

**Análise de componentes da fruta-de-lobo (*solanum lycocarpum* st. Hil.)
visando sua utilização na alimentação humana ou pela indústria de
alimentos**

**Analysis of components of wolf's fruit (*solanum lycocarpum* st. Hil.)
classic its use in human nutrition or by the food industry**

DOI:10.34117/bjdv7n9-137

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 01/09/2021

Arthur Vinícius Lopes Gonçalves

Graduado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa
– Campus Rio Paranaíba – MG

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba Km 7 - Zona Rural,
MG-230 - Rodoviário, Rio Paranaíba - MG, 38810-000

E-mail: arthur.goncalves@ufv.br

Vanessa Caroline de Oliveira

Mestranda em Agronomia – Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa –
Campus Rio Paranaíba – MG

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba Km 7 - Zona Rural,
MG-230 - Rodoviário, Rio Paranaíba - MG, 38810-000

E-mail: vanessa.c.oliveira@ufv.br

Fabírcia Queiroz Mendes

Doutora em Bioquímica Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba – MG

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba Km 7 - Zona Rural,
MG-230 - Rodoviário, Rio Paranaíba - MG, 38810-000

E-mail: fabricia.mendes@ufv.br

Paulo Sérgio Monteiro

Doutor em Bioquímica Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba – MG

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba Km 7 - Zona Rural,
MG-230 - Rodoviário, Rio Paranaíba - MG, 38810-000

E-mail: psmonteiro@ufv.br

RESUMO

A fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.), popularmente conhecida como lobeira, é um fruto da família Solanaceae e pertence ao bioma cerrado, que ocupa uma grande área do território brasileiro. Ela cresce e se desenvolve em condições ambientais desfavoráveis do tipo cerrado e campo sujo. Diversos componentes constituintes da fruta-de-lobo, como pectina, amido, compostos fenólicos, vitamina C e fósforo podem ter importância nutricional ou tecnológica. Este trabalho teve como objetivo quantificar alguns dos constituintes da fruta-de-lobo, a fim de mostrar que o fruto apresenta propriedades importantes na tecnologia e no processamento de alimentos, de forma que pode ser

inserido na alimentação humana. Após a coleta dos frutos da fruta-de-lobo, os mesmos foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 12 horas e o material obtido foi moído em liquidificador para obtenção de uma farinha fina. A partir da farinha de lobeira obtida, foi realizada a análise referente à extração de pectina. Nas análises de determinação de fósforo e vitamina C foram analisados três diferentes tipos de farinha de lobeira: farinha da polpa do fruto maduro com a retirada das sementes; farinha da polpa do fruto de vez com a retirada das sementes e; farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes. A determinação da atividade de PPO do fruto foi feita a partir da polpa do fruto maduro. Foi feita também a determinação da umidade das farinhas de lobeira e do fruto. No processo de extração de pectina, a variável tempo não teve influência sobre o rendimento, ao contrário do pH, que foi o principal fator que afetou o rendimento da extração de pectina, sendo o máximo de rendimento obtido (46,38%) no valor máximo de pH testado (2,75). A fruta-de-lobo apresentou baixa atividade de PPO, e foi observado que ocorreu a diminuição da atividade enzimática, de acordo com o aumento do grau de maturação do fruto analisado. Com relação às análises de vitamina C e fósforo verificou-se que ocorreu decréscimo nos teores desses nutrientes presentes no fruto com o aumento do grau de maturação e que o fruto é fonte de vitamina C (116,78 mg / 100 g de fruto). A farinha que continha sementes em sua composição apresentou maior teor desses nutrientes quando comparada às demais farinhas. De acordo com os resultados obtidos, a fruta-de-lobo pode ser inserida na alimentação humana ou e possui propriedades importantes que favorecem sua utilização pela indústria de alimentos.

Palavras-chave: Fruta-de-lobo; lobeira; farinha; pectina.

ABSTRACT

The wolf's fruit (*Solanum lycocarpum* St. Hil.), popularly known as lobeira, is a fruit of the Solanaceae family and belongs to the cerrado biome, which occupies a large area of the Brazilian territory. It grows and develops in unfavorable environmental conditions such as cerrado and campo pollo. Several constituent components of wolf's fruit, such as pectin, starch, phenolic compounds, vitamin C and phosphorus may have nutritional or technological importance. This work aimed to quantify some of the constituents of wolf fruit, in order to show that the fruit has important properties in food technology and processing, so that it can be inserted in human food. After harvesting the fruits of the wolf's fruit, they were dried in an oven with forced air circulation at 60°C for 12 hours and the material obtained was ground in a blender to obtain a fine flour. From the obtained lobeira flour, the analysis regarding pectin extraction was performed. In the analysis of phosphorus and vitamin C determination, three different types of lobeira flour were analyzed: flour from the pulp of the ripe fruit with the removal of the seeds; fruit pulp flour once the seeds are removed and; flour from the pulp of the ripe fruit without removing the seeds. The determination of the PPO activity of the fruit was made from the pulp of the ripe fruit. The moisture of the lobeira and fruit flours was also determined. In the pectin extraction process, the time variable had no influence on the yield, unlike the pH, which was the main factor that affected the pectin extraction yield, with the maximum yield (46.38%) being in the value maximum pH tested (2.75). Wolf's fruit presented low PPO activity, and it was observed that there was a decrease in enzymatic activity, according to the increase in the degree of ripeness of the analyzed fruit. Regarding the analysis of vitamin C and phosphorus, it was found that there was a decrease in the contents of these nutrients present in the fruit with the increase in the degree of ripeness and that the fruit is a source of vitamin C (116.78 mg / 100 g of fruit). The flour that contained seeds in its composition had a higher content of these nutrients when compared

to other flours. According to the results obtained, wolf's fruit can be included in human food or has important properties that favor its use by the food industry.

Keywords: Wolf's fruit; lobeira; flour; pectin.

1 INTRODUÇÃO

A fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.), popularmente conhecida como lobeira, é uma das espécies pertencentes ao cerrado (CORRÊA, 1984; CAMPOS, 1994; SILVA et al., 1994). Diversos componentes constituintes da fruta-de-lobo, como pectina, amido, compostos fenólicos, vitamina C e fósforo podem ter importância nutricional ou tecnológica (DALL'AGNOL; VON POSER, 2000; OLIVEIRA JÚNIOR et al. 2003).

A pectina é um polissacarídeo encontrado na parede celular de vegetais superiores, (SILA et al., 2009). A aplicação da pectina na tecnologia e no processamento de alimentos está associada às suas propriedades gelificantes, espessantes e estabilizantes. A formação do gel é a principal característica funcional da pectina (MAY, 2000; WILLATS; KNOX e MIKKELSEN, 2006; SEGGIANI et al., 2009).

Os compostos fenólicos são substâncias que participam de processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma em vários alimentos. Eles também possuem efeitos biológicos tais como: atividades antimicrobiana, anticarcinogênica, antiinflamatória, antioxidante e prevenção de doenças cardiovasculares (SOARES, 2002; BEER et al., 2003; KARAKAYA, 2004; DELMAS; JANNIN; LATRUFFE, 2005; NINFALI et al., 2005).

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é um nutriente hidrossolúvel e está envolvido em múltiplas funções biológicas, como proporcionar uma maior absorção de ferro dietético (NISHIKIMI et al., 1994; AMES, 2001; PELUZIO; OLIVEIRA, 2008). Já o fósforo, tem a função de tamponar sistemas ácidos ou alcalinos, auxiliando na manutenção do pH. Também é responsável pela ativação, por meio da fosforilação de diversas cascatas enzimáticas (BERNER; KINNE; MURER, 1976; COSTA, 2008).

Este trabalho teve como objetivo verificar a composição da fruta-de-lobo, a fim de mostrar que o fruto é benéfico à saúde e apresenta propriedades importantes na tecnologia e no processamento de alimentos e, dessa forma, pode ser inserido na alimentação humana.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos da fruta-de-lobo foram coletados nas pastagens ao redor da cidade de Rio Paranaíba - MG e levados ao laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba. Os frutos foram lavados em água corrente e higienizados por imersão em solução contendo água clorada a 200 ppm por 10 min. Posteriormente foram descascados, as sementes foram retiradas e a polpa foi cortada em pequenos pedaços, sendo seca em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 12 horas. O material obtido foi moído em liquidificador para obtenção de uma farinha fina. A partir da farinha de lobeira obtida, foi realizada a análise referente à extração de pectina. Nas análises de determinação de fósforo e vitamina C foram analisados três diferentes tipos de farinha de lobeira: farinha da polpa do fruto maduro com a retirada das sementes; farinha da polpa do fruto de vez com a retirada das sementes e; farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes.

2.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105°C até peso constante, segundo AOAC (1994). Um método gravimétrico que se baseia na perda de peso da amostra após a remoção da água por evaporação.

As amostras foram pesadas em placa de Petri e levadas à estufa regulada a 100-105°C por 5 horas. Foram retiradas, esfriadas em dessecador e pesadas novamente. Foram levadas à estufa por mais uma hora, retiradas, esfriadas em dessecador e pesadas. As operações de aquecimento e pesagem foram repetidas até que a diferença entre pesagens não fosse superior a 0,01 g.

2.2 EXTRAÇÃO DE PECTINA

Amostras de 10 gramas de farinha de lobeira foram adicionadas a um béquer contendo 90 mL de solução de ácido cítrico, nos valores de pH determinados no delineamento experimental. O pH foi determinado com auxílio de um pHmêtro digital. As amostras de farinha de lobeira em solução de ácido cítrico foram dispostas em banho-maria à temperatura de 60 °C, pelo tempo de extração determinado no delineamento experimental. Após o tempo de extração, o material insolúvel foi separado por filtração através de tecido fino e resfriado a 4 °C. Ao filtrado (contendo a pectina) foi adicionado etanol 92 °GL, na proporção de duas partes de etanol para uma parte de filtrado e deixada em repouso por 24 horas para permitir a precipitação da pectina. A pectina precipitada foi

separada por centrifugação a 2000 rpm por 10 minutos e seca em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 12 horas. O material resultante foi pesado para a determinação do rendimento em relação à farinha de lobeira utilizada.

Foram avaliados os efeitos de pH e do tempo de extração no rendimento da pectina extraída. A metodologia de superfície de resposta (RSM) foi utilizada para determinar a condição ótima para a extração de pectina da farinha de lobeira. Foi empregado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes. O delineamento completo consistiu de 13 experimentos, incluindo quatro fatoriais (níveis -1 e +1), quatro axiais (níveis $\pm\alpha$) e cinco repetições no ponto central (Tabela 1). Todos os experimentos foram realizados em ordem aleatória para minimizar o efeito de variações inexplicáveis das respostas, devido a erros sistemáticos. A função resposta (y) medida foi o rendimento da extração (RE).

Os coeficientes de regressão para termos lineares, quadráticos e interação foram determinados por regressão linear múltipla (MLR). A significância de cada coeficiente de regressão foi avaliada estatisticamente pelo valor-t a partir do erro puro obtido das repetições no ponto central. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar o modelo. Os coeficientes de regressão foram utilizados para gerar as superfícies de resposta. As análises foram feitas com auxílio do software Statistica.

Tabela 1: Níveis codificados das duas variáveis empregadas para extração de pectina no delineamento composto central rotacional.

| Variáveis | Níveis | | | | |
|-----------------------------|------------|-----|----|-----|------------|
| | - α | -1 | 0 | +1 | + α |
| pH | 1,28 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2,72 |
| Tempo de extração (minutos) | 47 | 60 | 90 | 120 | 133 |

$\alpha=\pm 1,414$ para $k = 2$ (duas variáveis independentes).

2.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE PPO

Foram pesados 10 g de polpa de lobeira madura e de vez para a preparação dos extratos brutos e foram adicionados à polpa 100 mL de solução tampão fosfato (0,1 M, pH 7,4) para ser feita a extração da enzima. Os extratos foram filtrados através de tecido fino e algodão, e o filtrado foi centrifugado (2.000 rpm a 4 °C) durante 15 min.

Para a determinação da atividade da enzima PPO, foram misturados 1,2 mL de solução tampão fosfato de sódio 0,1 M, 0,75 mL de solução de pirocatequina 0,01 M e 0,75 mL de extrato bruto. A mistura resultante foi incubada a 30 °C, de forma que a atividade de PPO foi determinada após 20, 40 e 60 minutos, através da medição da

absorvância em espectrofotômetro a 395 nm. Uma unidade de atividade de PPO foi definida como a quantidade de enzima que causou um aumento da absorvância de 0,001 unidades.min⁻¹, sob as condições do ensaio (VANINI; KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2010).

2.3 DETERMINAÇÃO VITAMINA C

Foi utilizado o método que se baseia na redução do sal sódico de 2,6-diclorofenolindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. O DCFI em meio básico ou neutro é azul. Em meio ácido é rosa e na forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação de uma solução contendo ácido ascórbico é detectado pela mudança de incolor para rosa quando todo o ácido foi oxidado e se introduz mais uma gota de DCFI (GOMES; OLIVEIRA, 2011).

Primeiramente, em um erlenmeyer de 250 mL, foram adicionados 50 mL da solução de ácido oxálico 1% e 10 mL de solução padrão de ácido ascórbico (0,5 g/L), de forma que esta última foi preparada pouco tempo antes de ser utilizada. A mistura final obtida foi titulada com a solução de DCFI (2 g/L) até que a coloração rósea persistisse por 15 segundos.

Posteriormente, em um erlenmeyer contendo 50 mL da solução de ácido oxálico 1%, foi pesado 1 g de farinha de lobeira e a mistura final foi titulada com solução de DCFI (2 g/L) até que a coloração rósea persistisse por 15 segundos. O teor de vitamina C foi determinado com base no volume gasto na titulação da amostra, em comparação com o volume gasto na titulação da solução padrão de ácido ascórbico.

2.4 DETERMINAÇÃO DE FÓSFORO

O método utilizado se baseia na formação de um complexo fosfomolibdico e a redução deste complexo com ácido ascórbico. O método é extremamente sensível; a vidraria foi lavada com ácido, pois muitos detergentes contêm fosfatos que deixariam resíduos suficientes para causar interferência (GOMES; OLIVEIRA, 2011).

O preparo da solução reagente, denominada de 725, se procedeu da seguinte forma: em um béquer de 1000 mL foram adicionados cerca de 500 mL de água e 20 g de molibdato de amônio – (NH₄)₆Mo₇O₂₄. Em seguida, foi adicionado 1,0 g de subcarbonato de bismuto. A solução foi aquecida e agitada até dissolução completa e, lentamente, foram adicionados 138 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após esfriamento, a solução foi

transferida para um balão volumétrico de 1000 mL e o volume foi completado com água destilada.

O indicador paranitrofenol 0,2% (m/v), incolor em meio ácido e amarelo em meio básico, foi preparado pela dissolução de 0,2 g de paranitrofenol em água, de forma que o volume foi completado para 100 mL com água destilada.

Uma solução-padrão com concentração de 50 mg/L de fósforo foi preparada a partir de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, para posterior diluição para confecção da curva padrão.

A solução de ácido ascórbico 2% m/v foi preparada dissolvendo-se 2 g de ácido ascórbico (vitamina C) em água destilada e o volume foi completado para 100 mL com água destilada. Essa solução foi mantida na geladeira até o momento do uso.

Para o preparo da curva-padrão, foram adicionados de 0,0 a 10,0 mL de solução 2 ppm de fósforo em tubos de ensaio. Foram adicionadas 2 gotas de solução de paranitrofenol, gotas de hidróxido de sódio ou ácido sulfúrico 2 N até neutralização. Foram adicionados também 2 mL da solução de molibdato de amônio e 1,0 mL de solução de ácido ascórbico. Os tubos foram homogeneizados por inversão (foi usado um plástico para evitar contato com o polegar). Foi completado o volume (25 mL) para uma marca, previamente indicada, no tubo. A leitura foi feita a 725 nm. Foi feito um gráfico da absorbância a 725 nm *versus* microgramas de fósforo. Para determinação de fósforo na amostra já preparada (após digestão em ácido nítrico e ácido perclórico), foi utilizada uma alíquota de 0,5 mL da solução. O teor de fósforo foi calculado pela equação da regressão calculada da curva-padrão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

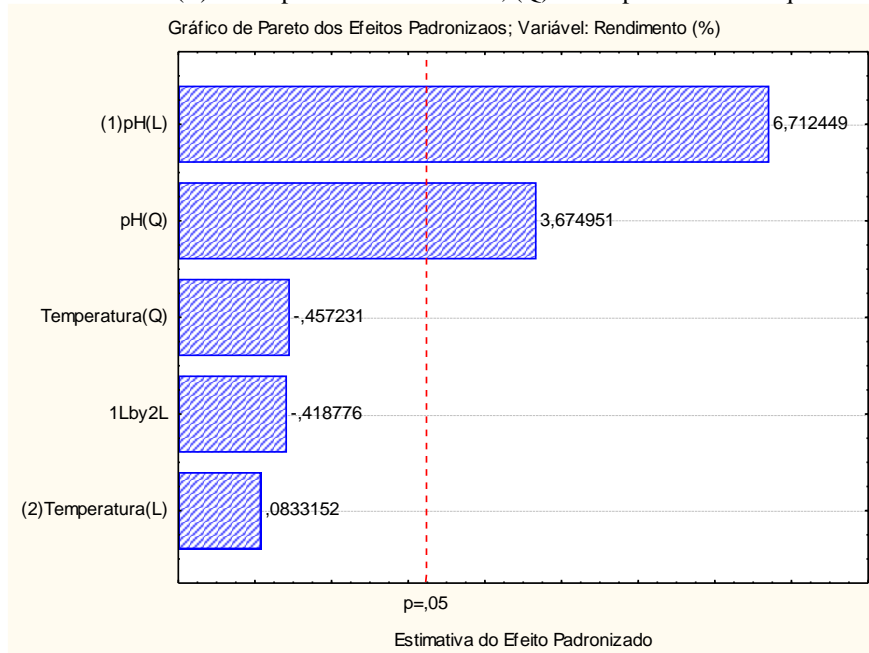
Após secagem em estufa, verificou-se que a fruta-de-lobo apresentou umidade de 79,90 %. Para extração de pectina, determinação de fósforo e determinação de vitamina C foi preparada uma farinha de lobeira. A farinha obtida a partir da secagem da polpa do fruto com a retirada das sementes possui 13,85 % de umidade e a farinha obtida a partir da secagem da polpa do fruto sem a retirada das sementes possui umidade igual a 9,71 %. A Resolução nº 263 de 2005, estabelece o máximo de 15% (m/m) de umidade para farinhas. Com a umidade final obtida nas farinhas, pode-se considerar que tais produtos possuem boa estabilidade física e química, desde que sejam estocados adequadamente em embalagens hermeticamente fechadas, sendo posteriormente utilizadas para outras análises.

As variáveis independentes envolvidas na otimização do processo de extração de pectina da farinha de lobeira foram: pH (1,25 a 2,75), tempo de extração (45 a 135 minutos) e o efeito da combinação destas variáveis. Considerando $p < 0,05$, foi testado inicialmente o seguinte modelo, no qual se avaliou os efeitos lineares e quadráticos das duas variáveis independentes e a interação destas variáveis:

$$\text{Rendimento (\%)} = a + b.\text{pH} + c.\text{tempo} + d.\text{pH}^2 + e.\text{tempo}^2 + f.\text{pH}.\text{tempo} \quad \text{Eq.: 1}$$

Ao se fazer a análise estatística, os parâmetros c ($p = 0,9352$), e ($p = 0,6573$) e f ($p = 0,6842$) não foram significativos (Figura 1).

Figura 1: Efeito das variáveis “pH” e “tempo” e suas interações no rendimento de extração de pectina a partir da farinha de lobeira. (L) corresponde a efeito linear; (Q) corresponde a efeito quadrático.



Considerando as variáveis significativas apresentadas na Figura 1, e refazendo a análise retirando-se os parâmetros não significativos ($p > 0,05$), foi obtida a seguinte equação:

$$\text{Rendimento (\%)} = 68,8382 - 80,0830 \text{ pH} + 24,8931 \text{ pH}^2 \quad \text{Eq.: 2}$$

O modelo de regressão obtido (Equação 2) representa significativamente ($p < 0,05$) a relação entre as variáveis independente e a resposta (rendimento), com $R^2 = 0,8549$. Para o processo de extração de pectina a partir da farinha de lobeira, a variável tempo não

tem influência sobre o rendimento, enquanto que a variável pH foi o principal fator que afetou o rendimento da extração de pectina, sendo o máximo de rendimento obtido no valor máximo de pH testado (2,75). Isto indica que o aumento desta variável, dentro das faixas estudadas, acarreta aumento no rendimento.

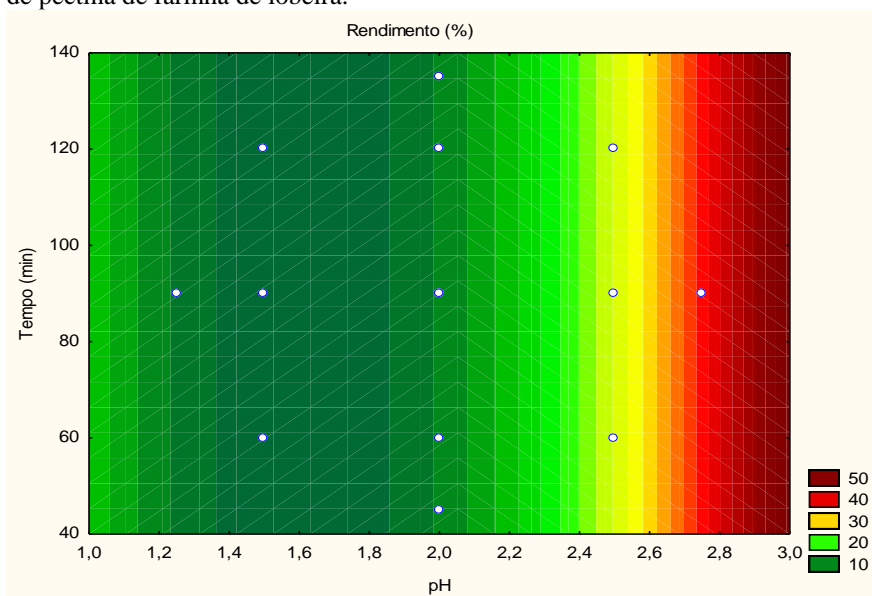
A Figura 2 apresenta os rendimentos de pectina extraída da farinha de lobeira. Os rendimentos de pectina extraída a partir da farinha de lobeira variaram entre 3,08 a 46,38 %. O maior rendimento (46,38 %) foi obtido em pH 2,75 e tempo de extração de 90 minutos. Pela equação obtida (Equação 2), o rendimento máximo obtido dentro da faixa de estudo, para pH 2,75, será de 36,68 %. Em seu estudo, Freitas et al. (2020), obtiveram bons resultados para extração de pectina, com rendimento de 13,18% e 13,44% no tempo de 52,5 minutos (80 °C e 0,0002 mol.L de ácido cítrico) a partir da farinha e casca *in natura* de maracujá.

Kalpathy e Proctor (2001) relataram que tempos de extração longos favorecem a degradação da molécula de pectina, principalmente quando associada à alta concentração de ácido, entretanto, no presente estudo, o tempo de extração não influenciou no rendimento de extração da pectina de lobeira.

Munhoz, Sanjinez-Argandoña e Soares-Júnior (2010), estudando a extração de pectina das farinhas de polpa e da polpa com casca de goiaba, observaram rendimentos de 7,83 a 13,66 % para pectina extraída a partir da farinha de polpa de goiaba e 5,91 a 12,85 % para pectina extraída a partir da farinha de polpa com casca de goiaba. O rendimento máximo obtido por Munhoz, Sanjinez-Argandoña e Soares-Júnior (2010) com farinha de goiaba é inferior ao encontrado no presente estudo. Kliemann et al. (2009) registraram rendimentos entre 8,9 e 27,7 % na extração de pectina de maracujá utilizando ácido nítrico como extrator.

O maior rendimento (14,73 %) foi obtido em pH 1,5 e tempo de extração de 180 minutos. Foram realizadas extrações de pectina de laranja e maracujá, nas mesmas condições de obtenção de máximo rendimento da pectina de cenoura. Obteve-se um rendimento de 21,10 % para pectina de maracujá e 19,69 % para pectina de laranja.

Figura 2: Projeção da superfície de resposta em gráfico área entre pH e tempo de extração no Rendimento de extração de pectina de farinha de lobeira.



A atividade da enzima PPO foi determinada através das diferenças de absorvância obtidas ao longo do tempo de 60 minutos, para frutos de vez e frutos maduros. O fruto de vez apresentou atividade de 0,055 U/g de polpa seca, enquanto que o fruto maduro apresentou atividade de 0,042 U/g de polpa seca.

Oliveira Júnior et al. (2004) observaram que a fruta-de-lobo, em todos os estádios de maturação analisados, apresenta atividade da enzima PPO. Para o fruto verde, os autores encontraram valores de atividade de PPO de 3,69 U/g de polpa liofilizada e para o fruto maduro, 1,06 U/g de polpa liofilizada. Os valores de atividade enzimática encontrados por estes autores foram superiores aos apresentados no presente estudo.

Porém, em ambos os estudos, ocorreu diminuição da atividade enzimática, de acordo o grau de maturação do fruto analisado, de forma que o fruto maduro apresentou menor atividade de PPO, quando comparado com o fruto com menor grau de maturação analisado. Esse decréscimo da atividade de PPO pode estar relacionado com a diminuição dos compostos fenólicos no decorrer da maturação dos frutos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) ocorre a polimerização de compostos fenólicos em frutos, de acordo com a evolução da maturação dos mesmos. Com isso, tais compostos não estão mais presentes na forma livre, estando indisponíveis como substrato para a enzima em questão e, conseqüentemente, têm-se a diminuição do escurecimento da polpa da fruta-de-lobo com o decorrer do amadurecimento.

A partir das farinhas de lobeira analisadas, verificou-se que a farinha da polpa do fruto maduro com a retirada das sementes contém 5 mg de vitamina C/g de farinha,

enquanto que a farinha da polpa do fruto de vez com a retirada das sementes contém 7,5 mg de vitamina C/g de farinha e por último, a farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes contém 10 mg de vitamina C/g de farinha.

Com isso, foi observado que o fruto maduro apresenta menor teor de vitamina C quando comparado ao fruto de vez, e que o fato da farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes apresentar maior teor de vitamina C, quando comparada com as demais farinhas, está associado a presença das sementes em sua composição.

Lee e Kader (2000) relataram que ocorre redução gradual do teor de ácido ascórbico em frutos, e pode ser devido a fatores como pH, ácidos, enzimas, teor de umidade, presença de oxigênio, atividade de água, luz e elevação da temperatura e do tempo de armazenamento. Pode ter ocorrido também o consumo de ácidos orgânicos como substrato para os processos respiratórios durante o amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Entretanto, Oliveira Júnior et al. (2003) observaram que durante o amadurecimento, o conteúdo de vitamina C total (ácido ascórbico e ácido desidroascórbico) aumentou significativamente, indicando síntese dessa vitamina. Os teores de vitamina C total encontrados, respectivamente, no fruto verde e maduro foram de 35,64 e 85,12 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa fresca. Os autores compararam o teor de vitamina C encontrado na fruta-de-lobo madura com os teores de outros frutos maduros (como abacaxi, banana, laranja, manga, entre outros) e dessa forma, observaram que os mesmos são equivalentes ou superiores aos do fruto em questão.

Considerando o fruto maduro, em que a polpa do mesmo pode ser consumida *in natura*, o teor de vitamina C encontrado neste estudo foi de 116,78 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa de fruto. Silva, Martins e Deus (2009) em seus estudos mostraram que a lobeira apresentou teor de 100,5 mg de ácido ascórbico/100 g de fruto maduro, valor ligeiramente inferior ao obtido no presente estudo. Além disso, os autores observaram o aumento de cerca de 20 % do teor de ácido ascórbico à medida que aumenta o tempo de maturação.

A ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 45 mg segundo a Resolução nº 269 de 2005 e, considerando o teor de vitamina C obtido no presente estudo para a fruta-de-lobo madura, o consumo de cerca de 50 g deste fruto seria suficiente para ingerir a quantidade diária recomendada de vitamina C e desta forma, a fruta-de-lobo representa mais uma alternativa como fonte dessa vitamina.

A partir das farinhas de lobeira analisadas, verificou-se que a farinha da polpa do fruto maduro com a retirada das sementes contém 0,052 mg de fósforo/g de farinha, enquanto que a farinha da polpa do fruto de vez com a retirada das sementes contém 0,066 mg de fósforo/g de farinha e por último, a farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes contém 0,504 mg de fósforo/g de farinha.

Com isso, foi observado que o fruto maduro apresenta menor teor de fósforo quando comparado ao fruto de vez, e a farinha da polpa do fruto maduro sem a retirada das sementes representa uma melhor fonte desse mineral, além de apresentar maior teor de fósforo, quando comparada com as demais farinhas, fato que está associado a presença das sementes em sua composição.

O teor de fósforo encontrado neste estudo (considerando o fruto maduro que pode ser consumido *in natura*) foi de 4,48 mg de fósforo/ 100 g de polpa de fruto e 44,65 mg de fósforo/ 100 g de fruto (polpa e semente). Oliveira Júnior et al. (2003) em seus estudos, observaram que com relação aos teores de minerais, a fruta-de-lobo pode ser usada como uma boa fonte de fósforo, já que apresenta altos teores ao ser comparado com outros frutos (goiaba, figo, laranja, pêsego, entre outros). O maior teor de fósforo foi encontrado pelos autores na fruta-de-lobo foi de 35,5 mg de fósforo/100 g de polpa fresca, valor superior ao encontrado no presente estudo, quando comparado somente com a polpa da fruta e bem abaixo da ingestão diária recomendada para adultos que é de 700 mg segundo a Resolução nº 269 de 2005.

4 CONCLUSÃO

A farinha de lobeira pode ser utilizada como fonte alternativa para extração de pectina pela indústria de alimentos, pois apresentou alto rendimento de extração (46,36 %) dentre as faixas de pH testados. O máximo de rendimento foi obtido no valor máximo de pH testado (2,75) e o fator tempo não teve influência sobre o rendimento. A fruta-de-lobo apresenta baixa atividade de PPO e esta atividade diminui com o estágio de maturação, fato que pode estar relacionado com a diminuição dos compostos fenólicos no decorrer da maturação dos frutos.

A polpa da fruta-de-lobo madura, que pode ser consumida *in natura*, é uma boa fonte de vitamina C, enquanto que com relação ao fósforo, o consumo deste fruto não representa uma boa alternativa para ingestão desse nutriente. Para estes nutrientes, foram observados menores teores no fruto maduro quando comparado ao fruto de vez, indicando redução dos teores desses nutrientes ao longo do amadurecimento do fruto. Dentre as

farinhas estudadas, a melhor fonte destes nutrientes foi a farinha obtida da polpa da fruta-de-lobo madura sem a retirada das sementes.

Portanto, a fruta-de-lobo pode ser mais utilizada, seja na alimentação humana, pois este fruto é fonte de vitamina C, ou pela indústria de alimentos, visto que o fruto apresenta propriedades importantes na tecnologia e no processamento de alimentos, que estão relacionadas ao fato de o fruto apresentar baixa atividade enzimática, além de conter pectina, cuja aplicação está associada as suas propriedades gelificantes, espessantes e estabilizantes, de forma que pode ser interessante a extração e uso desse componente, além de existir ainda a possibilidade de se desenvolver um novo produto.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

AMES, B. N. DNA damage from micronutrient deficiencies is likely to be a major cause of cancer. *Mutation Research*, 475 (1-2):7-20, 2001.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists*. ARLINGTON: A.O.A.C., 1994, 1141 p.

BEER, D. et al. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines: Free radical scavenging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (4):902-909, 2003.

BERNER, W.; KINNE, R.; MURER, H. Phosphate transport into brush-border membrane vesicles isolated from rat small intestine. *Biochemical Journal*, 160 (3): 467-474, 1976.

BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Brasília, DF, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 de setembro de 2005.

CAMPOS, J. M. *O eterno plantio: um reencontro com a natureza*. São Paulo: Editora Pensamento, 1994. 250 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras Ed. UFLA, 2005, 785 p.

CORRÊA, M. P. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas*. Brasília: Ministério da Agricultura/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v. 6. 1690p.

COSTA, N. M. B. Minerais. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. *Nutrição Básica e Metabolismo*, Viçosa: Editora UFV, 2008, p. 263-359.

DALL'AGNOL, R.; VON POSER, G. L. The use of complex polysaccharides in the management of metabolic diseases: the case of *Solanum lycocarpum* fruits. *Journal Ethnopharmacol*, 71 (1-2):337-341, 2000.

DELMAS, D.; JANNIN, B.; LATRUFFE, N. Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing. *Molecular Nutrition. Food Research*, 49 (5):377-395, 2005.

FREITAS, C. M. P. de; COSTA, A. R. da; RODRIGUES, F. de A.; JÚNIOR, M. M de J.; DIAS, M. M. dos S.; SOUSA, R. de C. S. de. *Brazilian Journal of Development*, 6 (5):25609-25625, 2020.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. *Análises físico químicas de alimentos*. Viçosa: Ed. UFV, 2011, 303 p.

KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. *Food Chemistry*, 73 (4):393-396, 2001.

KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44 (6): 453-464, 2004.

KLIEMANN, E. et al. Optimization of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 4 (3):476-483, 2009.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3): 207-220, 2000.

MAY, C. D. Pectins. In: PHILLIPS, G. D.; WILLIAMS, P. A. (ed). *Handbook of Hydrocolloids*. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 169-188.

MUNHOZ, C. L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SOARES-JÚNIOR, M. S. Extração de pectina de goiaba desidratada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30 (1):119-125, 2010.

NISHIKIMI, M. R et al. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. *Journal of Biological Chemistry*, 269 (18):13685-13688, 1994.

NINFALI, P. et al. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. *British Journal of Nutrition*, 93 (2):257-266, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. N. et al. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento. *Ciência e Agrotecnologia*, 27 (4):846-851, 2003.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. N. et al. Alterações pós-colheita da “fruta-de-lobo” (*Solanum lycocarpum* st. hil.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26 (3): 410-413, 2004.

PELUZIO, M. C. G.; OLIVEIRA, V. P. Vitaminas. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. *Nutrição Básica e Metabolismo*, Viçosa: Editora UFV, 2008, p. 209-262.

SEGGIANI, M. et al. Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (3):574-580, 2009.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*, 15 (1): 71-81, 2002.

SILA, D. N. et al. Pectins in processed fruits and vegetables: Part II – Structure-function relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8 (2):86-104, 2009.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do cerrado durante o amadurecimento e congelamento. *Estudos*, 36 (11-12):1159-1169, 2009.

SILVA, J. A. et al. Frutas nativas dos cerrados. Brasília: EMBRAPA, 1994. 166 p.

VANINI, L. S.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Polyphenoloxidase and peroxidase in avocado pulp (*Persea americana* Mill.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30 (2):525-531, 2010.

WILLATS, W. G. T.; KNOX, P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (3):97-104, 2006.