



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**OBTENÇÃO DA CASCA DA CEBOLA ROXA EM PÓ POR SECAGEM  
CONVECTIVA E AVALIAÇÃO DAS SUAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES**

**ARTHUR MACHADO SILVA**

Campina Grande - PB

2019

ARTHUR MACHADO SILVA

OBTENÇÃO DA CASCA DA CEBOLA ROXA EM PÓ POR SECAGEM  
CONVECTIVA E AVALIAÇÃO DAS SUAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES

*Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como exigência para obtenção do  
título de Graduado em Química Industrial da  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB.*

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ângela Maria Santiago

Campina Grande - PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586o Silva, Arthur Machado.

Obtenção da casca da cebola roxa em pó por secagem convectiva e avaliação das suas propriedades antioxidantes [manuscrito] / Arthur Machado Silva. - 2019.

35 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.

"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química - CCT."

1. Resíduos de alimentos. 2. Hortaliças. 3. Cebola roxa. 4. Secagem. I. Título

21. ed. CDD 664.028 4

ARTHUR MACHADO SILVA

**OBTENÇÃO DA CASCA DA CEBOLA ROXA EM PÓ POR SECAGEM  
CONVECTIVA E AVALIAÇÃO DAS SUAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como exigência para  
obtenção do título de Graduado em  
Química Industrial da Universidade  
Estadual da Paraíba - UEPB.

APRESENTADO EM: 05 / dezembro / 2019

NOTA: 8.5 ( oito e meio )

**BANCA EXAMINADORA**

Ângela Maria Santiago

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ângela Maria Santiago

(Orientadora - DQ/UEPB)

Mércia Melo de Almeida Mota

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mércia Melo de Almeida Mota

(Examinadora – UFCG/PB)

Pablicia Oliveira Galdino

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Pablicia Oliveira Galdino

(Examinadora – DQ/UEPB)

Campina Grande – PB

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Maria Angelica Dias Machado e José da Paz Silva, por todo o carinho, amor, apoio e investimento dado para que eu pudesse atingir meus objetivos e ampliar minha aprendizagem.

A minha orientadora, Dr.<sup>a</sup> Ângela Maria Santiago por todo o apoio, conhecimento compartilhado, confiança depositada e incentivo demonstrado ao longo da minha vida acadêmica.

A prof.<sup>a</sup> Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia, pela participação no desenvolvimento desse trabalho.

A prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Ramos Luiz, pelas lições de vida dadas em sala de aula que, sem dúvida, serão levadas pra sempre.

Aos amigos Marinando José Dantas Júnior e Marcelo Pereira Correia, por sempre estarem presentes e tornar os dias mais alegres com conversas, debates e grandes momentos vividos diariamente ao longo da minha vida acadêmica.

A todos os professores e técnicos da instituição que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

A produção de alimentos gera grandes quantidades de resíduos e a cada dia tem sido um problema devido ao seu acúmulo no meio ambiente quando não descartado devidamente. Alguns resíduos são ricos em nutrientes e compostos bioativos, desempenhando um importante papel no sistema de defesa do organismo, inibindo a formação dos radicais livres. A cebola (*Allium cepa* L.), por exemplo, é um dos vegetais mais consumidos mundialmente, e sua casca apresenta teores consideráveis de bioativos de elevada capacidade antioxidante. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi obter a casca da cebola roxa (*Allium cepa* L.) em pó por meio da secagem convectiva e determinar os parâmetros físico-químicos e compostos bioativos. A casca foi caracterizada *in natura* quanto aos parâmetros: teor de água, cinzas, acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis (°Brix), açúcares redutores e atividade de água. A secagem convectiva foi realizada em um secador de bandeja nas temperaturas de 40, 50 e 60°C até massa constante. Em seguida foram realizadas análises dos compostos bioativos (fenólicos totais, flavonoides e antocianinas) com os mesmos parâmetros acima. O pó da casca da cebola roxa que apresentou maior quantidade de compostos bioativos foi o obtido na temperatura de 60°C. Este pó foi armazenado a temperatura ambiente em embalagem de polietileno de baixa densidade e coberto por papel alumínio para avaliar a estabilidade desses bioativos durante 90 dias. O processamento da casca até a sua transformação na forma de pó e o armazenamento por noventa dias, aponta a sua riqueza nestes compostos bioativos podendo constituir uma alternativa viável de utilização em produtos alimentícios.

**Palavras-chave:** Resíduos de alimentos, hortaliças, cebola roxa, Secagem.

## ABSTRACT

Food production generates large amounts of waste and has been a problem every day due to its accumulation in the environment when not properly disposed of. Some residues are rich in nutrients and bioactive compounds, playing an important role in the body's defense system by inhibiting the formation of free radicals. Onion (*Allium cepa L.*), for example, is one of the most consumed vegetables in the world, and its peel has considerable levels of high antioxidant capacity bioactives. Therefore, the objective of this research was to obtain the red onion (*Allium cepa L.*) peel powder through convective drying and to determine the physicochemical parameters and bioactive compounds. The bark was characterized *in natura* as to the parameters: water content, ash, total titratable acidity (TTA), pH, soluble solids (°Brix), reducing sugars and water activity. Convective drying was performed in a tray dryer at 40, 50 and 60°C to constant mass. Then bioactive compounds (total phenolics, flavonoids and anthocyanins) were analyzed with the same parameters as above. The red onion peel powder with the highest amount of bioactive compounds was obtained at 60°C. This powder was stored at room temperature in a low density polyethylene package and covered with aluminum foil to evaluate the stability of these bioactives for 90 days. The processing of the shell until its transformation into powder form and the storage for ninety days, shows its richness in these bioactive compounds and may constitute a viable alternative for use in food products.

**Keywords:** Food Waste, Greenery, Red Onion, Drying.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo Geral.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1	CEBOLA.....	4
2.1.2	Resíduos.....	4
2.2	SECAGEM.....	5
2.3	COMPOSTOS BIOATIVOS.....	5
2.3.1	Fenólicos Totais.....	6
2.3.2	Antocianinas.....	7
2.3.3	Flavonoides.....	7
2.4	ARMAZENAMENTO.....	8
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	10
3.1	PROCESSAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA.....	10
3.2	SECAGEM CONVECTIVA.....	10
3.2.1	Seleção do produto em pó.....	10
3.3	ESTUDO DO ARMAZENAMENTO.....	11
3.3.1	Teor de Água.....	11

3.3.2	Cinzas.....	12
3.3.3	Acidez.....	12
3.3.4	pH.....	13
3.3.5	Sólidos Solúveis (°Brix).....	13
3.3.6	Açúcares Redutores.....	14
3.3.7	Atividade de Água.....	14
3.3.8	Fenólicos Totais.....	14
3.3.9	Antocianinas e flavonoides pelo método do pH único.....	15
3.3.10	Antocianinas pelo método do pH diferencial.....	15
3.3.11	Flavonoides pelo método da Catequina.....	16
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>23</b>
	REFERÊNCIAS.....	24

## 1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa L.*) é amplamente plantada em todo o mundo, com cerca de 640 milhões de toneladas de produtos que só são superados pelo tomate e pela batata (BREWSTER, 2008; MALLOR, 2014). Porém a produção mundial apresentou aumento de cerca de 25% na última década, demonstrando a importância econômica da cultura da cebola, não somente pelo seu uso generalizado como especiaria, mas também por algumas qualidades terapêuticas que lhe são atribuídas. Somado a isto, o valor social da cultura de cebola é inestimável, sendo consumida por quase todos os povos do planeta, independente da origem étnica e cultural, constituindo-se em um importante elemento de ocupação de mão-de-obra familiar (OLIVEIRA e BOITEUX, 2004).

Em termos alimentares e culinários, essa hortaliça ainda tem pela frente um grande desafio para aumentar seu consumo, principalmente em se tratando da cebola roxa, pois a demanda por esta variedade ainda é pequena (ICIEK et al., 2009; BLOCK, 2010). É uma hortaliça fonte de diversos fitonutrientes reconhecidos como componentes importantes na alimentação humana, sendo usada principalmente na prevenção e tratamento de diversas doenças incluindo câncer, doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes tipo 2, hipertensão, entre outras (LANZOTTI, 2006).

O gênero *Allium* possui mais de 500 membros com aparências, cores e sabores diferentes embora, apresentam semelhança na bioquímica, na fitoquímica e no conteúdo nutracêutico. Possuem atividade antimicrobiana, contém enxofre e uma quantidade de compostos fenólicos que despertam grande interesse aos pesquisadores. Diversos estudos vêm demonstrando que as substâncias fenólicas presentes na cebola e cascas, além de suas funções antimicrobianas, apresentam propriedades anticolesterolêmicas e anti-inflamatórias (GRIFFITHS et al., 2002).

As indústrias processadoras de alimentos geram grandes quantidades de resíduos agrícolas. Sendo estes um grande potencial de substâncias fitoquímicas,

antioxidantes que poderiam ser utilizados como ingredientes para novos produtos.

Os resíduos descartados mais comuns da cebola incluem raízes, caules, camadas externas, cascas, bem como cebolas que não atingem o tamanho ideal para comercialização ou alimentação e as que apresentam danos sejam internos ou externos. Deste modo, o estudo da casca da cebola se faz importante considerando as necessidades da indústria de alimentos em encontrar novas funcionalidades em seus subprodutos. O reaproveitamento desses resíduos como fonte de novos produtos promove uma linha de pensamento voltado à inovação, uma vez que os mesmos, em especial as cascas, são ricas em fibras, compostos fenólicos, antocianinas e flavonóides, substâncias que apresentam inúmeros benefícios.

A secagem dos produtos agrícolas é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade, considerando que a diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (RESENDE et al., 2008).

Muitas pesquisas indicam que as cebolas e cascas têm uma ampla gama de propriedades benéficas para a saúde humana, tais como anti-mutagênica (Singh et al. 2009) e capacidade antioxidante (LU et al. 2011; PÉREZ GREGORIO et al., 2011).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Obter a casca da cebola roxa (*Allium Cepa L.*) em pó por meio da secagem convectiva.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a casca da cebola *in natura* quanto aos parâmetros físico-químicos (teor de água, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis (°Brix),

cinzas, açúcares redutores e atividade de água) e compostos bioativos (fenólicos totais, antocianinas e flavonoides);

- Produzir o pó da casca da cebola roxa em três temperaturas de secagem (40°C, 50°C e 60°C);

- Determinar os compostos bioativos dos pós obtidos;

- Selecionar o pó que preservou os maiores valores dos compostos bioativos;

- Avaliar a estabilidade dos parâmetros físico-químicos e compostos bioativos citados durante um período de 90 dias de armazenamento do pó selecionado à temperatura ambiente;

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CEBOLA

A cebola (*Allium cepa L.*) pertence à família das aliáceas e é uma das plantas que mais é difundida no planeta, tanto em termos de produção quanto de consumo. É originária do centro da Ásia e foi sendo dispersa para o Ocidente (MELO, 2007).

É também uma hortaliça de grande importância econômica, sendo a terceira mais cultivada no mundo, ultrapassada apenas pelo tomate e batata. A área de produção no Brasil é de 70.000 hectares por ano, com rendimento, nos últimos anos, próximo de 19 toneladas por hectare, mas cultivos bem conduzidos têm rendimentos entre 40 e 60 toneladas por hectare ou até mesmo superior (VIDIGAL et al., 2007).

O gênero *Allium* é composto por mais de 500 membros com aparências, cores e sabores diferentes e cada espécie possui atividade microbiana, enxofre e uma quantidade de compostos fenólicos, os quais podem ser destacados a quercitina, a miricetina e kaempferoll, que podem ser aproveitados nas áreas de pesquisa e desenvolvimento de produtos (GRIFFITHS et al., 2002).

#### 2.1.2 Resíduos

Os resíduos descartados mais comuns da cebola incluem raízes, caules, camadas externas, cascas, bem como cebolas que não atingem o tamanho ideal para comercialização ou alimentação e as que apresentam danos sejam internos ou externos (ALBUQUERQUE, 2013).

Estudos desenvolvidos por Albishi et al. (2013), demonstraram que as cascas de cebola, especialmente com coloração mais escura (vermelho e roxa), são ricas em compostos antioxidantes, estabelecendo que a casca de cebola pode servir como uma fonte promissora dessas substâncias para o desenvolvimento de produtos de elevado valor nutritivo agregado.

## 2.2 SECAGEM

A alta demanda alimentícia juntamente com a necessidade de uma maior durabilidade do produto, faz com que seja interessante aplicar um método para conservação dos alimentos, adequando tal necessidade aos avanços tecnológicos (GALO et al, 2018).

Uma opção totalmente aceita na área alimentícia, é a secagem, que se baseia na redução da água no produto e conseqüentemente maior vida útil, gerando decaimento do metabolismo, da atividade enzimática, fúngica e bacteriana. A secagem envolve a aplicação de calor, removendo a umidade e substituindo o ar saturado por ar seco, com um volume específico mais elevado (NASCIMENTO et al., 2015).

## 2.3 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são definidos como substâncias que estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos e não têm funções essenciais como os nutrientes, ou seja, sua falta não acarreta uma deficiência ou uma doença. Estes existem para melhorar a qualidade de vida do organismo e ajudar a manter a saúde do corpo equilibrada (DAIMIEL; VASGAS, 2012).

Devido à crescente popularidade dos produtos naturais, os compostos bioativos presentes na constituição das plantas têm sido fonte de diversos estudos nos últimos anos por apresentar diversas atividades terapêuticas proporcionando benefícios à saúde. Destacam o uso desses compostos como inibidores de  $\alpha$ -amilase podendo ser utilizados no tratamento de diabetes, na inibição da lipase pancreática, agindo no controle da obesidade e também podem ser aplicados no controle de insetos que promovem pragas (SOUZA et al., 2011).

A determinação de compostos bioativos quanto à capacidade antioxidante foi desenvolvida em estudo por Santana (2015) em pós obtidos das cascas de diferentes variedades de cebola.

### 2.3.1 Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários que ocorrem naturalmente em plantas. Eles estão presentes em frutas, legumes, folhas, castanhas, sementes, flores e cascas de vegetais (SELLAPPAN et al., 2002). As substâncias fenólicas podem aparecer livres ou na forma de glicosídeos, e a posição do açúcar na estrutura fenólica influi na solubilidade e em outras propriedades físico-químicas. Estas diferenças podem ser usadas para separá-los, quantificá-los e desenvolver estudos sobre suas atividades fisiológicas (BADIALE-FURLONG et al., 2003).

Dentre os compostos fenólicos destacam-se os taninos e flavonoides, ressaltando-se a quercetina e as antocianinas pela sua ação antioxidante e coloração perspicaz (BOTREL; OLIVEIRA, 2012).

A determinação dos compostos fenólicos trata-se apenas de um indicativo de sua concentração, uma vez que não existe um método analítico que seja capaz de determinar com precisão todo o conteúdo fenólico presente nas hortaliças, os mesmos constituem uma grande classe de fitoquímicos com estruturas químicas

muito diversas. Dessa forma, os pesquisadores têm realizado a extração desses componentes utilizando vários solventes isolados ou misturados e avaliando o melhor solvente extrator (SOUSA, 2011).

### 2.3.2 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos vegetais, responsáveis por uma grande variedade de cores observadas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas, que podem variar do vermelho vivo ao violeta/azul (CASTAÑEDA, 2009).

Quimicamente, esses pigmentos são compostos fenólicos pertencentes ao grupo dos flavonoides, grupo de pigmentos naturais amplamente distribuídos no reino vegetal. São compostos solúveis em água e altamente instáveis em temperaturas elevadas. São caracterizados pelo núcleo básico flavílio (cátion 2-fenilbenzopirílio) que consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos e condensados por um oxigênio (FILHO & LIMA, 2011).

As concentrações de antocianinas variam nos bulbos de cebolas conforme a espécie, cor, tipo e com os fatores extrínsecos e intrínsecos desse produto. Há também variação na concentração destes com a posição no bulbo, variando da camada externa para interna (maior concentração nas camadas mais externas) e ao longo do eixo longitudinal do bulbo aumentando da base para o topo (BONACCORSI et al., 2005).

### 2.3.3 Flavonoides

Os flavonoides representam a maior classe de compostos fenólicos presentes em frutas, hortaliças e grãos e englobam uma classe muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza (ARAÚJO,

2011).

Rodrigues et al. (2009) determinaram os teores de flavonoides e antocianinas em duas espécies de cebolas brancas: Branca da Póvoa e o híbrido SK409 e em três cultivares de cebolas vermelhas: Vermelha da Póvoa, uma linha selecionada de Vermelha da Póvoa e Red Creole. Os flavonoides encontrados foram: quercetina 7,4-diglicosídeo; quercetina 3,4-diglicosídeo; isorhamnetina 3,4-diglicosídeo; quercetina 3-glicosídeo; quercetina 4-glicosídeo e isorhamnetina 4-glicosídeo.

## 2.4 ARMAZENAMENTO

A vida de prateleira ou vida útil de um alimento pode ser definida como o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo do mesmo, durante o qual se mantém a aceitabilidade do produto pelos consumidores e as características sensoriais (sabor, odor, cor e textura) e microbiológicas inalteradas, sem oferecer riscos à saúde (MENEZES et al., 2001).

A conservação das características originais dos alimentos por um maior período de armazenamento após a sua transformação é um dos grandes objetivos da indústria de alimentos, logo as condições do ambiente, como temperatura, umidade, luminosidade e o tipo de material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando a manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida útil (MATTA et al., 2004).

A vida útil de um produto tem sido considerada uma informação de fundamental importância para as indústrias, gerenciando melhor a distribuição e informando as condições de conservação em que se encontram os alimentos aos consumidores. Portanto, a estimativa da vida de prateleira requer o máximo de conhecimento do produto a ser armazenado, sendo a umidade um dos principais fatores que influênciam na perecibilidade do produto (FAGUNDES et al., 2005).

Durante o armazenamento, podem ocorrer mudanças no aroma, cor e sabor de alimentos, devido à redução na concentração de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos. As reações responsáveis por essas transformações incluem, frequentemente, a condensação direta entre antocianinas e flavonóis e a polimerização das próprias antocianinas (MALACRIDA e MOTTA, 2006).

### 3 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química Analítica Aplicada em parceria com o NUPEA (Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos) do Centro de Ciências e Tecnologia, Campus I da UEPB localizado na cidade de Campina Grande - Paraíba.

#### 3.1 PROCESSAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA

As cascas de cebola roxa, adquiridas em supermercado da cidade de Campina Grande, foram trituradas em liquidificador doméstico, marca ARNO, armazenadas em sacos de polietileno de baixa densidade e cobertos por papel alumínio para evitar contato com a luz solar até o momento da secagem. Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas das cascas da cebola roxa *in natura*: teor de água (IAL, 2008), cinzas (IAL, 2008), acidez total titulável (IAL, 2008), pH (IAL, 2008), sólidos solúveis totais (IAL, 2008), açúcares redutores (MILLER, 1959) e atividade de água por leitura direta em higrômetro Aqua-Lab. Todas as leituras foram feitas em triplicata.

#### 3.2 SECAGEM CONVECTIVA

A secagem convectiva das cascas de cebola roxa foi realizada em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C. A secagem foi realizada de 6 em 6 horas até atingir o valor de massa constante.

##### 3.2.1 Seleção do produto em pó

Após a secagem em cada temperatura, foram realizadas as análises dos seguintes compostos bioativos: fenólicos totais (FOLIN

CIOCALTEU-WATHERHOUSE, 2006), antocianinas e flavonoides pelo método do pH único (FRANCIS, 1982), antocianinas pelo método do pH diferencial (LEE, DURST e WROLSTAD, 2005) e flavonoides pelo método da catequina (CHANG et al., 2002). Após os resultados obtidos nestas análises desses compostos nas respectivas temperaturas de secagem foi feita a seleção da amostra considerando a temperatura que preservou a maior quantidade destes constituintes.

### 3.3 ESTUDO DO ARMAZENAMENTO

Foi realizado um acompanhamento da estabilidade do pó selecionado da casca da cebola desidratada, no início do armazenamento (tempo zero) e a cada 30 dias, durante 90 dias em temperatura ambiente. O pó, armazenado em embalagens de polietileno de baixa densidade e coberto por papel alumínio, foi selecionado conforme o melhor resultado obtido dos compostos bioativos nas temperaturas de secagem e submetido as seguintes análises físico-químicas: teor de água, cinzas, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), açúcar redutor e atividade de água conforme as metodologias já descritas anteriormente. Também foi realizado o acompanhamento dos compostos bioativos: fenólicos totais, antocianinas e flavonoides durante o período de armazenamento, conforme as metodologias já previamente descrita.

#### 3.3.1 Teor de Água

A determinação do teor de água foi feita pesando aproximadamente 0,5g da amostra triturada em uma cápsula de porcelana previamente tarada, seca em estufa a 105°C e resfriada em dessecador por 30 minutos. A cápsula contendo a amostra foi então levada para a estufa onde permaneceu por 24 horas a 105°C. Passado esse tempo, levou-se a cápsula ao dessecador e, após 30 minutos de resfriamento, registrou-se o peso atingido.

O valor do teor de água da amostra em porcentagem foi dado pela Equação

abaixo.

$$U(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100$$

Em que:

$U$  = umidade em base úmida;

$m_i$  = massa inicial das amostras (g);

$m_f$  = massa final das amostras (g).

### 3.3.2 Cinzas

A determinação das cinzas foi feita após a determinação do teor de água. A cápsula contendo a amostra seca foi levada a mufla e lá permaneceu por 6 horas até apresentar coloração completamente branca. A cápsula foi então levada ao dessecador por 30 minutos para resfriamento e, depois, pesada em balança analítica.

O cálculo das cinzas da amostra foi feito conforme Equação:

$$Cinzas (\%) = \frac{m_f}{m_i} \cdot 100$$

Em que:

Cinzas = percentagem de cinzas das amostras

$m_f$  = massa final das amostras (g).

$m_i$  = massa inicial das amostras (g);

### 3.3.3 Acidez Total Titulável

A determinação da acidez foi feita pesando aproximadamente 0,5 g da amostra triturada e adicionando a mesma em 50 mL de água destilada. A mistura foi então agitada por 30 minutos e, dessa solução, foi retirada uma alíquota de 10 mL na qual se adicionou 90 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1% previamente preparada. A solução foi então titulada com NaOH 0,1M até a mudança de coloração de incolor para rosa.

O valor da acidez da amostra foi determinado pela Equação:

$$\text{Acidez} = \frac{V \times f \times 100}{P \times c}$$

Em que:

$V$  = volume em mL da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação

$f$  = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1M

$P$  = massa em g da amostra usada na titulação

$c$  = correção para solução de NaOH, 10 para solução NaOH 0,1M e 100 para a solução NaOH 0,01M.

### 3.3.4 pH

A determinação do pH foi feita pesando aproximadamente 0,5 g da amostra triturada e adicionando a mesma 50 mL de água destilada. A mistura foi então agitada por 30 minutos e foi feita a leitura direta em um medidor de pH TEC-5 marca TECNAL previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0.

### 3.3.5 Sólidos Solúveis (°Brix)

Foi adicionado 20 mL de água destilada em um Becker contendo 0,5 g das cascas. Após homogeneização, as suspensões ficaram em repouso por 30 minutos,

com agitação intermitente. Em seguida foram filtradas em papel de filtro qualitativo e do filtrado foram transferidos 3 a 4 gotas para o refratômetro de bancada modelo Abbé no qual foram feitas as respectivas leituras. Os resultados foram expressos considerando o fator de diluição.

### 3.3.6 Açúcares Redutores

Foi pesado 0,5 g da amostra e adicionado um volume de água de 50 mL. A mistura ficou sob agitação durante 30 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo e do filtrado foi transferido 1 mL para tubos de ensaio contendo 1 mL da solução DNS. Posteriormente, os tubos foram deixados em banho de água fervente por exatamente 5 minutos e imediatamente resfriados em banho de água gelada. Após o resfriamento, foi adicionado 8 mL de água destilada em cada tubo, os quais foram agitados em um vórtex, e em seguida a leitura da absorbância das amostras foi realizada em espectrofotômetro com um foco SP-2000 UV com comprimento de onda ajustado para  $\lambda = 540$  nm. Os cálculos foram efetuados expressando os resultados em gramas de açúcares redutores por 100 gramas de amostra inicial ( $\text{gAR} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{amostra}$ ).

### 3.3.7 Atividade de Água

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de 25°C em higrômetro Aqua-Lab, modelo 4TE, fabricado pela Decagon.

### 3.3.8 Fenólicos Totais

Foi pesado aproximadamente 0,25 g de amostra triturada. Essa amostra foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL e diluída em água destilada sob o abrigo da luz. Em seguida, a solução foi filtrada e, em um tubo de ensaio, foi

adicionada uma alíquota de 75  $\mu$ L do filtrado, 2050  $\mu$ L de água destilada deionizada e 125  $\mu$ L do Reagente Folin Ciocalteu 2 N. O tubo foi, então, agitado em vórtex por 30 segundos e deixado em repouso por 5 minutos sob abrigo de luz. Em seguida, adicionou-se 250  $\mu$ L de Carbonato de Sódio (20%), agitou-se novamente e os tubos foram levados ao banho-maria a 40°C, por 30 minutos. A leitura foi feita no espectrofotômetro UV-1800 a  $\lambda=765\text{nm}$ . Uma amostra em branco foi preparada nas mesmas condições. O ajuste para a curva de calibração com padrão ácido gálico foi preparado previamente a partir de soluções com concentrações de 45 a 225  $\mu\text{g/mL}$ . Os valores de compostos fenólicos totais foram expressos em  $\text{mg}_{\text{AGE}}/100\text{g}_{\text{Amostra}}$ .

### 3.3.9 Antocianinas e flavonoides pelo método do pH único

Foi pesado aproximadamente 0,25 g de amostra triturada. Essa amostra foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL, diluída em uma mistura de etanol-HCl (85:15 v/v) e deixada em repouso sob refrigeração a 5°C por 24 horas para extração das antocianinas e flavonoides. Após as 24 horas, o extrato foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 25 mL e completado com a solução extratora. Do filtrado obtido, retirou-se uma alíquota 0,25 mL, transferiu-se para um balão de 25 mL, e completou-se com a solução extratora. Em sequência, foi feita a leitura das absorbâncias no comprimento de onda de  $\lambda= 535 \text{ nm}$  para antocianinas e  $\lambda= 374\text{nm}$  para flavonoides, em espectrofotômetro 1800 UV, com a solução extratora sendo o branco utilizado. Os valores foram expressos em  $\text{mg}/100\text{g}_{\text{Amostra}}$ .

### 3.3.10 Antocianinas pelo método do pH diferencial

Foi pesado aproximadamente 0,25 g de amostra triturada. Essa amostra foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL, diluída em uma mistura de etanol-HCl (85:15 v/v) e deixada em repouso sob refrigeração a 5°C por 24 horas para extração das antocianinas. Após as 24 horas, o extrato foi filtrado e, desse

filtrado, foram retiradas duas alíquotas de 1 mL que foram adicionadas a dois tubos de ensaio distintos. Em um tubo, foi adicionado 3 mL de uma solução tampão de KCl / HCl, 0,025 M, pH = 1; e no outro tubo foi adicionado o mesmo volume, porém de outra solução tampão CH<sub>3</sub>COONa / CH<sub>3</sub>COOH, 0,4 M, pH = 4,5. Após 15 minutos, foram feitas as leituras no espectrofotômetro nos comprimentos  $\lambda = 512$  nm e  $\lambda = 700$  nm em ambos os tubos, com a solução extratora sendo o branco utilizado. Os valores de antocianinas foram calculados de acordo com a Equação.

$$TTA = (A \cdot MM \cdot FD \cdot 1000) / (\epsilon \cdot l)$$

Em que:

TTA = teor total de antocianinas

A = (pH 1.0 - pH 4.5) 512 nm; (pH 1.0 - pH 4.5) 700 nm

MM = massa molecular

FD = fator de diluição

$\epsilon$  = coeficiente de extinção molar

### 3.3.11 Flavonoides pelo método da Catequina

Foi pesado aproximadamente 0,25 g da amostra triturada. Essa amostra foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL, diluída em uma mistura de etanol 70% em água (v/v) e deixada em repouso sob refrigeração a 5°C por 24 horas para extração dos flavonoides. Após as 24 horas, o extrato foi filtrado e, desse filtrado, uma alíquota de 250  $\mu$ l foi transferido para um tubo de ensaio no qual foi adicionado 1,5 mL de água destilada e 75  $\mu$ l de NaNO<sub>2</sub> 5%. O tubo foi, então, agitado e deixado em repouso por 6 minutos. Passado esse tempo, foi adicionado 150  $\mu$ l de AlCl<sub>3</sub> 10% e o tubo foi novamente agitado e deixado em repouso por 5 minutos. Em seguida adicionou-se 500  $\mu$ l de NaOH 1M e, após uma terceira agitação, foi feita a leitura em espectrofotômetro UV no comprimento  $\lambda = 510$  nm, com a solução extratora sendo o branco utilizado. O ajuste para a curva de calibração com a catequina foi preparado

previamente. Os valores de flavonoides foram expressos em  $\text{mg}/100\text{g}_{\text{Amostra}}$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 exibe os valores da caracterização físico-química da casca da cebola roxa *in natura*.

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros físico-químicos da casca da cebola roxa *in natura* com seus desvios padrões

Parâmetros	Resultados
Teor de água (%)	8,85±0,46
Atividade de água	0,64±0,05
Cinzas (%)	5,97±0,06
Acidez (g de ácido pirúvico/100 ml)	0,29±1,32
pH	4,50±0,01
Sólidos solúveis (°Brix)	5,00±0,00
Açúcares Redutores (AR)	2,97±0,42

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Observa-se que o teor de água obtido é baixo, porém a atividade de água encontra-se acima de 0,6 não garantindo uma maior conservação das cascas, ou seja, podendo ocorrer ataque de microrganismos deteriorantes, especialmente fungos.

O valor obtido de cinzas mostra que a casca da cebola possui quantidade considerável de minerais presentes em sua composição. BENITEZ et al. (2011) estudaram duas variedades de cebola e encontraram valores de cinzas nos seus resíduos, variando entre 9,3 e 10,61%, superiores ao dessa pesquisa.

A acidez encontrada é considerada desejável para a industrialização das cebolas e é um parâmetro utilizado para medir o grau de pungência (sabor e aroma). ARAÚJO et al. (2004) encontraram resultados quase semelhantes com cerca de 0,27% de acidez ao trabalhar com a variedade de cebola Texas Grano – 502. GRANGEIRO et al. (2008) também encontraram resultados bem próximos, com cerca de 0,32% trabalhando com as espécies CNPH 6047 e CNPH 6415,

respectivamente.

No caso do pH, o valor se encontra em uma faixa considerada levemente ácida entre 3-6,5 o que também é desejável para vegetais, pois este funciona como um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo relação inversa à acidez.

O teor de sólidos solúveis encontrado está ligado a alta pungência e a boa qualidade do produto obtido. Ao trabalhar com a espécie Primavera, GRANGEIRO et al. (2008) encontraram 9,33% de sólidos solúveis. Em cultivo orgânico no Vale do São Francisco, os teores de sólidos solúveis totais em cebola variaram de 5,25 a 11,72% (ARAÚJO et al., 2004).

O valor de açúcares redutores encontrado mostra que a casca da cebola roxa não possui grande quantidade de açúcares com capacidade de reduzir íons metálicos quando em contato com solução básica.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos compostos bioativos da casca da cebola roxa *in natura* com seus respectivos desvios padrão.

Tabela 2 - Resultados dos compostos bioativos da casca da cebola roxa *in natura* com seus desvios padrões

<b>Fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g)</b>	<b>Antocianinas pH único (mg/100g)</b>	<b>Flavonoides pH único (mg/100g)</b>	<b>Antocianinas pH diferencial (mg/L)</b>	<b>Flavonoides Catequina (mg/L)</b>
778,72±15,76	1,10±0,06	16,62±0,24	3,32±0,07	8,36±0,11

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Em relação aos fenólicos totais, os resultados encontrados nessa pesquisa indicam que há uma grande quantidade destes compostos presentes na casca da cebola roxa. Quando comparados a estudos realizados por Nuutila et al. (2003) em cebolas vermelhas, o valor encontrado é superior ao resultado encontrado de 207,5 mg EAG/100g. Todavia, Fonseca et al. (2015) ao determinarem os compostos fenólicos em frutas com diferentes extratores, obtiveram um resultado de 1117 mg EAG/100 g, valor superior ao encontrado neste estudo.

Os valores apresentados pelas antocianinas e flavonoides mostram que os resultados encontrados variam de acordo com a metodologia utilizada, o que é compreensível, pois não há uma padronização de soluções extratoras.

Savi et al. (2017) analisando os flavonoides presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil, dentre estas a cebola, encontram valores entre 10 e 11,8 mg/100g, na cebola convencional e orgânica respectivamente, resultados inferiores aos encontrados na presente pesquisa.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos dos compostos bioativos nas respectivas temperaturas de secagem.

Tabela 3 - Resultados obtidos dos compostos bioativos nos pós nas três temperaturas com seus desvios padrões

Temperatura	Fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g)	Antocianinas pH único (mg/100g)	Flavonoides pH único (mg/100g)	Antocianinas pH diferencial (mg/L)	Flavonoides Catequina (mg/L)
40°C	171,67±1,72	30,35±0,97	32,72±1,02	24,27±0,77	13,28±1,46
50°C	268,63±2,70	23,03±1,02	28,09±0,56	22,70±1,37	8,77±1,31
60°C	303,23±4,17	32,00±1,66	32,37±0,78	25,61±1,66	13,71±2,01

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Observa-se pela tabela que os fenólicos totais aumentaram à medida que se aumentou a temperatura de secagem, o que pode ser justificado pelo fato de o tempo de exposição do produto ao calor ser menor e, conseqüentemente, o tempo de degradação dos compostos ser mais baixo.

Com relação aos outros parâmetros, observa-se que a temperatura de 50°C apresentou valores inferiores em relação as demais temperaturas, o que não é comum. Uma possível explicação para esse fenômeno pode ser a degradação de algum composto nessa temperatura específica.

Dentre as três temperaturas estudadas a de 60°C foi a que preservou maior o conteúdo dos compostos bioativos após o processo de secagem. Portanto, o estudo da estabilidade do pó foi realizado nessa respectiva temperatura.

Os resultados obtidos da caracterização físico-química do pó da casca da

cebola roxa, desidratada na temperatura de 60°C, durante o período de armazenamento estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos do pó seco a 60°C da casca da cebola com seus desvios padrões

Tempo (dias)	Teor de água (%)	Atividade de água	Cinzas (%)	Acidez (g de ácido pirúvico/100 mL)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (AR)
0	7,24±0,31	0,35±0,01	7,01±0,01	0,42±1,11	4,50±0,01	5,54±0,11	5,06±1,71
30	7,38±0,25	0,39±0,04	7,08±0,03	0,37±1,02	4,70±0,01	5,63±0,10	5,28±0,52
60	7,54±0,56	0,40±0,01	7,11±0,07	0,32±0,78	4,80±0,02	5,67±0,10	5,31±1,97
90	7,63±0,22	0,40±0,03	7,15±0,02	0,30±1,23	4,90±0,04	5,70±0,11	5,32±1,13

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Com o passar do tempo, observa-se um aumento de 5,39% no de teor de água e 12,11% na atividade de água durante o período de armazenamento. Esse aumento é esperado, pois não houve variações bruscas entre os valores. O baixo teor de água obtido confere um importante fator para a conservação do pó da casca de cebola, assim como também a atividade de água, a qual se encontra abaixo do valor mínimo (0,6) impossibilitando crescimento microbiano e reações químicas ou enzimáticas.

Todos os valores estão acima dos obtidos na casca de cebola *in natura*, Tabela 1, este fato é em detrimento do processo de secagem o qual remove a água livre do produto e os outros constituintes se concentram.

O teor de cinzas também apresentou aumentos em seus valores, cerca de 2%, ao longo do período de armazenamento, o que também é esperado.

A acidez no decorrer do armazenamento vai diminuindo e o pH que é inversamente proporcional foi aumentando, corroborando com a literatura.

Os resultados obtidos dos compostos bioativos da casca da cebola roxa desidratada na temperatura de 60°C durante o período de armazenamento estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados dos compostos bioativos durante o armazenamento com seus desvios padrões

Dias de armazenamento	Fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g)	Antocianinas pH único (mg/100g)	Flavonoides pH único (mg/100g)	Antocianinas pH diferencial (mg/L)	Flavonoides Catequina (mg/100g)
0	306,32±4,13	22,00±0,61	26,37±2,01	25,61±0,35	23,43±1,38
30	284,67±2,70	18,03±1,37	25,09±1,40	19,27±1,62	21,73±1,46
60	275,49±1,92	15,00±1,62	19,80±1,33	16,70±1,08	19,71±1,30
90	268,22±1,87	14,42±0,89	17,32±2,12	14,22±0,92	14,11±1,22

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2019.

Verifica-se uma tendência decrescente em todos os compostos bioativos no decorrer do armazenamento como era esperado. Isso se dá devido a degradação desses compostos ao longo do período de armazenamento. Vale ressaltar que, mesmo após noventa dias de armazenamento, o pó da casca da cebola roxa continua a ser considerado como sendo uma boa fonte de polifenóis, visto que, mesmo com a degradação dos compostos, os valores encontrados para fenólicos totais são ainda são considerados elevados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matéria-prima *in natura* apresentou valores normais de acordo com a literatura, a exceção do teor de cinzas que apresentou valores inferiores quando comparados a outros trabalhos. A utilização do processo de secagem é considerada viável por reduzir a quantidade de água livre presente no produto, visando impedir a ação de microrganismos deteriorantes e reações que causam alterações indesejáveis.

Apesar do processamento da casca da cebola roxa até a sua transformação em pó e o armazenamento por noventa dias, observou-se nessa pesquisa que a quantidade de compostos bioativos aponta sua riqueza em substâncias com potencial antioxidante, podendo ser utilizado em produtos alimentícios.

## REFERÊNCIAS

ALBISHI, T.; JOHN, J.A.; AL-KHALIFA, J.S.; SHAHIDI, F. Antioxidative phenolic constituents of skins of onion varieties and their activities. **Journal of Functional Foods**, Saint John's, v. 5, n. 3, p. 1191-1203, July 2013.

ALBUQUERQUE, A. P. **Avaliação do uso de chás (*Camellia sinensis*) e infusão da casca de cebola (*Allium cepa* L.) como corantes naturais para tingimento de tecidos de algodão**. 2013. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

ARAÚJO, C. R. R., DESSIMONI-PINTO, N. A. V., ESTEVES, E. BATISTA, A. G. Myrciaria cauliflora peel flour had a hypolipidemic effect in rats fed a moderately high-fat diet. **Journal of medicinal food**. 16. 1-6. 2013.

ARAÚJO, J. F.; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C.; PEDREIRA, C. M.; SANTOS, C.; LEITE, W. M.; **Avaliação de genótipos de cebola em cultivo orgânico**. Horticultura brasileira v. 22, n. 2, julho 2004.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 5ª Edição. Viçosa: UFV, 2011. 601p

BADIALE-FURLONG, E; COLLA E; BORTOLATO D S; BAISH A L M; SOUZA-SOARES L A. **Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais**. Revista Vetor, 2003; 4(13): 105-14.

BENITEZ, V.; MOLLA, E.; MARTIN-CABREJAS, M.; AGULERA, Y.; LOPEZ-ANDREU, F.; COOLS, K.; TERRY, L.A.; ESTEBAN R.M. Characterization of Industrial Onion Wastes (*Allium cepa* L.): Dietary Fibre and Bioactive Compounds. **Plants Food for Human Nutrition**, New York, v. 66, n. 1, p. 48-57, Feb. 2011.

BLOCK, E. All things *Allium*: *Alliums* in literature, arts and culture. In:\_\_\_\_. **Garlic and other Alliums: the lore and the science**. Cambridge: The royal Society of Chemistry, 2010. chap. 2, p. 33-54.

BOITEUX, L. S.; MELO, P. C. T. Taxonomia e origem. In: OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. **Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.)** Brasília. 5. ed. Embrapa Hortaliças: Embrapa-CNPq, 2004.

BREWSTER, J.L. **Onions and other vegetables alliums**. 2nd ed. Wallingford:

CAB International, 2008. 432p.

CHAN, E.W.C.; LIM Y.Y.; CHONG, K.L.; TAN, J.B.L.; WONG, S.K. Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. **Journal of Food Composition and Analysis** 23) 185–189, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. UFLA:ESAL/FAEPE, 2005. 785p.

DAIMIEL, L.; VASGAS, T.; MOLINA, A. R. **Nutritional genomics for the characterization of the effect of bioactive molecules in lipid metabolism and related pathways**. *Electrophoresis*, v. 33, p. 2266–89, 2012.

FAGUNDES, A. F. et al. **Influência do grau de umidade na textura de tomate seco refrigerado ou envasado em óleo**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências Exatas e da Terra, Ponta Grossa, v. 11, n1, p. 35-42. 2005.

FILHO, A. B. D. M. et. al. **Química de Alimentos**. Produção alimentícia. Rede e-Tec Brasil. UFRPE/CODAI, 2011.

FRANCIS, F. J. LEE, Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). *Anthocyanins as food colors*. **New York: Academic**, p.181-207. 1982.

GALO, G. T.; LIMA, A. C. S.; MACHADO, K. M.; VIEIRA, L. B.; MARTINS, V. C.; FERREIRA, N. L.; LUCARINI, A. C. **Estudo da extração da quercetina a partir da cebola roxa (*Allium cepa* L.) e seu uso como conservante alimentar natural.** *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 4, n., p 0153-0162, 2018.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M.; **Características qualitativas de genótipos de cebola**. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul./ago., 2008.

GRIFFITHS, G., Trueman, L., Crowthwe, T., Thomas, B., e Smith. (2002). **Onions; a global benefits to health**. *Phytotherapy Research*, 16(7), 603-615.

IAL INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. ed IV. 1ª edição digital. São Paulo. SP. p.1020. 2008.

ICIEK, M.; KWIECIEN M.; WLODEK L. Biological Properties of Garlic and Garlic-Derived Organosulfur Compounds. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, Kraków, v. 50, n. 3, p. 247-265, Apr. 2009.

LANZOTTI, V. **The analysis of onion and garlic**. *Journal of Chromatography A*, v.1112, p.3-22, 2006. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967305024064>>. Acesso em: 11 novembro, 2019.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. **Standardization of pigment analylis**. 2005.

LIMA, V. L. A. G. D. et. al. Polpa Congelada De Acerola: **Efeito Da Temperatura Sobre Os Teores De Antocianinas E Flavonóis Totais**. Rev. Bras. Frutic, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 669-670, dezembro 2002.

LU, X.; WANG, J.; AL-QADIRI, H.M.; ROSS, C.F.; POWERS, J.R.; TANG, J.; RASCO, B.A. Determination of phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, Mysore, v. 129, n.1, p. 637-644, Apr. 2011.

MACHRY, K., CAGLIARI, A., LUNARD, H., ROSA, G. secagem convectiva de casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) e sua influência sobre o conteúdo de antocianinas. **XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica UFSCar – São Carlos – SP**. 16 a 19 de julho de 2017.

MALLACRIDA, S. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **CEPPA**, 24: 59-82. 2006.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M.; SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 293-297, 2004.

MELO, P. C. T. **Produção de sementes de cebola em condições tropicais e subtropicais**. São Paulo: USP, maio 2007. (ESALQ/USP-Departamento de Produção Vegetal)

MENEZES, A. R. V.; SILVA JÚNIOR, A.; CRUZ, H. L. L.; ARAÚJO, D. R.; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerla verde (*malphigia emarginata* d.c0 obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1.2009.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic AID reagent for determination of reducing sugars. **Analítica Chemistry**, v.31, p. 426-428, 1959.

MUJUMDAR, A. S., & DEVAHASTIN, S. Fundamental principles of drying. In S. Devahastin (Ed.), Mujumdar"s practical guide to industrial drying, p. 1–22, 2000.

NASCIMENTO, V. R. G.; BIAGI J.; OLIVEIRA, R. A." Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleífera".

**Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 19, n. 7, p. 686-692, 2016

OLIVEIRA, V. B., YAMADA, L. T., FAGG, C. W., & BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, 48, 170–179. 2012.

PARK, Kil Jin; BIN, Adriana; BROD, Fernando Pedro Reis. Drying of pear d’Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, Campinas, v. 56, p.97-103, mar. 2002.

PEREZ-GREGORIO, M.R.; REGUEIRO, J.; SINAL-GANDARA, J.; RODRIGUES, A.S.; ALMEIDA, D.P.F. Increasing the Added-Value of Onions as a Source of Antioxidant Flavonoids: A Critical Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 54, n. 8, Feb. 2014.

RESENDE, O.; CORRÊA, P., C.; GONELI, A., L., D.; BOTELHO, F., M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.1 p.17-28, 2008.

SANTANA, A. T. M. C. **Resíduo de cebola (*Allium cepa* L.) como conservante natural em carne**. 2015, 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia-Grown Blueberries and Blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 2432-2438, 2002

SHIM, S.; YI, H.; KIM, Y. Bioaccessibility of flavonoids and total phenolic content in onions and its relationship with antioxidant activity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Seoul, v. 62, n. 8, p. 835-838, Dec. 2011.

SILVA, JG. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; MOURA, S. M. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (*myrciaria* ssp.). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 21, n. 3, p. 429-436, jul./set. 2010.

SINGH, B.N. Polyphenolic from various extracts/fractions of red onion (*Allium cepa*) peel with potent antioxidant and antimutagenic activities. **Food Chemistry and Toxicology**, Andover, v. 47, n. 1, p. 1161-1167, jun. 2009.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, Campinas-SP, 2011.

SOUZA, S. P.; PEREIRA, L. L. S.; SOUZA, A. A.; SANTOS, C. D. Inhibition of pancreatic lipase by extracts of *Baccharistroma* (Less.) DC., Asteraceae: evaluation of antinutrients and effect on glycosidases. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21 n. 3, 2011.

OU, B. X.; HUANG, D. J.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A.; DEEMER, E.K. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comprehensive study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Bergen, v.5, n. 11, p. 3122–3128, May 2002.

VIDIGAL SM; COSTA EL; CIOCIOLA JÚNIOR AI. 2007. Cebola (*Allium cepa* L.). In: PAULA JÚNIOR TJ; VENZON M (org). **101 Culturas – Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. p.243-252.