fig. 5. Processo de torneamento

2.6 Seleção, sanitização e centrifugação

As mini beterrabas recém-processadas devem ser selecionadas quanto à forma e tamanho aceitáveis comercialmente, sendo escolhidas as que possuem diâmetros variando entre 21 e 30 mm.

Estas devem ser novamente sanitizadas, por imersão em água clorada com 100 ppm de cloro ativo à temperatura ambiente por 10 min e logo após, enxaguadas em água limpa para a retirada do cloro residual e centrifugadas a 800 g por 5 min.

A centrifugação tem por objetivo retirar excesso de água da superfície do produto sem danificá-lo, resultando em menor desenvolvimento microbiano, com aumento da vida útil do produto final (Figura 6). Após esse processo, as beterrabas minimamente processadas estão prontas para ser embaladas.



Foto: Nathalie Ferreira

Fig. 6. Aspecto final das mini beterrabas após a centrifugação

2.8 Embalagem, armazenamento e distribuição

A etapa de embalagem, juntamente com o armazenamento e a sanitização do produto, é importante na manutenção da qualidade e na segurança do alimento minimamente processado. As beterrabas minimamente processadas podem ser acondicionadas em embalagens flexíveis, que são os sacos plásticos, feitos de materiais como polietileno, polipropileno, e cloreto de polivinila (PVC), ou rígidas (bandejas retangulares), como as de poliestireno (PS) e as de tereftalato de polietileno (PET).

Após ser embalado (Figura 7), o produto deve ser armazenado sob refrigeração (0°C a 5°C). A refrigeração, quando feita adequadamente, é eficaz no controle dos processos metabólicos. O produto refrigerado deve ser distribuído, para sua comercialização, o mais rápido possível, utilizando veículos refrigerados que garantam uma maior estabilidade da temperatura de armazenamento do produto.



Foto: Nathalie Ferreira

Fig. 7. Mini beterrabas prontas para o consumo

3 Rendimento

Na produção de mini beterrabas minimamente processadas, para cada quilo de matéria prima é obtido aproximadamente 0,35 kg de produto processado.

5 Literatura citada

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2007**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, 2007. 516 p..

CAI, Y; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.203-220, jul.-dez. 2002.

GANDÍA-HERRERO, F.; GARCÍA-CARMONA, F.; ESCRIBANO, J. A novel method using high-performance liquid chromatography with fluorescence for the determination of betaxanthins. **Journal of Chromatography A**, v.1078, p. 83-89, 2005.

HERNANDES, N. K.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; VITAL, H. C.; FREIRE JUNIOR, M. Testes Sensoriais de Aceitação da Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris L.*), cv. *Early Wonder*, minimamente processada e irradiada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27(supl.), p. 64-68, ago. 2007.

HORTA, A.C.; SKRABA, H.S.S.; SCAPIM, C.A. e CALLEGARI, O. Relação entre produção de beterraba, *Beta vulgaris var. conditiva*, e diferentes métodos de plantio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1123-1129, 2001.

KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D. Processamento Mínimo de Beterraba. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.373-382.

LANA, M. M.; SILVA, J. B. C.; VIEIRA, J. V. **Tamanho da matéria prima e tempo de processamento para produção de minicenouras Cenourete e Catetinho.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 24, 12 p.

MORETTI, C. L. Panorama do Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.27-40.

STINTZING, F.C. e CARLE, R. Betalains – emerging prospects for food scientists. **Trends in Food Science and Technology**, n.12, p.514-525, 2007.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R. A.; YAMAMOTTO, L.K; JACOMINO, A. P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.623-626, out.-dez. 2003.

CAPÍTULO 3

REVISÃO DE LITERATURA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS, PROCESSOS
TECNOLÓGICOS UTILIZADOS PARA CONSERVAÇÃO E OBTENÇÃO DE
NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E GELADOS COMESTÍVEIS**

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS, PROCESSOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS PARA CONSERVAÇÃO E OBTENÇÃO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E GELADOS COMESTÍVEIS

Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais

As agroindústrias de alimentos vegetais, especialmente as produtoras de minimamente processados geram subprodutos e resíduos. Segundo o Decreto nº 6268 de 22 de novembro de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), subproduto é o que resulta do processamento, da industrialização ou do beneficiamento econômico de um produto vegetal, enquanto que resíduos de valor econômico são o remanescente da utilização de produtos vegetais ou subprodutos e que possuem características de aproveitamento econômico (BRASIL, 2007).

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade (MIGUEL *et al.*, 2008). Observa-se que os processos empregados no processamento mínimo de hortaliças carecem de melhoria expressiva, notadamente no que diz respeito à eficiência do aproveitamento industrial do produto, o que gera uma quantidade significativa de resíduos agroindustriais. Atualmente existem poucas possibilidades para a utilização ou reciclo da maior parte desses resíduos, que são, dessa forma, usados para alimentação animal ou como matéria prima para compostagem (LAUFENBERG, 2003).

O processamento mínimo produz elevadas quantidades de resíduos, o processamento mínimo de mini beterrabas, em formato de bola, a quantidade de resíduos agroindustriais produzidos chega a 75% (FERREIRA, 2009). Assim, o setor agroindustrial, gera um elevado montante de subprodutos poluidores que são depositados no meio ambiente, levando os pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento destes pela geração de novos produtos para o consumo humano. Estes subprodutos podem ser utilizados como fontes alternativas de

nutrientes, enriquecendo o valor nutritivo dos pratos, e ainda, ajudando amenizar os problemas de desnutrição da população (PEREIRA *et al.*, 2005).

Diversos estudos relataram o aproveitamento de resíduos, gerados durante o beneficiamento de frutas e vegetais, para obtenção de produtos com maior valor agregado (PEREIRA *et al.*, 2005). A composição dos resíduos do processamento de alimentos é extremamente variada e depende tanto da natureza da matéria prima como da técnica de produção empregada (MORETTI & MACHADO, 2006). Resíduos do processamento de vegetais, de modo geral contêm quantidades consideráveis de nutrientes, cuja recuperação seria um uso interessante para tais resíduos. Assim, uma possibilidade promissora no uso de resíduos orgânicos é o desenvolvimento de produtos inovativos, como ingredientes multifuncionais para a indústria de alimentos (LAUFENBERG, 2003; MOURE *et al.*, 2001; SCHIEBER *et al.*, 2001).

Processos Tecnológicos Utilizados para Conservação e Obtenção de Novos Produtos Alimentícios.

A conservação de alimentos engloba processos que são adotados desde o período pré-histórico. Esses processos são empregados com o intuito de produzir alimentos estáveis e seguros e com maior vida de prateleira. Os métodos de conservação mais empregados na indústria de alimentos são refrigeração, congelamento, desidratação, salga, fermentação, pasteurização, esterilização, entre outros. Esses processos além de garantir a conservação dos alimentos, geralmente lhes conferem características organolépticas peculiares, muitas vezes resultando em novos produtos alimentícios (CORREIA *et al.*, 2008; SOUZA FILHO *et al.*, 1999).

Em virtude do elevado teor de umidade, geralmente acima de 80 %, as frutas e hortaliças são altamente perecíveis. Uma forma de conservação destes alimentos consiste no controle de umidade dos mesmos, que pode ser feito através da retirada de água do alimento (SOUZA FILHO *et al.*, 1999).

A água é um dos fatores que geram condições para o crescimento e desenvolvimento, nos alimentos, de numerosa faixa de microrganismos. A secagem,

como método de conservação, é dos mais antigos processos empregados pelo homem e até hoje é utilizado. A secagem de produtos é um processo utilizado em vários países, objetivando preservar e/ou inibir a atividade enzimática. Esse processo consiste na remoção de água e substâncias voláteis de um produto sólido, diminuindo assim sua atividade de água (COSTA *et al.*, 2007).

A secagem constitui uma área de extrema importância na tecnologia do processamento de alimentos, apresentando várias aplicações para frutas, hortaliças e cereais. As vantagens do processo estão relacionadas com a redução do seu peso e volume, dos custos de transporte e armazenamento, bem como o aumento da vida de prateleira dos alimentos. Além de geralmente obter produtos com maiores concentrações de nutrientes (PARK *et al.*, 2001).

Já a conservação de alimentos pelo emprego de calor é o método mais comum para aumentar a vida de prateleira dos produtos, possibilitando a inativação ou inibição do crescimento de microrganismos e enzimas (ELES-MARTÍNEZ & MARTÍN-BELLOSO, 2007)

Um dos processos de conservação pelo emprego de calor mais eficaz consiste na pasteurização. Este processo é um tratamento térmico relativamente suave (temperaturas inferiores a 100 °C) que promove o prolongamento da vida útil dos alimentos durante vários dias ou meses. A temperatura de pasteurização e o tempo de duração utilizados dependem da carga de contaminação do produto e das condições de transferência de calor através do mesmo. O tratamento térmico no leite pode ser feito de duas formas: pasteurização lenta – LTLT (62-65 °C/30min) e pasteurização rápida – HTST (72-75 °C/15-20s) (CORREIA *et al.*, 2008).

A pasteurização é um tratamento térmico que pode ser aplicado às polpas de frutas, nas unidades de processamento de micro e pequenas empresas, por ser um processo relativamente barato, quando levado em consideração a manutenção da qualidade que pode ser obtida, tanto em relação à estabilidade microbiana quanto à fixação de nutrientes no produto (PELAIS *et al.*, 2008).

Gelados Comestíveis

Sorvetes são produtos alimentícios fabricados a partir de uma emulsão estabilizada, que por meio de um processo de congelamento sob contínua agitação e incorporação de ar, resulta em um produto cremoso, suave e agradável ao paladar. Esta emulsão é composta de produtos lácteos, água, gordura, açúcar, estabilizante, emulsificante, corante e aromatizante (SANTANA et al., 2003).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), portaria nº 379, de 26 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), inclui os sorvetes dentro da categoria dos gelados comestíveis. Estes são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias, submetidas ao congelamento.

Segundo esta mesma portaria (BRASIL, 1999), os gelados comestíveis se classificam, basicamente, em:

- a) **Sorvetes:** compostos basicamente de leite e derivados lácteos e/ou outras matérias-primas alimentares, nos quais os teores de gordura e/ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 3% de gordura e 2,5% de proteínas, podendo ser adicionados outros ingredientes alimentares;
- b) **Sherbets** - são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e/ou outras matérias-primas alimentares e que contêm uma pequena proporção de gordura e proteína, as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 1% de gordura e 1% de proteína;
- c) **Gelados de frutas ou Sorbets** - produto elaborado basicamente com polpa de fruta, sucos ou pedaços de frutas e açúcares;

O sorvete é preparado há mais de 3.000 anos, pelos os chineses que misturavam neve com frutas. Essa técnica foi transmitida aos árabes que passaram a elaborar caldas de frutas glaçadas, servidas sobre a neve e chamadas de “charbât”. A palavra foi traduzida para o francês como “boisson de fruit” e depois como “sorbet”, os famosos sorvetes franceses sem leite (GRIS et al., 2004). Assim,

sorbet são gelados comestíveis que se diferenciam dos sorvetes tradicionais pela ausência de leite em sua formulação.

Nos Estados Unidos o sorvete começou a ser feito de formas diferentes, criando-se novas receitas. Este país ocupa, hoje, o primeiro lugar no ranking da produção mundial de sorvetes. No Brasil, esta sobremesa chegou por volta de 1835, trazido por um navio americano que desembarcou no Rio de Janeiro. A carga foi comprada por dois comerciantes brasileiros que revenderam a sobremesa, já na época conhecida como gelado (JESUS & CRUZ, 2007). Entretanto, no Brasil, o consumo de sorvete ainda é pequeno, o que lhe confere a décima segunda posição no *ranking* de produção mundial do produto (MALANDRIN et al., 2001).

A popularidade das sobremesas geladas deve-se ao fato de tratar-se de produto pronto para consumo, amplamente disponível e de alto valor nutritivo, que apresenta formas, cores e sabores atrativos, agradando aos mais variados paladares, em todas as faixas etárias e em qualquer classe social (MAIA et al., 2008; NABESHIMA et al., 2001).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA)**. Decreto nº 6268 de 22 de novembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, que institui a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=vizualizar&id=1351>> . Acesso em 01 jan.2009.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2009.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIROSANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p. 83-95, jan./mar. 2008.

CORRÊA, P.C. *et al.* Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, 2007.

ELES-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and gazpacho, a cold vegetable soup. **Food Chemistry**., v.102, n.1, p.201-209, 2007.

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

GRIS, E. F.; FALCÃO, L. D.; FERREIRA, E. A.; BORDIGNON LUIZ, M. T. Avaliação do tempo de meia-vida de antocianinas de Uvas cabernet sauvignon em "sorbet". **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p.375-386, jul.-dez. 2004.

JESUS, C.; CRUZ, H.. Um estudo de caso sobre a influência das cinco forças competitivas no mercado de sorveterias a balcão com fabricação própria em Salvador. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, América do Norte, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2007.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, 87, 167-198. 2003.

MALANDRIN, R.; PAISANO, M.; COSTA, O. Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovações. **Food Ingredients**, n. 15, p. 42-48, nov.-dez. 2001.

MAIA, M. C. A.; GALVÃO, A. P. G. L. K.; MODESTA, R. C. D.; PEREIRA JÚNIOR, N. Avaliação do consumidor sobre sorvetes com xilitol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 341-347, abr.-jun. 2008.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. B.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 28 (3): p. 733-737, jul. - set. 2008.

MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: **IV Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Palestra. São Paulo, 2006.

MOURE, A.; *et al.* Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**. v. 72, n. 2, p. 145-147, 2001.

NABESHIMA, E. H.; OLIVEIRA, E. S.; HASHIMOTO, J. M.; JACKIX, M. N. H. Propriedades Físicas do Sorvete de Baunilha Elaborado com Substitutos de Gordura e Sacarose. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.19, n.2, p.169-182, jul.-dez. 2001.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. ESTUDO DE SECAGEM DE PÊRA BARTLETT (*Pyrus sp.*) EM FATIAS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, Dez. 2001.

PELAIS, A.C.A.; ROGEZ, H.; PENA, R.S. Study of pasteurization of muruci (*Byrsonima crassifolia*) pulp. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p. 17-24, jan./mar. 2008.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L. de; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. Utilização de Farinha Obtida a partir de Rejeito de Batata na Elaboração de Biscoitos. **Publicatio UEPG Ciências Exatas da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, 11 (1): 19-26, abr. 2005.

SANTANA, L. R.R.; MATSUURA F.C.A.U.; CARDOSO R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, n. 23 (Supl), p. 151-155, dez. 2003.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional components – recent developments. **Trends in Food Science and Technology**, 12, 401-413, 2001.

SOUZA FILHO, M. S. M. et al. Effect of bleaching, osmotic process, heat treatment and storage on ascorbic acid stability of cashew apple processed by combined methods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n. 2, p.211-213, 1999.

CAPÍTULO 4

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As raízes de beterraba utilizadas (cultivar *Early Wonder*) bem como os demais ingredientes necessários para a formulação do *sorbet* foram obtidos no comércio varejista da cidade de Brasília-DF, levadas para o Laboratório de Pós Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram armazenados adequadamente até sua utilização. As raízes de beterrabas foram submetidas a processamento baseado nas etapas de do processamento mínimo de mini beterrabas de acordo com Ferreira et al. (2009), para obtenção do resíduo.

4.2 MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três experimentos, realizados na seguinte ordem:

4.2.1 EXPERIMENTO 1:

Obtenção e avaliação de vida de prateleira de farinha produzida a partir do resíduo do processamento mínimo de beterraba.

4.2.1.1 Curva de Secagem (Obtenção da Farinha)

As curvas de secagem foram obtidas a partir de um estudo para escolha das melhores condições de secagem dos resíduos para que haja menor perda de nutrientes. Assim, os resíduos centrifugados obtidos no processamento mínimo foram secos em estufa de circulação de ar forçada por 7 horas a 50, 60 e 70 °C. Foram recolhidas alíquotas no tempo zero e a cada hora de secagem, resultando em

oito tempos de secagem. As alíquotas foram homogeneizadas, acondicionadas em frascos de vidro envolto por papel alumínio e armazenadas em freezer a -18 °C para posteriores análises de matéria seca (umidade), pH, betalaínas totais e açúcares redutores totais.

Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento casualizado, com esquema fatorial 3x8 (3 temperaturas x 8 tempos de secagem), com três repetições (n= 100 g).

4.2.1.2 Estudo de Vida de Prateleira

Os resíduos foram secos de acordo com a temperatura e tempo ideais escolhidos na curva de secagem. Após a secagem, os resíduos desidratados foram moídos, tamisados em peneiras com malha de 0,300 mm e 0,250 mm e embalados.

O estudo de vida de prateleira da farinha foi conduzido através do controle das alterações nutricionais em relação ao tempo e ao tipo de embalagem no armazenamento. A vida de prateleira foi avaliada por um período de 90 dias, no qual foram estudados dois tipos de embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) (transparente e leitoso) e três tipos de farinhas ($> 0,250$ mm, $< 0,250$ mm e $> 0,300$ mm). Os produtos de diferentes granulometrias foram acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade, de aspecto transparente e leitoso por um período de 90 dias, sendo retiradas alíquotas no tempo zero e a cada 15 dias de armazenamento. As alíquotas foram submetidas às análises de matéria seca (umidade), pH, cor, açúcares redutores totais, compostos fenólicos totais e betalaínas totais.

Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x7 (duas embalagens x 7 tempos de armazenamento), com três repetições (n = 40 g).

4.2.2 EXPERIMENTO 2:

Obtenção e avaliação de vida de prateleira de polpa vegetal produzida a partir do resíduo do processamento mínimo de beterraba.

4.2.2.1 Curva de Pasteurização (Obtenção da Polpa)

Realizou-se um ensaio para determinação do melhor binômio temperatura/tempo para a pasteurização da polpa, obtida no processamento de mini beterrabas. Os resíduos deste processamento foram acondicionados em frascos de vidro previamente esterilizados, com capacidade para 200 gramas e submetidos à pasteurização em três binômios diferentes, sendo estes 65 °C por 30 minutos, 75 °C por 8 minutos e 85 °C por 1 minuto. Foram recolhidas alíquotas antes e após a pasteurização. As alíquotas foram homogeneizadas, acondicionadas em frascos de vidro envolto por papel alumínio e armazenadas em freezer a -18 °C, para posteriores análises de pH, betalaínas totais e açúcares solúveis redutores totais.

Delineamento estatístico

O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x2 (3 binômios x 2 tempos de análise), com três repetições (n = 200 g).

4.2.2.1 Estudo de Vida de Prateleira

Os resíduos foram pasteurizados no binômio temperatura/tempo escolhido no ensaio anterior e foi realizado o estudo de vida de prateleira, onde foi avaliado o efeito do armazenamento em diferentes temperaturas. As temperaturas de armazenamento foram 10 ± 1 °C (geladeira) e -18 ± 1 °C (freezer) durante 25 dias, foram retiradas alíquotas no tempo zero e a cada 5 dias. As alíquotas foram submetidas às análises de pH, cor, açúcares redutores totais, compostos fenólicos totais e betalaínas totais.

Delineamento Estatístico

O estudo foi realizado sob delineamento casualizado e com arranjo estatístico 3x5 (três temperaturas e 5 tempos de análise), com três repetições (n = 200 g).

4.2.3 EXPERIMENTO 3:

Formulação de *sorbet* à base de polpa pasteurizada obtida do resíduo do processamento mínimo de Beterraba com abacaxi.

4.2.3.1 Formulação do Sorbet

Foram desenvolvidas 5 formulações de *sorbet* contendo 0% (Padrão), 25%, 50%, 75% e 100% de polpa de beterraba, em substituição ao abacaxi, denominadas formulações A, B, C e D, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 Concentração de ingredientes em cada formulação de *Sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Ingredientes	Unid.	Formulações				
		P (0% de polpa de beterraba)	A (25% de polpa de beterraba)	B (50% de polpa de beterraba)	C (75% de polpa de beterraba)	D (100% de polpa de beterraba)
Polpa de Beterraba	kg	-	0,625	1,25	1,875	2,5
Abacaxi	kg	2,5	1,875	1,25	0,625	-
Água	L	5	5	5	5	5
Açúcar	kg	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Estabilizante	g	15	15	15	15	15
Emulsificante	g	30	30	30	30	30
Compota de Abacaxi	g	300	300	300	300	-
Calda de Beterraba	g	-	125	125	125	125

O processamento do *sorbet* foi feito de acordo com as etapas do fluxograma ilustrado na Figura 1. Fez-se a homogeneização vigorosa da polpa pasteurizada congelada da beterraba e do abacaxi, para formulações que contem este ingrediente, por 2 minutos em liquidificador industrial. Em seguida, adicionou-se o açúcar, previamente fervido com a água, o estabilizante e o emulsificante, e homogeneizou-se por mais 3 minutos. Em seguida a mistura foi peneirada e transferida para máquina processadora de sorvetes, para aeração e congelamento prévio. (GRIS *et al.*, 2004; SANTANA *et al.*, 2003). Em seguida o *sorbet* foi colocado em vasilhames de polietileno. Nas formulações que contém abacaxi, pedaços de compota de abacaxi, feitos com a fruta cozida com açúcar, foram adicionados e nas formulações que contém beterraba, foi adicionada uma calda feita com polpa pasteurizada cozida concentrada com açúcar.

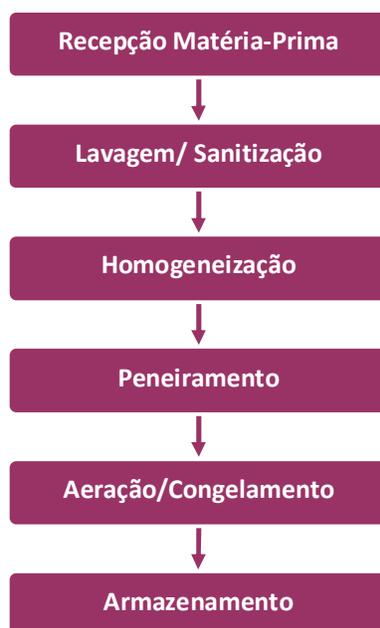


Fig. 1 Fluxograma de produção do *sorbet*

Em seguida as formulações de *sorbets* foram armazenadas em freezer, à temperatura de -18 °C, para finalizar o congelamento e ficaram armazenadas à essa temperatura até o momento das análises sensorial e das análises de pH, índice de cor, betalaínas totais e compostos fenólicos totais.

4.2.4 Análises físico-químicas

4.2.4.1 Umidade (matéria seca)

A umidade foi determinada por método termogravimétrico a 105 °C, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008).

4.2.4.2 pH

A análise de pH foi realizada pelo método potenciométrico, por meio da leitura direta das amostras diluídas em água destilada (IAL, 2008).

4.2.4.3 Índice de cor (Colorimetria pelo sistema L* a* b*)

A avaliação do índice de cor foi feita por leitura direta em colorímetro. Foram observados os valores dos três eixos, L*, a* e b*, para posterior interpretação. O índice de cor (IC) foi calculado a partir da fórmula $IC=1000x a^*/Lxb^*$ (VITTI *et al.*, 2005).

4.2.4.4 Açúcares Redutores Totais

Os açúcares redutores totais foram quantificados por método espectrofotométrico, utilizando como reagente principal o ácido 3-5-dinitrosalicílico (DNS), sendo que todas as amostras foram previamente hidrolisadas com ácido clorídrico (MILLER, 1959).

4.2.5 Análises de Compostos funcionais

4.2.5.1 Betalaínas Totais

O teor de betalaínas totais foi obtido segundo metodologia descrita por Vitti et al. (2005), com adaptações. Alíquotas de duzentos miligramas de amostra foram maceradas com 8 mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos e a 10.000 x g por 40 minutos a 4 °C, e as leituras foram feitas em espectrofotômetro a 476, 538 e 600 nm, obtendo-se os teores de betacianinas e betaxantinas totais, pelas fórmulas:

$$x=1,095 (a-c)$$

$$y=b-z-x / 3,1$$

$$z=a-x,$$

sendo: a= leitura a 538 nm;

b= leitura a 476 nm;

c= leitura a 600 nm;

x= absorção de betacianina;

y= absorção de betaxantina;

z= absorção de impurezas.

4.2.5.2 Obtenção do Extrato para as análises de compostos fenólicos totais

Fez-se a extração de cerca de 3 g de amostra fresca, referente a 0,3 g de amostra seca com solução aquosa de metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol) por 1 h a temperatura ambiente em agitador orbital fixo (200 rpm). A mistura foi centrifugada a 10.000 x g por 15 min e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi e re-extraído em condições idênticas, os sobrenadantes foram combinados e o volume foi ajustado para 50 mL com metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol). O extrato foi utilizado para a dosagem de fenóis totais.

4.2.5.3 Fenólicos Totais

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Rumbaoa et al. (2009). Alíquotas de duzentos microlitros do extrato foram misturadas com 1,4 mL de água destilada e 100 µL de reagente de Folin-Ciocalteu. Depois de pelo menos 30 segundos (mas não superior a oito minutos), 300 µL da solução de Na₂CO₃ 20% foram adicionados e a mistura foi deixada em repouso em temperatura ambiente por 2 h. A absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro. Soluções padrão de ácido gálico (1-10 ppm) foram preparadas nas mesmas condições, para a curva de calibração. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (mg EAG) / 100 g de amostra.

4.2.6 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de pós-colheita da Embrapa Hortaliças, onde o produto foi submetido ao teste afetivo de aceitação, sendo avaliados os atributos de cor, aroma sabor, textura e aceitação global (DUTCOSKI, 1996). Foram selecionados, aleatoriamente, 50 provadores não-treinados, que avaliaram as formulações de *sorbet* de acordo com escala hedônica estruturada de

nove pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), conforme ficha de avaliação sensorial (Figura 2).

Ficha de Análise Sensorial						
Amostra: Sorbet de Beterraba com Abacaxi						
Nome:		Gênero: () F ou () M		Data: ___/07/2010		
Idade: () < 18 () 18 – 25 () 25 – 35 () 35 – 45 () Acima de 45						
Caso você concorde em participar deste teste com Sorbet de beterraba com abacaxi e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão destes produtos, por favor, assine esta ficha: ASSINATURA: _____						
<p>Instruções para o teste: Você está recebendo 5 amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para cada característica de cada amostra de acordo com a escala ao lado. OBS: A aceitação global corresponde ao quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral. Obrigado por sua Colaboração!</p>						
Características Sensoriais	356	875	901	134	780	ESCALA
Cor						1. Desgostei Muitíssimo
Aroma						2. Desgostei Muito
Sabor						3. Desgostei Moderadamente
Textura						4. Desgostei Ligeiramente
Aceitação Global						5. Nem Gostei, Nem Desgostei
Comentários:						6. Gostei Ligeiramente
						7. Gostei Moderadamente
						8. Gostei Muito
						9. Gostei Muitíssimo

Fig. 2 Ficha de Análise Sensorial

4.2.7 Análise Estatística

Os diferentes experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos nas análises foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

GRIS, E. F.; FALCÃO, L. D.; FERREIRA, E. A.; BORDIGNON LUIZ, M. T. Avaliação do tempo de meia-vida de antocianinas de Uvas cabernet sauvignon em “sorbet”. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p.375-386, jul.-dez. 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**., v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

RUMBAOA, R. G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M.. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chemistry**, n.113, p. 1133–1138, 2009.

SANTANA, L. R.R.; MATSUURA F.C.A.U.; CARDOSO R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, n. 23 (Supl), p. 151-155, dez. 2003.

VITTI, M. C. D; YAMAMOTO, L. K.; SASAKI, F. F.; del AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Quality of minimally processed beet roots stored in different temperatures. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 48, n. 4., p.503-510, jul. 2005.

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE FARINHA PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA ³

³ A ser enviado para publicação, em forma de artigo, na revista Brazilian Journal of Food Technology (ISSN 1981-6723)

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE FARINHA PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA

Nathalie Alcantara Ferreira¹; Sarah Braz Lopes²; Celso Luiz Moretti³; Leonora Mansur Mattos³; Patrícia Gonçalves Baptista de Carvalho³; Iriani Rodrigues Maldonade³

¹Mestranda em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70910-900. nathalie_alcantara@hotmail.com.br

²Engenheira de Alimentos, Faculdade da Terra de Brasília - FTB, Brasília, Brasília, DF, 70910-900. sarah_blopes@hotmail.com

³Pesquisadores, Drs. Laboratório de pós-colheita e compostos funcionais. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 70.359-970.

RESUMO

A beterraba é uma hortaliça que possui coloração vermelha característica devido à presença das betalaínas. O objetivo deste trabalho foi utilizar o resíduo do processamento mínimo de beterraba na obtenção de farinha de beterraba e avaliar a vida de prateleira deste novo produto. Os resíduos foram secos por 7 horas a 50, 60 e 70 °C, sendo realizadas análises de pH, matéria seca (umidade), betalaínas e açúcares redutores totais. Após a escolha do binômio ideal para secagem, foi realizado o estudo de vida de prateleira da farinha durante 90 dias, por meio das análises de pH, matéria seca, índice de cor, betalaínas, açúcares redutores totais e compostos fenólicos totais. Observou-se que a secagem, em todas as temperaturas, foi concluída em 3 horas, obtendo-se teores de umidade inferiores ao preconizado em legislação (15%). Os resultados de pH encontraram-se dentro da faixa de estabilidade das betalaínas (3,5 a 7). Na análise de açúcares redutores totais verificou-se que houve um aumento na concentração após a primeira hora de secagem. Os maiores teores foram encontrados nos resíduos secos a 50 °C. Para o teor de betacianinas, o maior valor foi encontrado no binômio 60°C /4 horas (70,88 mg/100 g de matéria seca) e o teor de betaxantinas para este mesmo binômio foi de 34,98 mg/100 g de matéria seca. Escolheu-se o binômio 60 °C por 4 horas, para a secagem do resíduo, uma vez que este obteve os melhores resultados para a retenção das betalaínas. A farinha de beterraba manteve-se estável durante o período de armazenamento e não houve diferença significativa entre os dois tipos de embalagem utilizada. Entretanto, o tamanho de partícula influenciou nos resultados, sendo que a farinha que apresentou os melhores resultados, para todos os parâmetros analisados foi a de tamanho de partícula > 0,250 mm. Assim, a secagem foi eficaz para a obtenção de um novo produto estável, podendo ser utilizado como ingrediente funcional para enriquecer massas e pães na indústria de alimentos.

Palavras-chave: beterraba. resíduo. secagem. farinha. vida de prateleira.

SUMMARY

Beet roots are vegetable crops with a characteristic red color due to the presence of betalains. The objective of the present work was the development of beet root flour using as a raw material by-products produced during minimal processing. The by-product was dried in a forced-air dryer for 7 hours at 50, 60, and 70 °C. After choosing the best time-temperature combination, shelf-life was studied during 90 days and dry matter, pH, betalains, color, reducing sugars, and total phenolic compounds were assayed. Drying process was concluded in 3 hours for all treatments and dry matter content was below legislation limits (15%). pH values were within the betalain stability range (3.5 – 7). Drying process was completed in 3 hours for all treatments. Higher contents of total reducing sugars were observed for beet root dried at 50 °C. For betacyanins and betaxanthins, higher contents were observed when by-products were dried at 60 °C for 4 hours, which was chosen as the best temperature – time combination due to the highest pigment retention. The highest values observed for betacyanins. Beet root flour was stable during the storage period and no significant differences were observed between the packing systems used. Flour particle size influenced the results. Best results were achieved, in the studied parameters, using 0.250 mm flour particles. Drying process was efficient for the development of a new, stable product, that can be used to enrich different raw materials used in the food industry.

Key-Words: Beet root; By – product; Drying process; Flour; Shelf – life

1 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Chenopodiaceae, a beterraba (*Beta Vulgaris* L.) é uma hortaliça que apresenta uma crescente expansão no mercado brasileiro alcançando, no ano de 2006, um volume de comercialização superior a 18 mil toneladas (INSTITUTO FNP, 2007). A beterraba é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul. Das 100,5 mil propriedades produtoras de beterraba existentes no Brasil, 42% estão na Região Sudeste e 35% na Região Sul. No estado de São Paulo existem, aproximadamente, 700 propriedades agrícolas, perfazendo 5 mil ha, onde são produzidas 115 mil toneladas de beterraba por ano. A produtividade de raízes varia entre 20 e 35 t ha⁻¹ (ALVES et al., 2008 CAMARGO FILHO e MAZZEI, 2002).

Esta olerícola se destaca por sua composição nutricional, sobretudo em teores de açúcares. Em 100 g de beterraba fresca contém aproximadamente 87,1 g de água, 7,6 g de carboidrato, 1,7 g de proteína e 0,1 g de gordura (SIVAKUMAR et al., 2009). Esta hortaliça possui também significativas quantidades de vitaminas do complexo B, minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (ALVES et al., 2008).

Além disso, a beterraba apresenta características de alimento funcional, devido ao seu alto teor de fibras e pela presença das betalaínas, seu corante natural. As betalaínas são pigmentos hidrossolúveis naturais provenientes do metabolismo secundário, pertencentes ao grupo dos compostos nitrogenados alcalóides e incluem as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-violeta e as betaxantinas, de coloração amarelo-laranja (KANNER et al., 2001).

Além de serem consideradas um dos mais importantes corantes naturais desenvolvidos para uso em indústrias de alimentos (CAI et al., 2003; CONSTANT et al., 2002; GANDÍA-HERRERO et al., 2005; STINTZING e CARLE, 2007), a estas substâncias tem sido associados efeitos protetores à saúde humana como atividade antirradical (CAI et al., 2003; KANNER et al., 2001), proteção a doenças relacionadas ao estresse oxidativo, como obesidade (ZIELIŃSKA-PRZYEMSKA et al., 2009) e a quimioprevenção a alguns tipos de câncer (KAPADIA et al., 2003).

A beterraba apresenta diversas formas de consumo, podendo ser consumida fresca, cozida, em conserva, entretanto, devido à busca dos consumidores por produtos práticos, uma das formas de consumo desta hortaliça que vem ganhando destaque é a minimamente processada. Segundo Moretti (2007) hortaliças minimamente processadas são vegetais que passaram por algum tipo de alteração física, como corte descascamento e torneamento, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativos.

O processamento mínimo produz elevadas quantidades de resíduos, no processamento mínimo de mini beterrabas, em formato de bola, a quantidade de resíduos agroindustriais produzidos chega a 75% (FERREIRA et al., 2009). Assim, o setor agroindustrial, gera um elevado montante de subprodutos poluidores que são depositados no meio ambiente, levando os pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano (PEREIRA et al., 2005).

A composição dos resíduos do processamento de alimentos é extremamente variada e depende tanto da natureza da matéria prima como da técnica de produção empregada (MORETTI e MACHADO, 2006). Resíduos do processamento de hortaliças, de modo geral contêm quantidades consideráveis de compostos de alto valor agregado. Uma possibilidade promissora no uso de resíduos orgânicos é o desenvolvimento de produtos inovativos, como ingredientes multifuncionais, para a indústria de alimentos.

A secagem constitui uma área de extrema importância na tecnologia do processamento de alimentos, apresentando várias aplicações para frutas, hortaliças, cereais. As vantagens do processo estão relacionadas com a redução do seu peso e volume, dos custos de transporte e armazenamento, bem como o aumento da vida de prateleira dos alimentos. Além de geralmente obter produtos com maiores concentrações de nutrientes. (PARK et al., 2001). Para os produtores rurais esse processo pode representar uma fonte extra de renda, uma vez que pode aproveitar os excedentes de colheita e resíduos de processamento mínimo.

Assim, este trabalho teve como objetivo elaborar uma farinha a partir de resíduos provenientes do processamento mínimo de mini beterraba com um binômio

temperatura/tempo adequado, bem como de avaliar a vida de prateleira deste produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As raízes de beterraba foram obtidas no comércio varejista de Brasília-DF e transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram submetidas às etapas do processamento mínimo de mini beterrabas descritas por Ferreira et al. (2009), para obtenção do resíduo.

2.2 Métodos

2.2.1 Obtenção da Farinha

Para a obtenção da farinha inicialmente foi feito um estudo para escolha das melhores condições de secagem dos resíduos, de modo que houvesse menor perda de nutrientes. Assim, os resíduos centrifugados obtidos no processamento mínimo foram secos em estufa de circulação de ar forçada por 7 horas a 50, 60 e 70 °C. Foram recolhidas alíquotas no tempo zero e a cada hora de secagem, resultando em oito tempos de secagem. As alíquotas foram submetidos a análises matéria seca (umidade), pH, betalaínas totais e açúcares totais, em triplicata. O experimento foi realizado em três repetições para cada temperatura de secagem.

2.2.2 Estudo de Vida de Prateleira

Os resíduos foram secos com do binômio temperatura/tempo escolhido, moídos em moinho semi-industrial, tamisados, utilizando peneiras com malha de abertura de 0, 250 mm e 0,300 mm, e embalados.

A vida de prateleira foi avaliada por um período de 90 dias, no qual foram estudados dois tipos de embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) (transparente e leitoso) e três tipos de farinhas (maior que 250, menor que 250 e maior que 300), a cada 15 dias, por meio de análises de pH, matéria seca (umidade), índice de cor, betalaínas totais, açúcares solúveis totais e compostos fenólicos totais, em triplicata. O experimento foi realizado em três repetições.

2.2.3 Análises Físico-Químicas e de Compostos Funcionais

pH

O pH foi determinado por meio de leitura direta em potenciômetro (IAL, 2008).

Matéria seca (umidade)

A determinação da matéria seca foi feita pela secagem direta em estufa a 105 °C, até peso constante, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008).

Índice de cor

O índice de cor foi realizado por meio de leitura direta em colorímetro. Foram observados os valores dos três eixos, L*, a* e b*. O índice de cor (IC) foi calculado através da fórmula $IC=1000a^*/Lxb^*$ (VITTI et al., 2005).

Açúcares redutores totais

Os açúcares redutores totais foram determinados pela metodologia do ácido 3-5 dinitrosalicílico (DNS) (MILLER, 1959).

Betalainas totais

As betalaínas totais foram determinadas segundo metodologia descrita por Vitti et al. (2005), com adaptações. Alíquotas de duzentos miligramas de amostra foram maceradas com 8 mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos, centrifugada a 10.000 x g por 40 minutos a 4 °C, e as leituras feitas em espectrofotômetro a 476, 538 e 600 nm.

Extrato metanólico

O extrato metanólico foi obtido a partir de amostras previamente homogêneas de forma a garantir a representatividade para os ensaios. Alíquotas de trezentos miligramas de farinha foi utilizada para extração com solução aquosa de metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol) por 1 h a temperatura ambiente em agitador orbital fixo (200 rpm). A mistura foi centrifugada a 10.000 x g por 15 min e o sobrenadante foi decantado em Balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi e re-extraído em condições idênticas. Os sobrenadantes foram combinados e o volume foi ajustado para 50 mL com metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol). O extrato foi utilizado para a dosagem de fenóis totais.

Compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Rumbaoa et al. (2009). A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 765 nm. A quantidade total de fenóis de cada extrato foi quantificada por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico (1-10 ppm) e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) / 100 g de amostra seca.

2.3 Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições (n= 100 g, na obtenção da farinha e n=40 g, durante a vida de prateleira) e as análises realizadas em triplicata. Sendo o esquema fatorial 3x8 (3 temperaturas x 8 tempos de secagem), na obtenção da farinha e 2x7 (duas embalagens x 7 tempos de armazenamento), no experimento da vida de prateleira.

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguido da comparação das médias por meio de Teste de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção da Farinha

Após as análises das alíquotas nas três temperaturas de secagem, observou-se que a secagem, em todas as temperaturas, foi concluída em 3 horas (Figura 1).

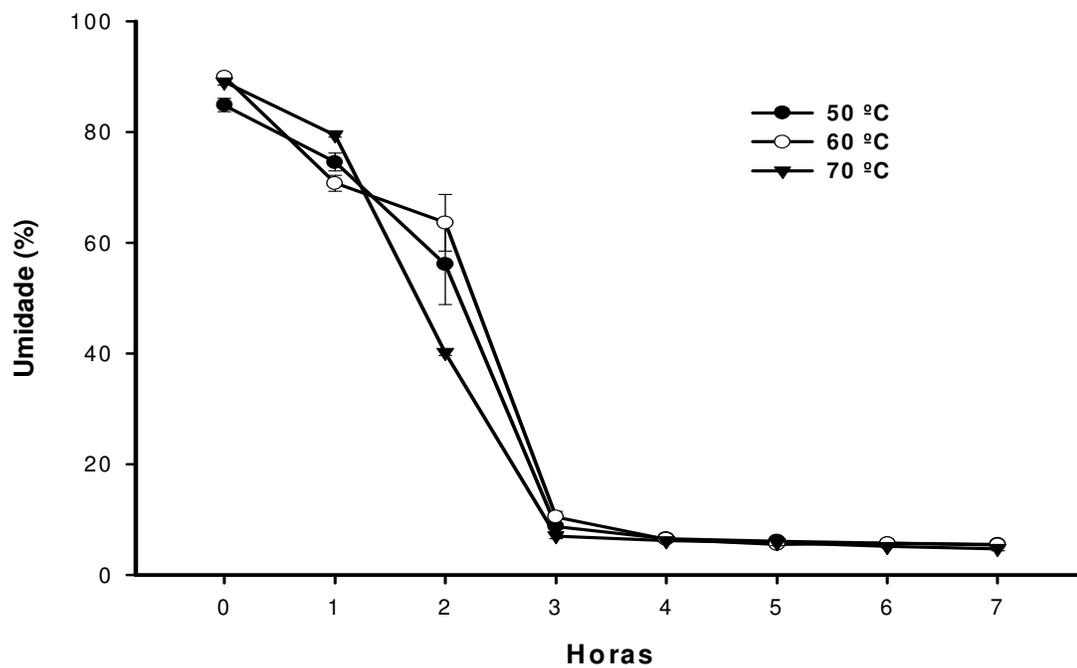


Fig. 1 Umidade (%) das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Os teores de umidade encontrados para os resíduos secos nas três temperaturas avaliadas, após 4 horas de secagem, foram abaixo de 15%, estando dentro do padrão preconizado na legislação vigente no país para farinhas de trigo (BRASIL, 2005).

Observou-se uma crescente diminuição na porcentagem de umidade e, conseqüentemente, um aumento no teor de matéria seca (Figura 2) à medida que aumentava o tempo de secagem, sendo que após 4 horas esses valores tornaram-se constantes. A diminuição do teor de umidade, e conseqüente aumento no teor de matéria seca, é um fator positivo, pois está diretamente ligado à vida útil do produto, uma vez que os microorganismos necessitam de água para seu metabolismo e multiplicação (FRANCO e LANDGRAF, 2004).

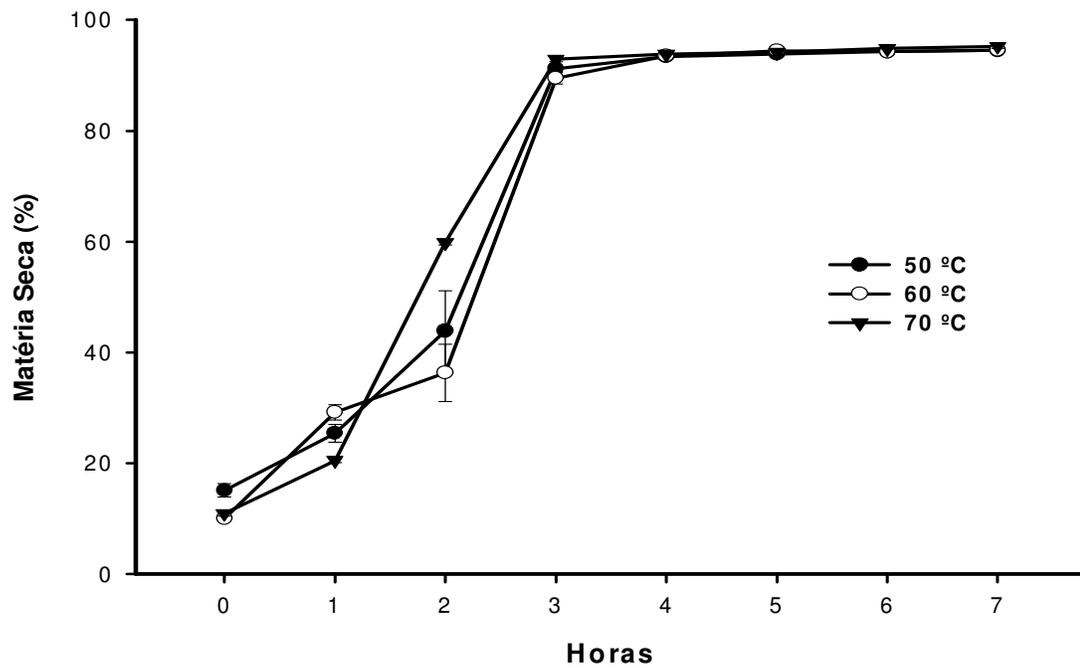


Fig. 2 Matéria seca (%) das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Em relação ao teor de açúcares redutores totais, observou-se um aumento em sua concentração após a primeira hora de secagem (Figura 3). Os maiores teores foram encontrados nos resíduos secos a 50 °C.

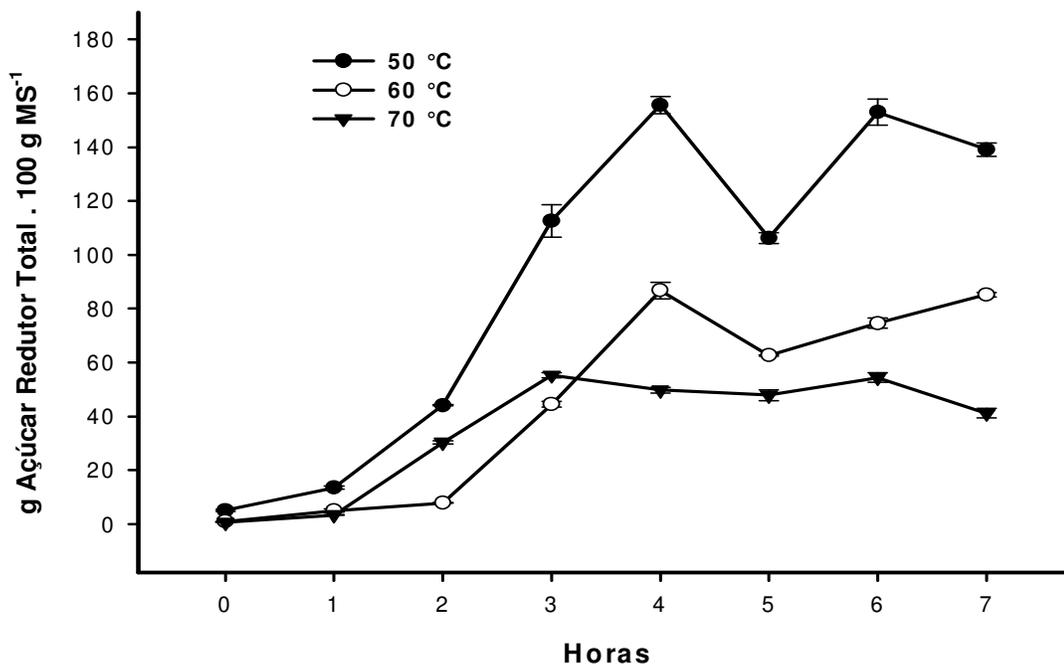


Fig. 3 Teor de açúcar redutor nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca.

Rodríguez-Sevilla et al. (1999) observaram uma diminuição nos teores de açúcares de beterraba cozida em relação à beterraba *in natura*. Esse resultado foi justificado devido a solubilização dos açúcares na água de cocção. De acordo com os resultados encontrados no presente estudo a secagem em estufa foi mais eficaz para a concentração de açúcares, uma vez que esta foi feita sem a presença de água.

Observou-se que os resultados encontrados para pH, em todas as temperaturas, estão dentro da faixa necessária para que haja a estabilidade das betalaínas (Figura 4), sendo que esta compreende valores de pH entre 3,5 e 7 (VON ELBE, 1977).

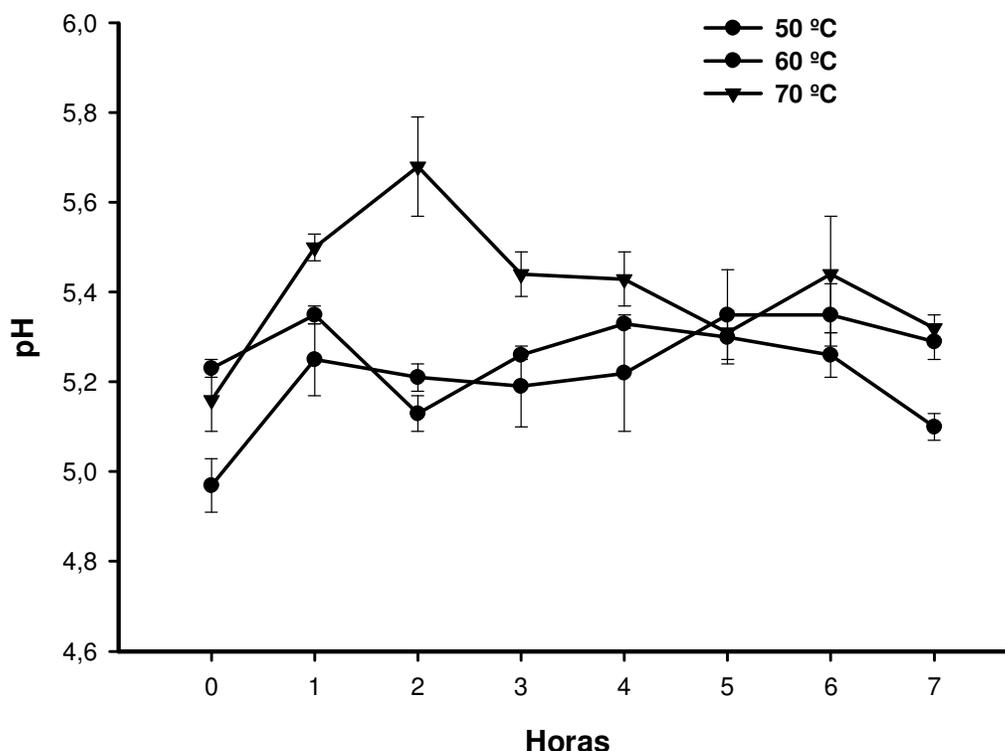


Fig. 4 Potencial Hidrogeniônico (pH) das amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Em seus estudos, Huang e Von Elbe (1987) observaram que o pH ótimo para a máxima estabilidade da betanina, um tipo de betacianina da beterraba, na presença de oxigênio está entre 5,5 e 5,8. Soluções de beterraba vermelha apresentaram máxima estabilidade a pH 5,5 (SINGER e VON ELBE, 1980).

A secagem do resíduo concentrou os pigmentos betacianina (Figura 5) e betaxantina (Figura 6). Tal processo ocorreu de forma mais acentuada à temperatura de 60 °C, quando comparada com as demais. Em relação ao tempo observou-se, em todas as temperaturas, que houve uma maior concentração de pigmentos entre 3 e 5 horas de secagem e declínio após esse período.

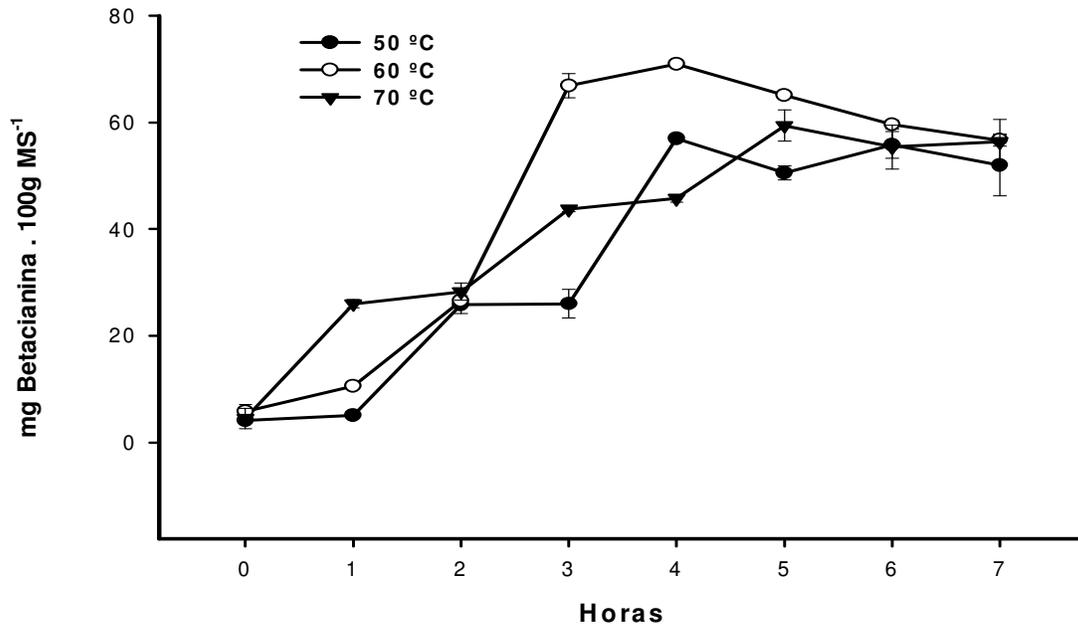


Fig. 5 Teor de betacianinas nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca.

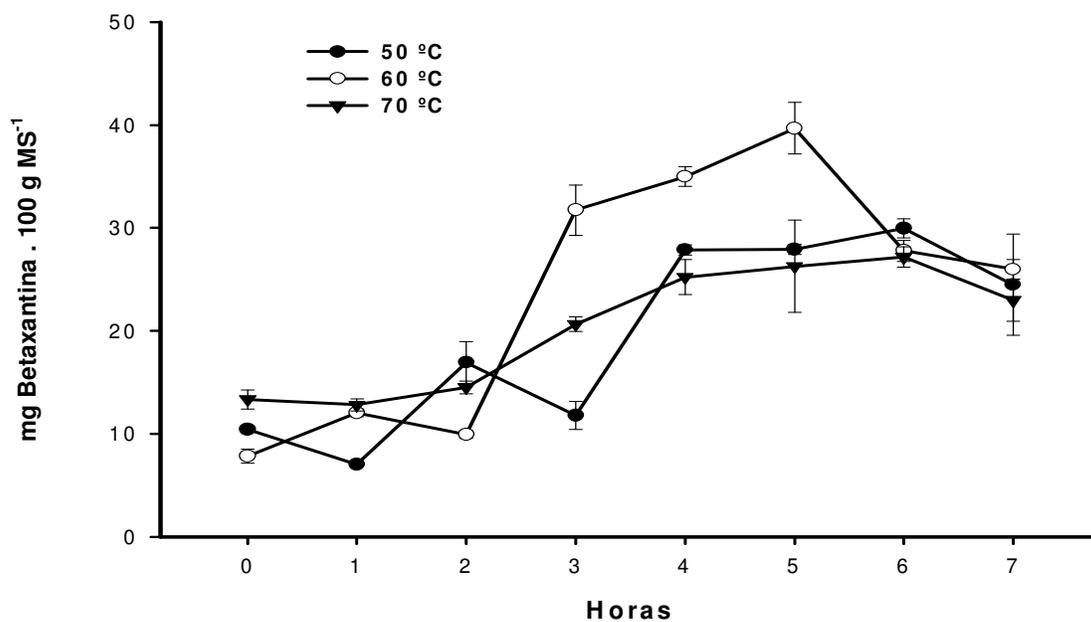


Fig. 6 Teor de betaxantina nas amostras de resíduo de beterraba desidratado em três temperaturas diferentes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = matéria seca.

O uso das betalaínas pela indústria é limitado devido à baixa estabilidade da cor, que é dependente de fatores como pH, temperatura, presença ou ausência de oxigênio e de luz e atividade de água (DRUNKLER et al., 2004).

De acordo com Herbach et al. (2006), grande atividade de água e altas temperaturas podem degradar as betalaínas. A secagem dos resíduos à temperatura de 50 e a 70 °C concentram os pigmentos em menor quantidade, quando comparados aos resultados da secagem a 60 °C. Isso se deve à velocidade da secagem, mais lenta ou mais rápida, respectivamente.

Para as betacianinas verificou-se que o binômio de secagem ideal foi 60 °C por 4 horas, uma vez que este obteve o maior resultado para este pigmento (aproximadamente 70,88 mg de betacianina em 100 g de matéria seca), em relação às demais temperaturas de secagem. Este resultado foi 1,2 vezes maior do que o observado na secagem a 50 °C por 4 horas (56,96 mg de betacianina em 100 g de matéria seca) e 1,6 vezes superior que o valor encontrado na secagem a 70 °C, pelo mesmo período de tempo (45,73 mg de betacianina em 100 g de matéria seca).

Em relação às betaxantinas, os maiores resultados foram encontrados na secagem a 60 °C. O maior teor foi observado após 5 horas de secagem (39,67 mg de betaxantina em 100 g de matéria seca), sendo que após 4 horas esse teor foi de 34,98 mg de betaxantina em 100 g de matéria seca.

Portanto, para que haja uma maior concentração das betalaínas, a melhor temperatura de secagem é 60 °C, onde se observou uma menor degradação e maior concentração de betalaínas.

Assim, após as análises das alíquotas nas três temperaturas de secagem, observou-se que a condição ideal para a secagem do resíduo, visando uma maior retenção dos pigmentos, foi de 60 °C por 4 horas.

3.2 Estudo de Vida de Prateleira

Durante a vida de prateleira, a farinha apresentou estabilidade em todo o tempo de armazenamento, principalmente no que se refere à estabilidade do pigmento betalaína e, conseqüentemente do índice de cor, bem como em relação aos parâmetros matéria seca (umidade) e pH.

A farinha com tamanho de partícula “intermediário” (maior que 0,250 mm) obteve os melhores resultados e a farinha “mais grossa” (com tamanho de partícula maior que 0,300 mm, mostrou os menores valores nas análises realizadas.

Em relação à embalagem, verificou-se que não houve diferença significativa entre as embalagens transparente e leitosa nos resultados encontrados para uma mesma granulometria, principalmente no que tange à estabilidade do pigmento.

Os teores de umidade encontrados foram abaixo de 15% (Figura 7), limite máximo preconizado pela legislação vigente no país para farinhas de trigo (BRASIL, 2005). Enquanto que os valores de matéria-seca foram superiores a 90% em todas as farinhas durante o armazenamento (Figura 8).

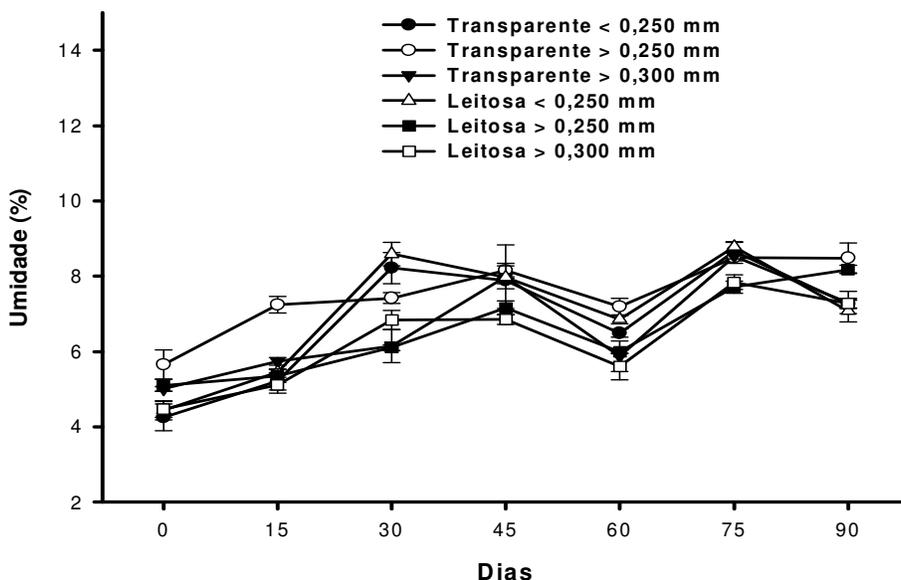


Fig. 7 Porcentagem de umidade durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

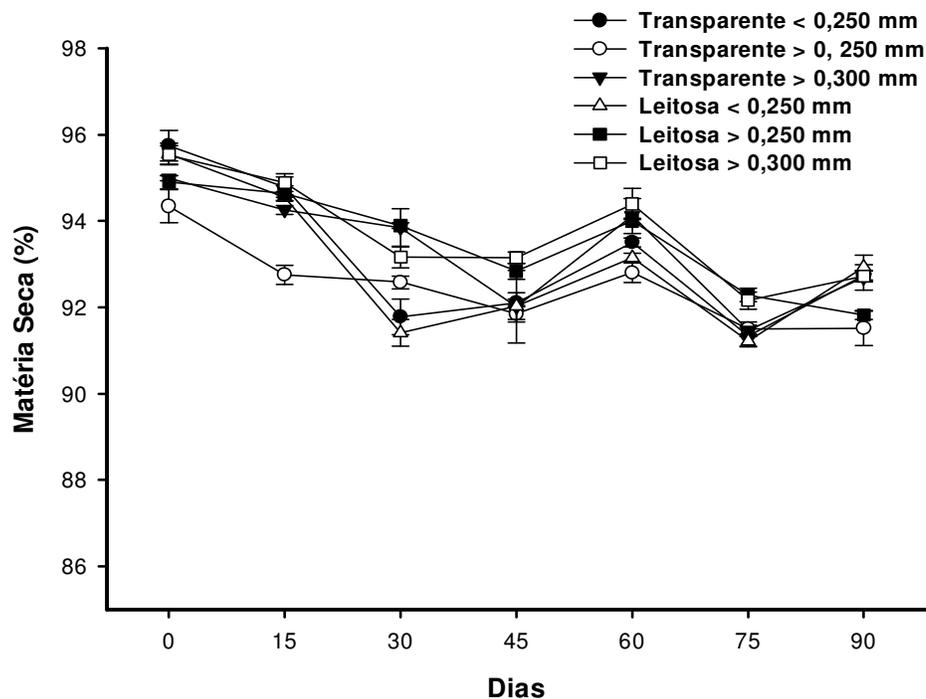


Fig 8 Matéria seca (%) durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Os valores de umidade encontrados variaram de 4,25% a 8,78%, sendo estes os teores encontrados na farinha com granulometria menor que 0,250 mm, acondicionada em embalagem de polietileno de aspecto transparente no tempo inicial de armazenamento e na farinha embalada em saco de polietileno de aspecto leitoso, com granulometria menor que 0,250 mm, após 75 dias de armazenamento, respectivamente.

Estes resultados são inferiores aos encontrados por Costa et al. (2003) que obteve um teor de umidade de 13% para pó de beterraba obtido pelo processo de leito de jorro. Assim, a secagem dos resíduos de beterraba em estufa de circulação de ar forçada, mostrou-se mais eficaz, já que apresentou teores de umidade

menores, em relação teores encontrados na secagem pelo processo de leito de jorro.

Durante o armazenamento notou-se que os maiores resultados para o teor de açúcares foram obtidos pela farinha de tamanho de partícula maior que 0,250 mm, acondicionada em embalagem transparente. Notou-se também que os menores resultados da quantificação de açúcares foram encontrados para a farinha com tamanho de partícula maior que 0,300 mm (Figura 9).

Verificou-se que os açúcares mantiveram-se estáveis até o 15º dia de armazenamento, após esse dia houve uma redução no teor deste nutriente, seguida por um aumento a partir do 75º dia de armazenamento.

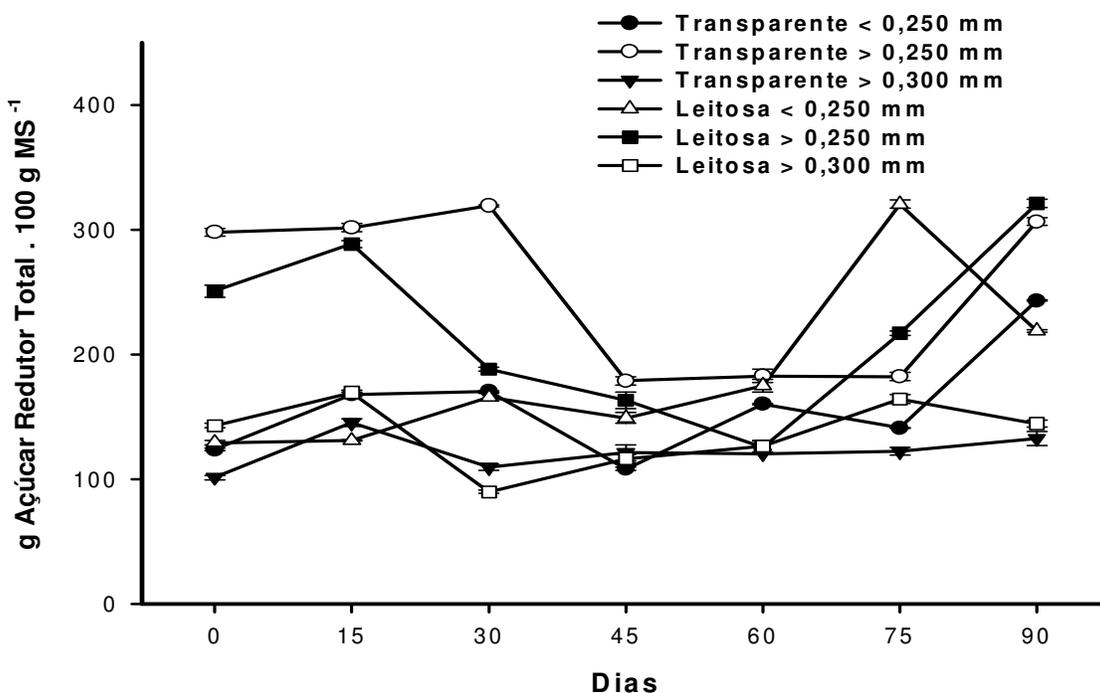


Fig. 9 Concentração de açúcares redutores totais durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca.

Rodríguez-Sevilla et al. (1999) encontraram uma redução nos teores de açúcares entre a beterraba *in natura* e a que foi cozida em água fervente. No

presente estudo, os valores encontrados assemelham-se aos obtidos por esses pesquisadores, quando feita a correção dos resultados para massa fresca.

Em relação às betalaínas, observou-se que durante o armazenamento, a farinha que apresentou as maiores concentrações de betacianina e betaxantina, foi a farinha com tamanho de partícula maior do que 0,250 mm acondicionada em embalagem transparente.

Durante os 90 dias de armazenamento observou-se que não houve redução significativa na concentração de betacianina (Figura 10) e betaxantina (Figura 11), nos diferentes tipos de farinha de beterraba.

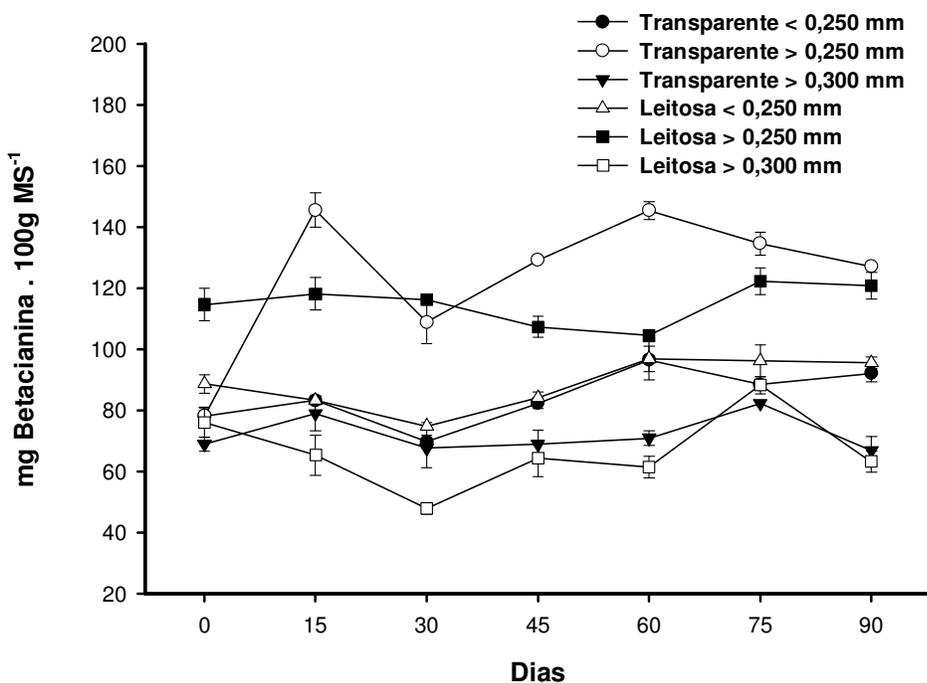


Fig. 10 Concentração de Betacianinas durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca.

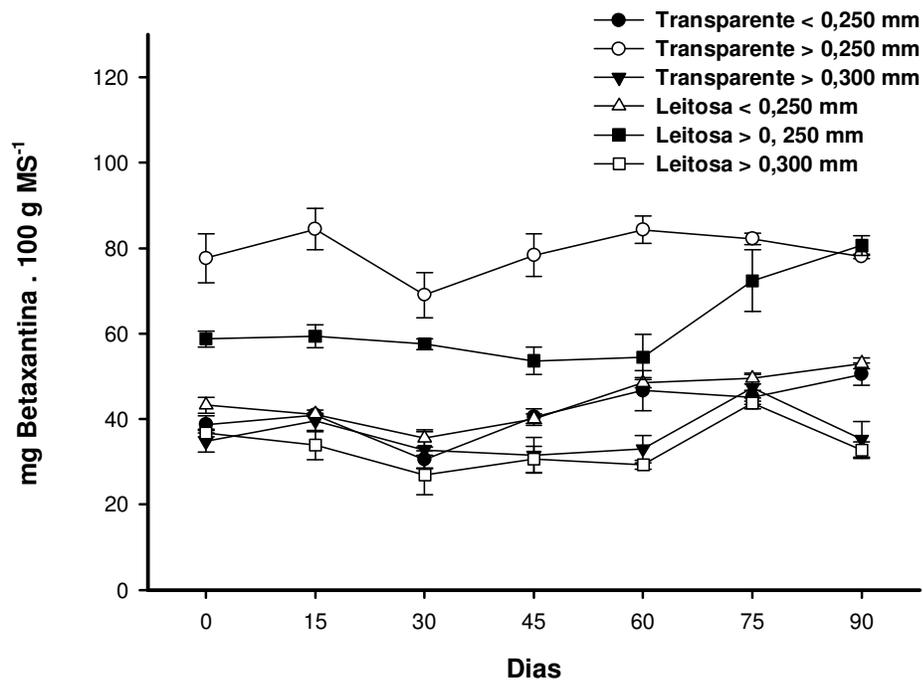


Fig. 11 Concentração de Betaxantinas durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MS = Matéria Seca.

Kluge et al. (2006), analisando o teor de betalaínas em beterrabas minimamente processadas cortadas em forma de fatias e em retalhos, armazenadas durante 10 dias à temperatura de 5 °C, observaram uma redução gradativa nestes teores com o tempo de armazenamento em ambos os tipos de corte, sendo que a perda total destes pigmentos, foi de, aproximadamente, 15% para beterrabas em fatias e 30% para as em retalhos.

De acordo com Herbach et al. (2006), altos teores de atividade de água e altas temperaturas podem degradar as betalaínas, assim a secagem mostrou-se eficaz para manter a estabilidade destes corantes durante o armazenamento de 90 dias.

O maior teor de betacianina foi encontrado na farinha com tamanho de partícula maior que 0,250 mm, em embalagem transparente, no 15º dia de

armazenamento (156,93 mg de betacianina/ 100 g MS) e o menor foi de aproximadamente 51,40 de betacianina em 100 g de matéria seca, que foi obtido pela farinha com tamanho de partícula maior que 0,300 mm, acondicionado em embalagem leitosa no 30º dia de armazenamento. Em relação às betaxantinas os valores variaram entre 91,09 e 28,89 de betaxantina em 100 g de matéria seca, sendo estes obtidos pela farinha com tamanho de partícula maior que 0,250 mm, embalagem transparente, no 15º dia de armazenamento e pela farinha com tamanho de partícula maior que 0,300 mm, acondicionado em embalagem leitosa no 30º dia de armazenamento, respectivamente.

Nilson (1973) afirmou que os teores de betacianina e betaxantina para beterrabas intactas, estão em torno de 45-210 e 20-140 mg de pigmento 100 g MF⁻¹, respectivamente. Os teores encontrados nas farinhas estão dentro desta faixa.

Em relação à embalagem, observou-se que a embalagem de polietileno de baixa densidade pigmentada (leitosa) não apresentou maior proteção a estes pigmentos quando comparada à embalagem de aspecto transparente, apesar da baixa estabilidade destes pigmentos à luz, uma vez que os resultados encontrados para os dois tipos de embalagens foram semelhantes.

Além disso, verificou-se que durante todo o período de armazenagem, o pH das farinhas esteve dentro da faixa em que a cor das betalaínas não foi afetada, sendo esta compreendida entre 3,5 e 7 (Figura 12). Assim, a estabilidade dos pigmentos pode ser justificada pelos valores desejáveis do pH, bem como pela redução da atividade de água, esta última obtida pelo processo de secagem (HERBACH et al., 2006).

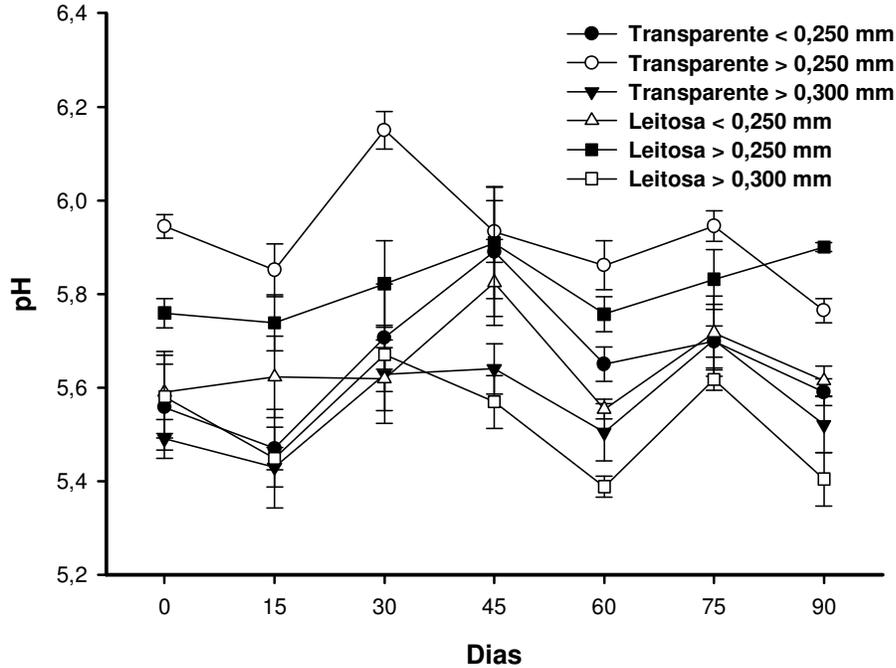


Fig. 12 Potencial Hidrogeniônico (pH) durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Os resultados observados para o índice de cor tiveram comportamento semelhante aos resultados encontrados para as betalaínas. Sendo que a farinha que obteve os melhores resultados foi a acondicionada em embalagem de aspecto transparente e tamanho de partícula maior que 0,250 mm. Os menores resultados foram os encontrados na farinha tamanho de partícula maior que 0,300 mm (Figura 13).

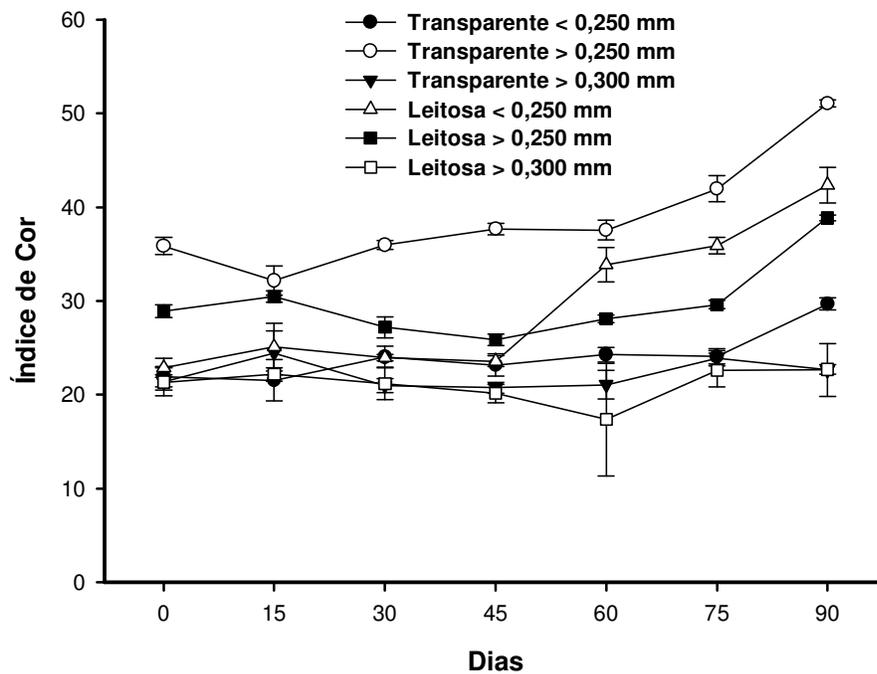


Fig. 13 Índice de cor durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Vitti et al. (2005) analisaram a vida de prateleira de beterraba minimamente processada, armazenada sob diferentes temperaturas de refrigeração e verificaram que houve um decréscimo do índice de cor, a partir do segundo dia de armazenamento. Estes resultados diferem do observado no presente estudo, mostrando mais uma vez que a secagem foi eficiente para manter a estabilidade da cor, bem como dos pigmentos da beterraba.

O teor de compostos fenólicos totais variou de 237, 24 a 622,06 mg EAG . 100 g MS⁻¹ (Figura 14), sendo estes valores encontrados na farinha de tamanho de partícula maior que 0,300 mm, acondicionada em embalagem de aspecto transparente, no tempo inicial de armazenamento e na farinha de tamanho de partícula maior que 0,250 mm, acondicionada em embalagem e aspecto transparente, após 60 dias de armazenamento, respectivamente.

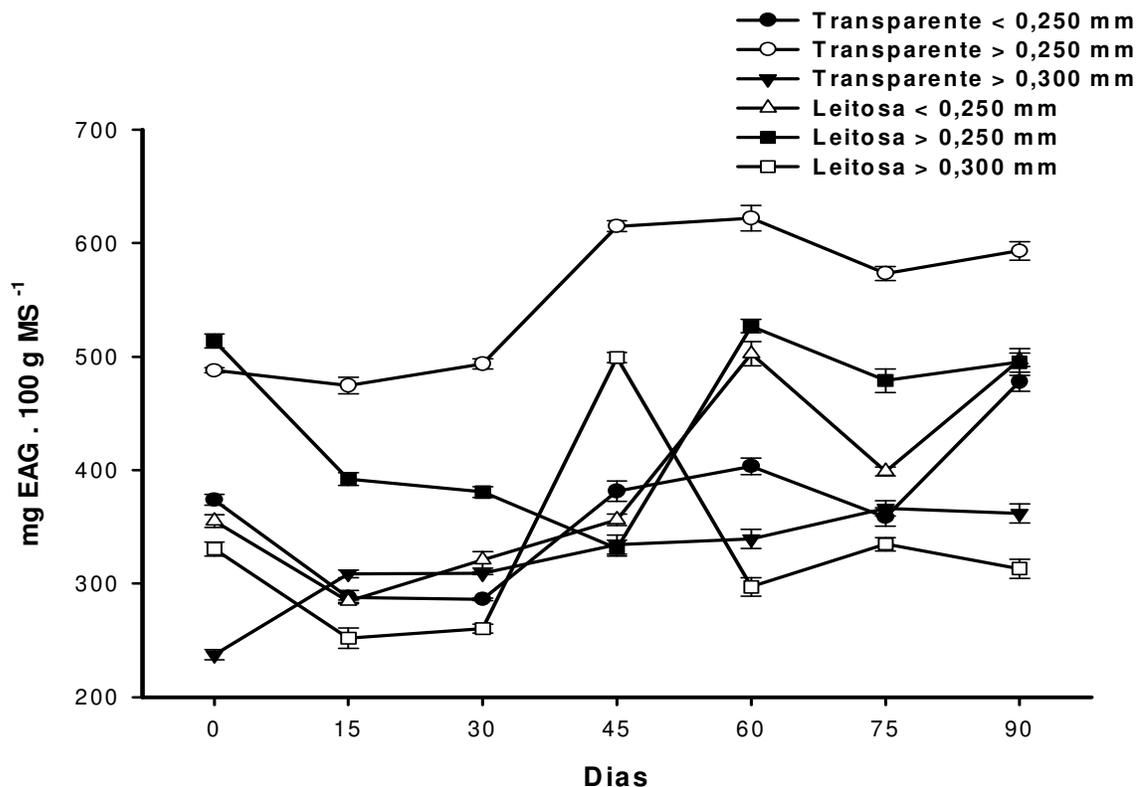


Fig. 14 Teor de compostos fenólicos totais durante o armazenamento à temperatura ambiente da farinha de beterraba de três granulometrias, em duas embalagens diferentes, durante 90 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. EAG = Equivalente de Ácido Gálico. MS = Matéria Seca.

Os dados encontrados no presente estudo, para o teor de compostos fenólicos totais foram próximos aos relatados por Kujala et al. (2000), que analisando extratos aquosos da raiz tuberosa de beterraba (*Beta vulgaris*, var. *Little Ball*) encontraram valores de 4,2 mg EAG . g MS⁻¹. Neste mesmo estudo, os autores quantificaram os teores de fenólicos totais na casca e talo desta cultivar de beterraba e encontraram valores de 15,5 e 11,4 mg EAG . g MS⁻¹, respectivamente. Assim, os resultados mensurados do teor de fenólicos totais nas farinhas de beterraba são provenientes destas partes da hortalíça, uma vez que o resíduo foi obtido a partir destas.

Kaur e Kapoor (2002) encontraram um teor de aproximadamente 323 mg de catecol . 100 g⁻¹ nos extratos etanólicos de beterraba, resultados semelhantes aos

teor de compostos fenólicos totais em equivalente de ácido gálico, encontrados no presente estudo .

4 CONCLUSÕES

Segundo os resultados obtidos pode-se concluir que a condição ideal para a secagem do resíduo, visando a maior retenção dos pigmentos, foi 60 °C por 4 horas.

A farinha com tamanho de partícula maior que 0,250 mm obteve os melhores resultados para as análises realizadas, principalmente nos teores dos compostos bioativos betacianinas, betaxantinas e compostos fenólicos totais. Estes pigmentos mantiveram-se estáveis durante todo o período de armazenamento. Não houve diferença significativa entre os dois tipos de embalagem em relação à estabilidade das betalaínas. Assim, a secagem foi eficaz para a obtenção de um novo produto estável, podendo ser utilizado como ingrediente funcional para enriquecer massas e pães na indústria de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à EMBRAPA e à CAPES pelo apoio financeiro.

REFERENCIAS

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**. n. 26, p. 292-5, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 3 de junho de 2005. Fixa o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. Disponível em: <www. agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2009.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. O mercado de beterraba em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.4, p.56-58, 2002.

CAI, Y; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** , v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.203-220, jul.-dez. 2002.

COSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L. Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucus carota*) obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro: estudo comparativo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.1, 2003.

DRUNKLER, D. A.; FALCÃO, L. D.; BORDINGNON-LUIZ, M. T. Influência dos ácidos tânico e gálico na estabilidade de betacianinas do extrato bruto de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 35-41, 2004.

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2004.

GANDÍA-HERRERO, F.; GARCÍA-CARMONA, F.; ESCRIBANO, J. A novel method using high-performance liquid chromatography with fluorescence for the determination of betaxanthins. **Journal of Chromatography A**, v.1078, p. 83-89, 2005.

HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Betalain Stability and Degradation – Structural and Chromatic Aspects. **Journal of Food Science**. Vol. 71, 41-50, 2006.

HUANG, A. S.; VON ELBE, J. H. Effect of pH on the degradation and regeneration of betanine. **Journal of Food Science**. v. 52, p. 1689–93, 1987.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo, 2008.

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2007: anuário da agricultura brasileira**, São Paulo, 2007. 516 p.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.11, 5178-5185, 2001.

KAPADIA, G.J. et al. Chemoprevention of DMBA-induced UV-B promoted, NOR-1-induced TPA promoted skin carcinogenesis, and DEN-induced Phenobarbital promoted liver tumors in mice by extract of beetroot. **Pharmacological Research**. v. 47, p. 141–8, 2003.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content some Asian vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 37, p. 153-161, 2002.

KLUGE, R. A.; COSTA, C. A.; VITTI, M. C. D.; ONGARELI, M. G.; JACOMINO, A. P.; MORETTI, C. L. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**. v.36, n.1, p. 263-270, 2006.

KUJALA, T. S.; LOPONEN, J. M.; KLIKA, K. D. PIHLAJA, K. Phenolics and Betacyanins in Red Beetroot (*Beta Vulgaris*) Root: Distribution and Effect of Cold Storage on the Content of Total Phenolics and Three Individual Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.11, p.5338-5342, 2000.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORETTI, C. L. Panorama do Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.27-40.

MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: **IV Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Palestra. São Paulo, 2006.

NILSON, T. The pigment content in beetroot with regard to cultivar, growth, development and growing conditions. **Swedish Journal of Agriculture Research**. v.3, n.4, p.187-200, 1973.

PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêra Bartlett (*Pyrus sp*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, set.-dez. 2001.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L. de; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. Utilização de Farinha Obtida a partir de Rejeito de Batata na Elaboração de Biscoitos. **Publicatio UEPG Ciências Exatas da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 19-26, abr. 2005.

RODRÍGUEZ-SEVILLA, M. D.; VILLANUEVA-SUÁREZ, J.; REDONDO-CUENCA, A. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. **Food Chemistry**. n. 66, p. 81-85, 1999.

RUMBAOA, R. G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M.. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chemistry**, n.113, p. 1133–1138, 2009.

SINGER, J.W.; VON ELBE, J.H. Degradation rates of vulgaxanthine I. **Journal of Food Science**. v. 45, p. 489–91, 1980.

SIVAKUMAR, V.; ANNA, J.L.; VIJAYEESWARRI, J.; SWAMINATHAN, G. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. **Ultrasonics Sonochemistry**. v.16, p. 782–9, 2009.

STINTZING, F.C. e CARLE, R. Betalains – emerging prospects for food scientists. **Trends in Food Science and Technology**, n.12, p.514-525, 2007.

VITTI, M. C. D; YAMAMOTO, L. K.; SASAKI, F. F.; del AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Quality of minimally processed beet roots stored in different temperatures. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 48, n. 4., p.503-510, jul. 2005.

VON ELBE, J. H., in **Current Aspects of Food Colorants**, Furia T., Ed., CRC Press, Cleveland, OH, 1977, p 29-39.

ZIELIŃSKA-PRZYEMSKA, M.; OLEJNIK, A.; DOBROWOLSKA-ZACHWIEJA, A., GRAJEK, W. *In vitro* Effects of Beetroot Juice and Chips on Oxidative Metabolism and Apoptosis in Neutrophils from Obese Individuals. **Phytotherapy Research**. v. 23, p. 49–55, 2009.

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE POLPA VEGETAL PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA ⁴

⁴ A ser enviado para publicação, em forma de artigo, na revista Alimentos e Nutrição - Brazilian Journal of Food and Nutrition (ISSN 0103-4235)

AVALIAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA DE POLPA VEGETAL PRODUZIDA A PARTIR DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA

Nathalie Alcantara Ferreira¹; Celso Luiz Moretti²; Leonora Mansur Mattos²; Iriani Rodrigues Maldonade²

¹Mestranda em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70910-900. nathalie@cnph.embrapa.br

²Pesquisadores, Drs. Laboratório de pós-colheita. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 70.359-970.

RESUMO

A beterraba é uma olerícola que se destaca por sua composição nutricional e coloração. Com este trabalho objetivou-se formular polpa pasteurizada utilizando os resíduos do processamento mínimo beterraba e estudar a vida de prateleira deste produto. Os resíduos foram pasteurizados a 65 °C por 30 minutos, 75 °C por 8 minutos e 85 °C por 1 minuto, realizou-se análises de pH, betalaínas totais e açúcares redutores totais. Realizou-se estudo de vida de prateleira durante 25 dias, por meio das análises de pH, índice de cor, betalaínas totais, açúcares redutores totais e compostos fenólicos totais. Observou-se uma redução no teor de pH em todas as temperaturas de pasteurização, sendo a maior redução verificada a 65 °C/ 30 min (9,2%). Os maiores resultados, em relação às betacianinas, betaxantinas e açúcares foram obtidos na pasteurização a 85 °C por 1 minuto. De acordo com os resultados, escolheu-se como binômio para a pasteurização 85 °C por 1 minuto. Durante o armazenamento a polpa manteve-se estável, em relação aos teores pH, ficando em torno de 6,4 em todas amostras. Em relação às betalaínas, o armazenamento em freezer, mostrou-se mais eficiente que o refrigerado, já que neste houve redução dos pigmentos. Os maiores teores de fenólicos totais foram encontrados para a polpa armazenada a -18 °C. E os melhores resultados de açúcares também foram encontrados no armazenamento em freezer. Assim, o melhor binômio para a pasteurização foi 85 °C por 1 minuto e o armazenamento da polpa deve ser feito sob temperatura de congelamento (-18 °C).

PALAVRAS-CHAVE: *Beta vulgaris*. Resíduos agroindustriais. Pasteurização. Polpa. Vida de Prateleira

ABSTRACT

Beet root is a vegetable crop well known its functional and color characteristics. The present work aimed at developing a pasteurized pulp using fresh-cut by-products as well as to study its shelf life. By-products were pasteurized for 65 °C for 30 min, 75 °C for 8 min, and 85 °C for 1 min. Samples were obtained before and after pasteurization and were assayed for pH, total betalains and total reducing sugars. After choosing the best time – temperature combination, shelf – life was evaluated for 25 days during storage at 10 °C and – 18 °C. Color, pH, total betalains, total reducing sugars, and total phenolic compounds were evaluated. pH reduced in all pasteurizing treatments, being 9.2% lower than control at 65 °C for 30 min. The best results in terms of higher total reducing sugars content and pigment retention were observed at 85 °C for 1 min and, thus, this temperature – time combination was chosen for pulp pasteurization. Pulp pH did not vary significantly during storage for all treatments. Pulp stored under – 18 °C showed higher pigment retention, total phenolic compounds and total reducing sugars when compared to 10 °C. In conclusion, beet root pulp shall be pasteurized at 85 °C for 1 min and can be stored for up to 25 days at – 18 °C.

Key-Words: Beta vulgaris; by – products; pasteurization; pulp; shelf – life.

INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça que está em evidência, com um crescimento progressivo do seu consumo no mercado brasileiro. Esta pertence à família Chenopodiaceae, na qual a parte comestível é sua raiz tuberosa. Existem poucas cultivares plantadas no Brasil, sendo a cultivar *Early Wonder* (beterraba vermelha ou “de mesa”), a principal. Esta cultivar possui como características raízes com formato regular e forte coloração vermelha.^{11, 24}

A coloração da beterraba é justificada pela presença das betalaínas, que são pigmentos nitrogenados característicos da ordem Caryophyllales, da qual essa hortaliça faz parte. Este pigmento é bastante hidrossolúvel e inclui as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-violeta e as betaxantinas, de coloração amarela-laranja. As betalaínas são consideradas um dos mais importantes corantes naturais e são, além disso, um dos primeiros corantes naturais desenvolvidos para uso em indústrias de alimentos. Entretanto, pouco se conhece sobre os efeitos na saúde das betalaínas em comparação a outros corantes naturais, tais como carotenóides e antocianinas.^{4, 5, 9, 22}

Recentemente vários estudos sobre a atividade antiradical e antioxidante de betalaínas (principalmente betanina) de beterrabas mostraram que as betalaínas de beterrabas possuem elevado efeito antiradical e atividade antioxidante, representando uma nova classe de antioxidantes catiônicos dietéticos. O consumo de produtos de beterraba vermelha regularmente na dieta pode fornecer proteção contra determinadas doenças relacionadas com o estresse oxidativo em humanos.⁴

Além disso, esta olerícola se destaca por sua composição nutricional, sobretudo em teores de açúcares e fibras. Cerca de 100 g de beterraba fresca contém aproximadamente 87,1 g de água, 7,6 g de carboidrato, 1,7 g de proteína e 0,1 g de gordura.²¹ Possui também significativas quantidades de vitaminas do complexo B, minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco.¹

A beterraba apresenta diversas formas de consumo, podendo ser consumida fresca, cozida, em conserva, entretanto devido à busca dos consumidores por produtos práticos e conveniente uma das formas de consumo desta hortaliça que vem ganhando destaque é minimamente processada. Hortaliças minimamente processadas são vegetais que passaram por algum tipo de alteração física, como corte descascamento e torneamento, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativos.¹⁸

As agroindústrias de alimentos vegetais, especialmente as produtoras de minimamente processados geram subprodutos e resíduos. O processamento mínimo produz elevadas quantidades de resíduos, o processamento mínimo de mini beterrabas, em formato de bola, a quantidade de resíduos agroindustriais produzidos chega a 75%.⁷

Um dos processos de conservação pelo emprego de calor mais eficaz consiste na pasteurização. Este processo é um tratamento térmico relativamente suave (temperaturas inferiores a 100 °C) que promove o prolongamento da vida útil dos alimentos durante vários dias ou meses. A temperatura de pasteurização e o tempo de duração utilizados dependem da carga de contaminação do produto e das condições de transferência de calor através do mesmo.⁶

Com este trabalho pretende-se formular uma polpa pasteurizada utilizando os resíduos provenientes do processamento mínimo de mini beterraba e estudar a vida de prateleira deste produto.

MATERIAL E MÉTODOS

As raízes de beterraba foram obtidas no comércio varejista de Brasília-DF e transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram submetidas às etapas do processamento mínimo de mini beterrabas descritas por Ferreira et al.⁷, para obtenção do resíduo.

Obtenção da Polpa

Realizou-se um ensaio para determinação do melhor binômio temperatura/tempo para a pasteurização da polpa, obtida no processamento de mini beterrabas. Os resíduos foram submetidos à pasteurização em três binômios diferentes, sendo estes 65 °C por 30 minutos, 75 °C por 8 minutos e 85 °C por 1 minuto. Foram recolhidas alíquotas antes e após a pasteurização e estas submetidas às análises de pH, betalaínas totais e açúcares redutores totais.

Estudo de Vida de Prateleira

Os resíduos foram pasteurizados no binômio temperatura/tempo escolhido anteriormente e foi realizado o estudo de vida de prateleira, durante 25 dias, onde foi avaliado o efeito do armazenamento em diferentes temperaturas. As temperaturas de armazenamento foram 10 ± 1 °C (geladeira) e -18 ± 1 °C (freezer), foram retiradas alíquotas no tempo zero e a cada 5 dias. As alíquotas foram submetidas às análises de pH, índice de cor, açúcares redutores totais, compostos fenólicos totais e betalaínas totais.

Análises Físico-Químicas e de Compostos Funcionais

pH

O pH foi determinado por meio de leitura direta em potenciômetro.¹²

Índice de cor

O índice de cor foi realizado por meio de leitura direta em colorímetro. Foram observados os valores dos três eixos, L^* , a^* e b^* . O índice de cor (IC) foi calculado através da fórmula $IC = 1000x a^* / Lxb^*$.²⁵

Açúcares redutores totais

Os açúcares redutores totais foram determinados pela metodologia do ácido 3-5-dinitrosalicílico (DNS).¹⁶

Betalainas totais

As betalaínas totais foram determinadas segundo metodologia descrita por Vitti et al.²⁵, com adaptações. Alíquotas de dois gramas de amostra foram maceradas com 8 mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos e a 10.000 x g por 40 minutos a 4 °C, e as leituras feitas em espectrofotômetro a 476, 538 e 600 nm.

Extrato metanólico

O extrato metanólico foi obtido a partir de amostras previamente homogeneizadas de forma a garantir a representatividade para os ensaios. Alíquotas de três gramas de polpa foi utilizada para extração com solução aquosa de metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol) por 1 h a temperatura ambiente em agitador orbital fixo (200 rpm). A mistura foi centrifugada a 10.000 x g por 15 min e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi e re-extraído em condições idênticas. Os sobrenadantes foram combinados e o volume foi ajustado para 50 mL com metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol). O extrato foi utilizado para a dosagem de fenóis totais.

Compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Rumbaoa et al.²⁰. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 765 nm. A quantidade total de fenóis de cada extrato foi quantificada por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico

(1-10 ppm) e Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) / 100 g de amostra fresca.

Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições (n = 200 g). Sendo o esquema fatorial 3x2 (3 binômios x 2 tempos de análise), na obtenção da polpa e 3x5 (três temperaturas e 5 tempos de análise), no ensaio de vida de prateleira.

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguido da comparação das médias por meio de Teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtenção da Polpa

Observou-se, após as análises, que houve uma redução no teor de betalaínas e pH e um aumento na quantidade de açúcares redutores.

Verificou-se uma diminuição nos teores pH obtidos na curva de pasteurização do resíduo do processamento mínimo de beterraba em todas temperaturas (Figura 1).

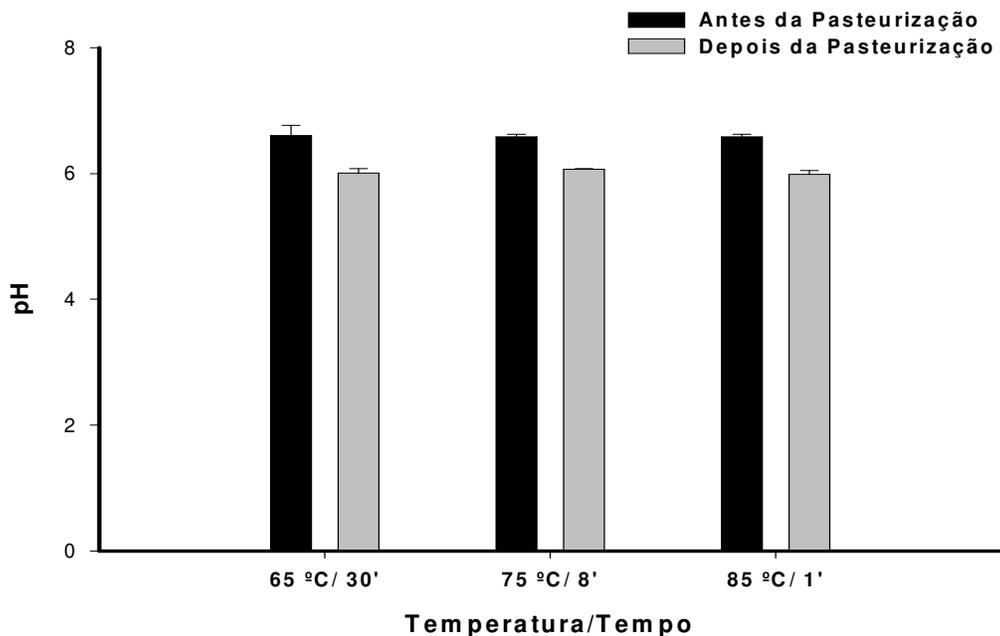


Fig. 1 Potencial Hidrogeniônico (pH) da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Amaro et al.² analisando o efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas de polpa de maracujá, não observaram diferença significativa nos valores de pH entre a polpa fresca e a pasteurizada.

Em relação a este parâmetro, observou-se que a maior redução foi verificada na pasteurização a 65 °C/ 30 minutos (9,2%) e a menor na pasteurização no binômio 75 °C por 8 minutos (8,80%)

Verificou-se uma redução nos teores de betalaínas, após o tratamento térmico (Figura 2), sendo que a maior redução foi encontrada na polpa pasteurizada a 65 °C por 30 minutos e a menor, no binômio 85 °C por 1 minuto.

Mikkelsen e Poll¹⁷ estudaram a decomposição e a transformação de antocianinas durante o processamento de suco de groselha preta e verificaram uma perda entre 25 e 30% de antocianinas durante o processamento, sendo o tratamento térmico a etapa mais destrutiva do processamento. As betalaínas são compostos semelhantes às antocianinas e são instáveis à altas temperaturas.¹⁰

Durante o processamento térmico, a betanina pode ser degradada pela isomerização, descarboxilação ou clivagem resultando em uma gradual redução da cor vermelha, e, eventualmente, o aparecimento de cor marrom.³ O aparecimento da coloração marrom foi observado na pasteurização a 65 °C por 30 minutos.

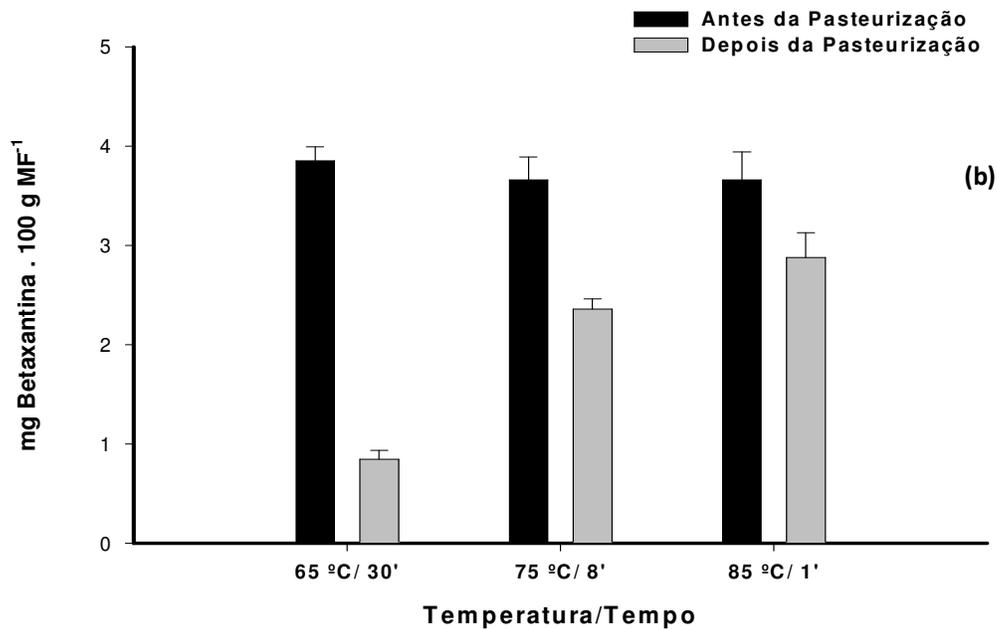
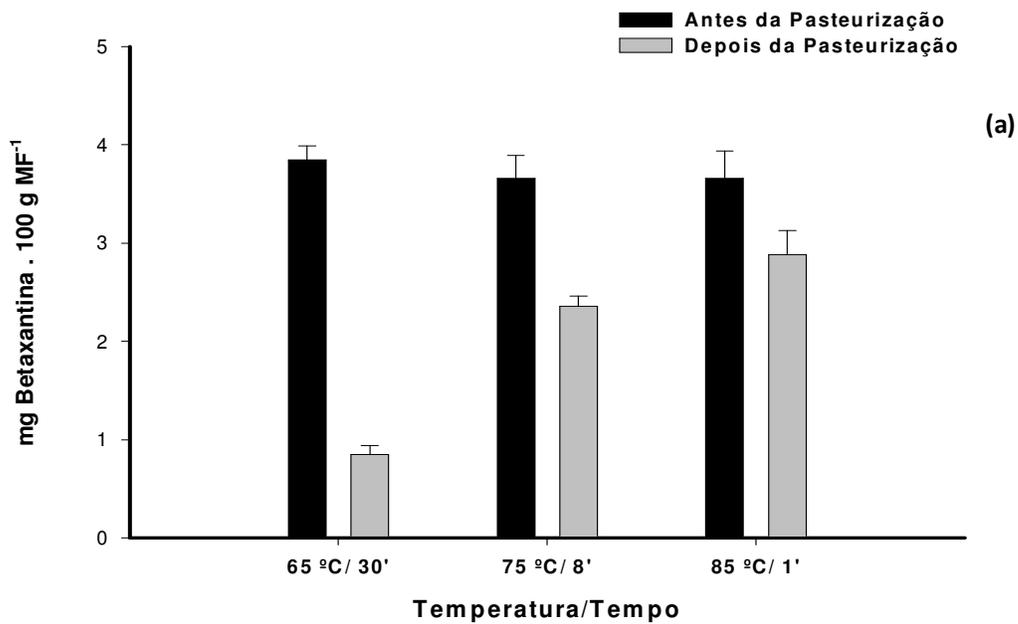


Fig. 2 Concentração de betacianinas (a) e betaxantinas (b) da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = Matéria Fresca

Verificou-se um aumento no teor de açúcares redutores em todos os binômios estudados (Figura 3). Esse resultado pode indicar que a temperatura ocasionou a hidrólise da sacarose, principal açúcar da beterraba, que se transformou em açúcares redutores (glicose e frutose).

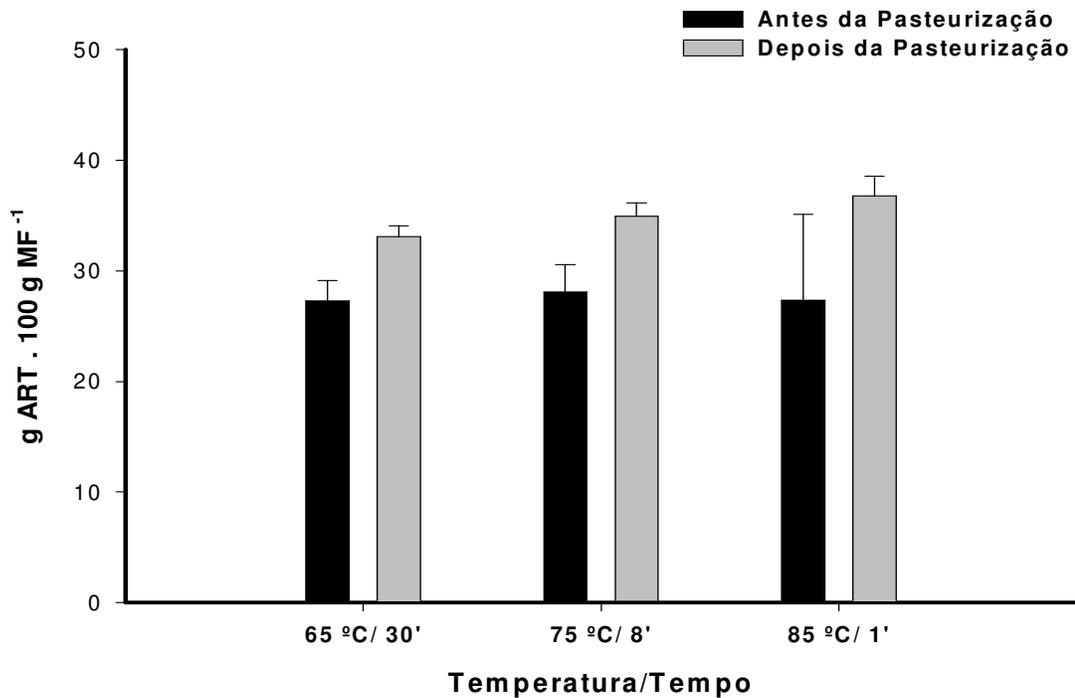


Fig. 3 Teor de açúcar redutor da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba pasteurizada em diferentes binômios temperatura/tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca.

A redução no teor de açúcares totais foi mostrada em estudo comparando a beterraba cozida em relação à beterraba *in natura*. Os pesquisadores justificaram essa perda devido à solubilização dos açúcares na água de cocção.¹⁹

De acordo com os resultados encontrados escolheu-se como binômio temperatura/tempo para a pasteurização da polpa de resíduo do processamento mínimo de beterraba 85 °C por 1 minuto.

Estudo de Vida de Prateleira

Verificou-se durante a vida de prateleira da polpa pasteurizada de beterraba que houve estabilidade para as betalaínas e pH. Os melhores resultados, em todas as análises, foram encontrados para as polpas armazenadas em temperatura de congelamento (-18 °C).

Observou-se que não houve diferença significativa no teor de pH em relação às duas temperaturas de armazenamento (Figura 4). Durante os dias de armazenamento não houve variação significativa neste teor, sendo que os valores de pH ficaram em torno de 6,4 em todas as amostras.

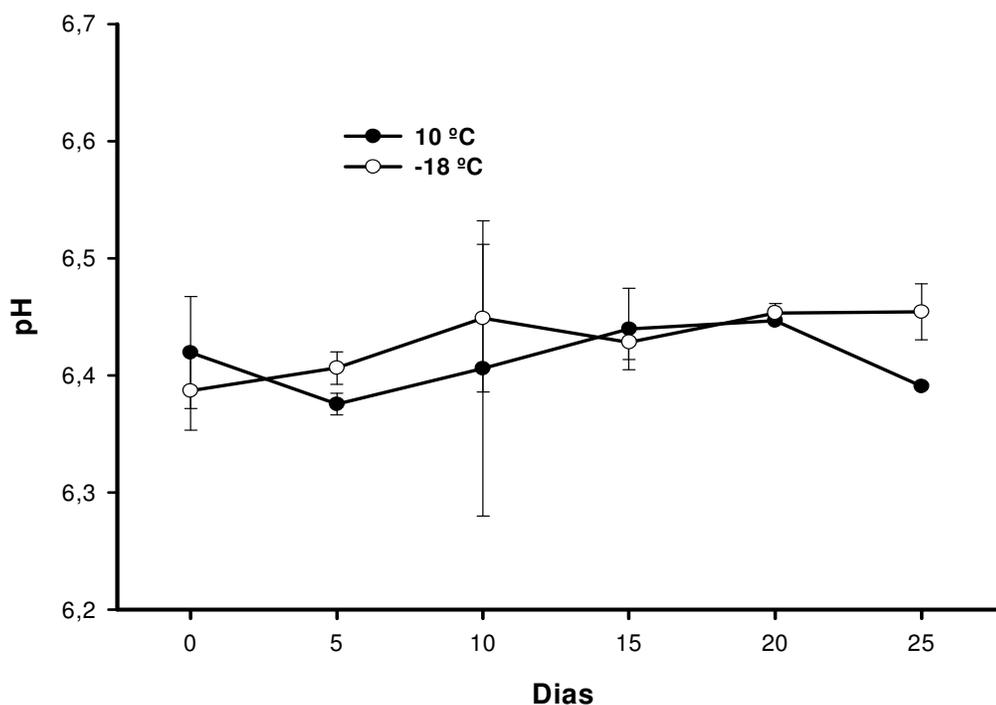


Fig. 4 Potencial Hidrognênico (pH) em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Os resultados encontrados para este parâmetro, estão dentro da faixa de pH necessária para que haja a estabilidade das betalaínas, sendo que esta compreende valores de pH entre 3,5 e 7.²⁶

O teor de betalaínas (Figuras 5 e 6) permaneceu estável durante todo o armazenamento da polpa congelada de beterraba. Os melhores valores foram encontrados para o armazenamento em freezer (-18 °C), enquanto que no armazenamento refrigerado (10 °C), houve redução dos pigmentos.

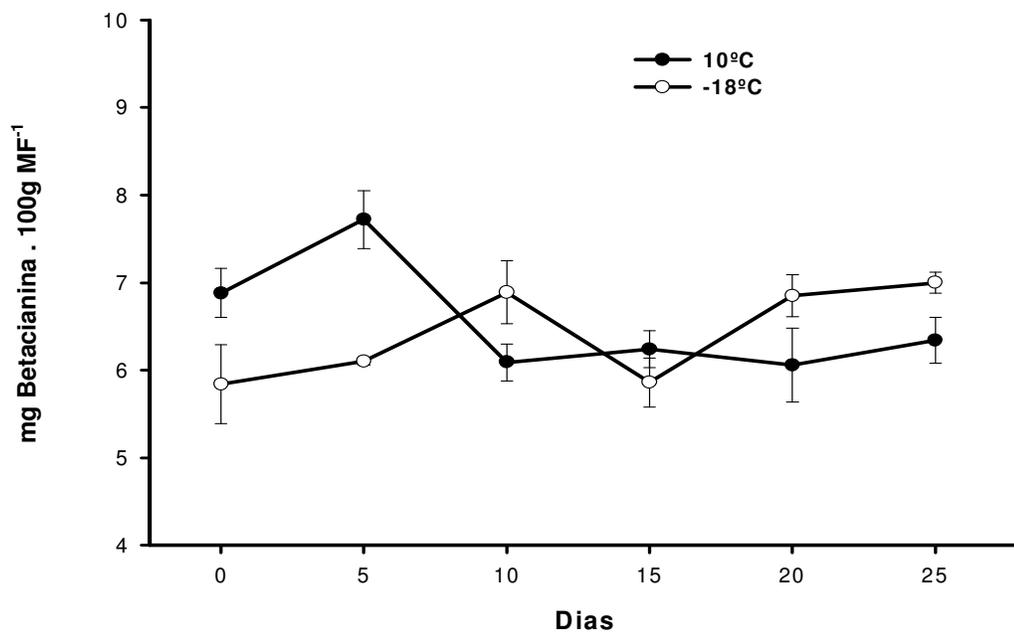


Fig. 5 Teor de betacianina em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca.

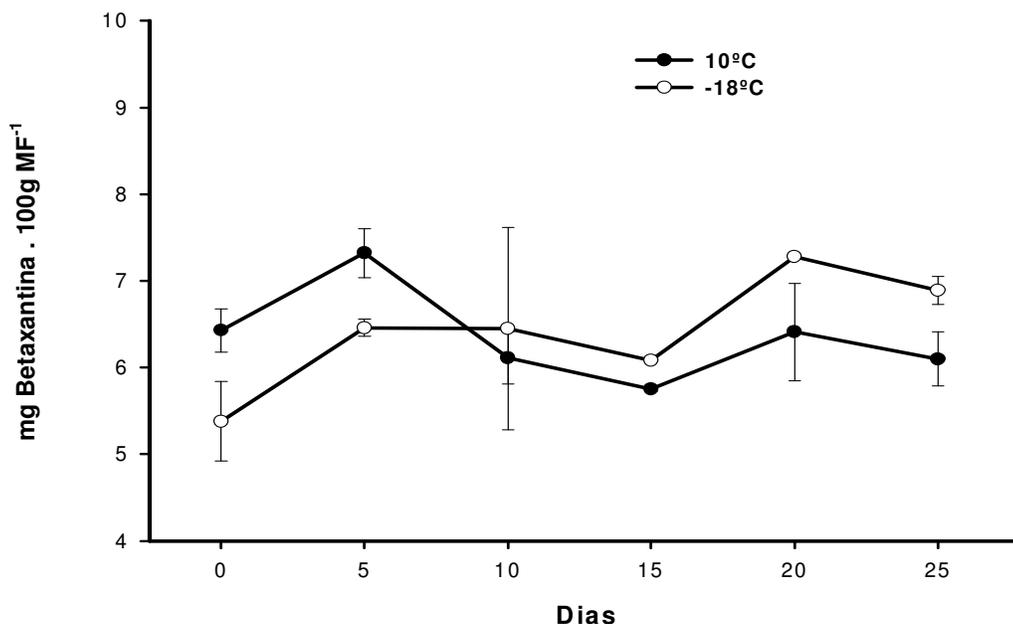


Fig. 6 Teor de betaxantina em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF = matéria fresca.

Kluge et al.¹⁴ demonstraram que em beterrabas minimamente processadas tratadas com 0, 500; 1.000, 1.500 e 2000 mg L⁻¹ de ácido cítrico, a adição deste foi eficiente para preservar os teores de betalaínas, sendo que à medida que aumentou-se a concentração da solução de ácido cítrico, diminuiu a perda de pigmentos.

Beterrabas minimamente processadas na forma de cubos, fatias e retalhos armazenadas durante 10 dias, sem adição de ácidos apresentaram queda no teor de betalaínas na ordem de 15% para beterrabas em fatias e 30% para as em retalhos ou cubos¹³. No presente estudo a temperatura de armazenamento foi essencial para a preservação dos pigmentos, não sendo necessária a adição de coadjuvantes.

Em relação ao índice de cor, observou-se que houve uma redução no índice de cor nos primeiros dias de armazenamento, para as polpas pasteurizadas armazenadas nas duas temperaturas (Figura 7).

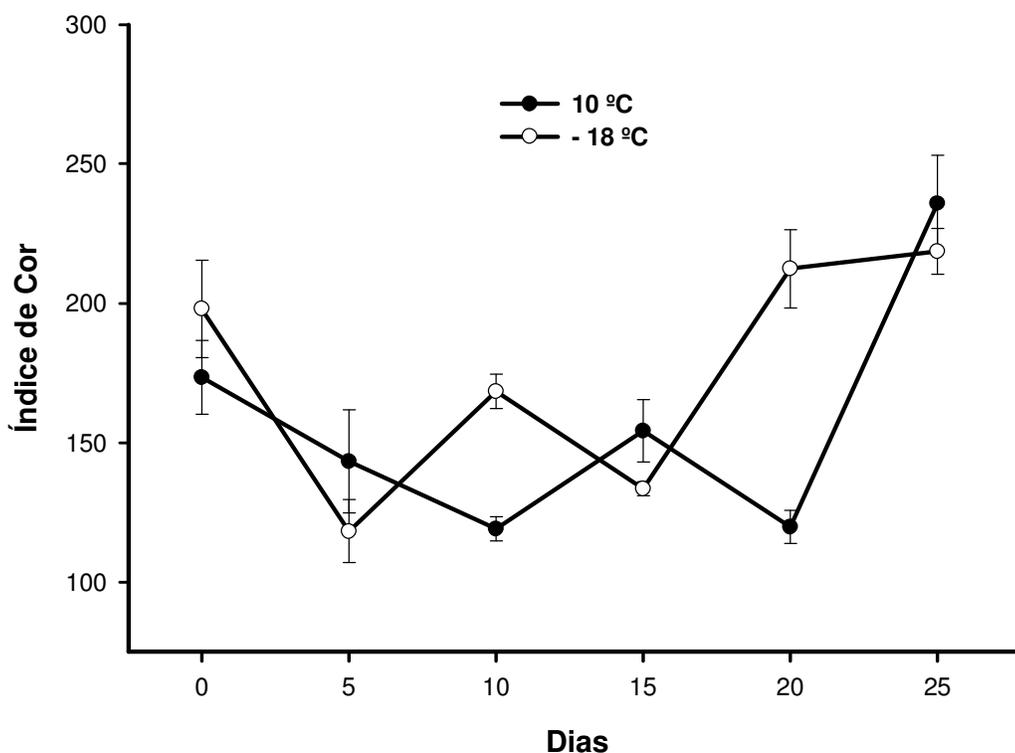


Fig. 7 Índice de cor em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Kluge et al.¹³ observaram uma redução gradativa no índice de cor de beterrabas minimamente processadas em forma de cubos, fatias e retalhos durante 10 dias. No presente estudo essa redução também foi observada, o que pode indicar uma diminuição na coloração vermelha da beterraba.

Em relação ao teor de fenólicos totais, os melhores resultados foram encontrados para a polpa armazenada em freezer (-18 °C) (Figura 8). Houve uma redução progressiva até o 15º dia de armazenamento, seguido por um aumento no teor de fenólicos.

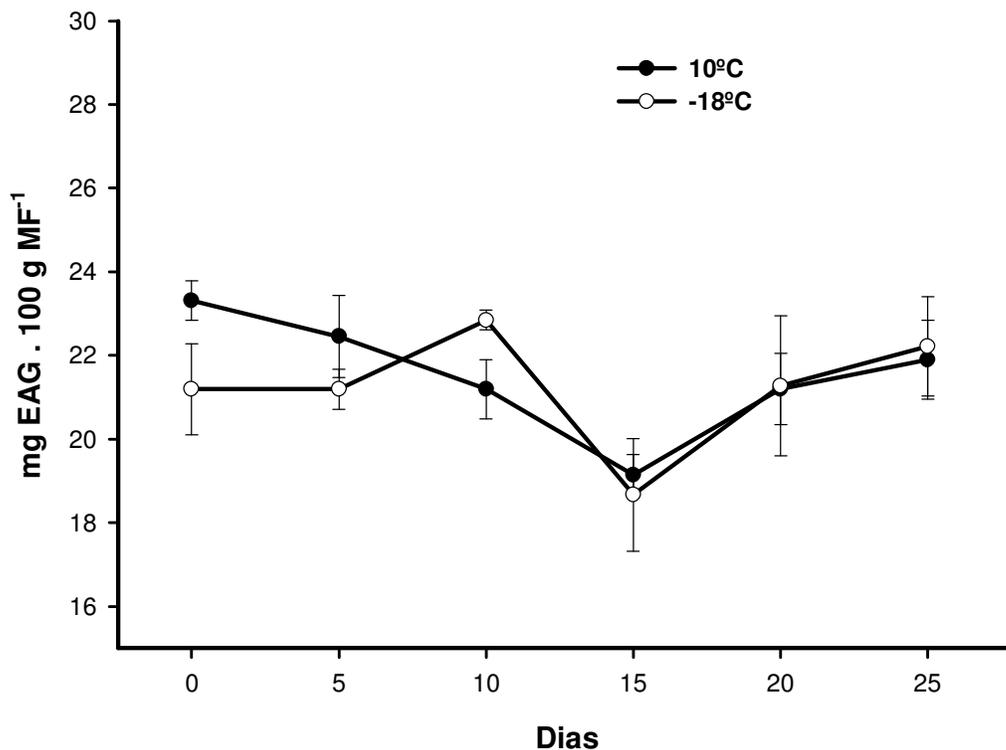


Fig 8 Teor de compostos fenólicos totais em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. EAG = Equivalente de Ácido Gálico; MF= Matéria Fresca.

Kujala et al.¹⁵, analisando extratos aquosos de casca e talo de beterraba (*Beta vulgaris*, var. *Little Ball*) encontraram valores de 15,5 e 11,4 mg EAG . g MS⁻¹, respectivamente. Os resultados encontrados foram inferiores aos observados no presente estudo.

Nesse mesmo ensaio os autores notaram que o efeito do armazenamento a frio sobre o conteúdo total de fenólicos de casca de beterraba vermelha foi menor. Não observaram diminuição e aumento durante o armazenamento de 196 dias, mas justificaram argumentando que a extração aquosa dos fenólicos pode não ter sido adequada e as diminuições e aumentos cancelaram um ao outro e, assim, cobriram a real mudança no conteúdo de fenólicos totais¹⁵.

Os resultados encontrados foram inferiores aos relatados por Stratil et al.²³, analisando 26 tipos de hortaliças consumidas na República Tcheca, incluindo beterraba vermelha, encontram valores de aproximadamente 20,7 mg EAG . g⁻¹ de fenólicos totais nesta olerícola, sendo que a beterraba foi a terceira colocada em conteúdo de fenólicos, quando comparada com as hortaliças analisadas. Estes mesmos autores afirmam que o teor de fenólicos pode variar de acordo com diversos fatores internos e externos, como a cultivar analisada, o solo, o armazenamento pós-colheita.

Em relação ao teor de açúcares redutores totais, observou-se uma redução nos teores, seguida por um aumento. A maior redução foi observada no 15º dia de armazenamento (Figura 9).

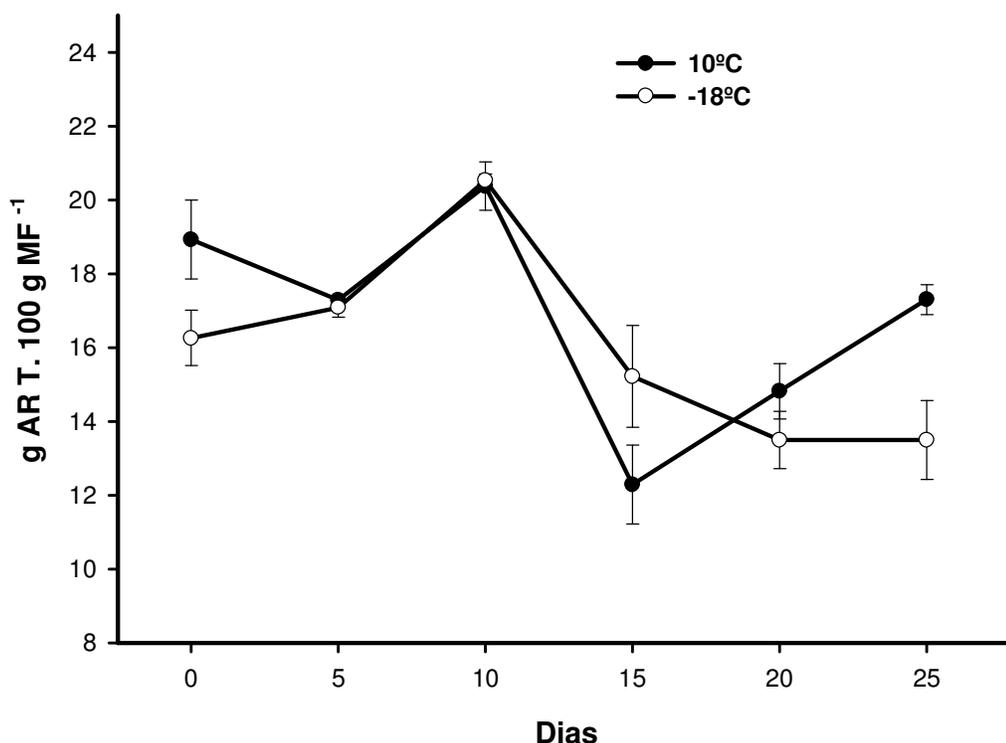


Fig. 9 Concentração de açúcares redutores totais em polpas pasteurizadas de beterraba armazenadas em duas temperaturas diferentes, durante 25 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010. MF= Matéria Fresca.

Freitas et al.⁸ analisando a estabilidade de suco de acerola durante 365 dias de armazenamento verificaram aumentos nos teores de açúcares redutores. Esses autores justificaram esse aumento devido à hidrólise da sacarose durante o período de armazenamento.

Assim, o aumento dos açúcares, observado no armazenamento refrigerado após o 15º dia de armazenamento pode ser justificado pela hidrólise da sacarose.

CONCLUSÕES

A formulação de polpa vegetal a partir do resíduo do processamento mínimo de beterraba mostrou-se forma viável de aproveitamento deste resíduo. Sendo que a pasteurização a 85 °C por 1 minuto apresentou os melhores resultados, especialmente no teor dos pigmentos betalaínas.

Durante o estudo de vida de prateleira, a temperatura ideal de armazenamento foi a temperatura do freezer (-18 °C). As polpas pasteurizadas mantiveram-se estáveis durante o período de armazenamento em relação ao teor dos pigmentos betalaínas.

Assim, a pasteurização foi eficaz para a obtenção de um novo produto estável, podendo ser utilizado como ingrediente para formulações de sucos, doces e sorvetes na indústria de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS

1. ALVES, A. U. et al. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Hortic. Bras.** n. 26, p. 292-5, 2008.
2. AMARO, A.P.; BONILHA, P.RM.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. **Alim. Nutr.** Araraquara, n. 13, p. 151-162, 2002.
3. AZEREDO, H.M.C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **Int. J. Food Sci. Technol.** v. 44, p. 2365–2376, 2009.
4. CAI, Y; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.
5. CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **B. CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.203-220, jul.-dez. 2002.
6. CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIROSANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de Alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 83-95, jan./mar. 2008.
7. FERREIRA, N.A. et al. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.
8. FREITAS, C. A. S. et al. Estabilidade do Suco Tropical de Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) Adoçado Envasado pelos Processos Hot-Fill e Asséptico. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 544-549, jul.-set. 2006.

9. GANDÍA-HERRERO, F.; GARCÍA-CARMONA, F.; ESCRIBANO, J. A novel method using high-performance liquid chromatography with fluorescence for the determination of betaxanthins. **J. Chromatogr. A**, v.1078, p. 83-89, 2005.
10. HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Impact of Thermal Treatment on Color and Pigment Pattern of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) Preparations. **J. Food Sci.** v. 69, n.6, p. 491-98, 2004.
11. HERNANDES, N. K. et al. Testes Sensoriais de Aceitação da Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris* L.), cv. *Early Wonder*, minimamente processada e irradiada. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v.27(supl.), p. 64-68, ago. 2007.
12. INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo, 2008.
13. KLUGE, R. A. et al. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciênc. Rural.** v.36, n.1, p. 263-270, 2006.
14. KLUGE RA; et al. Respiratory activity and pigment metabolism in fresh-cut beet roots treated with citric acid. **Hortic. Bras.**, v. 26, p. 520-523, 2008.
15. KUJALA, T. S. et al. Phenolics and Betacyanins in Red Beetroot (*Beta Vulgaris*) Root: Distribution and Effect of Cold Storage on the Content of Total Phenolics and Three Individual Compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v.48, n.11, p.5338-5342, 2000.
16. MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Biochem.**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

17. MIKKELSEN, B. B.; POLL, L. Decomposition and transformation of aroma compounds and anthocyanins during black currant (*Ribes nigrum* L.) juice processing. **J. Food Sci.** v. 67, n. 9, p. 3447-55, 2002.
18. MORETTI, C. L. Panorama do Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.27-40.
19. RODRÍGUEZ-SEVILLA, M. D.; VILLANUEVA-SUÁREZ, J.; REDONDO-CUENCA, A. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. **Food Chem.** n. 66, p. 81-85, 1999.
20. RUMBAOA, R. G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M.. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chem**, n.113, p. 1133–1138, 2009.
21. SIVAKUMAR, V. et al. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. **Ultrason. Sonochem.** v.16, p. 782–9, 2009.
22. STINTZING, F.C.; CARLE, R. Betalains – emerging prospects for food scientists. **Trends in Food Science and Technology**, n.12, p.514-525, 2007.
23. STRATIL, P.; KLEJDUS, B; KUBÁŇ, V. Determination of Total Content of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Vegetables - Evaluation of Spectrophotometric Methods. **J. Agric. Food Chem.** v. 54, p. 607-616, 2006.

24. VITTI, M. C. D et al. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Hortic Bras.** v. 21, n. 4, p. 623-6, 2003.

25. VITTI, M. C. D et al. Quality of minimally processed beet roots stored in different temperatures. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 48, n. 4., p.503-510, jul. 2005.

26. VON ELBE, J. H., in **Current Aspects of Food Colorants**, Furia T., Ed., CRC Press, Cleveland, OH, 1977, p 29-39.

CAPÍTULO 7

FORMULAÇÃO DE *SORBET* À BASE DE POLPA PASTEURIZADA OBTIDA DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA COM ABACAXI^{5*}

⁵ A ser enviado para publicação, em forma de artigo, na revista Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (**CEPPA**) (ISSN 0102-0323).

* Trabalho Financiado pela Embrapa e Capes

FORMULAÇÃO DE *SORBET* À BASE DE POLPA PASTEURIZADA OBTIDA DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE BETERRABA COM ABACAXI

Nathalie Alcantara Ferreira¹; Celso Luiz Moretti²; Leonora Mansur Mattos²

¹Mestranda em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70910-900.
nathalie_alcantara@hotmail.com

²Pesquisadores, Drs. Laboratório de pós-colheita. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 70.359-970.

RESUMO

Com este trabalho objetivou-se utilizar a polpa pasteurizada obtida do resíduo do processamento mínimo de beterraba na produção de *sorbet*. Foram produzidas cinco formulações de *sorbet*, contendo, 0% (Padrão) 25%, 50%, 75% e 100% de polpa de beterraba, em substituição ao abacaxi, denominadas formulações P, A, B, C e D, respectivamente. Os *sorbets* foram submetidos à avaliação sensorial e às análises de pH, açúcares redutores totais, índice de cor, betalaínas totais e compostos fenólicos totais. Os resultados evidenciaram que nos atributos cor, aroma e aceitação global a formulação padrão obteve os melhores resultados (7,36, 7,02 e 7,23, respectivamente). No atributo sabor, o *sorbet* com 25% de polpa obteve a maior nota (7,13). E a formulação B, obteve maior nota na textura (6,25). A análise físico-química mostrou que os valores de pH aumentaram com a adição da polpa. O teor de açúcar variou de 38,36 g.100 g⁻¹ (D) a 45,79 g.100 g⁻¹ (A). O menor resultado para índice de cor foi obtido pela formulação P, e os maiores, pelos *sorbets* C e D. As betalaínas aumentaram progressivamente, na medida em que se adicionou polpa de beterraba na formulação. As betacianinas variaram de 1,40 a 4,41 mg .100 g⁻¹, nas formulações A e D, respectivamente. Enquanto que os teores de betaxantina variaram de 1,41 (formulação A) a 5,79 mg . 100 g⁻¹ (formulação D). O conteúdo de fenólicos totais encontrado nas formulações de *sorbet* variou entre 17,56 a 21,95 mg EAG . 100 g⁻¹, nas formulações D e B, respectivamente.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*. Polpa. *Sorbet*.

ABSTRACT

In the present work beet root pasteurized pulp was used in the production of "sorbet", a milk – free ice-cream. Five ice – cream formulations were prepared, combining different percentages of beet root and pineapple pulp, as follows: 0 (control - S), 25 (A), 50 (B), 75 (C), and 100% (D) beet root pulp. Pineapple pulp was added up to 100% in the indicated combinations. Sensory analysis was carried out for attributes such as color, flavor, texture and overall appearance. A hedonic scale with nine different scores was used. Ice – cream was also evaluated for pH, total reducing sugars, color, total betalains, and total phenolic compounds. For the ice – cream formulation prepared, pineapple pulp substitution by beet root pulp can be done up to 50% in order to have sensory acceptance (score higher than 6). For color, aroma and overall acceptance, control (100% pineapple pulp) had the highest scores (7.36; 7.02; and 7.23, respectively). Flavor scored higher in sorbet prepared with 25% of beet root pulp and formulation B had the highest score for texture. Physico – chemical evaluations demonstrated that pH values increased with the increment of beet root pulp. Sugar content varied from 38.86 g . 100 g⁻¹ (D) through 45.79 g . 100 g⁻¹ (A). Lower values for color index were observed for formulation S and higher values for sorbets C and D. Betalains content increased with the addition of beet root pulp in the formulations. Betacyanins varied from 1.40 through 4.41 mg . 100 g⁻¹ in the A and D formulations, respectively, whereas betaxantin varied from 1.41 (A) through 5.70 mg . 100 g⁻¹ (D). Total phenolic contents varied from 17.56 through 21.95 mg of GAE . 100 g⁻¹ in formulations D and B, respectively.

Key- words: Beta vulgaris; pulp; sorbet

1 INTRODUÇÃO

Sorvetes são produtos alimentícios classificados na categoria dos gelados comestíveis e são fabricados a partir de uma emulsão estabilizada, que através de processo tecnológico adequado, resulta num produto cremoso, suave e agradável ao paladar. As emulsões são compostas de água, produtos lácteos, gordura, açúcares, estabilizantes, emulsificantes e outros (SANTANA et al., 2003). O Brasil apesar de ser um país de clima tropical, apresenta um consumo de sorvete ainda pequeno, o que lhe confere a décima segunda posição no *ranking* de produção mundial do produto (MALANDRIN et al., 2001).

Sorbet são gelados comestíveis que se diferenciam dos sorvetes tradicionais pela ausência de leite em sua formulação. São elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares (BRASIL, 1999).

Os gelados comestíveis em geral não devem ser considerados apenas como uma guloseima ou produto de verão, mas como uma sobremesa valiosa e nutritiva, que contribui com elementos muito importantes para uma alimentação equilibrada, tanto na infância como na idade adulta. Assim a utilização de frutas e hortaliças na sua formulação contribui para a agregação de valor a esses produtos.

A beterraba (*Beta vulgaris L.*) é uma hortaliça que possui, em sua composição nutricional, significativos teores de açúcares e fibras. Cerca de 100 g de beterraba fresca contém aproximadamente 87,1 g de água, 7,6 g de carboidrato, 1,7 g de proteína e 0,1 g de gordura (SIVAKUMAR et al., 2009). Possui também significativas quantidades de vitaminas do complexo B, minerais como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (ALVES et al., 2008). Além disso, apresenta forte apelo sensorial devido a sua forte coloração vermelha (HERNANDES et al., 2007).

A coloração da beterraba é justificada pela presença das betalaínas, que são pigmentos nitrogenados característicos da ordem Caryophyllales, da qual essa hortaliça faz parte. Este pigmento é bastante hidrossolúvel e inclui as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-violeta e as betaxantinas, de coloração amarela-laranja.(CAI et al., 2003).

A beterraba é uma hortaliça bastante versátil em suas formas de consumo, podendo ser consumida fresca, cozida, em conserva, entretanto devido à busca dos consumidores por produtos práticos e conveniente uma das formas de consumo desta hortaliça que vem ganhando destaque é minimamente processada. Segundo Moretti (2007) hortaliças minimamente processadas são vegetais que passaram por algum tipo de alteração física, como corte descascamento e torneamento, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativos.

As agroindústrias de processamento mínimo são responsáveis pela geração de uma grande quantidade de resíduo. Na produção de mini beterrabas, para cada quilo de matéria prima é obtido, aproximadamente, 0,35 kg de produto processado e 0,65 kg de resíduo de coloração vermelha (FERREIRA et al., 2009). Assim, o setor agroindustrial, gera um elevado montante de subprodutos poluidores que são depositados no meio ambiente, levando os pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano (PEREIRA et al., 2005).

O presente trabalho tem como objetivo utilizar a polpa pasteurizada obtida a partir do resíduo do processamento mínimo de mini beterraba na formulação de *sorbet*, com características nutricionais e sensoriais aceitáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As raízes de beterraba utilizadas (cultivar *Early Wonder*) bem como os demais ingredientes necessários para a formulação do *sorbet* e do macarrão foram obtidos no comércio varejista da cidade de Brasília-DF, levadas para o Laboratório de Pós Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram armazenados adequadamente até sua utilização. As raízes de beterrabas foram submetidas a processamento baseado nas etapas de do processamento mínimo de mini beterrabas descritas por Ferreira et al. (2009), para obtenção do resíduo, que foi pasteurizado a 85 °C por 1 minuto.

2.2 Métodos

2.2.1 Formulação do Sorbet

Foram desenvolvidas 5 formulações de *sorbet* contendo 0% (Padrão), 25%, 50%, 75% e 100% de polpa de beterraba, em substituição ao abacaxi, denominadas formulações A, B, C e D, respectivamente. As proporções dos ingredientes de cada formulação do *sorbet* estão mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 Concentração de ingredientes em cada formulação de *Sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Ingredientes	Unid.	Formulações				
		P (0% de polpa de beterraba)	A (25% de polpa de beterraba)	B (50% de polpa de beterraba)	C (75% de polpa de beterraba)	D (100% de polpa de beterraba)
Polpa de Beterraba	kg	-	0,625	1,25	1,875	2,5
Abacaxi	kg	2,5	1,875	1,25	0,625	-
Água	L	5	5	5	5	5
Açúcar	kg	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Estabilizante	g	15	15	15	15	15
Emulsificante	g	30	30	30	30	30
Compota de Abacaxi	g	300	300	300	300	-
Calda de Beterraba	g	-	125	125	125	125

O processamento do *sorbet* foi feito de acordo com as etapas do fluxograma ilustrado na Figura 1. Fez-se a homogeneização vigorosa da polpa pasteurizada

congelada da beterraba e do abacaxi, para formulações que contem este ingrediente, por 2 minutos em liquidificador industrial. Em seguida, adicionou-se o açúcar, previamente fervido com a água, o estabilizante e o emulsificante, e deixa homogeneizar por mais 3 minutos. Em seguida a mistura foi peneirada e transferida para máquina de processadora de sorvetes, para aeração e congelamento prévio. (GRIS et al., 2004; SANTANA et al., 2003). Em seguida o *sorbet* foi colocado em vasilhames de polietileno. Nas formulações que contém abacaxi, pedaços de compota de abacaxi, feitos com a fruta cozida com açúcar, foram adicionados e nas formulações que contém beterraba, foi adicionada uma calda feita com polpa pasteurizada cozida concentrada com açúcar.

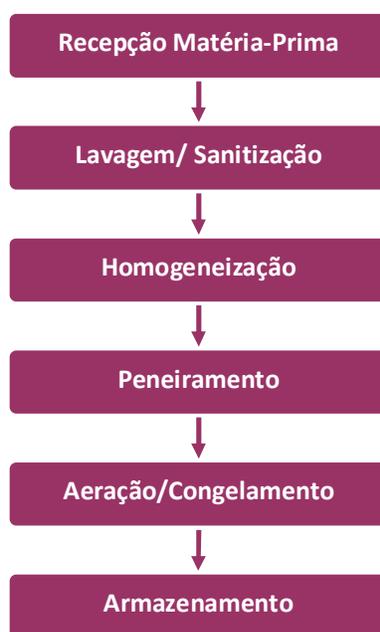


Fig. 1 Fluxograma de produção do *sorbet*

Em seguida as formulações de *sorbets* foram armazenadas em freezer, à temperatura de -18 °C, para finalizar o congelamento e ficaram armazenadas à essa temperatura até o momento das análises.

2.2.2 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de pós-colheita da Embrapa Hortaliças, onde o produto foi submetido ao teste afetivo de aceitação, sendo avaliados os atributos de cor, aroma, sabor, textura e aceitação global (DUTCOSKI, 1996). Foram selecionados, aleatoriamente, 50 provadores não-treinados, que avaliaram as formulações de *sorbet* de acordo com escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), conforme ficha de avaliação sensorial (Figura 2).

Ficha de Análise Sensorial						
Amostra: Sorbet de Beterraba com Abacaxi						
Nome:		Gênero: () F ou () M		Data: /07/2010		
Idade: () < 18 () 18 – 25 () 25 – 35 () 35 – 45 () Acima de 45						
Caso você concorde em participar deste teste com Sorbet de beterraba com abacaxi e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão destes produtos, por favor, assine esta ficha: ASSINATURA: _____						
Instruções para o teste: Você está recebendo 5 amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para cada característica de cada amostra de acordo com a escala ao lado. OBS: A aceitação global corresponde ao quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral. Obrigado por sua Colaboração!						
Características Sensoriais	356	875	901	134	780	ESCALA
Cor						1. Desgostei Muitíssimo
Aroma						2. Desgostei Muito
Sabor						3. Desgostei Moderadamente
Textura						4. Desgostei Ligeiramente
Aceitação Global						5. Nem Gostei, Nem Desgostei
Comentários:						6. Gostei Ligeiramente
						7. Gostei Moderadamente
						8. Gostei Muito
						9. Gostei Muitíssimo

Fig. 2 Ficha de Análise Sensorial

2.2.3 Análises Físico-Químicas e de Compostos Funcionais

pH

Determinado por meio de leitura direta em potenciômetro (IAL, 2008).

Índice de cor

O índice de cor foi realizado por meio de leitura direta em colorímetro. Foram observados os valores dos três eixos, L^* , a^* e b^* . O índice de cor (IC) foi calculado através da fórmula $IC=1000xa^*/Lxb^*$ (VITTI et al., 2005).

Açúcares redutores totais

Os açúcares redutores totais foram determinados pela metodologia do ácido 3-5 dinitrosalicílico (DNS) (MILLER, 1959).

Betalaínas totais

As betalaínas totais foram determinadas segundo metodologia descrita por Vitti et al. (2005), com adaptações. Alíquotas de dois gramas de amostra foram maceradas com 8 mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos e a 10.000 x g por 40 minutos a 4 °C, e as leituras feitas em espectrofotômetro a 476, 538 e 600 nm.

Extrato metanólico

O extrato metanólico foi obtido a partir de amostras previamente homogeneizadas de forma a garantir a representatividade para os ensaios. Alíquotas de três gramas de *sorbet* foram utilizadas para extração com solução aquosa de metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol) por 1 h a temperatura ambiente em agitador orbital fixo (200 rpm). A mistura foi centrifugada a 10.000 x g por 15 min e o sobrenadante foi decantado em balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi e re-

extraído em condições idênticas. Os sobrenadantes foram combinados e o volume foi ajustado para 50 mL com metanol (10:80, v.v⁻¹, água:metanol). O extrato foi utilizado para a dosagem de fenóis totais.

Compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Rumbaoa et al. (2009). A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 765 nm. A quantidade total de fenóis de cada extrato foi quantificada por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico (1-10 ppm) e Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) / 100 g de amostra.

2.2.4 Análise Estatística

Os dados obtidos na análise foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise sensorial demonstraram que a polpa pasteurizada de beterraba pode substituir o abacaxi na formulação de *sorbet* em até 50%, sem afetar sua aceitação (Tabela 2).

Em relação à cor os *sorbets* não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si, exceto para a formulação de *sorbet* que continha apenas beterraba em sua constituição (Formulação D), sendo que a formulação P (100% de abacaxi) apresentou os melhores resultados.

Tabela 2 Análise sensorial das cinco formulações de *sorbet*. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Formulação	Atributos				
	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
P (100% Abacaxi)	7,36±1,75a	7,02±1,63 a	7,06±1,59 a	6,02±1,99 a	7,23±1,49 a
A (25% Polpa de Beterraba)	6,54±1,88 a	6,89±1,47 a	7,13±1,37 a	6,17±1,79 a	7,10±1,22 a
B (50% Polpa de Beterraba)	6,84±1,52 a	6,54±1,70 a,c	6,52±1,68 a	6,25±1,88 a	6,54±1,76 a,c
C (75% Polpa de Beterraba)	6,76±2,12 a	5,75±1,83 b,c	5,33±2,10 b	5,29±2,04 a,b	5,89±1,92 b,c
D (100% Polpa de Beterraba)	5,86±2,27 b	4,38±1,90 d	4,38±2,13b	4,71±2,31 b	4,60±2,08 d

Médias em uma mesma coluna seguidas de letras iguais, não diferem entre si a 5% de significância.

Para este parâmetro houve uma elevada aceitação dos produtos, já que alcançaram médias que corresponderam aproximadamente aos termos da escala hedônica “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

A formulação que possuía apenas beterraba apresentou a menor nota em relação às demais formulações, no atributo aroma. As formulações P, A e B, não diferiram entre si em relação a esse atributo. Para os provadores, estas foram as formulações preferidas em relação a este atributo.

Quanto à textura, a maior nota foi obtida pelo *sorbet* com 50% de polpa de beterraba. Sendo que, em relação a este parâmetro, apenas a formulação D diferenciou-se das demais ($p < 0,05$).

Em relação à aceitação global, o *sorbet* que recebeu a maior nota foi a formulação P, seguida da formulação A (25% de polpa) e da formulação B (50% de polpa), sendo que estas não diferiram entre si a um nível de 5% de significância. A formulação C (75% de polpa) não diferenciou da formulação B, mas diferenciou-se das demais. E a formulação D, apresentou a menor nota neste atributo.

Esses resultados evidenciam que os *sorbets* elaborados, excetuando-se a formulação D, foram bem aceitos pelos provadores, indicando que é possível a aplicação da polpa pasteurizada de beterraba na elaboração de produtos que apresentem elevada aceitabilidade no mercado consumidor.

As análises físico-químicas e de compostos funcionais das formulações de *sorbet* obtiveram resultados satisfatórios para os parâmetros analisados (Tabela 3).

Tabela 3 Análises físico-químicas e de compostos funcionais de formulações de *sorbet* contendo 0 (P), 25 (A), 50 (B), 75 (C) e 100% (D) de polpa pasteurizada de beterraba. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2010.

Parâmetro	Formulação				
	P	A	B	C	D
pH	4,67±0,01a	4,92±0,01b	4,93±0,02b	5,05±0,01c	6,19±0,00d
Açúcares Redutores Totais (g 100 g ⁻¹)	43,54±1,98a,b	45,79±0,57b	44,38±0,80a,b	42,99±0,77a,b	38,36±4,45a
Índice de Cor	0,96±0,48a	32,78±1,05b	37,32±2,08c	47,40±1,61d	45,07±1,95d
Betacianinas (mg. 100 g ⁻¹)	-	1,40±0,13 ^a	2,07±0,23b	3,41±0,19c	4,41±0,24d
Betaxantinas (mg. 100 g ⁻¹)	-	1,41±0,14 ^a	2,08±0,23a	3,72±0,43b	5,79±0,23c
Fenólicos Totais (mg EAG. 100 g ⁻¹)	19,06±0,47a,b	17,54±1,55a	21,95±1,85b	21,95±0,36b	17,56±0,98a

Médias em uma mesma linha seguidas de letras iguais, não diferem entre si a 5% de significância. EAG = equivalente de ácido gálico

Em relação ao pH, a formulação que obteve o menor resultado foi a padrão (P), seguida pelas formulações A, B, C e D, respectivamente. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas entre as formulações A (25% de polpa de beterraba) e B (50% de polpa de beterraba). Estes resultados estão conforme o esperado, uma vez que o abacaxi, dependendo da época de colheita, pode apresentar valores pH entre 4,07 e 4,38 (PEREIRA et al., 2009). Assim a substituição progressiva do

abacaxi, pela polpa de beterraba foi responsável pelo aumento nos teores deste parâmetro.

As formulações A e B, com 25 e 50% de polpa de beterraba, respectivamente, obtiveram os maiores teores de açúcares redutores totais, sendo que não diferiram entre si. Enquanto que a formulação com 100% de polpa de beterraba (D) apresentou o menor teor, entretanto este *sorbet* diferenciou-se significativamente apenas da formulação A.

Rodríguez-Sevilla et al. (1999) encontraram teores de açúcares solúveis totais variando entre 5,23 a 9,01g de açúcar por 100 g de beterraba fresca. Já Pinheiro et al. (2006) analisando suco integral de abacaxi industrializado encontraram valores de açúcares solúveis totais variando entre 6,8 e 13,3 g . 100 g⁻¹. O teor de açúcar foi resultante da combinação da fruta e da hortaliça, bem como do açúcar, da compota de abacaxi e da calda de beterraba adicionados na formulação, sendo que o abacaxi foi responsável por um maior teor.

O menor resultado para índice de cor foi obtido pela formulação que continha apenas abacaxi (P), uma vez que essa formulação apresentou coloração branca. À medida que se adicionou polpa de beterraba, este índice aumentou e os maiores resultados foram obtidos pelos *sorbets* C e D, que não diferiram significativamente entre si a um nível de 5% de significância.

Em relação às betalaínas os valores de betacianinas e betaxantinas ficaram bem próximos em todos os *sorbets*. Os teores desses pigmentos aumentaram progressivamente, na medida em que se adicionou polpa de beterraba na formulação.

As betacianinas variaram de 1,40 a 4,41 mg deste pigmento por 100 g de amostra de *sorbet*, sendo estes valores encontrados na formulação A e D, respectivamente. Enquanto que os teores de betaxantina variaram de 1,41, na formulação A, a 5,79 mg . 100 g⁻¹ de amostra de *sorbet*, na formulação D.

Na formulação D a quantidade de betaxantinas encontradas foi superior ao teor de betacianinas encontrado, resultado que pode justificar a baixa aceitação

deste *sorbet*, em relação ao atributo cor, uma vez que as betaxantinas são responsáveis pela coloração amarela (HERNANDES et al., 2007).

Além disso, Kluge et al (2008) avaliando a estabilidade de betalaínas em beterrabas minimamente processadas, mostraram que a presença de ácido cítrico aumentou esta estabilidade. Assim, o ácido cítrico do abacaxi pode ter sido responsável por uma maior estabilidade das betalaínas nos *sorbets* que continham esta fruta.

O conteúdo de fenólicos totais encontrado nas formulações de *sorbet* variou entre 17,56 a 21,95 mg de equivalente de ácido gálico em 100 g de *sorbet*, resultados encontrados para as formulações D e B, respectivamente. A formulação B apresentou teor de fenólicos totais iguais à formulação C.

Kuskoski et al (2006) avaliando o índice de polifenóis totais em polpa natural de abacaxi, encontraram 21,7 mg de ácido gálico .100 g⁻¹. E Stratil et al. (2006), analisando beterraba vermelha consumidas na República Tcheca, encontram valores de aproximadamente 20,7 mg EAG . g⁻¹ de fenólicos totais. Assim, o teor de fenólicos totais encontrado no presente estudo é uma combinação dos ingredientes utilizados.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se afirmar que a polpa de beterraba pode ser aplicada como ingrediente na formulação de produtos tecnológicos aceitáveis sensorialmente e com características nutricionais satisfatórias.

Na avaliação sensorial de *sorbet*, este ingrediente pode substituir o abacaxi em até 50%, sem prejudicar a aceitação sensorial deste produto. Esta proporção também foi ideal para a obtenção de bons resultados nas análises físico-químicas e de compostos funcionais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**. n. 26, p. 292-5, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 379, de 26 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2009.

CAI, Y; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

FERREIRA, N.A.; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. **Processamento Mínimo de Mini Beterraba**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico, n. 73, 6 p.

GRIS, E. F.; FALCÃO, L. D.; FERREIRA, E. A.; BORDIGNON LUIZ, M. T. Avaliação do tempo de meia-vida de antocianinas de Uvas cabernet sauvignon em “sorbet”. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p.375-386, jul.-dez. 2004.

HERNANDES, N. K.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; VITAL, H. C.; FREIRE JUNIOR, M. Testes Sensoriais de Aceitação da Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris* L.), cv. *Early Wonder*, minimamente processada e irradiada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27(supl.), p. 64-68, ago. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo, 2008.

KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D.; SASAKI, F.F.; JACOMINO, A.P.; MORETTI, C.L. Respiratory activity and pigment metabolism in fresh-cut beet roots treated with citric acid. **Horticultura Brasileira**. n. 26, p. 520-523, 2008.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Cienc. Rural**, v.36, n.4, p. 1283-1287. 2006.

MALANDRIN, R.; PAISANO, M.; COSTA, O. Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovações. **Food Ingredients**, n. 15, p. 42-48, nov.-dez. 2001.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORETTI, C. L. Panorama do Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007, p.27-40.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L. de; BEUX, S.; SANTOS, M. S.; BUSATO, S. B.; KOBELNIK, M.; BARANA, A. C. Utilização de Farinha Obtida a partir de Rejeito de Batata na Elaboração de Biscoitos. **Publicatio UEPG Ciências Exatas da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 19-26, abr. 2005.

PEREIRA, M. A. B. et al. Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela Cooperfruto – Miranorte – TO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1048-1053, dez. 2009.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação Química, Físico-Química e Microbiológica de Sucos de Frutas Integrais: Abacaxi, Caju e Maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.1, p. 98-103, jan.-mar. 2006.

RODRÍGUEZ-SEVILLA, M. D.; VILLANUEVA-SUÁREZ, J.; REDONDO-CUENCA, A. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. **Food Chemistry**, n. 66, p. 81-85, 1999.

RUMBAOA, R. G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M.. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chemistry**, n.113, p. 1133–1138, 2009.

SANTANA, L. R.R.; MATSUURA F.C.A.U.; CARDOSO R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, n. 23 (Supl), p. 151-155, dez. 2003.

SIVAKUMAR, V.; ANNA, J.L.; VIJAYEESWARRI, J.; SWAMINATHAN G. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. **Ultrasonics Sonochemistry**. n. 16, p. 782–9, 2009.

STRATIL, P.; KLEJDUS, B; KUBÁŇ, V. Determination of Total Content of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Vegetables - Evaluation of Spectrophotometric Methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, p. 607-616, 2006.

VITTI, M. C. D; YAMAMOTO, L. K.; SASAKI, F. F.; del AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Quality of minimally processed beet roots stored in different temperatures. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 48, n. 4., p.503-510, jul. 2005.