

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**



**Dissertação**

***Physalis pubescens* L: Avaliação físico química, bioativa, antioxidante,  
antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio  
Grande do Sul**

**Tailise Beatriz Roll Zimmer**

**Pelotas, 2019.**

**Tailise Beatriz Roll Zimmer**

***Physalis pubescens* L: Avaliação físico química, bioativa, antioxidante,  
antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio  
Grande do Sul**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Rui Carlos Zambiasi

Coorientadora: Deborah Murowaniecki Otero

Coorientador: Eliezer Avila Gandra

Pelotas, 2019.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

Z72p Zimmer, Tailise Beatriz Roll

*Physalis pubescens* L.: Avaliação físico-química, bioativa, antioxidante, antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio Grande do Sul / Tailise Beatriz Roll Zimmer ; Rui Carlos Zambiasi, orientador ; Deborah Murowaniecki Otero, Eliezer Avila Gandra, coorientadores. — Pelotas, 2019.

96 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Bioativos. 2. Polpa. 3. Sementes. 4. PANC. I. Zambiasi, Rui Carlos, orient. II. Otero, Deborah Murowaniecki, coorient. III. Gandra, Eliezer Avila, coorient. IV. Título.

CDD : 664

**Tailise Beatriz Roll Zimmer**

***Physalis pubescens* L: Avaliação físico química, bioativa, antioxidante, antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio Grande do Sul**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 26 de fevereiro de 2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi (Orientador). Doutor em Alimentos e Ciência Nutricional pela University of Manitoba – Canadá

Profa. Dra. Elizangela Gonçalves de Oliveira. Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Rio Grande

.

Prof. Dr. Eliezer Avila Gandra. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Dr<sup>a</sup>. Cristina Jansen. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

**Dedico este trabalho aos meus pais,  
irmãos e ao meu marido.**

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus, por ter me concedido realizar este grande desafio, por me conceder fé, sabedoria e força para superar cada obstáculo.

Ao meu marido William, por me fazer acreditar que era possível.

Aos meus pais, por sempre me dar força e me apoiar nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos e cunhados (as), por todo apoio e incentivo.

Aos meus avós, pelo acolhimento, cuidado e carinho.

As minhas tias Denise e Jaqueline, por me incentivar a estudar e a alcançar meus objetivos.

Aos meus sogros, pelo apoio, carinho e acolhimento.

As minha amigas da graduação Francine, Jessica, Luciana e Suzana por sempre me apoiarem.

Aos meus colegas e amigos do laboratório, Bruna Wendt Böhmer, Lisiane Vergara, Cristina Jansen, Fernanda Oliveira, Fernanda Kummreich, Alexia da Rosa e Alexandre Lorini pelos momentos de alegrias e aprendizagem que compartilhamos.

Ao meu orientador, Rui Carlos Zambiasi pela orientação concedida.

A minha amiga e coorientadora Deborah Otero, pela amizade, pelo carinho, pelo auxílio, pela disponibilidade e pelos ensinamentos transmitidos durante esses dois anos.

Ao professor Eliézer Gandra e a mestranda Letícia Zarnott, por disponibilizar o laboratório, materiais e auxílio para realização das análises microbiológicas.

A professora Rosélia Spanevello e a doutoranda Nathalia Pedra por contribuírem para a realização das análises antitumorais.

A todos os colegas, amigos, professores e funcionários do DCTA que me auxiliaram nesta trajetória.

À UFPel e ao Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela oportunidade de realização deste estudo.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Obrigada a todos!

ZIMMER, Tailise Beatriz Roll. *Physalis pubescens L: Avaliação físico química, bioativa, antioxidante, antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio Grande do Sul*. 2019. 96p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

### Resumo

Considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC), a *Physalis pubescens L* possui frutos exóticos com sabor e formato diferenciados. Espécie pouco explorada e estudada, a *Physalis* se caracteriza por apresentar compostos bioativos que conferem propriedades funcionais e biológicas. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar frutos de *Physalis pubescens L* oriundo da produção espontânea na região Sul do Rio Grande do Sul, quanto à composição físico química, bem como avaliar o potencial bioativo, antioxidante, antibacteriano e antitumoral da polpa e das sementes do fruto. Para isso, amostras foram coletadas no interior do município de Cerrito na região sul do Rio Grande do Sul / Brasil, oriundas de plantio espontâneo e colhidas no ponto de maturação e avaliadas quanto a pH, acidez, sólidos solúveis, umidade, cinzas, proteína bruta, fibra bruta, lipídeos, carboidratos e valor calórico total. Também foi determinado o conteúdo de compostos fenólicos, flavonoides, ácidos fenólicos e de carotenoides, além de ensaios antioxidantes pelos métodos de DPPH, ABTS e FRAP, ensaios antibacterianos pelos métodos de disco de difusão e concentração inibitória mínima (CIM) e ensaios antitumorais através do teste de MTT sobre as linhagens B16F10, GL261, C6 e cultivo primário de astrócitos (células não tumorais) *in vitro*. Pelos resultados foi possível observar que o fruto é ácido registrando pH de 3,76, elevada acidez (4,8%), e possui considerável teor de lipídeos 1,96% (b.u). Os maiores teores de compostos bioativos foram encontrados na polpa, obtendo valor médio de 142,83 mg EAG.100g<sup>-1</sup> (b.s) para compostos fenólicos; 136,21 µg EQ. g<sup>-1</sup>(b.s) para flavonoides e 171,36 µg β-caroteno.g<sup>-1</sup>(b.s) para carotenoides. O método FRAP apresentou o maior resultado para a atividade antioxidante na polpa (738,16 µM sulfato ferroso.g<sup>-1</sup> b.s) e o DPPH na semente do fruto (280,77 µM de trolox.g<sup>-1</sup> b.s). No teste de potencial antibacteriano apenas o método de disco de difusão apresentou halos de inibição frente às bactérias (*Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*), não sendo verificados halos para a *E.coli*. Quanto aos ensaios antitumorais, os resultados para as linhagens de glioma C6, melanoma B16F16 e GL 261, foram dependentes do extrato, da concentração utilizada e do tempo de análise, sendo que ambos os extratos (polpa e semente) reduziram a viabilidade celular. Foi possível concluir que os frutos de *Physalis pubescens* apresentaram valores nutricionais importantes, além disso, os extratos hidroalcoólicos da polpa e da semente apresentaram efeitos significativos no perfil bioativo, antioxidante e antitumoral.

**Palavras – chave:** bioativos, polpa, sementes, PANC.

ZIMMER, Tailise Beatriz Roll. ***Physalis pubescens L: Physical Chemical, bioactive, antioxidant, antimicrobial and antitumor evaluation of fruits from the southern region of Rio Grande do Sul.*** 2019. 96p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

### Abstract

Considered an unconventional food plant (UFP), *Physalis pubescens L* has exotic fruits with a distinctive flavor and shape. *Physalis* is a species that has not been explored and studied is characterized by bioactive compounds that confer functional and biological properties. Thus, the objective of this study was to characterize fruits of *Physalis pubescens L* from the spontaneous production in the southern region of Rio Grande do Sul, as well as to evaluate the bioactive, antioxidant, antibacterial and antitumor potential of the fruit. For this, samples were collected in the interior of Cerrito municipality in the southern region of Rio Grande do Sul - Brazil, from spontaneous planting and harvested at the maturation point and evaluated for pH, acidity, soluble solids, moisture, ashes, crude protein, crude fiber, lipids, carbohydrates and total caloric value. It was also determined the content of phenolic compounds, flavonoids, phenolic and carotenoid acids, as well as antioxidant assays by the methods of DPPH<sup>•</sup>, ABTS<sup>•</sup> and FRAP, antibacterial tests by diffusion disc and minimum inhibitory concentration (MIC) and antitumor assays through the MTT test on the B16F10, GL261, C6 and primary astrocyte (non-tumor cell) cultures *in vitro*. From the results it was possible to observe that the fruit is acidic, with a pH of 3,76, high acidity (4,8%), and a considerable lipid content of 1,96% (w.b). The highest bioactive compounds contents were found in the pulp, obtaining an average value of 142,83 mg EAG.100g<sup>-1</sup> (d.b) for phenolic compounds; 136,21 µg EQ. g<sup>-1</sup> (d.b) for flavonoids and 171,36 µg β-carotene.g<sup>-1</sup> (d.b) for carotenoids. The FRAP method presented the highest result for the antioxidant activity in the pulp (738,16 µM ferrous sulphate.g<sup>-1</sup> d.b) and the DPPH in the fruit seed (280,77 µM trolox.g<sup>-1</sup> d.b). In the test of antibacterial potential only the disc diffusion method presented halos of inhibition against bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*), and halos were not verified for *E.coli*. As for the antitumor assays, the results for the C6 glioma, B16F16 and GL 261 melanoma lines were dependent on the extract, the concentration used and the analysis time, and both extracts (pulp and seed) reduced cell viability in the range from 10,33% to 43,12%. It was possible to conclude that the fruits of *Physalis pubescens* presented important nutritional values, besides the hydralcoolic extracts of the pulp and the seed presented significant effects in the bioactive, antioxidant and antitumor profile.

**Key words:** bioactive, pulp, seeds, UFP.

## Lista de Figuras

### Capítulo 1

Figura 1. Planta, flor, cálice e fruto de <i>Physalis pubescens</i> L.....	15
Figura 2. Planta, flor e fruta de <i>Physalis alkekengi</i> .....	23
Figura 3. Planta, flor e fruto de <i>Physalis ixocarpa</i> .....	24
Figura 4. Flor e fruto de <i>Physalis angulata</i> .....	25
Figura 5. Planta e fruto de <i>Physalis Peruviana</i> .....	25
Figura 6. Frutos de <i>Physalis peruviana</i> .....	26
Figura 7. <b>A.</b> <i>Physalis Pubescens</i> (esquerda); <b>B.</b> <i>Physalis Peruviana</i> (direita).....	27
Figura 8. Planta, cálice e fruto de <i>Physalis pubescens</i> .....	28
Figura 9. Planta e flor da <i>Physalis pubescens</i> .....	28
Figura 10. Tricomas simples em <i>Physalis pubescens</i> .....	29

### Capítulo 3

Figura 1. Gráficos de viabilidade das células de linhagem de astrócitos expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h, dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S).....	84
Figura 2. Gráficos de viabilidade das células de linhagem de glioma de rato C6 expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S).....	85
Figura 3. Gráficos de viabilidade das células de linhagem de melanoma murino (B16F10) expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos P e S.....	87
Figura 4. Gráficos de viabilidade das células de linhagem de glioblastoma de rato (GL261) expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S).....	88

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

Tabela 1. Composição físico-química do <i>Physalis pubescens</i> L.....	31
Tabela 2. Composição bioativa de <i>Physalis pubescens</i> L.....	33
Tabela 3. Efeito farmacológico e medicinal de <i>Physalis pubescens</i> L.....	36

### Capítulo 2

Tabela 1. Resultados da composição proximal e de análises físico químicas dos frutos de <i>Physalis pubescens</i> L.....	57
Tabela 2. Conteúdo de compostos bioativos da polpa e da semente de <i>Physalis pubescens</i> L.....	59
Tabela 3. Capacidade antioxidante da polpa e da semente da <i>Physalis pubescens</i> L. avaliada por ABTS, DPPH e FRAP.....	62

### Capítulo 3

Tabela 1. Zonas de inibição dos extratos P e S pelo método de disco de difusão.....	81
---	----

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2. Objetivo específico.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Capítulo 1- Propriedades funcionais da <i>Physalis pubescens</i> Linnaeus: Uma revisão bibliográfica.....</b>	<b>18</b>
1. Introdução.....	19
2. O gênero <i>Physalis</i> Linnaeus.....	20
3. Condições de cultivo.....	21
4. Principais espécies.....	22
4.1. <i>Physalis alkekengi</i> L.....	22
4.2. <i>Physalis ixocarpa</i> L.....	23
4.3. <i>Physalis angulata</i> L.....	24
4.4. <i>Physalis peruviana</i> L.....	25
4.5. <i>Physalis pubescens</i> L.....	26
4.5.1. Morfologia da <i>Physalis pubescens</i> L.....	28
4.5.2. Composição físico- química e de bioativos da <i>Physalis</i> <i>pubescens</i> L.....	30
4.5.3. Composição farmacológica e medicinal da <i>Physalis</i> <i>pubescens</i> L.....	32
5. Considerações finais.....	37
6. Referencias bibliográficas.....	37
<b>4. Capítulo 2- Caracterização proximal e bioativa de frutos de <i>Physalis</i> <i>pubescens</i> L.....</b>	<b>47</b>
1. Introdução.....	48
2. Material e métodos.....	49
2.1. Coleta e preparo das amostras.....	49

2.2.	Determinação físico-química e da composição proximal.....	50
2.2.1.	Sólidos solúveis.....	50
2.2.2.	pH.....	50
2.2.3.	Acidez titulável.....	50
2.2.4.	Umidade.....	51
2.2.5.	Cinzas.....	51
2.2.6.	Fibra bruta.....	51
2.2.7.	Proteína bruta.....	51
2.2.8.	Lipídeos.....	52
2.2.9.	Carboidratos.....	52
2.2.10.	Valor calórico total.....	52
2.3.	Composição bioativa.....	53
2.3.1.	Carotenoides.....	53
2.3.2.	Compostos fenólicos.....	53
2.3.3.	Flavonoides.....	54
2.3.4.	Ácidos fenólicos.....	54
2.3.5.	Vitamina C.....	55
2.3.6.	Determinação da vitamina C.....	55
2.3.6.1.	Atividade antioxidante por ABTS•.....	55
2.3.6.2.	Atividade antioxidante por DPPH•.....	56
2.3.6.3.	Atividade antioxidante por FRAP.....	56
3.	Análise estatística.....	56
4.	Resultados e Discussões.....	56
5.	Conclusão.....	63
6.	Referencias bibliográficas.....	64
7.	Apêndice.....	70
<b>5.</b>	<b>Capítulo 3- Potencial antimicrobiano e citotóxico do extrato</b>	
	<b>hidroalcoólico de frutos de <i>Physalis pubescens L.</i></b> .....	<b>73</b>
1.	Introdução.....	75
2.	Material e métodos.....	76
2.1.	Coleta das amostras.....	76
2.2.	Preparo dos extratos.....	77

3. Avaliação do Potencial Antibacteriano.....	77
3.1. Preparação das culturas bacterianas.....	77
3.2. Atividade antibacteriana por disco de difusão.....	78
3.3. Atividade antibacteriana por determinação da concentração inibitória mínima (CIM).....	78
4. Ensaio Antitumorais.....	78
4.1. Procedimentos gerais de cultura celular.....	79
4.1.1. Cultura de glioma.....	79
4.1.2. Culturas primárias de astrócitos.....	79
4.1.3. Tratamento de cultura celular <i>in vitro</i> .....	79
4.1.4. Ensaio de viabilidade celular.....	80
5. Análise estatística.....	80
6. Resultados e discussões.....	81
6.1. Ensaio antibacterianos.....	81
6.2. Ensaio antitumorais.....	83
7. Conclusão.....	89
8. Referencias bibliográficas.....	90
<b>6. Considerações finais.....</b>	<b>94</b>
<b>7. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>95</b>

## 1. Introdução

A *Physalis* é uma fruta exótica que pertence à família Solanaceae, a qual é enquadrada no grupo das árvores de pequenos frutos (MUNIZ et al., 2014; EL SHEIKHA et al., 2010; MUNIZ et al., 2011). Esta planta é conhecida há muito tempo no Egito, mas os países andinos são considerados o centro de origem mais provável das espécies selvagens do gênero *Physalis*, o qual possui aproximadamente 100 espécies diferentes (CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL, 2000). A família *Physalis* apresenta grande importância econômica, tendo diversas espécies cultivadas para a alimentação humana e outras para o uso ornamental, além daquelas espécies de importância farmacológica, as quais apresentam alcaloides e esteroides, que podem ser empregados na síntese de hormônios (SILVA et al., 2005).

*Physalis pubescens* (Figura 1) é considerada uma erva daninha anual nativa com pouca produção no Brasil. Trata-se de uma planta rústica e de boa adaptação, podendo ser aproveitado desde a raiz até o fruto, se desenvolve em locais úmidos com comportamento ruderal, sendo encontrado frequentemente em beira de estrada e encostas de arroios. As raízes e as folhas são comercializadas com fins medicinais (RUFATO et al., 2008). O cálice, após a fertilização do fruto, se alonga envolvendo o fruto durante todo o seu desenvolvimento, sendo responsável pela formação e translocação de carboidratos, além de exercer ação protetora do fruto contra condições climáticas extremas (alta insolação, frio e granizo), danos mecânicos, doenças e pelo ataque de insetos e pássaros (FISCHER et al., 2014).

As folhas e o cálice contêm vários compostos bioativos oriundos do metabolismo secundário, os quais são comumente utilizados na medicina tradicional na forma de chá, como anti-inflamatórios, antipiréticos, diuréticos e antitumorais (EL SHEIKHA et al., 2008).

O fruto é caracterizado por uma baga esférica com um diâmetro entre 1,25 e 2,50 cm, o qual varia de verde para amarelo durante de período de amadurecimento, sendo que o cálice permanece durante todo período de seu desenvolvimento e amadurecimento (LUCHESE et al., 2015). O fruto apresenta sabor doce ligeiramente ácido com pequenas e numerosas sementes (JI et al., 2013).

As características físicas e químicas dos frutos são de grande importância para seu manuseio e comercialização. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca, são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores (DA COSTA et al., 2005).



. **Figura 1.** Planta, flor, cálice e fruto de *Physalis pubescens* L.  
**Fonte:** autor (2018)

Seus frutos apresentam compostos bioativos que contribuem para a captura de radicais livres atuando como antioxidantes, onde a bioatividade da *Physalis* pode estar relacionada à presença de constituintes químicos que incluem flavonoides simples ou glicosilados, carotenoides, ácido ascórbico e alcaloides. São compostos que têm despertado interesse devido seus efeitos biológicos benéficos à saúde por sua ação antioxidante, atuando como mecanismo de defesa contra os radicais livres (ROCKENBACH et al., 2009; LICODIEDOFF, 2012).

Estudos científicos apontam propriedades biológicas em frutas e vegetais apresentam ação antioxidante, antimicrobiana e antitumoral, devido à presença de metabolitos secundários que possuem papel importante na adaptação das espécies em seus ambientes exercendo diversas propriedades biológicas de defesa (FUMAGALI et al, 2008).

Os antioxidantes naturais provenientes de plantas podem atuar através de vários mecanismos, devido sua bioatividade, ou seja, alguns antioxidantes

naturais como: tocoferóis, vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos, exibem poder antioxidante, antitumoral, anti-inflamatório, antiviral, entre outros (KOMES et al., 2011).

A crescente procura pela *Physalis* está associada às suas características nutracêuticas e medicinais (LUCHESE et al., 2015). Os frutos se caracterizam por serem nutritivos, contendo compostos fenólicos, carotenóides, vitaminas e minerais (EL SHEIKHA et al. 2008). Estes compostos apresentam atividades biológicas ativas, que resultam em benefícios para a saúde e reduzem o risco de várias doenças (PUENTE et al., 2011).

Segundo a revisão de Rufato e colaboradores (2013), há pouca informação a respeito da caracterização dos frutos de *Physalis pubescens* e seus subprodutos no Brasil, e os principais relatos desta espécie são voltados principalmente à farmacologia e condições agrônômicas da planta. Apesar do grande potencial comercial dessa fruta, ainda são escassos os estudos de caracterização fitoquímica e do potencial biológico de frutos de *Physalis pubescens* (CAMLOFSKI, 2014).

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Caracterizar frutos de *Physalis pubescens* oriunda da produção espontânea da região Sul do Rio Grande do Sul, quanto à composição físico química, bem como avaliar o potencial bioativo, antioxidante, antibacteriano e antitumoral dos extratos da polpa e das sementes.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar a composição centesimal e proximal dos frutos de *Physalis pubescens*;
- Determinar a composição bioativa da polpa e das sementes de *Physalis pubescens*;
- Avaliar a capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico da polpa e das sementes de *Physalis pubescens* por diferentes métodos (ABTS, DPPH e FRAP);
- Avaliar a capacidade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico da polpa e das sementes *Physalis pubescens*;
- Avaliar a atividade antitumoral do extrato hidroalcoólico da polpa e das sementes *Physalis pubescens*;

### 3. Capítulo 1- Propriedades funcionais da *Physalis pubescens* Linnaeus: Uma revisão bibliográfica

ZIMMER, T.B.R<sup>1</sup>.; OTERO, D.M<sup>1</sup>.; ZAMBIAZI, R.C<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPel,  
Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone:  
(53) 32757258 – E-mail: [zimmertalise@gmail.com](mailto:zimmertalise@gmail.com);  
[deborah.m.otero@gmail.com](mailto:deborah.m.otero@gmail.com);

<sup>2</sup> Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – UFPel,  
Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone:  
(53) 32757258 – E- mail: [zambiasi@gmail.com](mailto:zambiasi@gmail.com);

#### Resumo

A *Physalis pubescens* L. é um fruto exótico, nativo das américas, com potencial para ser amplamente utilizado no consumo humano. Esta planta apresenta frutos amarelos acompanhados de cálices. Suas folhas, caule e raízes são comumente utilizados na medicina tradicional devido a seu efeito anti-inflamatório, antipirético, diurético e antitumoral. Seus frutos são aromáticos, suculentos, adocicados e levemente ácidos, além de conterem compostos fenólicos e ácido ascórbico, os quais contribuem para a capacidade funcional do fruto. Devido aos benefícios à saúde humana, a utilização desta planta tem gerado um grande interesse comercial da indústria alimentícia e farmacológica. Assim, o objetivo desta revisão foi de compilar informações sobre as propriedades funcionais da *Physalis pubescens*, além de explorar as informações científicas de algumas das principais espécies de *Physalis*.

**Palavras-chaves:** planta, antioxidantes, fruto, cálices e folhas.

#### Abstract

*Physalis pubescens* L. is an exotic fruit, native to the Americas, with high potential to be widely used in human consumption. This plant has yellow fruits accompanied by chalices. Its leaves stem and roots are commonly used in traditional medicine due to its anti-inflammatory, antipyretic, diuretic and anti-tumor effect. Its fruits are aromatic, succulent, sweet and mildly acidic, and contain phenolic compounds and ascorbic acid, which contribute to the functional capacity of the fruit. Due to the possible benefits to human health, the use of this plant has generated a great commercial interest of the food and pharmacological industry. Thus, the purpose of this review was to compile information on the functional properties of *Physalis pubescens*, as well as to explore the scientific information of some of the major species of *Physalis*.

**Keywords:** plant, health, antioxidants, benefits, fruit, chalices and leaves.

## 1. Introdução

O Brasil possui uma grande biodiversidade de vegetais, onde inúmeras plantas são utilizadas pela população na forma medicinal ou alimentícia. Embora exista tamanha diversidade, as informações sobre a flora brasileira ainda são escassas (SILVA, D.F et al.,2015). Estudos com as espécies de plantas do gênero *Physalis* tem sido mais explorados, devido ao seu alto potencial fitoterápico (*P. peruviana* L., *P. Alkekengi* L., *P. Mínima* L., *P. pubescens* L. e *P. angulata* L.). Esta planta apresenta produção anual de frutos, os quais são destinados para fins alimentícios na forma *in natura*, geleia, suco ou em passas, devido as suas características sensoriais e nutricionais, por apresentar sabor adocicado, alto conteúdo de compostos fenólicos, vitaminas e minerais (RUFATO, L. et al.,2008).

A família das Solanaceae pertence às plantas alimentícias não convencionais (PANCs), e dentre elas está o gênero *Physalis spp.* destacando-se a *Physalis pubescens*, a qual é considerada uma espécie pantropical, ou seja, está presente em qualquer região dos trópicos. Esta espécie ainda é rara no Rio Grande do Sul, mesmo se tratando de uma planta rústica e de fácil adaptação (KINUPP, V.F et al., 2007). Segundo Muniz et al.,(2010) as regiões temperadas onde o inverno é rigoroso pode ocasionar a morte da planta.

A *Physalis pubescens* cresce em locais úmidos, como clareiras, bordas de florestas e próximos a cursos de água; mas também apresenta comportamento ruderal, sendo frequentemente encontrada em beira de estradas e em locais arenosos (KISSMANN, K.G.; GROTH, D. 2002).

Uma das principais características destas espécies é pela presença de esteroides, denominados vitaesteroides, os quais são originados da via do ácido mevalônico, e que despertam grande interesse na área farmacológica (TOMASSINI et al., 2000). Em função de sua composição, a *Physalis* consiste de um gênero de valor etnobotânico, nutracêutico e medicinal, ao qual são atribuídas várias propriedades medicinais (DAMU et al., 2007). Estudo realizado por Hassan e Ghonein (2013) avaliou o efeito antidiabético do suco de *Physalis pubescens* em ratos diabéticos. Zeng et al.,(2017) avaliou propriedades anti – inflamatórias, antibacterianas e analgésicas de extratos de *Physalis pubescens*. Os autores Chen e colaboradores (2016) avaliaram a

ação dos extratos de frutos de *Physalis pubescens* em quatro linhas celulares de carcinoma de células renais.

Por ser considerada uma PANC, algumas espécies de *Physalis* são pouco conhecidas. Assim, esta revisão teve como objetivo compilar informações sobre as características físico - químicas e biológicas com ênfase nos compostos bioativos da *Physalis pubescens*, além de explorar as informações científicas de algumas das principais espécies de *Physalis*.

## **2. O gênero *Physalis* Linnaeus**

O gênero *Physalis* pertence à família Solanaceae e possui cerca de 100 espécies, dentre as quais, algumas de interesse agrônomo que são facilmente reconhecidas pelo cálice inflado, o qual envolve e protege o fruto contra insetos e intempéries (SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2015). Há maioria das espécies de *Physalis* apresentam hábito herbáceo ou arbustivo, e são distribuídas por diversos continentes do mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (DAMU et al., 2007; MOURA et al., 2016).

Segundo Standley (1946) e Steyermark (1950), o gênero *Physalis* foi descrito pela primeira vez por Linnaeus em 1753, e a partir de então surgiram vários estudos que fazem referência a esta planta. O nome *Physalis* vem da palavra “physis” que significa bolha ou bexiga e tem relação direta com o cálice que encerra seus frutos (TOMASSINI et al.; 2000).

O fruto maduro é uma baga globosa, com cerca de 2 cm de diâmetro e uma grande quantidade de sementes, apresenta coloração do amarelo-esverdeado ao laranja escuro, aspecto macio e suculento e sabor doce e levemente ácido. Os frutos são recobertos pelo cálice inflado, inicialmente de coloração esverdeada que ao longo da maturação passa à palha, apresentando uma textura de papel no ponto ideal de coleta (CARVALHO; BOVINI; 2006).

O fruto apresenta alto valor nutricional devido ao conteúdo de vitaminas e minerais (MUNIZ et al.; 2014), além de flavonóides, alcalóides, fitoesteróides e carotenóides, os quais são considerados bioativos de propriedades funcionais (DA COSTA CHAVES et al., 2005).

A *Physalis* é nativa da América, sendo adaptável à ampla variedade de solos, tanto arenosos quanto argilosos, e pode se desenvolver na sombra ou em semi-sombra (EL SHEIKHA, A. F. et al., 2008).

Em muitos países a *Physalis* é cultivada em quintais de residências para o consumo direto, no entanto, possui importância em alguns mercados internacionais, como na Europa, onde o preço pago pelo fruto é elevado. O fruto geralmente é consumido na forma *in natura* e em saladas, mas também pode ser utilizado na produção de geleias, doces, sorvetes, bebidas lácteas, iogurtes e licores (PEREIRA, 2007; RUFATO, L. et al., 2008).

No Brasil, a *Physalis* é popular nas regiões Norte e Nordeste, porém é pouco conhecida nas regiões Sul e Sudeste, onde já é produzida (RODRIGUES et al., 2009) em pequena escala. O fruto da *Physalis* é consumido no Brasil como um alimento fino, com alto valor comercial em média cinquenta reais o quilo do fruto. Seu cultivo comercial é recente, e vem crescendo gradativamente principalmente no sul do País (DA SILVA et al.; 2015). A planta pode ser uma excelente alternativa para o pequeno e médio produtor rural, que pode mudar a posição do país de importador para exportador da fruta, além de ser uma alternativa para a agroindústria (RUFATO, L. et al., 2008).

Segundo Muniz e colaboradores (2010), a planta apresentou fácil adaptação no Brasil, sendo caracterizada como edafoclimática, ou seja, em regiões temperadas onde o inverno é rigoroso, principalmente em regiões mais altas de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a ocorrência de geadas pode provocar a morte da planta, tornando-se uma cultura de ciclo anual, fazendo com que se tenha produção sazonal.

Os mesmos autores salientam ainda que em regiões subtropicais, onde não há ocorrência de geadas, a planta se adapta em qualquer época do ano, sendo que o ciclo da cultura pode se estender por até dois anos, e após este período, tanto a produtividade quanto a qualidade dos frutos diminuem.

### **3. Condições de cultivo**

A primeira descrição do gênero *Physalis* foi feita por Linnaeus em 1753. Segundo o "Banco de Dados de Plantas", do Departamento dos Estados

Unidos de Agricultura (USDA, 2012), a classificação taxonômica da *Physalis* compreende o reino Plantae: Subkingdom, Tracheobionta; Superdivisão: Spermatophyta; divisão: Magnoliophyta; classe: Magnoliopsida; subclasse: Asteridae; ordem: Solanales; família: Solanaceae; e gênero: *Physalis Linnaeus*.

No Brasil, o cultivo *Physalis* começou em 1999 na Estação Experimental Santa Luzia em São Paulo/ Brasil (RUFATO, 2010), mostrando excelentes resultados na diversidade de solos e espaçamento. A partir de 2008, novos produtores de frutas começaram a cultivar *Physalis*, e esta melhoria trouxe boas perspectivas e sucesso para a agricultura familiar (MUNIZ et al., 2010).

A primeira etapa de produção tende a ser o desenvolvimento de mudas, das quais dependerá a produção. Para que este processo inicial seja eficiente muitas vezes se faz necessário o uso de materiais alternativos ao solo, seja de ordem física ou fisiológica das plantas sendo necessária, em alguns casos a utilização de substratos (FERNANDES; CORÁ, 2001). Quando condicionados em espaço limitado (no caso de vasos ou sacos de polietileno) os substratos, assim como o solo, influenciam no sistema radicular e nas associações biológicas das plântulas com o meio, estando prioritariamente relacionados à nutrição e translocação de água no sistema planta-atmosfera (MACIEL, 2000).

As formas mais comuns de se propagar a *Physalis* são pela via sexuada, com o emprego de sementes, e pela via assexuada, quando se utilizam diferentes métodos e partes da planta (RUFATO, 2013).

Há vários métodos para definir o momento mais apropriado para realização da colheita, entretanto, a coloração do cálice é o mais utilizado por produtores (CEDEÑO; MONTENEGRO, 2004).

#### **4. Principais espécies**

##### **4.1. *Physalis alkekengi* L.**

A *Physalis alkekengi* (figura 1), também conhecida popularmente como bexiga cereja, lanterna chinesa, lanterna japonesa, cereja de inverno ou ainda como hozuki, é nativa do leste da Ásia ao Sul do Japão, e se difere das demais espécies pela cor laranja brilhante da cápsula que envolve o fruto (MATSUURA et al., 1970; QIU et al., 2008; KAWAI et al., 2001).

É uma planta herbácea perene que cresce de 40 a 60 cm de altura, sendo utilizada popularmente como planta ornamental. Possui usos medicinais com algumas restrições, pois o uso inadequado pode provocar efeitos colaterais, como dor abdominal e aborto (MONTASERTI et al., 2007).



**Figura 2.** Planta, flor e fruta de *Physalis alkekengi*.

**Fonte:** Janaína Muniz, Leo Rufato, Luirig-altervista (RUFATO, A. de R. et al.2013)

Possui bagas com cerca de 17 mm de diâmetro, onde cada fruto é recoberto por uma cápsula protetora contra parasitas e outros agentes externos. O cálice é tóxico e por isso não deve ser ingerido, mas tem sido utilizado na medicina tradicional chinesa como um agente terapêutico (GE, Yu et al.2009). Homeopáticos também são produzidos a partir do fruto, sendo utilizados no tratamento de distúrbios nos rins e bexiga (RUFATO, A. et al., 2013).

Gallen, C. et al. (2018) relatam um caso onde uma reação anafilática severa com edema e queda na pressão arterial foi observada em uma menina de nove anos após o consumo de uma única fruta de cerejeira japonesa (*Physalis alkekengi*), e a possível explicação consiste na presença do alérgenos cupin nas sementes dos frutos.

#### **4.2. *Physalis ixocarpa* L.**

Conhecida como tomate mexicano, é muito cultivada em todo o hemisfério ocidental (figura 2). É nativa do México, onde diferentes tipos e variedades são cultivadas possui ampla variabilidade no tamanho da baga, cor (verde e roxa) e sabor (SINGH, D. B. et al., 2013).

A planta apresenta hastes longas que podem chegar a três metros de altura, se adapta a climas amenos a secos, e produz fruto esférico de coloração verde (RUFATO, L. et al., 2008).



**Figura 3.** Planta, flor e fruto de *Physalis ixocarpa*.  
**Fonte:** Rufato et al., (2013)

O fruto apresenta coloração verde, sabor levemente azedo e doce, com um toque cítrico. É muito utilizado como ingrediente para molhos mexicanos de mesa conhecidos como salsa verde (molho verde). O fruto maduro pode ser consumido cru, na forma de passas, em sobremesas, como aperitivo ou na decoração de pratos.

Os frutos contem alto conteúdo de vitamina A, B, B2 e C, e de polifenóis (GONZÁLEZ-MENDOZA et al., 2010; SARANGI et al., 1989).

Segundo Medina-Medrano et al., (2015) e González-Mendoza et al., (2010), estudos científicos apontaram a importância dos compostos promotores da saúde da *Physalis ixocarpa* L. em relação ao seu alto conteúdo de antioxidantes.

#### **4.3. *Physalis angulata* L.**

Conhecida como camapú ou balãozinho, apresenta arbusto ramificado, com comportamento ruderal, sendo frequentemente encontrada em solos revolvidos de lavouras no período que antecede o plantio (KISSMAN; GROTH, 2000). Sua reprodução ocorre através de sementes, cresce espontaneamente sob a forma de pequenas populações, e apresenta ciclo anual. Por essa característica é considerada uma planta daninha, infestando lavouras agrícolas e terrenos baldios (LORENZI; MATOS, 2002). Seu fruto é climatérico do tipo

baga carnosa de coloração amarelo/esverdeada e arroxeadada, com diâmetro entre 1,0 a 1,5 cm, contendo pequenas e numerosas sementes (figura 3), e contém diversos compostos de natureza fenólica (HARBONE; WILLIAMS, 2000).



**Figura 4.** Flor e fruto de *Physalis angulata*

**Fonte:** INPN

**Foto:** C. Delnatte

#### **4.4. *Physalis peruviana* L.**

Esta é a espécie mais conhecida do gênero *Physalis*, com origem Andina (LIMA et al.,2009), sendo atualmente cultivada comercialmente em vários países tropicais e subtropicais (NOVOA et al., 2006 ). É uma planta arbustiva, herbácea e perene, considerada como anual em plantações comerciais (figura 4).

*Physalis peruviana* L. é conhecida como goldenberry em países de língua inglesa, uchuva na Colômbia, caipira na África do Sul, uvilla no Equador, ras bhari na Índia, aguaymanto no Peru, e como topotopo na Venezuela (ERKAYA et al., 2012).

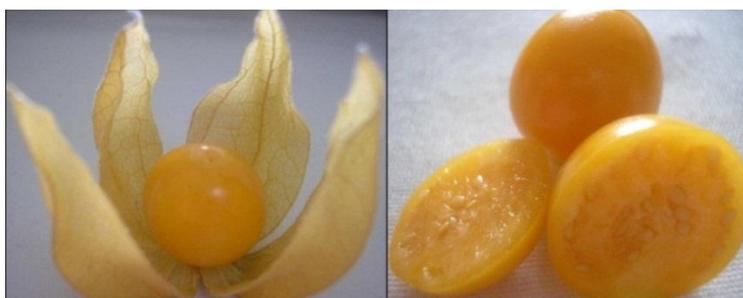


**Figura 5.** Planta e fruto de *Physalis Peruviana*

**Fonte:** empresa Hortaliças

**Fotos:** Paula Rodriguez

O fruto é amarelo alaranjado na cor da pele, de forma ovoide, com 1,25 a 2,50 cm de diâmetro, e com 4 a 10 g de peso (figura 5). O fruto contém cerca de 100 a 200 pequenas sementes amareladas e protegidas pelo cálice (FRIES; TAPI, 2007).



**Figura 6.** Frutos de *Physalis peruviana*  
**Fonte:** LICODIEDOFF, Silvana (2012)  
**Fotos:** Silvana Licodiedoff

Segundo Puente et al.(2011), os frutos são conhecidos por suas propriedades sensoriais características de sabor, odor e cor, e pelo valor nutricional devido ao conteúdo de vitaminas A e C, potássio, fósforo e cálcio. Os frutos são comercializados na forma *in natura*, como produtos de confeitaria, ou na forma de geleias ou doces em massa (RUTZ et al., 2012).

#### **4.5. *Physalis pubescens* L**

Considerada como planta alimentícia não convencional, a *Physalis pubescens* L. é nativa das regiões Norte e Nordeste (LORENZI; MATOS, 2002; SANTOS et al., 2003), é conhecida popularmente como fisalis, joá-de-capote, saco-de-bode, camapu, curuputi, mata-fome, bucho-de-rã; “hosuki” (no Japão) e “tomatillo” (na Espanha) (FREITAS et al., 2006). Chen et al.(1990) e Chiang et al. (1992) relatam que as raízes, caules e folhas são utilizados na medicina tradicional, principalmente como antipiréticos, diuréticos, antitumorais, analgésicos e anti-inflamatórios.

Esta planta de caráter arbustivo, anual, pode chegar até 1 m de altura se devidamente monitorada. Possui ramos verdes, angulosos e hialinos com a presença de tricomas curtos e longos distribuídos por toda a superfície da planta. O diâmetro das folhas é variável, são isoladas, de aspecto membranáceo, com bordas recortadas, pubescentes ao longo das nervuras.

Apresenta pecíolo de 1,0 a 10 cm de comprimento, flores com 0,3 a 1,2 cm de comprimento e cálice florífero com 0,3 a 0,6 cm de comprimento. Quando maduro, o fruto mede e 1,0 a 1,5 cm de diâmetro (SOARES et al.2009).

Soares e colaboradores (2009) relatam dois picos de floração, o primeiro de fevereiro a abril e o segundo em julho, e dois picos de frutificação, um deles de novembro a dezembro e outro de abril a julho. Segundo Hunziker (2001), os frutos são comestíveis e a *Physalis pubescens* assemelha-se a *Physalis peruviana*, do qual se difere quanto ao hábito, indumento e morfologia do cálice frutífero. *Physalis pubescens* é uma planta herbácea enquanto *Physalis peruviana* é arbustiva (figura 6).



**Figura 7.** A. *Physalis Pubescens* (esquerda); B. *Physalis Peruviana* (direita)

**Fonte e foto:** Autor (2018)

O fruto maduro (figura 7) é uma baga globosa, amarela-esverdeada, de aspecto macio e suculento, com sabor doce, levemente ácido e com grande quantidade de sementes (CARVALHO; BOVINI, 2006). O fruto é recoberto pelo cálice inflado, que além de proteger o fruto contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas, também serve de fonte de carboidratos durante os primeiros 20 dias de crescimento do fruto (LIMA et al. 2009).



**Figura 8.** Planta, cálice e fruto de *Physalis pubescens*  
**Fonte e foto:** autor (2018)

Suas flores (figura 8) são pequenas, hermafroditas, de coloração amarelada com manchas de cor castanha na base (CARVALHO et al., 2006).



**Figura 9:** Planta e flor da *Physalis pubescens*  
**Fonte e foto:** autor (2018)

#### **4.5.1. Morfologia da *Physalis pubescens* L**

Silva e colaboradores (2015) relatam os aspectos anatômicos do caule da *Physalis pubescens*, a qual possui forma angulosa, tricomas com tectores bicelulares e glandular, ramificação simpodial, vascularização com cilindro vascular biclateral, epiderme do tipo tabular e colênquima angular.

Alamino (2011) relata que a lâmina foliar de *Physalis pubescens* L. é hipoestomática, ou seja, apresenta estômatos localizados na epiderme inferior da folha, além de um grande número de drusas (cristais compostos por oxalato

de cálcio em forma de agulha geralmente encontrada fixa à parede celular) no interior do parênquima lacunoso. Seus estômatos são divididos em anisocíticos (apresenta três células subsidiárias de tamanhos diferentes que circula os estômatos) e anomocíticos (não apresenta células subsidiárias). A planta apresenta um grande número de tricomas simples (Fig.9), glandulares e eglandulares dispersos por toda sua extensão.

O mesmo autor relata a presença de estruturas secretoras, como é o caso dos tricomas, o que pode ser um grande indicativo da presença de metabólitos secundários na planta, como óleo essencial. A ausência de estômatos na face adaxial (parte superior) das folhas de *P. pubescens* também foi observada, o que pode ser útil no esclarecimento e estabelecimento de possíveis diferenças entre as espécies do gênero.

A morfologia do caule de *Physalis angulata*, *Physalis peruviana* e *Physalis pubescens* assemelham-se, de uma forma geral, onde todas as espécies apresentam a epiderme do caule uniseriada, embora as células epidérmicas de *P. pubescens* sejam mais alongadas do que as das outras duas espécies (SILVA et al., 2015).



**Figura 10:** Tricomas simples em *Physalis pubescens*  
**Fonte e foto:** autor (2018)

A *Physalis pubescens* apresenta colênquima angular espesso e volumoso, o que pode ser explicado pela capacidade de armazenamento de substâncias de defesa como os metabólitos secundários (SILVA et al. 2015).

#### 4.5.2. Composição físico-química e de bioativos da *Physalis pubescens*

L.

Quanto as características físico químicas (Tabela 1), o fruto apresenta pH baixo, o que favorece a estabilização do ácido ascórbico frente aos processos de oxidação, tratamentos térmicos e exposição à radiação (RUFATO et al., 2008).

O fruto contém uma pequena quantidade de óleo, em torno de  $1,1\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , possui alta proporção de ácidos graxos insaturados (65,5%), incluindo 32,5% de ácidos graxos poli insaturados e cerca de  $13,4\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de proteínas, o que pode ser considerado uma boa fonte aminoácidos essenciais. Além disso, o fruto contém alto conteúdo de compostos fenólicos, carotenoides, e todos os minerais importantes para a manutenção do corpo humano: cobre, boro, fósforo, manganês, zinco, potássio, ferro e cálcio.

Na Tabela 1 é possível visualizar alguns estudos da composição físico-química da *Physalis pubescens* L.

Por ser considerada uma fruta tropical, a *Physalis pubescens* desempenha um papel importante na nutrição, além de ser sensorialmente atraente com base na sua cor, gosto, textura, odor, homogeneidade e aparência geral (SILVA, 2013).

Em uma dieta habitual, além de conter macro e micronutrientes essenciais, deve propiciar alguns compostos químicos que participam em atividades biológicas específicas, os quais em grande maioria são encontrados em fruta e hortaliças (SILVA et al., 2013). Além disso, estudos epidemiológicos salientam que as dietas ricas em alimentos de origem vegetal contribuem na prevenção de várias doenças, incluindo doenças cardiovasculares, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e inflamatórias.

Os compostos bioativos ou fitoquímicos são moléculas que exercem um efeito benéfico nos organismos vivos, tecidos ou células. Estes estão presentes numa vasta variedade de alimentos (frutas, legumes, plantas silvestres, entre outros), e a sua ingestão proporciona a melhoria do funcionamento organismo, no que concerne à prevenção e /ou tratamento de várias doenças (CARRATU; SANZINI, 2005).

**Tabela 1.** Composição físico-química do *Physalis pubescens L*, segundo a literatura.

Parâmetros avaliados	Fonte
<p><u>Fruto:</u> Sólidos totais (TS) 18,65%; Sólidos solúveis totais (SST) 13,46%; pH: 3,74; Acidez total titulável em ácido cítrico 1,23%; Relação açúcar / ácido 11,27/1 %; Proteínas 2,46%; Açúcares redutores 2,19%; Açúcares não redutores 1,72%; Açúcares totais 3,91%.</p>	EL SHEIKHA et al. (2008)
<p><u>Suco:</u> sólidos totais (TS) 10,87%; Sólidos solúveis totais (SST) 10,65%; pH: 3,54; Acidez total titulável em ácido cítrico 1,43%; Relação açúcar / ácido: 7,59/1; Proteínas 1,02%; Açúcares redutores 1,53%; Açúcares não redutores 0,82%; Açúcares totais 2,35%. Os parâmetros avaliados foram expressos em matéria úmida.</p>	
<p>Os parâmetros avaliados foram expressos em matéria úmida. pH 3,54; acidez titulável total 1,43% (em ácido cítrico) ; Sólidos solúveis totais (SST) 10,7%; sólidos totais 10,9%; açúcares totais 6,95%; cinzas 7,01%; proteínas 1,02%; Lipídeos 0,13%; Pectina 0,14%; Aminoácidos essenciais 31,799g /100g proteína; Aminoácidos não essenciais 68,20g /100g proteína; Minerais 0,75% entre eles: potássio (1,196 mg / 100 mL), fósforo (587 mg / 100mL), cálcio (70mg / 100mL), sódio (35mg / 100mL), magnésio (19mg / 100mL), zinco (2,4mg / 100mL), cobre (1,5mg / 100mL), ferro (1,2 mg / 100 mL) e manganês (0,6 mg / 100 mL).</p>	<sup>1,2</sup> EL SHEIKHA et al. (2010)
<p>Sólidos solúveis variaram de 7,67 a 10,50 %; Atividade antioxidante variou de 0,66 a 2,65 em % de ácido cítrico; Relação SS/AT variou de 2,90 a 15,97; pH variou de 3,19 a 4,64; Açúcares solúveis totais variou de 1,05 a 7,46g.100g-1. Os parâmetros avaliados foram expressos em matéria úmida.</p>	SILVA, et al. (2013)
<p>Sólidos solúveis: 9,65° Brix; Açúcares totais: 9,6%; Acidez titulável: 0,9 %; pH:4,72. Os parâmetros avaliados foram expressos em matéria úmida.</p>	MAMEDOV et al. (2017)

A maioria dos compostos bioativos presentes nas plantas são efetivamente produzidos como metabólitos secundários. São vários os compostos com potencial bioativo presentes nas plantas, tais como vitaminas, carotenoides (carotenos e xantofilas) e polifenóis (KOMES et al., 2011).

Na Tabela 2 é possível visualizar alguns estudos da composição bioativa da *Physalis pubescens* L.

#### **4.5.3. Composição farmacológica e medicinal da *Physalis pubescens* L.**

A utilização de plantas e frutas para fins medicinais e farmacêuticos se justifica através da presença de combinações complexas de metabólitos secundários que possuem papel importante na adaptação das espécies em seus ambientes, aumentando a probabilidade de sua sobrevivência, com diversas propriedades biológicas de defesa, como por exemplo, atividade antimicrobiana e antitumoral (FUMAGALI et al, 2008).

Os frutos, raízes, caules e folhas são utilizados na medicina tradicional principalmente como agentes antipiréticos, diuréticos, antitumorais, analgésicos e anti-inflamatórios (CHEN et al., 1990; CHIANG;JAW;CHEN, 1992). Zhang e Tong (2016) salientaram as aplicações de diferentes espécies de *Physalis* na área farmacológica, explorando as propriedades antitumorais, anti-inflamatórias, antimicrobiano, antimalárico, antioxidante e atividade antileishmanial.

Os antioxidantes são substâncias que retardam, previnem ou removem danos oxidativos, tendo também a capacidade de captar espécies reativas ao oxigênio (ERO), atuando indiretamente na regulação das defesas antioxidantes ou inibindo a produção de radicais livres (MIRANDA-VIZUETE; VEAL, 2017). Uma vez que, os antioxidantes naturais provenientes de plantas podem atuar através de vários mecanismos, torna-se importante perceber a sua relação com diferentes bioatividades (KOMES et al., 2011). Uma grande parte dos antioxidantes naturais são tocoferóis, vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, que exibem poder antioxidante, mas também antitumoral, anti-inflamatório, antiviral, entre outros (KOMES et al., 2011). Estes compostos são capazes de remover espécies reativas de oxigênio formadas nas células e, por isso, proteger o organismo de doenças (BAJPAI et al., 2015).

**Tabela 2.** Composição bioativa de *Physalis pubescens L*, segundo a literatura.

Parte da planta	Constituintes analisados	Fonte
Frutos e suco	<u>Fruto</u> : Carotenóides ( $\mu\text{g} / \text{g}$ amostra): 69,55; Polifenóis em ácido tânico ( $\text{mg} / 100 \text{g}$ ): 82,00; Ácido ascórbico ( $\text{mg} / 100 \text{g}$ ): 39,68; <u>Suco</u> : Carotenóides ( $\mu\text{g} / \text{g}$ amostra): 70,01; Polifenóis em ácido tânico ( $\text{mg} / 100 \text{g}$ ): 76,62; Ácido ascórbico ( $\text{mg} / 100\text{g}$ ): 38,77.	EL SHEIKHA et al.,(2008)
Suco do fruto	Carotenoides ( $70 \mu\text{g} / \text{mL}$ ); polifenóis ( $76,6 \text{ mg} / 100 \text{ mL}$ ); ácido ascórbico ( $38,77 \text{ mg} / 100 \text{ mL}$ ). Compostos fenólicos: Ácido Protocatecuico $0,932 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido para-hidroxibenzóico $0,561 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido clorogênico $2,086 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Catequina $4,968 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Fenol $15,605 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido vanílico $2,727 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido para-cumárico $5,368 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido ferúlico $10,036 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido salicílico $7,341 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Rutina $0,449 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Ácido Coumarico $0,176 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ ; Miricetina $0,104 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ .	EL SHEIKHA et al.,(2010)
Extratos do fruto	Atividade Antioxidante pelo Radical do DPPH: Fração EtOH a 60% EC 50 = $2,58 \mu\text{g} / \text{mL}$ ; fração EtOH a 30% (EC 50 = $1,95 \mu\text{g} / \text{mL}$ ); Fração EtOH 90% EC 50 = $18,74 \mu\text{g} / \text{mL}$ ; Fração aquosa CE 50 = $33,71 \mu\text{g} / \text{mL}$ . Calceolariosídeo, quercetina-3-O-p-D glucopiranosídeo, o ácido cafeico e o 1- O -cafeoil- $\beta$ -D-glucopiranosídeo, valores de EC 50 na faixa de 0,51 a $1,86 \mu\text{M}$ .	DENG et al., (2016)
Frutos	Ácido ascórbico $9,9\text{mg}/100\text{g}$ ; Polifenóis $318\text{mg}$ . EAG/ $100\text{g}$ . Constituintes analisados em matéria seca.	MAMEDOV et al.,(2017)
Frutos e cálice	Carotenoides nos frutos: $1,28-1,38 \text{ mg} / 100 \text{ g}$ ; Carotenoides no cálices: $153-306 \mu\text{g} / \text{g}$ .	WEN et al.,(2017)
Extrato hidroalcoólico das folhas e frutos	Compostos fenólicos identificadas e quantificados por CLAE-DAD/ HPLC-DAD. Folhas: ácido gálico ( $0,19\text{mg}/\text{g}$ ); ácido clorogênico ( $1,68\text{mg}/\text{g}$ ); ácido p-cumárico ( $2,35\text{mg}/\text{g}$ ); ácido elágico ( $0,21\text{mg}/\text{g}$ ); catequina ( $4,73\text{mg}/\text{g}$ ); rutina ( $0,26 \text{ mg}/\text{g}$ ) e kaempferol ( $1,59\text{mg}/\text{g}$ ). Frutos: ácido clorogênico ( $1,75\text{mg}/\text{g}$ ); ácido p-cumárico ( $4,32\text{mg}/\text{g}$ ); ácido elágico ( $0,69\text{mg}/\text{g}$ ), catequina ( $5,23\text{mg}/\text{g}$ ) e kaempferol ( $4,28 \text{ mg}/\text{g}$ ).	ESCOBAR et al.,(2017)

A presença de compostos fenólicos em frutas e hortaliças está, também, associada à atividade antimicrobiana. De acordo com alguns autores, este potencial antimicrobiano está relacionado com o alto teor em flavonóides e taninos condensados, presentes em algumas espécies (BELHADJ et al., 2016).

A atividade antimicrobiana já foi estudada numa grande variedade de plantas, que demonstraram ser portadoras de compostos fenólicos eficazes contra microrganismos patogênicos (GHIMIRE et al., 2017). Aplicação de antimicrobianos naturais para utilização como conservantes, especialmente na indústria alimentar, tem recebido cada vez mais atenção devido à crescente preocupação dos consumidores em consumir produtos mais naturais (CETIN-KARACA et al., 2015).

Estudo realizado por Patel e colaboradores (2011) avaliou o potencial antimicrobiano de bagas de *Physalis mínima* contra bactérias Gram positivas e Gram negativas e concluíram que a concentração inibitória mínima (CIM) encontrada foi de 100 µg em ambos os extratos e que os compostos polares presentes no extrato bruto são responsáveis pela ação antimicrobiana. Além disso, cerca de 60% dos fármacos que são utilizados no tratamento do câncer provêm de compostos naturais ou derivados dos mesmos, tornando estes compostos bioativos, cada vez mais interessantes para a indústria farmacêuticas (MARTINS et al., 2017).

O gênero *Physalis* destaca-se pela produção de diversas substâncias do metabolismo secundário das plantas, como alcalóides, flavonóides, triterpenos e esteroides, todas com amplo potencial farmacológico e medicinal. Dentre estes, destacam-se os vitaesteróides, os quais atuam no sistema imunológico, principalmente em função da ação das fisalinas, que são encontrados nas folhas, raízes e caules da planta, na faixa de 30 a 500 partes por milhão (ppm) (SIMÕES, 2001; LORENZI; MATOS, 2002).

Os vitaesteróides são substâncias derivadas do ergostano, constituintes polioxigenados presentes, preponderantemente, nas espécies de Solanaceae (TOMASSINI et al., 2000), possuem várias substâncias na sua composição, sendo a mais importante a vitafisalina, as quais, operam no sistema imunológico humano e possui atividades anti-inflamatórias, antivirótica e antipirética, além disso, tem o poder de redução de índices glicêmicos e colesterol (Rufato et al., 2008).

Publicações de alguns autores apontam para algumas espécies de *Physalis* como fonte de substâncias derivadas do ergostano, os quais foram atuantes nas respostas aos testes biológicos efetuados (GLOTTER, 1991; RAY; GUPTA 1994) e TOMASSINI et al. (2000). Estes constituintes químicos são considerados como responsáveis pelas atividades imunomoduladoras (SOARES et al., 2003 e 2006), antimicrobianas (JANUÁRIO et al., 2002; SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005), anticancerígenas (RIBEIRO et al., 2002), dentre outras, demonstrando assim, a importância da espécie da família Solanaceae.

Dentre dez espécies do gênero *Physalis* que contem fisalinas, foram possível identificar 19 classes desta substância, destacando-se as fisalinas B, D, F e G (Lorenzi; Matos, 2008; Simões, 2001; Tomassini et al., 2000). As fisalinas B, F e G apresentam potente atividade imunossupressoras de macrófagos e inibidoras na morte induzida por lipossacarídeos, além de inibirem in vitro a atividade de esplenatócitos e a rejeição ao transplante halogênico in vivo. Ensaio demonstram que a fisalina D apresenta uma atividade antimicrobacteriana e estimulam a produção de células tronco neurais. As fisalinas demonstram também potencial para o combate a doenças negligenciadas. As fisalinas B e D apresentam atividade antimalárica, e a fisalinas B, F e G apresentam ação leishmanicida (SOARES et al., 2003; SOARES et al., 2006; PIETRO et al., 2000; JANUARIO et al., 2002; NASCIMENTO, 2013; SÁ et al. 2011; CASTRO, 2009; GUIMARÃES et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2010).

Na Tabela 3 é possível visualizar alguns estudos sobre o efeito farmacológico e medicinal da *Physalis pubescens* L.

**Tabela 3.** Efeito farmacológico e medicinal de *Physalis pubescens* L., segundo a literatura.

Parte da planta	Efeitos relatados	Fonte
Polpa, cascas e semente de <i>Physalis pubescens</i>	Efeito regulador nos linfócitos T de camundongos.	WANG et al.,(2009)
Suco de <i>Physalis pubescens</i>	Os resultados sugerem que o <i>Physalis</i> pode ser considerado como um potencial candidato para o desenvolvimento de um novo agente antidiabético. Oferece promissores efeitos antidiabéticos que podem ser principalmente atribuídos ao seu potente potencial antioxidante. Este é o primeiro estudo feito sobre a possibilidade da utilização do suco de <i>Physalis pubescens</i> como efeito inibitório sobre o diabetes em ratos através do seu impacto de radicais livres nas células beta do pâncreas.	HASSAN; GHONEIM (2013)
Extratos de frutos de <i>Physalis pubescens</i>	Esteroides demonstraram efeitos inibidores do crescimento contra quatro linhas celulares de carcinoma de células renais humanas (RCC).	CHEN et al., (2016)
Extratos de frutos e do cálice de <i>Physalis pubescens</i> liofilizado	Os extratos demonstraram respostas biológicas positivas sobre a linha celular de hepatoma Malhavu, acompanhado da produção e redução de radicais livres, e efeito contra o desenvolvimento de ingredientes anti-hepatoma.	WANG et al., (2016)
Extrato de <i>Physalis pubescens</i>	O extrato de <i>Physalis pubescens</i> apresentou atividade antitumoral em células HeLa.	ZENG et al.,(2017)

## 5. Considerações finais

- As propriedades físico químicas, nutricionais e biológicas dos frutos de *Physalis pubescens* foram descritos neste trabalho.
- Os frutos da *Physalis* apresentam características de frutos exóticos com sabor doce ligeiramente ácido, além disso, apresentam compostos com propriedades antioxidantes, tais como: vitaminas, minerais, carotenoides, polifenóis e esteroides, que conferem propriedades funcionais e biológicas a planta.
- As informações descritas, nesta revisão, mostram a importância da caracterização e identificação dos compostos presentes na *Physalis pubescens* possibilitando maiores estudos sobre o modo de ação destas substâncias na promoção de saúde, no uso tecnológico e industrial.

## 6. Referencias bibliográficas

ALAMINO, Douglas Alvarez. **Características agronômicas de fisalis (*Physalis pubescens* L.) produzida por diferentes métodos e substratos e aspectos anatômicos e fitoquímicos**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BAJPAI, Vivek K. et al. Phytochemical analysis, antioxidant and antilipid peroxidation effects of a medicinal plant, *Adhatoda vasica*. **Frontiers in Life Science**, v. 8, n. 3, p. 305-312, 2015.

BELHADJ, Feten et al. Bioactive compounds contents, antioxidant and antimicrobial activities during ripening of *Prunus persica* L. varieties from the North West of Tunisia. **Food chemistry**, v. 204, p. 29-36, 2016.

CARRATU, Brunella; SANZINI, Elisabetta. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. **ANNALI-ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA**, v. 41, n. 1, p. 7, 2005.

CARVALHO, Lúcia d'Ávila Freire de; BOVINI, Massimo G. Solanaceae of the rio das pedras reserve, mangaratiba, rio de janeiro-brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 75-98, 2006.

CASTRO, Daniele Pereira de et al. **Fatores que interferem no desenvolvimento de tripanossomatídeos em *Rhodnius prolixus*: I-Efeito de fisalinas sobre o sistema imune; II-Serratia marcescens isolada da microbiota intestinal**. 2009. Tese de Doutorado.

CEDEÑO, María Mercedes; MONTENEGRO, Diana M. Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de estados unidos para frutexpo SCI Ltda. **Monografía de conclusão de curso-Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá**, 2004.

CETIN-KARACA, Hayriye; NEWMAN, Melissa C. Antimicrobial efficacy of plant phenolic compounds against Salmonella and Escherichia Coli. **Food Bioscience**, v. 11, p. 8-16, 2015.

CHEN, CHIU-MING et al. Withangulatin A, a new withanolide from *Physalis angulata*. **Heterocycles**, v. 31, n. 7, p. 1371-1375, 1990.

CHEN, Li-Xia et al. New withanolides with TRAIL-sensitizing effect from *Physalis pubescens* L. **RSC advances**, v. 6, n. 58, p. 52925-52936, 2016.

CHIANG, Hsueh-Ching; JAW, S. M.; CHEN, P. M. Inhibitory effects of physalin B and physalin F on various human leukemia cells in vitro. **Anticancer research**, v. 12, n. 4, p. 1155-1162, 1992.

DA COSTA CHAVES, Anderson; SCHUCH, Márcia Wulff; ERIG, Alan Cristiano. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Ciênc. agrotec.**, v. 29, n. 6, 2005.

DA SILVA, Daniel Fernandes et al. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. **Ceres**, v. 60, n. 6, 2015.

DAMU, Amooru G. et al. Isolation, structures, and structure– cytotoxic activity relationships of withanolides and physalins from *Physalis angulata*. **Journal of Natural Products**, v. 70, n. 7, p. 1146-1152, 2007.

DENG, Ke-jun et al. Antioxidant Components from Cape Gooseberry. **Journal of food processing and preservation**, v. 40, n. 5, p. 893-898, 2016.

<sup>2</sup> EL SHEIKHA, Aly F. et al. Main composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruit juice from Egypt. **Fruits**, v. 65, n. 4, p. 255-265, 2010.

<sup>1</sup> EL SHEIKHA, Aly F. et al. Biochemical and sensory quality of *physalis* (*Physalis pubescens* L.) juice. **Journal of food processing and preservation**, v. 34, n. 3, p. 541-555, 2010.

EL SHEIKHA, A. F. et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruits. **Food**, v. 2, n. 2, p. 124-130, 2008.

ERKAYA, Tuba; DAĞDEMİR, Elif; ŞENGÜL, Mustafa. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 331-335, 2012.

ESCOBAR, Bruna Machado et al. ANÁLISE FITOQUÍMICA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DAS FOLHAS E FRUTOS DE *PHYSALIS PUBESCENS*. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 2017.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E. Substratos hortícolas. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 10, p. 32-34, 2001.

FREITAS, T. A., et al. Cultivation of *Physalis angulata* L. and *Anadenanthera colubrina* [(Vell.) Brenan] species of the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n. esp., p. 201-204, 2006.

FRIES, Ana María; TAPIA, Mario E. **Guía de campo de los cultivos andinos**. FAO, ANPE-PERÚ, 2007.

FUMAGALI, Elisângela et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.

GALLEN, C. et al. A case report of anaphylaxis to *Physalis alkekengi* fruit: The culprit is in the seeds!. **Revue Française d'Allergologie**, 2018.

GE, Yu et al. Polysaccharides from fruit calyx of *Physalis alkekengi* var. *francheti*: Isolation, purification, structural features and antioxidant activities. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, n. 2, p. 188-193, 2009.

GHIMIRE, B. K. et al. Evaluation of phenolic compounds and antimicrobial activities in transgenic *Codonopsis lanceolata* plants via overexpression of the  $\gamma$ -tocopherol methyltransferase ( $\gamma$ -tmt) gene. **South African Journal of Botany**, v. 109, p. 25-33, 2017.

GLOTTER, E. Withanolides and related ergostane-type steroids. **Natural product reports**, v. 8, n. 4, p. 415-440, 1991.

GONZÁLEZ-MENDOZA, Daniel et al. Evaluation of total phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity in purple tomatillo (*Physalis ixocarpa*) genotypes. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 32, p. 5173-5176, 2010.

GUIMARAES, Elisalva T. et al. Activity of physalins purified from *Physalis angulata* in in vitro and in vivo models of cutaneous leishmaniasis. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 64, n. 1, p. 84-87, 2009.

GUIMARÃES, Elisalva T. et al. Effects of seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., Solanaceae, on the viability of *Leishmania* sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 6, p. 945-949, 2010.

HARBORNE, Jeffrey B.; WILLIAMS, Christine A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000

HASSAN, Amal I.; GHONEIM, Mona AM. A possible inhibitory effect of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) on diabetes in male rats. **World Appl Sci J**, v. 21, n. 5, p. 681-688, 2013.

HUNZIKER, A.T. 2001. Genera Solanacearum. **Rugell: A.R.G.** Gantner Verlag. 500 p.

INPN- Inventaire National du Patrimoine Naturel. *Physalis angulata* L. Disponível em: [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/113322](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/113322). Acessado em 05 out. 2018.

JANUÁRIO, A. H. et al. Antimycobacterial physalins from *Physalis angulata* L.(Solanaceae). **Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives**, v. 16, n. 5, p. 445-448, 2002.

KAWAI, Masao et al. The structure of physalin T from *Physalis alkekengi* var. *francheti*. **Journal of Asian natural products research**, v. 3, n. 3, p. 199-205, 2001.

KINUPP, Valdely Ferreira; DE BARROS, Ingrid Bergman Inchausti. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 63-65, 2007.

KISSMANN, Kurt Gottfried; GROTH, Doris. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1991.

KOMES, Draženka et al. Phenolic composition and antioxidant properties of some traditionally used medicinal plants affected by the extraction time and hydrolysis. **Phytochemical analysis**, v. 22, n. 2, p. 172-180, 2011.

LIMA, Cláudia Simone Madruga et al. Características físico-químicas de *physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução Chemical characteristics of cape-gooseberry fruits in different sepal colors and training systems. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1061-1068, 2009.

LORENZI, Harri; MATOS, Francisco J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil**, 2ª edição. Instituto Plantarum, Editora Nova Odessa, SP, 2008.

MACIEL, AL de R.; SILVA, AB da; PASQUAL, MOACIR. Aclimação de plantas de violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl) obtidas in vitro: efeitos do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 9-12, 2000.

MAMEDOV, M.I .; ANGALYCHEV, M. R .; JOS, E. A. Morphobiological features and biochemical composition of *Physalis* fluffy berries (*Physalis pubescens* L.) in a temperate climate. **Vegetables of Russia**, n. 2, p. 76-80, 2017.

MATSUURA, T. et al. Structures of physalin A and physalin B, 13, 14-seco-16, 24-cyclo-steroids from *Physalis alkekengi* var. *Francheti*. **Journal of the Chemical Society C: Organic**, n. 5, p. 664-670, 1970.

MARTINS, Raquel Costa. **Nanotecnologia no diagnóstico e tratamento do cancro oral**. 2017. Tese de Doutorado.

MEDINA-MEDRANO, José Roberto et al. Phenolic constituents and antioxidant properties of five wild species of *Physalis* (Solanaceae). **Botanical studies**, v. 56, n. 1, p. 24, 2015.

MIRANDA-VIZUETE, Antonio; VEAL, Elizabeth A. *Caenorhabditis elegans* as a model for understanding ROS function in physiology and disease. **Redox biology**, v. 11, p. 708-714, 2017.

MONTASERTI, Azadeh et al. Anti-fertility effects of *Physalis alkekengi* alcoholic extract in female rat. **International Journal of Reproductive BioMedicine**, v. 5, n. 1, p. 13-16, 2007.

MOURA, Pedro Henrique Abreu et al. Plastic covering, planting density, and pruning in the production of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in subtropical region. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 367-374, 2016.

MUNIZ, Janaína et al. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Cultivo de *Physalis peruviana* L.: uma nova alternativa para pequenos produtores. **Jornal da Fruta, Lages, Ano XVIII**, n. 228, p. 22, 2010.

NASCIMENTO, Marcos Vinicius Lebrege et al. *Physalis angulata* estimula proliferação de células-tronco neurais do giro dentado hipocampal de camundongos adultos. 2013.

NOVOA, Rafael H. et al. Fruit maturity and calyx drying influence post-harvest behavior of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) stored at 12 °C. **Agronomía Colombiana**, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.

PATEL, T. et al. Study on the antibacterial potential of *Physalis minima* Linn. **Indian journal of pharmaceutical sciences**, v. 73, n. 1, p. 111, 2011.

PIETRO, R. C. L. R. et al. In vitro antimycobacterial activities of *Physalis angulata* L. **Phytomedicine**, v. 7, n. 4, p. 335-338, 2000.

PEREIRA, B. Frutas frescas: frutas finas. In: Frutas e Derivados. **IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas**. 5 ed. mar. 2007. 48p.

PUENTE, Luis A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1733-1740, 2011.

QIU, Li et al. Steroids and flavonoids from *Physalis alkekengi* var. *franchetii* and their inhibitory effects on nitric oxide production. **Journal of natural products**, v. 71, n. 4, p. 642-646, 2008.

RAY, Anil B.; GUPTA, Mohini. Withasteroids, a growing group of naturally occurring steroidal lactones. In: **Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe/Progress in the Chemistry of Organic Natural Products**. Springer, Vienna, 1994. p. 1-106.

RIBEIRO, I. M. et al. Physalis angulata L. antineoplastic activity, in vitro, evaluation from its stems and fruit capsules. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, p. 21-23, 2002.

RODRIGUES, Eliseu et al. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit Physalis peruviana L. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 642-645, 2009.

RODRIGUES, P. **Hortaliça pouco conhecida será alternativa de cultivo para o Cerrado**. Portal Embrapa Hortaliças. Notícia publicada 23 fev. 2016; Brasília, DF. Disponível em: [https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/\\_/noticia/10037366/hortalica-pouco-conhecida-sera-alternativa-de-cultivo-para-o-cerrado](https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/_/noticia/10037366/hortalica-pouco-conhecida-sera-alternativa-de-cultivo-para-o-cerrado)

RUFATO, A. de R. et al. A cultura da physalis. **Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2013.

RUFATO, A. De R. Sistemas de condução, poda, pragas e doenças da cultura da physalis. **MINI-CURSO DE PEQUENOS FRUTOS, SEMINARIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO**, v. 9, 2010.

RUFATO, L. et al. Aspectos técnicos da cultura da Physalis. **Lages: CAV/Udesc**, p. 457-463, 2008.

RUTZ, Josiane Kuhn et al. Geleia de Physalis peruviana L.: Caracterização bioativa, antioxidante e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 369-375, 2012.

SANTOS, J. A. A., et al. Molluscicidal activity of Physalis angulata L. extracts and fractions on Biomphalaria tenagophila (d'Orbigny, 1835) under laboratory conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 3, p. 425-428, 2003.

SARANGI, D. et al. Physico-chemical changes during growth of Physalis spp. **Progress. Hortic**, v. 21, p. 225-228, 1989.

SILVA, Lenir Maristela; ALQUINI, Yedo; CAVALLET, Valdo José. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SILVA, Polyana Barbosa da et al. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Physalis* sp. 2013.

SILVA, D. F.; STRASSBURG, R. C.; VILLA, F. Morfoanatomia do caule de espécies do gênero *Physalis*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 1, p. 38-45, 2015.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2001.

SINGH, D. B. et al. Introduction, Characterisation and Evaluation of Husk Tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) Genotypes under Temperate Climate. **Indian Journal of Plant Genetic Resources**, v. 26, n. 3, p. 226-230, 2013.

SOARES, E. L. C., VENDRUSCOLO, G. S., VIGNOLI-SILVA, M., THODE, V. A., SILVA, J. G., MENTZ, L. A. O gênero *physalis* L. (*Solanaceae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. **PESQUISAS, BOTÂNICA** Nº 60:323-340 São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, 2009.

SOARES, M.B.P. et al. Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. **European Journal of Pharmacology**. v. 459, p. 107-112, 2003.

SOARES, M.B.P. et al. Physalins B, F and G, seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., inhibit lymphocyte function and allogeneic transplant rejection. **Int Immunopharmacol**. v. 6, p. 408-414, 2006.

STANDLEY, Paul Carpenter et al. Flora of Guatemala. **Flora of Guatemala**., 1946.

STEYERMARK, Julian A. Flora of Guatemala. **Ecology**, v. 31, n. 3, p. 368-372, 1950.

TOMASSINI, Therezinha CB et al. Genus *Physalis*-a revision of withasteroids. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 47-57, 2000.

USDA, NRCS. The plants database. National plant data team, Greensboro, NC 27401-4901 USA. 2012.

WANG, Ping et al. Effect on the immunological competence of *Physalis pubescens* L. in mice. **Food and agricultural immunology**, v. 20, n. 2, p. 165-172, 2009.

WANG, Jing-Jing et al. Opposite Effects of Two-Derived Antioxidants from *Physalis pubescens* L. on Hepatocellular Carcinoma Cell Line Malhavu. **Current pharmaceutical biotechnology**, v. 17, n. 13, p. 1117-1125, 2016.

WEN, Xin et al. Carotenoids and carotenoid esters of red and yellow *Physalis* (*Physalis alkekengi* L. and *P. pubescens* L.) fruits and calyces. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 65, n. 30, p. 6140-6151, 2017.

ZENG, Wenjie et al. Anticancer effect of PP31J isolated from *Physalis pubescens* L. in human cervical carcinoma cells. **American journal of translational research**, v. 9, n. 5, p. 2466, 2017.

ZHANG, Wen-Na; TONG, Wang-Yu. Chemical constituents and biological activities of plants from the genus *Physalis*. **Chemistry & biodiversity**, v. 13, n. 1, p. 48-65, 2016.

#### 4. Capítulo 2 – Caracterização proximal e bioativa de frutos de *Physalis pubescens* Linnaeus

ZIMMER<sup>1</sup>, T.B.R.; OTERO<sup>1</sup>, D.M.; ZAMBIAZI<sup>2</sup>, R.C.

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPel, Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone:

(53) 32757258 – E-mail: [zimmertailise@gmail.com](mailto:zimmertailise@gmail.com);

[deborah.m.otero@gmail.com](mailto:deborah.m.otero@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – UFPel, Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone:

(53) 32757354 – E-mail: [zambiasi@gmail.com](mailto:zambiasi@gmail.com)

#### Resumo

*Physalis pubescens* L, é uma planta que produz frutos exóticos, os quais não são consumidos nem comercializados com frequência no Brasil, e por isso é caracterizada como planta alimentícia não convencional (PANC). Por sua vez, estes frutos possuem grande potencial nutricional ainda pouco explorado. O objetivo deste estudo foi realizar a caracterização físico química e de compostos bioativos dos frutos de *Physalis pubescens* L. obtidos de cultura espontânea da região sul do Rio grande do Sul, e para isso, foram realizadas as análises de pH; sólidos solúveis, acidez titulável total e vitamina C, da composição proximal (umidade, cinzas, fibra bruta, proteína bruta, lipídeos, carboidratos e valor calórico total); de compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e ácidos fenólicos) e da atividade antioxidante (ABTS, DPPH e FRAP), da polpa e da semente dos frutos liofilizados. Pelos resultados foi observado que o fruto tem características ácidas e baixo valor calórico (69,36 kcal/g), além de conter elevado teor de carotenoides (171,36 µg β-caroteno.g<sup>-1</sup>), de compostos fenólicos (142,83 mg.EAG.100g<sup>-1</sup>) e de flavonoides (136,21 µg EQ.g<sup>-1</sup>). Foi observada alta atividade antioxidante por FRAP (738,16 µM sulfato ferroso/g) na polpa e por DPPH (280,77 µM de trolox.g<sup>-1</sup>) na semente. Com base nos resultados, os frutos de *Physalis pubescens* possuem propriedades funcionais podendo ser inserido na alimentação convencional, assim como se torna alternativa promissora tanto para produtores como para indústria alimentícia.

**Palavras - chave:** PANC, atividade antioxidante, compostos fenólicos, carotenoides.

## Abstract

*Physalis pubescens* L, is a plant that produces exotic fruits, which are neither consumed nor commercialized frequently in Brazil, and therefore it is characterized as unconventional food plant (UFP). In turn, these fruits have great potential nutritional still little explored. The objective of this study was to perform the physical and chemical characterization of bioactive compounds of fruits of *Physalis pubescens* L. obtained from spontaneous culture of the southern region of Rio Grande do Sul. soluble solids, total titratable acidity and vitamin C, of the proximal composition (moisture, ash, crude fiber, crude protein, lipids, carbohydrates and total caloric value); of bioactive compounds (carotenoids, phenolic compounds, flavonoids and phenolic acids) and antioxidant activity (ABTS, DPPH and FRAP), pulp and seed of the lyophilized fruits. The results showed that the fruit has acidic characteristics and low caloric value (69,36 kcal / g), and contains a high content of carotenoids (171,36  $\mu\text{g } \beta\text{-carotene.g}^{-1}$ ), phenolic compounds (142,83 mg.EAG.100g<sup>-1</sup>) and flavonoids (136,21  $\mu\text{gEQ.g}^{-1}$ ). High antioxidant activity was observed by FRAP (738,16  $\mu\text{M}$  ferrous sulphate / g) in the pulp and by DPPH (280,77  $\mu\text{M}$  trolox.g<sup>-1</sup>) in the seed. Based on the results, the fruits of *Physalis pubescens* are nutritious and can be inserted into the conventional diet, as well as becoming a promising alternative for both producers and the food industry.

**Key words:** UFP, antioxidant activity, phenolic compounds, carotenoids.

## 1. Introdução

A *Physalis pubescens* L. é uma frutífera encontra em regiões subtropicais e que produz bagas de coloração que variam do verde ao amarelo, as quais possuem numerosas sementes. O principal benefício associado à *Physalis* está na sua composição nutricional e na presença de componentes bioativos com alta atividade antioxidante (VALDENEGRO et al., 2012).

O fruto é uma importante fonte de vitaminas, minerais, carotenoides e de compostos fenólicos (SALAZAR et al., 2008). O consumo do fruto está vinculado à cultura da promoção da saúde, principalmente devido ao seu potencial antioxidante que pode contribuir para eliminação dos radicais livres presentes no organismo (KHARCHOUFI et al., 2018).

As características físicas e químicas dos frutos permitem avaliar o grau de maturação, determinar o ponto de colheita, definir formas de manuseio pós-colheita, do acondicionamento apropriado, do armazenamento e do processamento para obtenção de seus derivados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Estudos utilizando frutos não convencionais, com é o caso da *Physalis*, têm se tornado cada vez mais atraente devido à busca contínua por compostos bioativos de origem natural (FERNANDES et al., 2018). Além disso, a fruticultura nacional tem grande potencial de expansão, pois há inúmeros frutos nativos e exóticas pouco explorados economicamente. Possui aparência, formato e sabor diferenciado, seus frutos não convencionais vêm sendo alvo de pesquisas para maior conhecimento do seu potencial nutricional e farmacêutico.

Através da caracterização de frutos nativos é possível promover a sua comercialização e a introdução na alimentação da população, tanto pelo consumo *in natura* quanto pela utilização na elaboração de sorvetes, doces, licores e geleias, sendo, portanto uma opção para a agricultura familiar, o que pode auxiliar na promoção do desenvolvimento sustentável das pequenas regiões brasileiras (DE ALMEIDA SIQUEIRA et al., 2013). No entanto, mesmo com a crescente valorização e o emprego de produtos regionais, as informações acerca do potencial nutricional dos frutos de *Physalis pubescens* L são ainda limitadas, sugerindo assim, a necessidade de investimentos científicos nessa área (SOUZA et al., 2012). Em função disso, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico química e de compostos bioativos da polpa e semente de frutos de *Physalis pubescens* L. obtidos de cultura espontânea da região sul do Rio grande do Sul.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Coleta e preparo das amostras**

Os frutos de *Physalis pubescens* foram adquiridos no interior do município de Cerrito, localizado na latitude 31°51'23" Sul e longitude 52°48'46", no Oeste na região sul do Rio Grande do Sul, oriundos de plantio espontâneo e colhidos em estágio de maturação (cor do cálice amarelo- palha) no período de janeiro a junho de 2017. Devido a fragilidade e numerosa quantidade de sementes presente nos frutos, foi necessário avaliar os parâmetros polpa(P) e sementes(S) separadamente para as análises de compostos bioativos e atividade antioxidantes.

Logo após a obtenção dos frutos, os mesmos foram lavados com água filtrada e armazenados, uma parte em refrigeração (4°C) para as análises físico químicas e proximais, outra em ultrafreezer (- 80°C) para posterior liofilização em liofilizador (marca:TELABE; modelo: J.D.F. LF.10/BFC) . Após o processo de liofilização, o produto foi macerado para a obtenção de um pó e através de uma peneira de 32 mesh (marca:BERTEL; modelo:500 mm/μ - Brasil); foi separado a polpa da semente do fruto, para realização das análises de compostos bioativos e a capacidade antioxidante.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Cromatografia de Alimentos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) localizado na FAEM (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão.

## **2.2. Determinação físico química e da composição proximal**

Para as análises físico químicas e proximal, foram utilizando frutos armazenados em refrigeração a 4°C, e os resultados foram expressos % em base úmida (b.u).

### **2.2.1. Sólidos solúveis (°Brix)**

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada utilizando um refratômetro digital (marca: PALETTE ATAGO; modelo: A52444). Os resultados foram expressos em °Brix, segundo o método 010/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

### **2.2.2. pH**

O pH foi determinado segundo a metodologia descrita por Zambiazzi (2010), utilizando pHmetro de bancada (marca: HANNA; modelo: HI 2221).

### **2.2.3. Acidez Titulável Total**

A acidez titulável total foi determinada segundo a metodologia descrita pela AOAC (2012), a través da titulação da amostra diluída em água com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N. Os resultados foram expressos em %, conforme a equação 1.

### **Equação 1.**

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{(V \times 0,1 \text{ N} \times f \times 100)}{p}$$

Sendo:

V: volume da solução de NaOH gasto na titulação;

f: fator de correção da solução de NaOH 0,1 N;

p: peso da amostra em gramas.

#### **2.2.4. Umidade**

A umidade foi determinada no fruto segundo a metodologia descrita da AOAC (1995) onde uma quantidade definida de amostra foi colocada em cadinho previamente seco e tarado, e após levados à estufa a 105°C até peso constante. Os resultados foram expressos em % de umidade.

#### **2.2.5. Cinzas**

O teor de cinzas foi determinado em mufla, segundo metodologia da AOAC (2012). Para isto foi colocado a amostra em cadinho de porcelana, previamente incinerado, esfriado e tarado. Após a amostra foi incinerada à 550°C. A quantidade de cinzas foi calculada pela diferença de peso entre a quantidade de amostra seca (inicial) e o conteúdo de amostra incinerada (final). Os resultados foram expressos em %(b.s).

#### **2.2.6. Fibra bruta**

A fibra bruta foi obtida através da digestão ácida e alcalina da amostra seca e desengordurada, seguindo a metodologia descrita pela AOAC (2012). A quantidade de fibra foi calculada pela diferença entre peso do cadinho inicial e o peso final (após a queima do resíduo em mufla a 500°C), e os resultados foram expressos em % (b.s).

#### **2.2.7. Proteína bruta**

A determinação do teor de proteína total foi realizada através do método de Micro-Kjeldhal, segundo metodologia descrita pela AOAC (2012), expressando os resultados em %, conforme a equação 2.

## **Equação 2.**

$$\text{Proteínas (\%)} = \frac{100 \times 0,014 \times 5,75 \times (v_a - v_b) \times f \times N}{p}$$

Sendo:

p: peso da amostra g;

va : volume de ácido clorídrico 0,1 N gasto na titulação;

vb: volume de ácido clorídrico 0,1N gasto na prova em branco;

f: fator de correção da solução de ácido clorídrico

N: normalidade do ácido clorídrico

### **2.2.8. Lipídios**

A determinação de lipídios seguiu a metodologia de Bligh- Dyer (1959). Utilizou-se na extração uma mistura de clorofórmio: metanol na proporção de 2:1 (v/v), sulfato de sódio anidro a 1,5% e água destilada. Os resultados foram expressos em %.

### **2.2.9. Carboidratos**

O conteúdo do total de carboidratos foi determinado segundo RDC n.360 (BRASIL, 2003). Os resultados foram expressos em %, conforme a equação 3.

## **Equação 3.**

$$\text{Carboidrato (\%)} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ gordura} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibras})$$

### **2.2.10. Valor calórico total**

Segundo a RDC 360/2003, o valor calórico total foi calculado através do somatório das calorias geradas no metabolismo dos nutrientes, conforme a equação (4). Os resultados foram expressos Kcal/g.

## **Equação 4.**

Valor calórico (kcal/g)= [ (Carboidratos x 4 kcal/g) + (Proteínas x 4 kcal/g) + (Gorduras x 9 kcal/g) ]

### **2.3. Composição Bioativa**

A determinação dos compostos bioativos foi realizada com a amostra liofilizada, utilizando-se de duas variáveis independentes, polpa e semente do fruto. Os resultados foram expressos em base seca (b.s).

#### **2.3.1. Carotenoides**

A determinação do teor total de carotenoides das amostras foi realizada através do método espectrofotométrico descrito por Rodriguez-Amaya et al. (2001). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (marca: modelo: JENWAY 6705), utilizando comprimento de onda de 450 nm, expressando os resultados em  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ - caroteno. $\text{g}^{-1}$  de amostra liofilizada (equação 5).

#### **Equação 5.**

$$\text{Teor de carotenoides } (\mu\text{g } \beta\text{-caroteno. g}^{-1}) = \frac{A \times V \times 10^6}{2.500 \times 100 \times P}$$

Sendo:

A: absorvância no comprimento de onda de 450 nm;

V: volume do extrato em mL;

P: peso da amostra em g.

#### **2.3.2. Compostos fenólicos**

Inicialmente foi realizado a obtenção de um extrato com o uso de uma solução hidroalcolica na proporção 1:20 (amostra: etanol 80%). Após os extratos foram armazenado a 4 °C por 24h, e depois foram centrifugados a 2800 gx por 20 minutos. O sobrenadante foi removido, coletado em frasco âmbar e após armazenados sob congelamento até o momento da realização das análises (REPO DE CARRASCO e ENCINA ZELADA, 2008).

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada segundo Singleton e Rossi (1965), através da reação colorimétrica utilizando a solução reativa de Folin Ciocalteu, com correspondente leitura da mistura em espectrofotômetro (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis), no comprimento de onda de 725 nm. Foi utilizada a equação da reta expressa por  $y = 0,5006 x + 0,0325$  e  $r^2 = 0,9992$ , utilizando o ácido gálico como padrão (0,4 a 2,0 mg.L<sup>-1</sup>), conforme apêndice 1.. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico por 100g de amostra (mg EAG.100g<sup>-1</sup> b.s.).

### **2.3.3. Flavonoides**

O teor de flavonoides foi obtido segundo o método proposto pela Pharmacopoeia (2010), com poucas modificações. Foi realizado a reação de 1 mL de extrato hidroalcolico (obtido no item 2.3.2) com 100µL de solução de nitrito de sódio 5%, sob agitação, pelo tempo de 6 minutos, e em seguida foi adicionado 100µL da solução de cloreto de alumínio 10% sob agitação, e novamente mantido em repouso por mais 5 minutos. Depois de transcorrido esse tempo, foi adicionado 1mL da solução de hidróxido de sódio 1M e 2mL solução etanólica 80%. A leitura da absorvância foi realizada utilizando espectrofotômetro UV-VIS (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis), no comprimento de onda de 415nm. Para a quantificação foi obtida uma equação de reta expressa por  $y = 0,0023x + 0,013$  e  $r^2 = 0,9999$ , utilizando a quercetina como padrão (0 a 0,15 mg.L<sup>-1</sup>), conforme apêndice 2. Os resultados foram expressos em µg equivalente de quercetina por grama de amostra em base seca (µg EQ.g<sup>-1</sup>).

### **2.3.4. Ácidos fenólicos**

O teor de ácidos fenólicos foi obtido segundo Mazza et al., (1999), com poucas modificações. Foram utilizados alíquotas de 250µL do extrato hidroalcolico (obtido no item 2.3.2) acrescidas de 250µL da solução etanol acidificado (0,1% de ácido clorídrico em etanol a 95%) e 4,55mL de solução de ácido clorídrico a 2%. A leitura da absorvância foi realizada a 320nm em espectrofotômetro UV-VIS (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis). A quantificação foi realizada através da reta  $y = 0,0133x + 0,0272$  e  $r^2 = 0,9976$ , utilizando o ácido cafeico como padrão (0 a 200 mg.L<sup>-1</sup>), conforme apêndice 3.

Os resultados foram expressos em µg equivalente de ácido cafeíco por grama de amostra em base seca (mg EAC.100g<sup>-1</sup>).

### 2.3.5. Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado através do método titulométrico de Lorenz-Steves, descrito por Zambiasi (2010). A determinação é baseada na ação redutora do ácido ascórbico pelo uso de solução padrão de iodo 0,01N, usando na titulação tiosulfato de sódio 0,01N e solução de amido 0,5% como indicador. Os resultados foram expressos em mg de ácido L-ascórbico por 100g de amostra (b.s), conforme equação 6.

#### Equação 6.

$$\text{Vitamina C (mg.100g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{(Y x 0,88 mg)}}{\text{p}}$$

Sendo:

Y: (volume total da solução de iodo x fator da solução) – (volume da solução de tiosulfato x fator da solução);

p: peso da amostra em gramas;

1 mL de solução de iodo 0,01N = 0,88mg de ácido ascórbico.

### 2.3.6. Determinação da atividade antioxidante

Foram utilizadas três diferentes metodologias visando observar qual apresenta melhor afinidade com a matriz estudada. Para todas as metodologias, foi utilizado o extrato hidroalcolico obtido no item 2.3.2.

#### 2.3.6.1. Atividade antioxidante por ABTS

A atividade antioxidante através da captura do radical livre 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS<sup>•+</sup>), foi determinada de acordo com o método descrito por Rufino et al. (2007). As leituras da absorvância foram realizadas em espectrofotômetro a 735 nm (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis), após seis minutos de reação. Os resultados foram calculados através da equação de reta expressa por  $y = -0,0003 x + 0,7033$  (µM de trolox)

e  $r^2 = 0,9992$ , conforme apêndice 4 e expressos em  $\mu\text{M trolox.g}^{-1}$  de amostra em base seca.

### **2.3.6.2. Atividade antioxidante por DPPH**

A atividade antioxidante através da captura do radical DPPH<sup>\*</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazila), foi determinada pelo método adaptado de Brand-Williams et al. (1995). A leitura da absorvância foi realizada no comprimento de onda de 515 nm em espectrofotômetro (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis). Os resultados foram calculados através da equação de reta expressa por  $y = -0,0002x + 0,6377$  e  $r^2 = 0,9996$ , conforme apêndice 5 e expressos em  $\mu\text{M trolox.g}^{-1}$  de amostra em base seca.

### **2.3.6.3. Atividade antioxidante por FRAP**

A atividade antioxidante foi determinada através do poder antioxidante de redução do ferro, seguindo a metodologia de Pulido et al. (2000). A leitura da absorvância foi realizada no comprimento de onda de 595 nm em espectrofotômetro (marca: JENWAY; modelo: 6700 UV-Vis). Os resultados foram calculados através da equação de reta expressa por  $y = 0,0009x + 0,1948$  ( $\mu\text{M}$  sulfato ferroso) e  $r^2 = 0,9955$ , conforme apêndice 6 e expressos em  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso por grama de amostra em base seca.

## **3. Análise estatística**

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados por meio de análise estatística descritiva dos dados utilizando a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **4. Resultados e discussões**

Os resultados da composição proximal e físico químicas dos frutos de *Physalis pubescens* .L encontram-se na Tabela 1.

O fruto apresentou pH de 3,76 demonstrando ser um fruto ácido. Este valor foi próximo ao fruto do mesmo gênero, descritos por El Sheikha et al., (2010), pH de 3,34; por Curi et al. (2018), pH de 3,8; e por El Sheikha. et al.

(2008), pH de 3,74. Valores superiores foram relatados por Mamedov et al. (2017), de 4,72. Segundo El Sheikha e colaboradores (2008), o baixo valor do pH indica acentuada acidez da fruta, a qual pode estar vinculada a presença de ácidos orgânicos de forma livre.

Tabela 1. Resultados da composição físico químicas dos frutos de *Physalis pubescens* L.

<b>Parâmetros Avaliados</b>	<b>Conteúdo Médio ± DP*</b>
pH	3,76 ± 0,02
Sólidos solúveis (°Brix)	7,30 ± 0,06
Acidez total titulável (%)	4,80 ± 0,07
Relação SS/AT (%)	1,5 ± 0,01
Umidade (%)	79,35 ± 1,10
Cinzas (%)	2,18 ± 0,20
Fibra bruta (%)	3,58 ± 0,30
Proteína (%)	2,08 ± 0,14
Lipídeos (%)	1,96 ± 0,16
Carboidratos (%)	10,85
Valor calórico total (kcal/g)	69,36

\* Valores médios obtidos a partir da análise de 3 repetições; DP= desvio padrão.

O teor de sólidos solúveis das amostras foi de 7,30°Brix, sendo similares ao descrito por Silva et al. (2013), de 6,52 °Brix; por Curi et al. (2018), de 8,33°Brix; e inferior ao encontrado por Mamedov et al. (2017), de 9,65°Brix; ambos em frutos de *Physalis pubescens*.

A acidez total titulável dos frutos de *Physalis* foi de 4,80%, e a relação SS/AT foi de 1,5%. Observou-se que o alto teor de acidez dos frutos foi correspondente ao baixo valor de pH. O teor de acidez foi superior ao registrado por Curi et al. (2018), de 1,59%; por Sheikha et al. (2008), de 1,43%; e por Silva et al.(2013), de 0,18 a 2,57%, todos em frutos de *Physalis pubescens* L. A relação entre a acidez total titulável e o teor de sólidos solúveis (SST/ATT) normalmente está relacionado com o estado de maturação e conservação de um fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O teor de umidade encontrado no fruto *in natura* de 79,35% condiz com o relatado por El Sheikha et al. (2008), de 81.34% em *Physalis pubescens*; e por Santos et al. (2017), de 80,74% em *Physalis peruviana* de 80,74%.

O conteúdo médio de cinzas, de 3,58%, foi inferior ao relatado por Sheikha et al. (2008), de 5,58% para o fruto e de 7,01% para o suco, ambos de *Physalis pubescens*; e superior ao relatados por Oliveira et al. (2011), de 0,65% em *Physalis angulata*; e por Yildiz et al. (2015), de 2,98% em *Physalis peruviana*.

Os frutos de *Physalis* apresentaram teor médio de 2,07% de proteína, condizente com o teor da maioria dos frutos nativos. Conteúdos variados de proteínas para *Physalis* são relatados por Oliveira et al. (2011), de 0,85%; por Yildiz et al. (2015), de 1,66%; e por Santos et al. (2017), de 5,37%.

O teor de fibras, 3,58%, foi inferior ao relatado por El Sheikha et al. (2008), de 5,8% em frutos de *Physalis pubescens* e por Ramadan (2011), de 4,9% para frutos de *Physalis peruviana*; e superior ao conteúdo em frutos de *Physalis angulata*, relatado por Oliveira et al. (2011), de apenas 0,84%.

O conteúdo médio de lipídeos nos frutos, de 1,96%, foi superior ao encontrado por El Sheikha et al. (2010), os quais descrevem conteúdos de 1% em *Physalis pubescens*; por Yildiz et al. (2015), de 0,18% em *Physalis peruviana*; por Santos et al. (2017), de 0,99% em de *Physalis peruviana*; e por Oliveira et al. (2011), de 0,59% em *Physalis angulata*.

O conteúdo de carboidratos encontrados no fruto foi de 10,85%. Este conteúdo também foi condizente ao relatado por Santos et al. (2017) de 10,92% em frutos de *Physalis peruviana*; e inferior ao relatado por Yildiz et al. (2015), de 13,86%, também em *Physalis peruviana*.

O teor de calórico registrado foi de 69,36 kcal.g<sup>-1</sup>, o que condiz com o teor de alguns frutos, tais como: abacaxi 62,16 kcal.g<sup>-1</sup> (Bortolatto, 2009); Cajuí 69,9 kcal.g<sup>-1</sup> (Rocha et al., 2013); Guabiroba 66,3 kcal.g<sup>-1</sup> (Vallilo et al., 2008).

As pequenas frutas, destacando a *Physalis* possuem uma gama de macro e micronutrientes, além de compostos bioativos que podem trazer benefícios à saúde humana, quando consumidas regularmente (VIZZOTTO, 2012). Os compostos bioativos são considerados micronutrientes, que normalmente ocorrem em pequenas quantidades nos alimentos que variam amplamente na estrutura e na sua função química.

Os resultados dos teores de carotenoide, compostos fenólicos, flavonoides, ácidos fenólicos e vitamina C dos frutos de *Physalis pubescens* L. estão na Tabela 2.

Tabela 2. Conteúdo de compostos bioativos da polpa e da semente de *Physalis pubescens* L.

Parâmetros avaliados	Conteúdo médio $\pm$ Desvio padrão	
	Polpa*	Semente*
Carotenoides ( $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno. g}^{-1}$ )	171,36 <sup>a</sup> $\pm$ 24,5	22,53 <sup>b</sup> $\pm$ 5,2
Compostos fenólicos (mg EAG.100g <sup>-1</sup> )	142,83 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	50,03 <sup>b</sup> $\pm$ 2,2
Flavonoides ( $\mu\text{g EQ. g}^{-1}$ )	136,21 <sup>a</sup> $\pm$ 2,0	43,48 <sup>b</sup> $\pm$ 1,6
Ácido fenólico (mg EAC.100g <sup>-1</sup> )	38,55 <sup>a</sup> $\pm$ 3,6	11,91 <sup>b</sup> $\pm$ 2,7
Vitamina C (mg de ác. L-ascórbico.100g <sup>-1</sup> )	6,06 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1	0,7 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1

As médias foram comparadas por ANOVA, usando o teste de Tukey ao nível de significância de 5 %; Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente;

\*Amostras em base seca.

Foi observada diferença significativa no conteúdo de compostos bioativos entre as variáveis polpa e semente, sendo que para todos os parâmetros analisados, a polpa apresentou os maiores valores.

De acordo com o estudo feito por Ramadan e Mörsel (2003), o fruto de *Physalis peruviana* apresenta 2% de óleo, sendo que 1,8% está presente na semente e os outros 0,2% na casca e polpa, indicando possível relação do conteúdo de compostos bioativos com o teor de óleo presente nas sementes.

O teor de carotenoides na polpa foi de 171,37  $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno. g}^{-1}$ . Wen e colaboradores (2017) relatam teores inferiores de carotenoides e ésteres de carotenoides em *Physalis pubescens*, que variaram de 12,8  $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno g}^{-1}$  a 13,8  $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno.g}^{-1}$  de frutos, salientando que o  $\beta\text{-caroteno}$  foi o carotenoide predominante, e que compreende de 36-40% do total de carotenoides presentes no fruto.

O  $\beta\text{-caroteno}$  foi o carotenoide predominante também relatado em outras espécies de *Physalis*, principalmente as de cor amarela (WEN et al., 2017). Silva et al.(2013) também relatam conteúdos inferiores, entre 77,62 a 142,45  $\mu\text{g.100g}^{-1}$  de carotenoides, em diferentes estádios de maturação dos frutos de

*Physalis pubescens*. Conteúdos superiores são relatados por El Sheikha et al. (2008), de 70,01  $\mu\text{g. mL}^{-1}$  em suco de *Physalis pubescens* L e de 69,55  $\mu\text{g.g}^{-1}$  em fruto fresco.

O conteúdo médio de compostos fenólicos na polpa de *Physalis pubescens* foi de 142,83 mg EAG.100g<sup>-1</sup>, valor superior ao relatado por Silva et al. (2016), de 112,37 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de fruto fresco de *Physalis pubescens* e por Curi et al. (2018), de 25,54 mg EAG.100g<sup>-1</sup> de *Physalis pubescens* Mamedov et al. (2017) relatam teores de 318 mg.EAG.100g<sup>-1</sup> em peso seco em *Physalis pubescens*. Segundo os autores, esta espécie é a mais rica em polifenóis, seguida da *Physalis peruviana*, onde o conteúdo de polifenóis é específico de cada espécie, sendo que, em clima temperado a fruta tende a acumular mais compostos fenólicos do que frutos cultivados em locais de clima subtropical.

O teor médio de flavonoides foi de 136,21  $\mu\text{g EQ.g}^{-1}$  e para ácidos fenólicos um conteúdo médio de 38,55  $\mu\text{g EAC. g}^{-1}$ . Os flavonoides abrangem um grupo de compostos fenólicos que contribuem na qualidade sensorial dos frutos, incluindo também a adstringência e amargor (VENDRAMINI e TRUGO, 2004; VASCO et al., 2008). Os ácidos fenólicos se caracterizam por apresentarem um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, conferindo propriedades antioxidantes em frutos e vegetais (SOARES, 2002).

Ao avaliar o conteúdo de flavonoides em *Physalis peruviana*, Santos, Flores e Malcher (2017) relatam o valor médio de 8,23mg.100g<sup>-1</sup> em b.u.; Antunes et al. (2016), de 0,032mg.g<sup>-1</sup> em b.u.; Correia et al. (2017), de 0,340 mg QE. 100g<sup>-1</sup> em b.u.. Hassanien (2011), relata valores bem superiores quando obteve extratos através da extração supercrítica com dióxido de carbono em *Physalis peruviana*, de 234 mg.g<sup>-1</sup> de fruto fresco.

O conteúdo de ácidos fenólicos no presente estudo foi de 38,55 mg EAC. 100g<sup>-1</sup>, sendo inferior ao relatado por Rockenbach et al., (2009), de 346,1 mg. 100g<sup>-1</sup> b.s. em *Physalis peruviana* L. Esta diferença pode ser justificada pela maior predominância dos ácidos salicílico e protocatequínico nos frutos de *Physalis peruviana* L.

Deng e colaboradores (2015) isolaram e identificaram 15 compostos fenólicos, entre eles: calceolariosídeo A; quercetina-3-O- $\beta$ -d-glucopiranosídeo;

o ácido cafeico e o 1-O-cafeoil- $\beta$ -d-glucopiranosídeo. Sendo relatando que os flavonóides e os derivados do ácido cafeico constituem-se nos principais compostos da *Physalis pubescens L* e os responsáveis por contribuir para os benefício da saúde.

O conteúdo de vitamina C encontrado no fruto do presente estudo foi de 6,03 mg de ác. L-ascórbico.100<sup>-1</sup>g (b.s), sendo muito similar ao encontrado por Mamedov et al. (2017), os quais avaliaram frutos de *Physalis pubescens L.*, relatando conteúdos de 9,9 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> de fruto (b.s.). Conteúdos inferiores foram relatados por El Sheikha et al. (2010), de 0,4g.100g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (b.s.) em *Physalis pubescens*. El Sheikha et al.,(2008) relatam valores de 39,7 mg. 100 g<sup>-1</sup> (b.u.); Silva et al. (2016), de 31,17mg de ácido ascórbico. 100g<sup>-1</sup> (b.u.); e Curi et al.,(2017), de 72,87 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> (b.u.), todos em *Physalis pubescens L.*

Puente et al. (2011) salientam que o ácido ascórbico consiste em uma vitamina hidrossolúvel, por isso está presente em grande quantidade em frutos com teor de água superior a 50%. Segundo Mamedov et al. (2017) o teor de ácido ascórbico nas variedades de *Physalis* oriundas de regiões de clima temperado é inferior dos frutos cultivados em climas quentes.

Os métodos utilizados para avaliação da atividade antioxidante propostos na literatura são diversos, porém alguns são mais apropriados que outros, dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta, ou seja, existem métodos mais adequados para frutos com alto teor de compostos hidrofílicos e métodos para frutos com alto teor de compostos lipofílicos. Cabe ressaltar, que devido aos diversos tipos de radicais e aos diferentes sítios de ação, dificilmente haverá um único método capaz de representar totalmente a atividade antioxidante de um fruto (SUCUPIRA et al., 2012).

Os dados da capacidade antioxidante medida por ABTS, DPPH e FRAP da polpa e semente da *Physalis pubescens* estão na Tabela 3.

Tabela 3. Capacidade antioxidante da polpa e da semente da *Physalis pubescens* L. avaliada por ABTS, DPPH e FRAP

Atividade Antioxidante	Conteúdo médio $\pm$ Desvio padrão	
	Polpa*	Semente*
ABTS ( $\mu\text{M trolox.g}^{-1}$ )	148,41 <sup>aB</sup> $\pm$ 21,60	108,59 <sup>bB</sup> $\pm$ 11,30
DPPH ( $\mu\text{M de trolox.g}^{-1}$ )	221,05 <sup>aB</sup> $\pm$ 17,56	280,77 <sup>aA</sup> $\pm$ 39,04
FRAP ( $\mu\text{M sulfato ferroso/g}$ )	738,16 <sup>aA</sup> $\pm$ 78,46	123,01 <sup>bB</sup> $\pm$ 8,43

As médias foram comparadas por ANOVA, usando o teste de Tukey ao nível de significância de 5 %. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e médias de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente. \*Amostras em base seca.

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre polpa (221,05  $\mu\text{M de trolox.g}^{-1}$ ) e semente (280,77  $\mu\text{M de trolox.g}^{-1}$ ) na capacidade antioxidante medida pelo método de DPPH. Este método se baseia na redução do radical (2,2-difenil-1-picrilidrazil), que é monitorado pelo decréscimo da absorvância durante a reação. O DPPH é um radical de nitrogênio orgânico, estável, de cor violeta, que possui absorção na faixa de 515-520 nm (PRADO, 2009). Este método tem sido muito utilizado para avaliar a capacidade antioxidante de frutos (LIMA, 2008).

Em relação às metodologias empregadas para determinar a atividade antioxidante na polpa de *Physalis pubescens* L., o método por FRAP foi o que apresentou os maiores resultados, de 738,16  $\mu\text{M sulfato ferroso/g}$ , quando comparado com os outros dois métodos ABTS (148,41  $\mu\text{M trolox.g}^{-1}$ ) e DPPH (221,05  $\mu\text{M de trolox.g}^{-1}$ ). No entanto, para a semente o maior valor foi observado quando a capacidade antioxidante foi medida por DPPH, não há relatos na literatura sobre a atividade antioxidante de sementes *Physalis*.

Segundo Lima et al. (2014), as sementes são co-produtos comuns do processamento de frutos que apresentam benefícios nutricionais como alto teor de carboidratos, proteínas, atividade antioxidante e ácidos graxos, indicando possível relação com o valor da atividade antioxidante encontrada.

A atividade antioxidante apresentada na polpa foi superior a da semente pelos métodos de ABTS e FRAP, assim como, o teor de compostos fenólicos, flavonoides, ácidos fenólicos, vitamina C e de carotenoides. Segundo Harbone e Williams (2000), a polpa do fruto, além de conter micronutrientes como

vitaminas, minerais, fibras, possui diversos compostos secundários de natureza fenólica, além de pigmentos como flavonoides e carotenoides.

Os carotenoides, geralmente responsáveis pela coloração que vai desde o amarelo ao laranja intenso. Seus principais representantes são os carotenos, precursores da vitamina A e o licopeno. Estudos apontam que a função antioxidante dos carotenoides desempenha um papel importante na redução de câncer, e no processo de envelhecimento. (MANDELLI, 2010; CONCEIÇÃO et al., 2017).

Segundo Heim et al. (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos, embora a vitamina C seja considerada por alguns autores como o maior contribuinte na atividade antioxidante. Sun et al. (2002) também demonstraram que a contribuição da vitamina C na determinação da atividade antioxidante de onze frutos foi baixa, e afirmaram que a maior contribuição para a atividade antioxidante de frutos se deve à composição de compostos fitoquímicos.

Estudo realizado por Narváez-Cuenca e colaboradores (2014) com *Physalis peruviana* encontraram valor da atividade antioxidante por ABTS condizente ao relatado neste estudo ( $148,41 \mu\text{mol trolox.g}^{-1} \text{ b.s}$ ), com valor de  $132,7 \mu\text{mol trolox.g}^{-1}(\text{b.s})$ . Já valores de DPPH ( $5,1 \mu\text{mol trolox.g}^{-1} \text{ b.s}$ ) e FRAP ( $153,9 \mu\text{mol de trolox.g}^{-1}\text{b.s}$ ) foram menores em comparação ao encontrado neste estudo, de  $221,05 \mu\text{mol trolox.g}^{-1} (\text{b.s})$  e  $738,16 \mu\text{mol trolox.g}^{-1} (\text{b.s})$  respectivamente. Segundo os autores o grau de maturação, a secagem por ar a  $60^{\circ}\text{C}$  e o método da atividade antioxidante utilizada influência no teor dos compostos antioxidantes.

## 5. Conclusão

Os frutos de *Physalis pubescens* apresentaram elevado teor de compostos fenólicos, flavonoides e de carotenoides, principalmente na polpa. Além disso, polpa de apresentou maior atividade antioxidante do que a semente; pelos métodos FRAP e ABTS. Com base nos resultados, os frutos não convencionais de *Physalis pubescens* possuem propriedades funcionais podendo ser inserido na alimentação convencional, assim como se torna alternativa promissora tanto para produtores como para indústria alimentícia.

## 6. Referencias bibliográficas

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

AOAC- Association of Official Analytical Chemists -. **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington, p. 1141, 1995.

ANTUNES, Filipa Alexandra Jorge et al. **Estudo da capacidade antioxidante da Physalis e revisão da sua aplicação na área da saúde**. 2016. Tese de Doutorado.

BLIGH, E. Graham; DYER, W. Justin. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORTOLATTO, Juliana. Avaliação da composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) liofilizado e in natura. **Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde**, v. 4, n. 1, 2009.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie-Elisabeth; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Post-harvest of fruits and vegetables: Physiology and handling. **UFLA, Lavras, Brazil**, 2005.

CORREIA, Paula et al. Analysis of some chemical components, phenolic compounds and antioxidant activity in physalis. In: **11th Baltic Conference on Food Science and Technology" FOODBALT 2017"**. 2017. p. 42-42.

CONCEIÇÃO, Kelson Nascimento et al. PODER ANTIOXIDANTE DE CAROTENOIDES, FLAVONOIDES E VITAMINA E NA PREVENÇÃO DA

ARTERIOSCLEROSE. **Revista Ciência & Saberes-Facema**, v. 2, n. 4, p. 320-324, 2017.

CURI, Paula Nogueira et al. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 112-119, 2018.

DE ALMEIDA SIQUEIRA, Egle Machado et al. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e72826, 2013.

DENG, Ke-jun et al. Antioxidant Components from Cape Gooseberry. **Journal of food processing and preservation**, v. 40, n. 5, p. 893-898, 2016.

EL SHEIKHA, Aly F. et al. Biochemical and sensory quality of physalis (*Physalis pubescens* L.) juice. **Journal of food processing and preservation**, v. 34, n. 3, p. 541-555, 2010.

EL SHEIKHA, A. F. et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruits. **Food**, v. 2, n. 2, p. 124-130, 2008.

FERNANDES, Annayara CF et al. Sensorial, antioxidant and antimicrobial evaluation of vinegars from surpluses of physalis (*Physalis pubescens* L.) and red pitahaya (*Hylocereus monacanthus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2018.

HARBORNE, Jeffrey B.; WILLIAMS, Christine A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000.

HASSANIEN, Mohamed Fawzy Ramadan. *Physalis peruviana*: a rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. **Food Reviews International**, v. 27, n. 3, p. 259-273, 2011.

HEIM, Kelly E.; TAGLIAFERRO, Anthony R.; BOBILYA, Dennis J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 13, n. 10, p. 572-584, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V. 1. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Ed. São Paulo: IMESP, p. 103-104, 2008.

KHARCHOUFI, Samira et al. Benchmarking laboratory-scale pomegranate vinegar against commercial wine vinegars: antioxidant activity and chemical composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2018.

LIMA, Alessandro de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (caryocar brasiliense, camb.)**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LIMA, B. N. B. et al. Determination of the centesimal composition and characterization of flours from fruit seeds. **Food chemistry**, v. 151, p. 293-299, 2014.

MANDELLI, Fernanda et al. Bactéria termófila *Thermus filiformis*= produção de carotenóides e avaliação da capacidade antioxidante. 2010.

MAMEDOV, M.I .; ANGALYCHEV, M. R .; JOS, E. A. Morphobiological features and biochemical composition of *Physalis fluff* berries (*Physalis pubescens* L.) in a temperate climate. **Vegetables of Russia**, n. 2, p. 76-80, 2017.

MAZZA, G. et al. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet franc, Merlot, and Pinot noir wines from British Columbia. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 47, n. 10, p. 4009-4017, 1999.

NARVÁEZ-CUENCA, Carlos Eduardo; MATEUS-GÓMEZ, Ángela; RESTREPO-SÁNCHEZ, Luz Patricia. Antioxidant capacity and total phenolic content of air-dried cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) at different ripeness stages. **Agronomía Colombiana**, v. 32, n. 2, p. 232-237, 2014.

OLIVEIRA, Johnatt Allan Rocha et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 2, 2011.

PHARMACOPOEIA, C. China. Pharmacopoeia of the People's Republic of China, vol. 1. **Chinese Medical Science and Technology Press**, 2010.

PRADO, Adna. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PUENTE, Luis A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1733-1740, 2011.

PULIDO, Raquel; BRAVO, Laura; SAURA-CALIXTO, Fulgencio. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.

RAMADAN, Mohamed F.; MÖRSEL, Jörg-T. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 969-974, 2003.

RAMADAN, Mohamed Fawzy. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1830-1836, 2011.

REPO DE CARRASCO, Ritva; ENCINA ZELADA, Christian René. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 74, n. 2, p. 108-124, 2008.

ROCHA, MARINA SOUZA et al. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.

ROCKENBACH, Ismael Ivan et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 3, p. 271-276, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. et al. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI press, 2001.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS<sup>o+</sup>. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SALAZAR, M. R. et al. A model for the potential production and dry matter distribution of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 115, n. 2, p. 142-148, 2008.

SANTOS, Kayse Santiago; FLORES, Enaldo Mendes; MALCHER, Ediluci Tostes. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (in vitro) DO FRUTO DO CAMAPÚ (*Physalis peruviana*, L.). **Revista Ciência e Sociedade**, v. 1, n. 2, p. 89-102, 2017.

SILVA, Daniel Fernandes da et al. Light spectrum on the quality of fruits of *physalis* species in subtropical area. **Bragantia**, v. 75, n. 3, p. 371-376, 2016.

SILVA, Polyana Barbosa da et al. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Physalis* sp. 2013.

SINGLETON, Vernon L.; ROSSI, Joseph A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOARES, Sergio E .Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, Paula Monteiro et al. Plants from Brazilian Cerrado with potent tyrosinase inhibitory activity. **PLoS One**, v. 7, n. 11, p. e48589, 2012.

SUCUPIRA, Natália Rocha et al. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Journal of Health Sciences**, v. 14, n. 4, 2015.

SUN, Jie et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7449-7454, 2002.

VALDENEGRO, Mónica et al. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 67, p. 110-117, 2012.

VALLILO, Maria Isabel et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg-Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, 2008.

VASCO, Catalina; RUALES, Jenny; KAMAL-ELDIN, Afaf. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VENDRAMINI, Ana Lúcia A.; TRUGO, Luiz C. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia puniceifolia*, L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n. 5, p. 664-668, 2004.

YILDIZ, Gökçen et al. Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 4, p. 2320-2327, 2015.

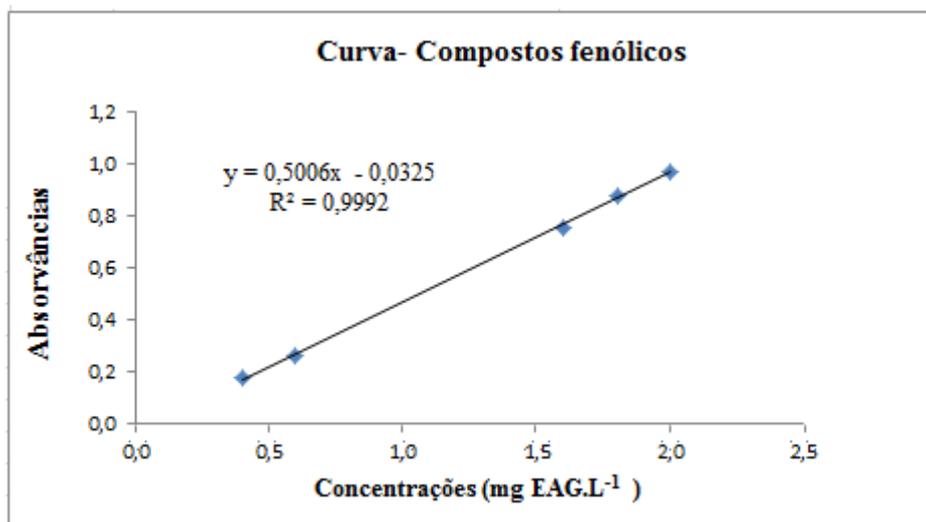
VIZZOTTO, Marcia. Propriedades funcionais das pequenas frutas. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

WEN, Xin et al. Carotenoids and carotenoid esters of red and yellow physalis (*Physalis alkekengi* L. and *P. pubescens* L.) fruits and calyces. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 65, n. 30, p. 6140-6151, 2017.

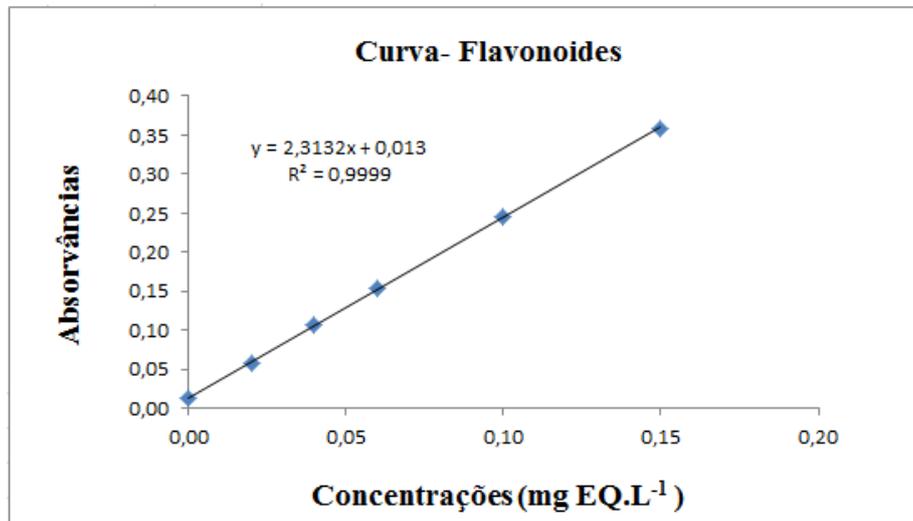
ZAMBLAZI, Rui Carlos. Análise físico-química de alimentos. **Pelotas: Editora Universitária da Universidade Federal de Pelotas**, 2010.

## 7. Apêndice

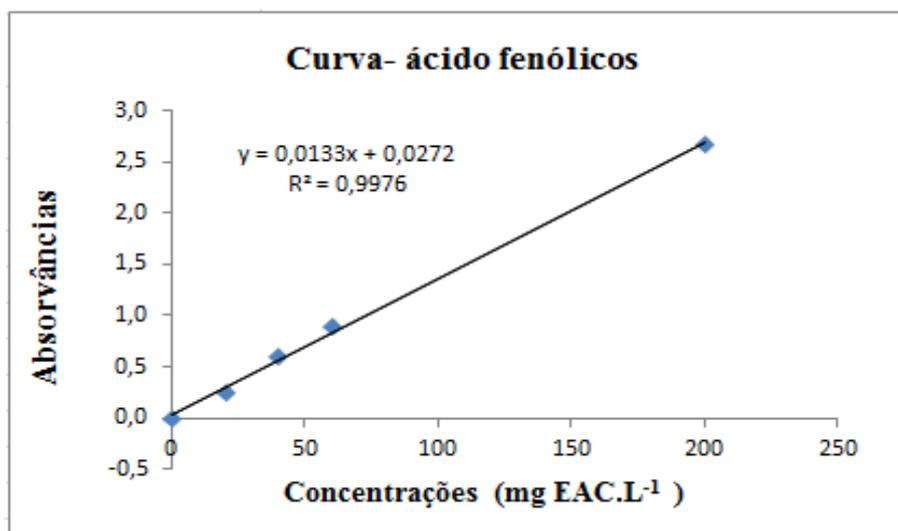
### Apêndice 1. Curva de ácido gálico para determinação de compostos fenólicos



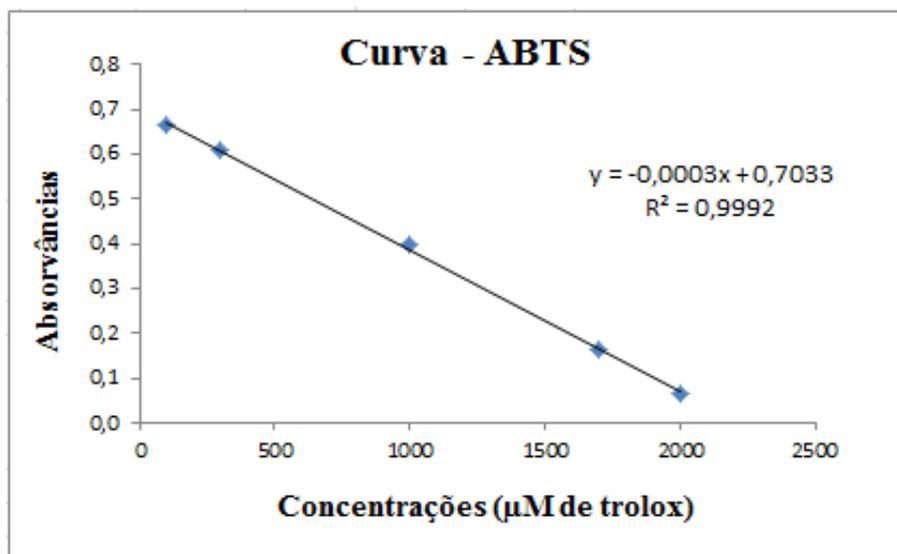
### Apêndice 2. Curva de quercetina para determinação de flavonoides



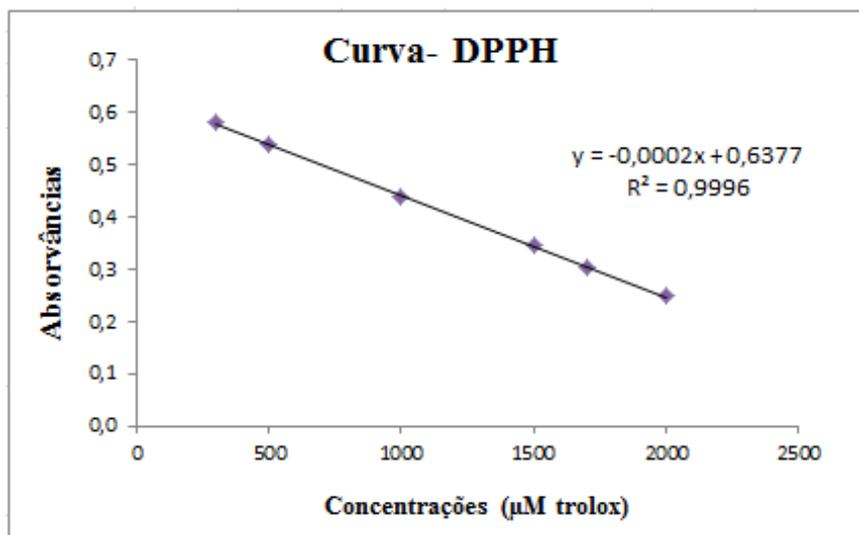
**Apêndice 3.** Curva de ácido cafeíco para determinação de ácidos fenólicos



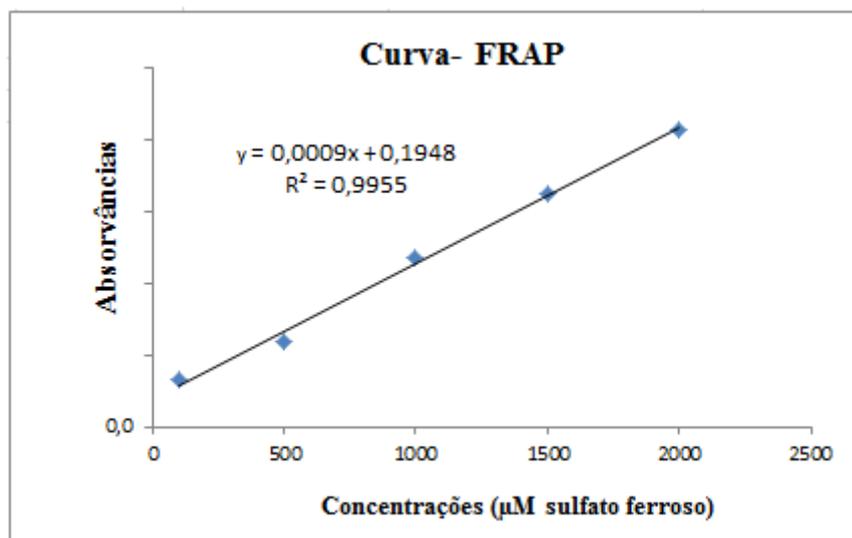
**Apêndice 4.** Curva em trolox para determinação da atividade antioxidante pelo método de ABTS\*



**Apêndice 5.** Curva em trolox para determinação da atividade antioxidante pelo método de DPPH'



**Apêndice 6.** Curva em sulfato ferroso para determinação da atividade antioxidante pelo método de Frap.



## 5. Capítulo 3 - Potencial antimicrobiano e citotóxico de extrato hidroalcoólico de frutos de *Physalis pubescens* L.

ZIMMER, T.B.R<sup>1</sup>.; PEDRA, N. S<sup>2</sup>; SPANEVELLO, R.M<sup>2,4</sup>; ZARNOTT, L<sup>3</sup>;  
GANDRA, E.A<sup>3,4</sup>; ZAMBIAZI, R.C<sup>1,4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPel, Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone: (53) 32757284 – E-mail: [zimmertailise@gmail.com](mailto:zimmertailise@gmail.com); [zambiasi@gmail.com](mailto:zambiasi@gmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Bioprospecção – Ufpel, Campus Capão do Leão, CEP 96010-900–Pelotas– RS – Brasil, Telefone: (53) 32757454 – E-mail: [nathaliastark@hotmail.com](mailto:nathaliastark@hotmail.com); [rspanevello@gmail.com](mailto:rspanevello@gmail.com)

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos – UfPel, Campus Porto / anglo, CEP: 96010-610 – Pelotas – RS – Brasil - Telefone: (53) 32843835 – E-mail: [leticiazarnott@hotmail.com](mailto:leticiazarnott@hotmail.com); [gandraea@hotmail.com](mailto:gandraea@hotmail.com);

<sup>4</sup> Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – UFPel, Campus Capão do Leão, CEP: 96010-900 –Pelotas– RS – Brasil, Telefone: (53) 32757354 – E-mail: [rspanevello@gmail.com](mailto:rspanevello@gmail.com); [gandraea@hotmail.com](mailto:gandraea@hotmail.com);  
[zambiasi@gmail.com](mailto:zambiasi@gmail.com)

### Resumo

Os frutos exóticos da *Physalis pubescens* L possuem sabor diferenciado, doces e levemente ácidos, devido à presença de uma variedade de compostos. Dentre eles, destacam-se os compostos fenólicos, que se caracterizam por apresentarem ação antioxidante e com isso auxiliam na prevenção de doenças. Este estudo visou explorar o potencial antibacteriano e antitumoral de extratos hidroalcoólicos da polpa e da semente de frutos de *Physalis pubescens* L. liofilizado. Para isso, foram realizados ensaios antibacterianos utilizando as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* nos testes de disco de difusão e concentração inibitória mínima (CIM); e também ensaios citotoxicológicos, onde foram utilizadas linhagens celulares de glioblastoma de ratos (C6), linhagens celulares de glioma de ratos (GL261) e linhagens celulares de melanoma murino (B16F10), além de cultura primária de astrócitos (células não tumorais). Para a atividade antibacteriana, no teste de disco de difusão, os extratos da polpa e da semente apresentaram halos de

inibição frente às bactérias gram-positivas *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. No ensaio de CIM, ambos os extratos não exerceram atividade antibacteriana. No teste de MTT, os resultados foram dependentes do extrato (polpa e semente) e da concentração utilizada e do tempo de análise, sendo que ambos os extratos reduziram a porcentagem da viabilidade celular. Para o extrato polpa (P) a linhagem glioma C6 diminuiu 18,69% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 48h, em 72h reduziu 23,77% para a mínima concentração (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 37,55% para a máxima concentração (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), a linhagem melanoma B16F10 reduziu 10,33% (750  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 17,77% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 72h, não houve efeito citotóxico do extrato polpa sobre a linhagem GL 261. Para o extrato semente (S) a linhagem de glioma C6 reduziu 20,70% (750  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 25,13% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 48h, em 72h diminuiu 22,64% (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 43,12% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), a linhagem GL261 reduziu 26,85 % (1500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 48h, na linhagem melanoma B16F10 diminuiu 22,21% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 48h e 18,40% (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 31,14% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) em 72h. A partir dos resultados conclui-se que os extratos hidroalcoólicos da polpa e das sementes do fruto de *Physalis pubescens* possuem importante potencial antibacteriano para as bactérias Gram positivas. O extrato da semente apresentou melhor resultado para atividade antitumoral contra as linhagens celulares de glioma C6, melanoma B16F10 e GL 261. Não houve efeito citotóxico dos extratos da polpa e das sementes de *Physalis pubescens* frente às células não tumorais.

**Palavra- chaves:** polpa, semente, antitumoral, antibacteriana.

### **Abstract**

The exotic fruits of *Physalis pubescens* L have a distinctive flavor, sweet and slightly acidic, due to the presence of a variety of compounds. Among them, phenolic compounds stand out, which are characterized by their antioxidant action and with this help in the prevention of diseases. This study aimed to explore the antibacterial and antitumor potential of hydroalcoholic extracts of pulp and fruit pod of *Physalis pubescens* L. lyophilized. For this, antibacterial assays were performed using the bacteria *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* in the diffusion disc and minimum inhibitory concentration (MIC) tests; and also cytotoxic assays, in which rat glioblastoma (C6) cell lines, rat glioma cell lines (GL261) and murine melanoma (B16F10) cell lines, as well as primary astrocyte (non-tumor cells) culture, were used. For the antibacterial activity, in the diffusion disc test, the extracts of the pulp and of the seed presented halos of inhibition against the gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. In the MIC assay, both extracts did not exert antibacterial activity. In the MTT test, the results were dependent on the extract (pulp and seed) and the concentration used and the time of analysis, both extracts reducing the percentage of cell viability. For the pulp (P) extract, the glioma C6 line decreased 18.69% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 48h, in 72h it reduced 23,77% for the lowest concentration (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) and 37,55 % for the highest concentration (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), the melanoma B16F10 line reduced 10,33% (750  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) and 17,77% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 72h, there was no effect cytotoxic activity of the pulp extract on the GL 261 strain. For the seed extract (S) the glioma C6 line reduced 20,70% (750  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) and 25,13% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 48h, in 72h it decreased 22,64% (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), the GL261 strain

reduced 26,85% (1500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 48h, the melanoma B16F10 strain decreased by 22,21% (2000 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) and 43,12% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 48h and 18,40% (500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) and 31,14% (2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) in 72h. From the results it is concluded that the hydroalcoholic extracts of the pulp and the seeds of the fruit of *Physalis pubescens* have an important antibacterial potential for the Gram positive bacteria. Seed extract presented better results for antitumor activity against the glioma C6, melanoma B16F10 and GL 261 cell lines. There was no cytotoxic effect of the extracts of the pulp and the seeds of *Physalis pubescens* on the non-tumor cells.

**Key words:** pulp, seed, antitumor, antibacterial.

## 1. Introdução

A *Physalis* é uma planta herbácea e arbustiva da família das solanáceas, que vem sendo cultivada como pequena fruta exótica (RUFATO et al., 2013), sendo descrita como uma planta alimentícia não convencional (PANC), pois seu consumo e comercialização ainda não estão difundidos entre a população brasileira. Porém, seu consumo deve ser incentivado, uma vez que neste gênero foram descritos importantes metabólitos secundários em várias espécies (PEVES; MARTHA 2015).

Os compostos orgânicos naturais, são produtos do metabolismo primário e secundário dos vegetais, são biologicamente ativos, com ação citotóxica, antimicrobiana, antioxidante, bem como antiviral, fungicida, inseticida, tranquilizante, analgésica, anti-inflamatória, anticoncepcional, entre outros. Estes compostos são utilizados para diversas finalidades, tanto na terapia médica, para prevenir ou curar doenças, como na indústria de cosméticos e de alimentos, servindo como aromatizantes, flavorizantes ou antioxidantes (PLETSCH, 1998).

Amplas variedades de plantas, demonstraram ser portadoras de compostos fenólicos eficazes contra microrganismos patogênicos (GHIMIRE et al., 2017). Além disso, a utilização de antimicrobianos naturais como conservantes, especialmente na indústria alimentar, tem despertado atenção devido preocupação dos consumidores em consumir produtos mais naturais (CETIN-KARACA et al., 2015). Segundo Martins e colaboradores (2017), o interesse nos compostos fenólicos tem aumentado, visto que não possuem efeitos secundários ou toxicidade quando utilizados corretamente.

Estudos já comprovaram que os extratos de plantas podem apresentar efeitos antitumorais em linhas celulares, sendo os compostos fenólicos (que englobam cerca de 8000 estruturas diferentes no reino das plantas) muitas vezes responsáveis por estas propriedades (CAROCHO; CFR FERREIRA, 2013). Muitos compostos têm sido identificados como potenciais inibidores de doenças oncológicas e também quimiopreventivos, vários dos quais são ingredientes ativos em ervas e especiarias, bem como frutos e outros vegetais (KAEFER; MILNER, 2008).

A presença de compostos fenólicos, como os polifenóis, flavonóides, esteroides e fisalinas, têm relação direta com o poder antioxidante, citotóxico e anticancerígeno. As atividades antioxidantes e biológicas de *Physalis* foram já relatadas em extratos de cálices, folhas, caules, e meramente em frutas (MIER-GIRALDO et al.,2017).

Devido a pouca exploração e ao possível potencial biológico de fruto de *Physalis pubescens*, este estudo visa investigar o potencial antibacteriano e antitumoral do extrato hidroalcoólico da polpa e da semente de frutos de *Physalis pubescens* obtidos de forma espontânea na região Sul do Rio Grande do Sul.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Coleta das amostras**

Os frutos de *Physalis pubescens* foram adquiridos no interior do município de Cerrito, localizado na latitude 31°51'23" Sul e longitude 52°48'46"Oeste, na região sul do Rio grande do Sul, oriundas de plantio espontâneo e colhidas no ponto de maturação (cor do cálice amarelo palha) no período de janeiro a junho de 2017. Após a obtenção dos frutos, os mesmos foram higienizados com água filtrada, selecionados e armazenados, uma parte em refrigeração (4°C) e outra em ultrafreezer (- 80°C) para posterior liofilização (TELABE – J.D.F. LF.10/BFC) visando a separação das sementes da polpa e realização das análises. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ciência dos Alimentos e Biologia Molecular (LACABIM) pertencente ao Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA) para as análises antibacterianas e no laboratório de Neuroquímica, Inflamação e

Câncer (Neurocan) para as análises antitumorais pelo Programa de Pós Graduação em Bioquímica e Bioprospecção, ambos da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão /RS – Brasil.

## **2.2. Preparo dos extratos**

Foram preparados extratos hidroalcoólicos em etanol 80% na proporção 1: 20 (amostra: solvente), tanto da polpa quanto da semente dos frutos liofilizados. Para isto misturou-se 1g de amostra liofilizada em 20 mL de solvente, sendo homogeneizado por 15 min em agitador magnético (TE-0851-TECNAL). Após o extrato foi armazenado a 4 °C por 24 h, e após transcorrido o tempo o extrato foi colocado em banho ultrassônico a 25 °C por 15min. A seguir o extrato foi filtrado em malha fina de algodão e centrifugado a 2800xg por 20 min. O sobrenadante foi removido para posterior remoção do solvente em rotaevaporador (LABOROTA 4000 – Heidolph) a 40° C por 15 min (REPO DE CARRASCO; ENCINA ZELADA, 2008). O extrato resultante ainda com pequena quantidade de solvente, foi novamente liofilizado a - 80°C (TELABE – J.D.F. LF.10/BFC) para a remoção total da umidade.

O material liofilizado, tanto da polpa quanto da semente, foi ressuspenso em água ultrapura na concentração de 100 mg.mL<sup>-1</sup>, obtendo assim o extrato da polpa e o extrato da semente.

## **3. Avaliação do Potencial Antibacteriano**

### **3.1. Preparação das culturas bacterianas**

Para avaliação do potencial antibacteriano, foram utilizadas três cepas padrão: *Escherichia coli* (ATCC43895), *Staphylococcus aureus* (ATCC 10832) e *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644).

A partir de uma cultura microbiana mantida congelada em uma mistura de meio *Brain Heart Infusion* (BHI) e glicerol, a cepa foi reativada pela transferência de uma alçada desta cultura para Caldo BHI, o qual foi incubado a 37 °C por 24h. Após o período de incubação uma alçada foi transferida e estriada para a obtenção de colônias isoladas em placas de Ágar Baird Parker para *S. aureus*, Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) para *E. coli* e placas de Ágar Base Oxford para *Listeria*, as quais foram incubadas a 37 °C durante 24h.

A partir das culturas crescidas nos ágar foi retirada uma alçada e ressuspensa em solução salina (NaCl 0,85%) a qual foi padronizada na concentração 0,5 da escala de McFarland ( $1,5 \times 10^8$  UFC/mL).

### **3.2. Atividade antibacteriana por disco difusão**

A solução salina inoculada descrita anteriormente foi semeada em placas contendo ágar Müller Hinton. Sobre a superfície das placas foram colocados discos de papel com 6 mm de diâmetro embebidos com 20 µl dos extratos e as mesmas foram incubadas a 37 °C durante 24h. Após, foi observada a presença de halos de inibição, os quais foram determinados com o auxílio de um paquímetro. Utilizou-se solução salina (NaCl 0,85%) como controle negativo.

### **3.3. Atividade antibacteriana por determinação da concentração inibitória mínima (CIM)**

A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada de acordo como protocolo proposto pelo *Manual Clinical and Laboratory Standards Institute* – CLSI (CLSI, 2015) com pequenas modificações. Para isto foram utilizadas microplacas de 96 cavidades, onde em cada cavidade (poço) foram colocados 100 µl do caldo BHI, 20 µL dos inoculo dos micro-organismos na solução salina anteriormente descrita, padronizada na escala 0,5 de MacFarland subsequentes diluições dos extratos rotaevaporados e ressuspensados em água. Como controles foram usados caldo BHI, sendo adicionado extrato sem inoculo bacteriano para controle negativo e inoculo bacteriano sem extrato para controle positivo; além disso, foram realizados brancos para cada concentração de extrato. A densidade óptica a 630 nm (DO630) foi medida em 0 e 24h de incubação a 37°C, utilizando espectrofotômetro (Spectra Max 190/Molecular Devices), e a atividade antibacteriana foi avaliada como a diferença entre a DO630 ao final das 24h e do início do período de incubação (0h). A CIM foi determinada como a menor concentração de extrato capaz de restringir o crescimento bacteriano.

## **4. Ensaio Antitumorais**

#### **4.1. Procedimentos gerais de cultura celular**

Os ensaios seguiram a metodologia descrita por Da Frota et al. (2009) e Mosmann (1983).

##### **4.1.1. Culturas de glioma**

Foram utilizadas linhagens celulares de glioblastoma de ratos (C6 e GL261) e linhagens celulares de melanoma murino (B16F10), as quais foram obtidas de American Type Cell Collection (Rockville, Maryland, EUA). As células foram cultivadas em frascos de cultura e mantidas em meio Dulbecco's Eagle's modificado (DMEM) (pH 7,4) contendo: 1% DMEM (Gibco BRL), 8,4 mM HEPES, 23,8 mM NaHCO<sub>3</sub>, 0,1% fungizona, 0,5 U.mL<sup>-1</sup> penicilina ou estreptomicina e suplementado com 10% de FBS.

##### **4.1.2. Culturas primárias de astrócitos**

As culturas de astrócitos foram preparadas como descrito por Da Frota et al. (2009), onde o córtex de ratos Wistar recém nascidos (1 a 3 dias) foi removido e dissociado mecanicamente em solução salina balanceada isenta de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> (pH 7,4), contendo NaCl 137mM, KCl 5,36mM, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,27mM, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1,1 mM e glicose 6,1 mM. O tecido dissociado foi submetido à centrifugação a 1000 xg durante 5 min. Posteriormente, o sedimento foi suspenso em DMEM (pH 7,6) e suplementado com 10% de FBS. Em seguida, as células (5 × 10<sup>4</sup>) foram semeadas em placas de 96 poços revestidas com poli-L-lisina. As culturas foram cultivadas até a confluência por 15-20 dias e o meio foi substituído a cada 5 dias. Todos os procedimentos utilizados no presente estudo seguiram os "Princípios de Cuidados com Animais de Laboratório" dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) e foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas/ UFPel (CEEA 31292-2018).

##### **4.1.3. Tratamento de cultura celular em *in vitro***

Os extratos da polpa e da semente foram primeiramente dissolvidos em água estéril, na concentração de 100 µg.mL<sup>-1</sup> (solução estoque), e posteriormente diluídos em DMEM com 10% de FBS, para obter 500, 750, 1000, 1500 e 2000 µg.mL<sup>-1</sup>. As linhagens celulares (C6, GL261 e B16F10)

foram semeadas em concentração de  $5 \times 10^3$  células (placas de 96 poços), para os ensaios de citotoxicidade, e incubadas durante 24 h. As culturas de astrócitos foram preparadas como descrito acima. As culturas celulares foram tratadas com extratos ( $500\text{-}2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) por 48 e 72 h. Células expostas ao DMEM foram consideradas controle.

#### **4.1.4. Ensaio de viabilidade celular**

A viabilidade celular foi avaliada pela redução do brometo de 3 (4,5-dimetil) -2,5 difenil tetrazólio (MTT), que depende da desidrogenase a qual foi utilizada para estimar a viabilidade de culturas de células de glioma e astrócitos, como descrito por Mossmann (1983). Este método baseia-se na capacidade de células viáveis para reduzir o MTT e formar um produto formazano de coloração azul. A solução de MTT foi adicionada ao meio de inoculação nos poços a uma concentração final de  $0,5 \text{ mg.mL}^{-1}$ . O controle utilizado foi dimetilsulfóxido (DMSO) 0,1% na ausência dos extratos. As células foram incubadas durante 90 min a  $37^\circ\text{C}$  em atmosfera de  $\text{CO}_2$  a 5% de umidade. O meio foi então removido e o precipitado foi eluído com DMSO. A densidade óptica de cada poço foi medida a 492 nm em leitor de microplacas (Spectra Max 190, Molecular Devices, EUA). As leituras foram comparadas com o controle, o que representa 100% de viabilidade. A análise foi efetuada em triplicata. O resultado foi expresso em percentual de inibição celular (%) de acordo com a absorbância, obtendo-se o percentual de viabilidade celular.

## **5. Análise estatística**

Os ensaios antibacterianos foram realizados em triplicata e expressos em média, utilizando a ferramenta Microsoft Excel. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

Para os ensaios antitumorais, a análise estatística foi realizada utilizando o software GraphPad Prism 5, onde os dados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão (EPM), e foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida do teste post hoc de Tukey para comparações múltiplas. Diferenças entre os valores médios foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

## 6. Resultados e Discussões

### 6.1. Ensaio antibacterianos

Na avaliação *in vitro* da atividade antibacteriana do extrato fenólico da polpa (P) e da semente (S) da *Physalis pubescens*, foi realizada através do método de disco difusão e mostrou que a bactéria *Escherichia coli* não foi sensível a ambos os extratos (não houve formação de halos de inibição), conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Potencial inibitório dos extratos polpa (P) e semente (S) pelo método de disco de difusão.

Micro-organismo	Halos de inibição (mm)	
	Extrato P (100 mg.mL <sup>-1</sup> )	Extrato S (100 mg.mL <sup>-1</sup> )
<i>Staphylococcus aureus</i>	11,33	9,75
<i>Listeria monocytogenes</i>	9,5	11,75
<i>Escherichia coli</i>	*	*

P= polpa; S= semente; \*Ausência de halos de inibição

Segundo Mothana e Lindequist (2005), os extratos podem ser classificados quanto ao poder inibitório em função do tamanho de halo obtido. Para serem considerados com poder de ação moderadamente ativos, os mesmos devem formar de halos de inibição de 0,8 a 1,3 cm (8 a 13 mm) e, para serem considerados muito ativos, devem formar halos de inibição maiores que 1,4 cm (14 mm), podemos então considerar os halos com ação moderadamente ativos, conforme resultado obtido na Tabela 1.

A *Escherichia coli* é uma bactéria Gram negativa, sendo um membro importante da microflora intestinal normal de humanos e outros mamíferos. Esta espécie contém muitos patótipos que podem causar diversas doenças, entre elas a doença entérica, como diarreia ou disenteria, infecções extra-intestinais, incluindo infecções do trato urinário e meningite (Kaper et al., 2004). Já as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* são

microrganismos patogênicos, são Gram positivas mais sensíveis à ação de extratos de vegetais.

Com base na Tabela 1, o extrato polpa (P) foi superior para inibir a *Staphylococcus aureus*, enquanto que o extrato semente (S) foi superior para inibir *Listeria monocytogenes*, ambas Gram positivas responsáveis por diversos surtos de doenças de origem alimentar.

As diferenças verificadas neste estudo podem ser decorrentes das diferenças nas membranas e paredes celulares das bactérias. Segundo Duffy e Power (2001) as bactérias Gram negativas possuem uma membrana externa e um espaço periplasmático, ambos ausentes em bactérias Gram positivas. Ou seja, as bactérias Gram negativas apresentam uma maior resistência aos compostos antimicrobianos, fator atribuído a sua complexidade estrutural, representado por uma barreira resistente a penetração de compostos externos a célula. Além disso, bactérias Gram negativas possuem mecanismos especializados, denominados de bombas de efluxo, que expulsam substâncias estranhas à célula bacteriana conferindo sua maior resistência bacteriana.

Lopes et al., (2006) estudaram a atividade antimicrobiana do extrato etanólico bruto de frutos *Physalis angulata* contra *S. aureus* ATCC 6538 através do disco de difusão, utilizando a concentração de 1 mg/mL do extrato nas concentrações de 5%,10%,25%,50%, 70% e 100%, onde a concentração de 25% (11,02 mm) apresentou valor semelhante a 100% (11,17 mm).

Já Cueva et al., (2017) avaliaram atividade antimicrobiana de oito extratos de *Physalis peruviana* L. obtidos de folhas e bagas por meio de extrato aquoso e etanólico ambos liofilizados e frescos sobre *Listeria* spp. O halo de inibição para o extrato etanólico de bagas liofilizadas variou de 0 a 7mm para diferentes cepas e para o extrato etanólico de bagas frescas variou de 0 a 5mm para diferentes cepas. A atividade desses extratos foi semelhante à demonstrada pelos antibióticos gentamicina e ampicilina (controles).

Neste estudo obteve-se um valor médio de 9,5 mm para polpa e 11,75 para semente frente à *Listeria monocytogenes*. Não há relatos na literatura sobre o poder de inibição do extrato de sementes *Physalis*. O poder de inibição do extrato P neste estudo foi superior (9,5mm) ao relato por Cueva e colaboradores (2017) (7mm) tendo em vista a utilização do processo de liofilização por ambos. No entanto, não é possível através deste estudo relatar

se o processo de liofilização teve influencia sobre o poder de inibição das cepas de *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*.

No presente estudo os extratos P (polpa) e S (semente) não apresentaram efeito bacteriostático sobre as bactérias em questão. Segundo Rios e Recio (2005) a existência do potencial inibitório e inexistência de potencial bacteriostático pode ser decorrente das concentrações das substâncias utilizadas e pelos métodos de extração ou até pelo próprio método de análise, mas os resultados são de grande importância considerando a patogenicidade das bactérias avaliadas.

Além da concentração dos extratos outros fatores que podem ter influenciado nos resultados, tais como: o estado de maturação das plantas utilizadas, os processos de extração e solventes e o processo de conservação dos extratos.

Patel et al.,(2011) estudaram o potencial antibacteriano da *Physalis mínima*, relataram em seu trabalho que a parte da planta, o tipo de extrato e as condições geoambientais fazem diferença na composição do extrato. Além disso, foi relatada a presença de glicosídeos esteróides em *Physalis mínima*, onde foi possível extraí-los juntamente com outros constituintes químicos polares apenas com metanol.

O extrato hidroalcoólico em etanol 80% talvez, não seja a solução alcoólica mais apropriada para a extração de alguns compostos com propriedades biológicas presentes nos frutos de *Physalis*.

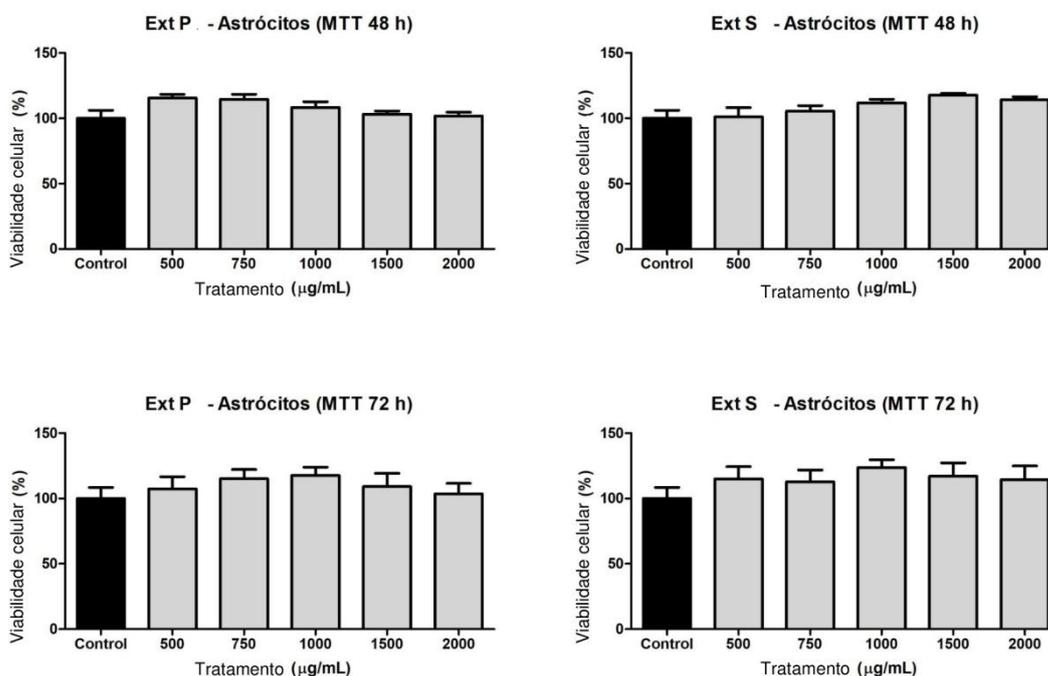
## **6.2. Ensaio antitumorais**

O teste MTT (sais de tetrazólio), baseia-se na capacidade das desidrogenases mitocondriais de células vivas converterem esse substrato amarelado em formazan. Esta enzima permanece ativa somente em células viáveis, sendo, portanto, a intensidade da cor violácea proporcional ao número de células vivas.

Com base neste teste, foi observado que os extratos hidroalcoólicos da polpa e da semente não apresentaram citotoxicidade frente à cultura primária de astrócitos (Figura 1).

No presente estudo, não foi verificada qualquer alteração na atividade das desidrogenases mitocondriais dessas células, mesmo na maior

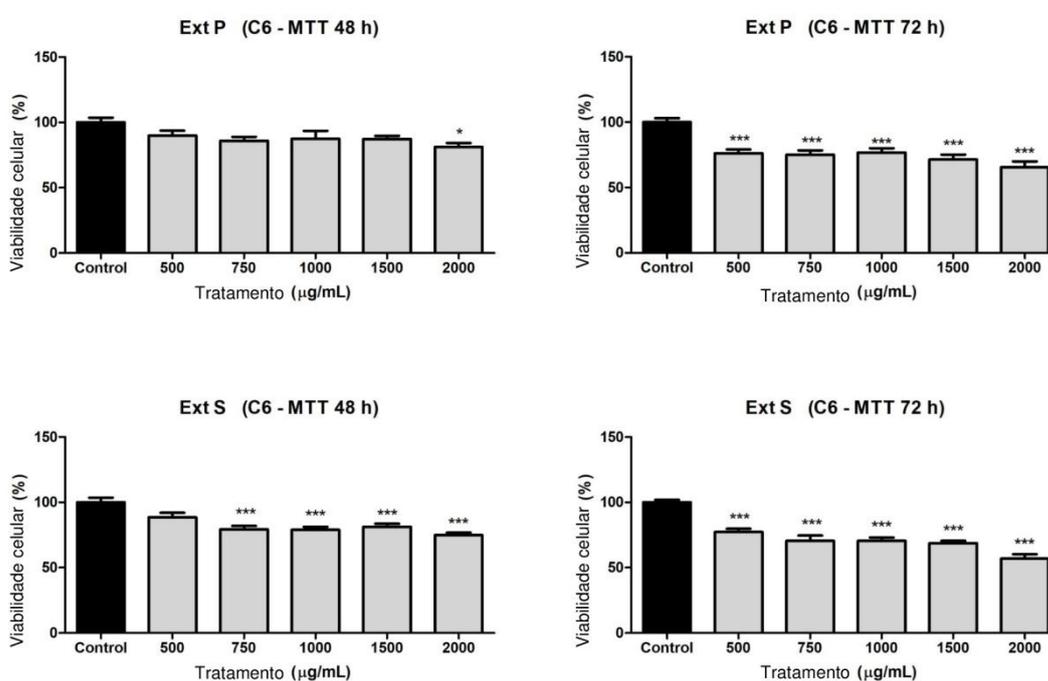
concentração de extrato testada ( $2000 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), indicando que estes extratos apresentam seletividade, promovendo a morte somente em células tumorais (BARRETO et al., 2007). Segundo Hughes et al. (2006), a citotoxicidade de extratos sobre a cultura de astrócitos podem induzir a reatividade astrocitária, o que pode estar relacionado com efeitos neurotóxicos providos pelo consumo de plantas.



**Figura 1.** Gráficos de viabilidade das células de linhagem de astrócitos expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h, dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S). Não houve diferença significativa das diferentes concentrações em relação ao controle em ambos os extratos.

Os extratos da polpa (P) e da semente (S) apresentaram atividade antitumoral frente à linhagem tumoral de glioma de rato (C6) e na linhagem celular de melanoma murino (B16F10) nos tempos de incubação de 48 e 72h, conforme as figuras 2 e 3. No entanto, apenas o extrato da semente (S) apresentou atividade antitumoral frente à linhagem celular de glioblastoma de rato (GL261) no tempo de incubação de 48h, conforme a figura 4.

O glioma C6 é maligno, sendo um dos tumores cerebrais mais comuns em adultos, o qual é caracterizado por um crescimento rápido e invasivo e está associado à alta morbidade e alta mortalidade e um prognóstico extremamente ruim (KUIJLEN et al., 2010). Embora vários agentes terapêuticos sejam utilizados para o tratamento de glioma, sua eficácia não tem sido satisfatória devido aos altos níveis de resistência à drogas e à incapacidade dessas atravessarem a barreira hematoencefálica de maneira eficaz (KARPEL-MASSLER et al., 2009; NARAYANA et al., 2009; IACOB; DINCA, 2009).



**Figura 2** - Gráficos de viabilidade das células de linhagem de glioma de rato C6 expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S). \* Quanto maior o número de asteriscos, mais alta a significância.

Estudos tem demonstrado que os compostos fenólicos consistem em substâncias promissoras para a terapia contra o câncer, os quais têm demonstrado diversas capacidades de indução de morte celular e de células tumorais (LI et al., 2004). Há relatos na literatura científica sobre estudos citotóxicos de extratos provenientes do gênero *Physalis*, principalmente das partes aéreas da planta.

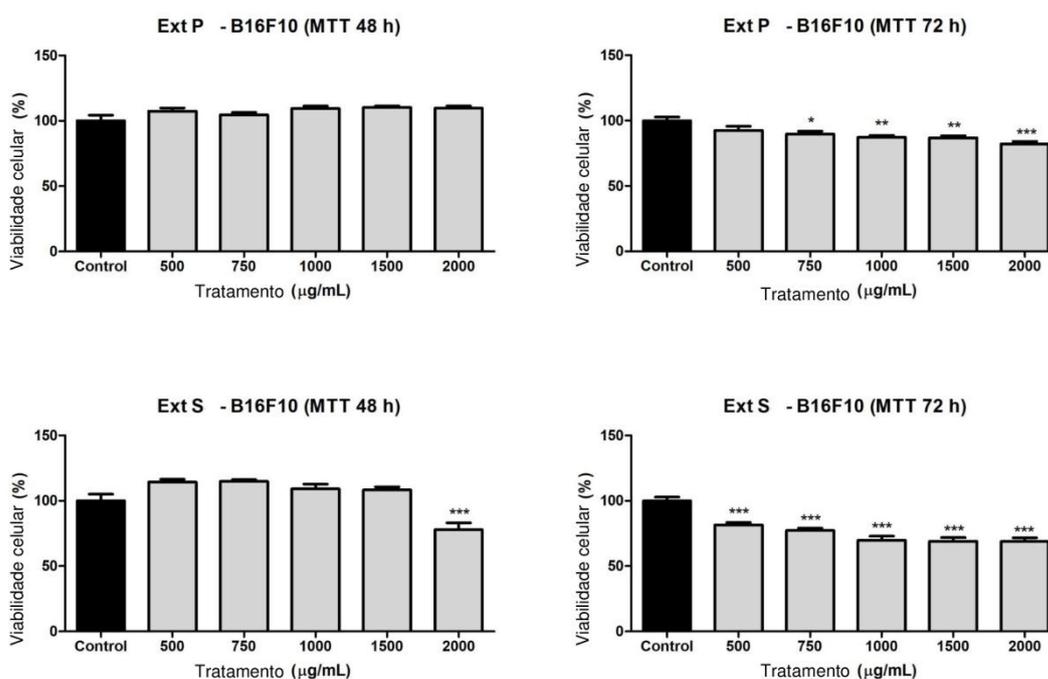
Zeng et al., (2017) investigaram o potencial antitumoral sobre as células de carcinoma cervical humano (HeLa). Magalhães (2005) determinou as atividades citotóxicas das fisalinas extraídas de *Physalis angulata* em células tumorais de embriões de ouriço do mar (*Lytechinus variegatus*), e avaliou a atividade antitumoral *in vivo* no Sarcoma 180 de animais tratados com as fisalinas.

Mier-Giraldo et al. (2017) avaliaram o potencial citotóxico e imunomodulador de extratos de frutos de *Physalis peruviana*, em células de câncer cervical (HeLa) e de células de fibroblastos (L929). Os autores concluíram que pode existir relação entre o teor total de polifenóis, atividade antioxidante e atividade citotóxica, mas que depende do tipo de solvente utilizado para a obtenção dos extratos. Os extratos demonstraram potencial anticâncer e imunomodulador, com potencial para o desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos.

Com base na figura 2, pode se observar que o extrato hidroalcoólico da polpa (P) apresentou atividade antitumoral sobre a linhagem de glioma C6 apenas na concentração de  $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$  no período de 48h, com inibição de 18,69% das células cancerígenas, no período de 72h todos os extratos, independente da concentração, apresentaram atividade antitumoral com redução da viabilidade celular de 23,77% para a menor concentração ( $500 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e 37,55% para a maior concentração ( $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ). Já o extrato da semente (S) apresentou atividade antitumoral nas concentrações de  $750 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ,  $1000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ,  $1500 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , com redução da viabilidade celular de 20,70%, 21,07%, 18,65% e 25,13% respectivamente, no período de 48h de incubação, e após as 72h todas as concentrações tiveram atividade antitumoral com inibição das células cancerígenas de 22,64% para a menor concentração  $500 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e 43,12% para a maior concentração  $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ .

Melanoma murino (B16F10) é um tumor maligno originário dos melanócitos da pele, células especializadas na produção do pigmento melanina. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer - INCA (2017), o melanoma representa apenas 3% dos tumores malignos; no entanto, é o que apresenta maior risco devido à alta taxa de metástase, sendo um dos tipos de câncer de pele de menor ocorrência, porém, de maior letalidade.

De acordo com a figura 3, não foi observado atividade antitumoral no período de 48h para o extrato da polpa (P), somente após 72h houve atividade antitumoral nas concentrações de 750  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ; 1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ; 1500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$  e 2000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$  com diminuição da viabilidade celular de 10,33%, 12,78%, 13,20% e 17,77% respectivamente, sendo a maior concentração a mais significativa. Com relação ao extrato da semente (S) se observa atividade citotóxica no período de 48h com redução da viabilidade celular de 22,21% na concentração de 2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ; no entanto, no período de 72h todas as concentrações do extrato da semente(S) apresentaram atividade antitumoral sobre o melanoma murinho B16F10 com inibição das células cancerígenas que variam entre 18,40% a 31,14%.

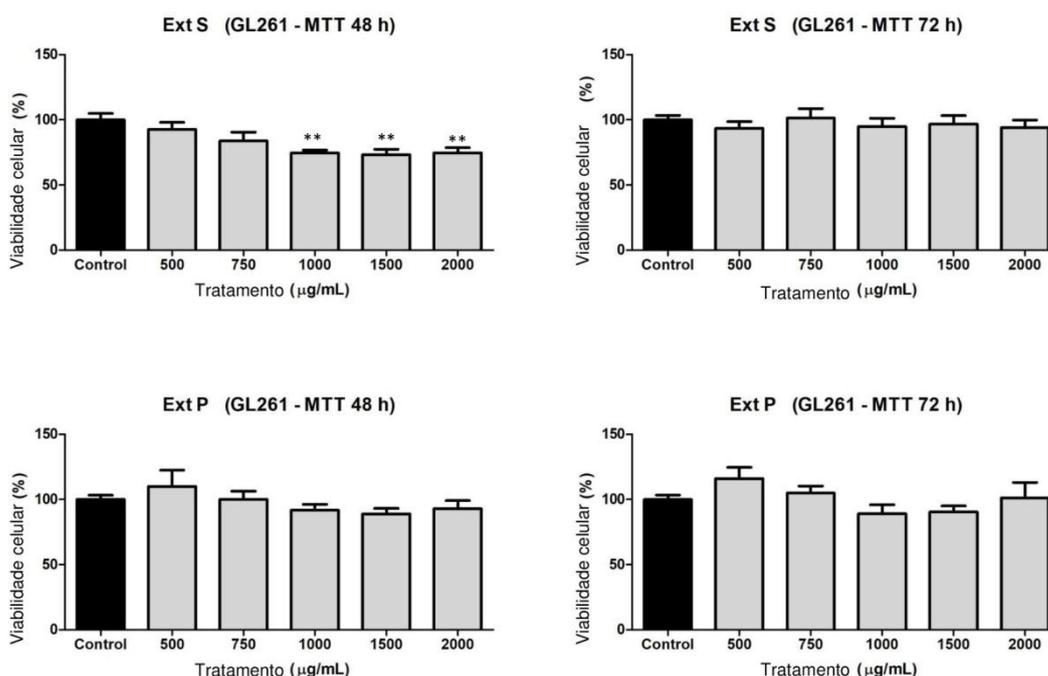


**Figura 3** - Gráficos de viabilidade das células de linhagem de melanoma murino (B16F10) expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos P e S. \* Quanto maior o número de asteriscos, mais alta a significância.

A linhagem celular de glioma de rato (GL261) é modelo de tumor cerebral utilizada frequentemente em terapia de glioblastoma experimental. No presente estudo, conforme a figura 4 observa-se que houve efeito citotóxico do

extrato (S) em 48h com redução da viabilidade celular que varia de 25,41% a 26,85% entre as concentrações de 1000  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  a 2000  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

Segundo Szatmári et al. (2006), o modelo de tumor cerebral GL261 abriga as principais características da maioria dos modelos de glioma. Possuem crescimento invasivo, mas não metastático, uma alta taxa de captação do tumor (onde o tempo de sobrevivência depende do número de células tumorais), ele carrega mutações p53 e K-ras. O GL261 tem uma expressão elevada de MHC1 basal e também expressa baixos níveis de RNA B7-1 e B7-2, que podem ser responsáveis pela imunogenicidade das células. Este modelo pode ser usado eficientemente para investigar os efeitos antitumorais de várias modalidades terapêuticas, mas a imunogenicidade moderada das células deve ser considerada ao avaliar os dados experimentais.



**Figura 4** - Gráficos de viabilidade das células de linhagem de glioblastoma de rato (GL261) expostas a diferentes concentrações por 48 e 72h dos extratos hidroalcoólicos da polpa (P) e da semente (S). \* Quanto maior o número de asteriscos, mais alta a significância.

Até o presente momento não foram registrados estudos com relação à ação antitumoral de extratos de polpa e de semente de *Physalis pubescens*

sobre linhagens de células de glioma C6, linhagem celular de melanoma murino (B16F10) e linhagem celular de glioblastoma de rato (GL261).

Segundo Garcia (2012), que avaliou efeitos citotoxicidade dos extratos de casca e polpa de tucumã sobre a cultura de células mononucleares de sangue periférico (CSMP) pelo teste MTT , a concentração de  $1000 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , em ambos extratos, demonstrou efeito antitumoral, onde as altas concentrações testadas podem estar relacionadas à níveis elevados de compostos antioxidantes, como os polifenóis e carotenoides encontrados no fruto. Os autores De La Lastra e Villegas (2007) salientam que um composto antioxidante é um agente redox, podendo em altas concentrações provocar aumento na peroxidação lipídica ou até mesmo danos no DNA.

Embora os compostos bioativos presentes na dieta atuem na manutenção da saúde, é necessário reconhecer que o efeito protetor às doenças crônicas não transmissíveis parece não se reproduzir pela sua ingestão isolada. Estudos clínicos, em que uma dieta foi suplementada com  $\beta$ -caroteno, vitamina C ou vitamina E, mostraram que essas substâncias, isoladas de matriz alimentar, não foram eficazes na diminuição de risco à doenças crônicas não transmissíveis indicando que fatores como a biodisponibilidade e a ação sinérgica desses compostos atuam nesse processo (BASTOS et al.,2009).

Com base nos resultados obtidos em estudos anteriores, foi observado que as sementes de *Physalis pubescens* apresentaram elevado teor de compostos fenólicos e de carotenoides. Estes compostos, aliado a possível presença de ácidos graxos insaturados, juntamente com o período de 72h (maior tempo de ação dos compostos antioxidantes sobre as células tumorais) aumente a ação citotóxica do extrato.

## **7. Conclusão**

Neste estudo, os extratos hidroalcoólicos de polpa e semente de *Physalis pubescens* apresentaram moderada atividade contra as bactérias Gram positivas *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. No entanto, os extratos da polpa e da semente apresentaram atividade antitumoral significativa contra a linhagem celular de glioblastoma de rato (C6), linhagem

celular de melanoma murino (B16F10) e o glioma GL261, destacando-se o extrato da semente no período de 72h de incubação. A falta de literatura científica relevante limitou a capacidade de comparar resultados, principalmente na atividade antitumoral dos extratos sobre os três tipos de células tumorais testadas. Através dos resultados obtidos justifica-se a relevância da pesquisa devido ao potencial antitumoral apresentado pelos extratos da polpa e da semente de *Physalis pubescens* e incentiva busca a por novos estudos promovendo melhor extração dos compostos com o objetivo de obter maiores informações sobre as atividades antimicrobianas e biológicas deste fruto, assim como promover testes em *in vivo*.

## 8. Referencia bibliográficas

BARRETO, Rafael Araújo et al. O alcalóide monocrotalina, extraído de "Crotalaria retusa", atua diretamente em culturas primárias de astrócitos alterando a expressão GFAP, a morfologia e o crescimento celular. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 2, 2007.

BASTOS, Deborah HM; ROGERO, Marcelo M.; ARÊAS, José Alfredo G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 53, n. 5, p. 646-56, 2009.

CLSI. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: 25th informational supplement. **CLSI document M100-S25. Clinical and Laboratory Standards Institute**, 2015.

CETIN-KARACA, Hayriye; NEWMAN, Melissa C. Antimicrobial efficacy of plant phenolic compounds against Salmonella and Escherichia Coli. **Food Bioscience**, v. 11, p. 8-16, 2015.

CUEVA, M. B. et al. Antibacterial Effects of Uvilla (*Physalis peruviana* L.) extracts against Listeria spp. Isolated from Meat in Ecuador. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1146-1153, 2017.

DA FROTA, Mario Luiz Conte et al. Brazilian marine sponge *Polymastia janeirensis* induces apoptotic cell death in human U138MG glioma cell line, but not in a normal cell culture. **Investigational new drugs**, v. 27, n. 1, p. 13-20, 2009.

DE LA LASTRA, C. A.; VILLEGAS, I. Resveratrol as an antioxidant and prooxidant agent: mechanism and clinical implications. **Biochemical Society Transactions**, v. 35, p. 1156-1161, 2007.

DUFFY, Cepta F.; POWER, Ronan F. Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant extracts. **International journal of antimicrobial agents**, v. 17, n. 6, p. 527-529, 2001.

GARCIA, Luiz Filipe Machado et al. CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE E CITOTÓXICA DOS EXTRATOS DA POLPA E DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*). 2012.

GHIMIRE, B. K. et al. Evaluation of phenolic compounds and antimicrobial activities in transgenic *Codonopsis lanceolata* plants via overexpression of the  $\gamma$ -tocopherol methyltransferase ( $\gamma$ -tmt) gene. **South African Journal of Botany**, v. 109, p. 25-33, 2017.

HUGHES, Juliana Bentes et al. Citotoxicidade do extrato alcaloidal das vagens de *Prosopis juliflora* Swartz. DC (Algaroba) em células gliais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. supl., p. 50-58, 2006.

IACOB, Gabriel; DINCA, Eduard B. Current data and strategy in glioblastoma multiforme. **Journal of medicine and life**, v. 2, n. 4, p. 386, 2009.

KAEFER, Christine M.; MILNER, John A. The role of herbs and spices in cancer prevention. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 347-361, 2008.

KAPER, James B.; NATARO, James P.; MOBLEY, Harry LT. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature reviews microbiology**, v. 2, n. 2, p. 123, 2004.

KARPEL-MASSLER, Georg et al. Therapeutic inhibition of the epidermal growth factor receptor in high-grade gliomas: where do we stand?. **Molecular Cancer Research**, v. 7, n. 7, p. 1000-1012, 2009.

KUIJLEN, Jos MA et al. on TRAIL for malignant glioma therapy?. **Neuropathology and applied neurobiology**, v. 36, n. 3, p. 168-182, 2010.

LI, Yan-Fang; FU, Li-Wu. Antitumoral effects of annonaceous acetogenins. **Chinese Pharmacological Bulletin**, v. 20, n. 3, p. 245-247, 2004.

LOPES, DCDXP et al. Atividade antimicrobiana e fototóxica de extratos de frutos e raízes de *Physalis angulata* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 206-210, 2006.

MAGALHÃES, F. I. E. Atividade antitumoral (in vitro e in vivo) das fisalinas B e D isoladas da *Physalis angulata* LIN. **Dissertação, Universidade do Estado do Ceará**, p. 118, 2005.

MARTINS, Raquel Costa. **Nanotecnologia no diagnóstico e tratamento do cancro oral**. 2017. Tese de Doutorado.

MIER-GIRALDO, Helen et al. Cytotoxic and immunomodulatory potential activity of *Physalis peruviana* fruit extracts on cervical cancer (HeLa) and fibroblast (L929) cells. **Journal of Evidence-based Complementary & Alternative Medicine**, v. 22, n. 4, p. 777-787, 2017.

MOTHANA, Ramzi AA; LINDEQUIST, Ulrike. Antimicrobial activity of some medicinal plants of the island Soqotra. **Journal of ethnopharmacology**, v. 96, n. 1-2, p. 177-181, 2005.

MOSMANN, Tim. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. **Journal of immunological methods**, v. 65, n. 1-2, p. 55-63, 1983.

NARAYANA, Ashwatha et al. Antiangiogenic therapy using bevacizumab in recurrent high-grade glioma: impact on local control and patient survival. **Journal of neurosurgery**, v. 110, n. 1, p. 173-180, 2009.

PATEL, T. et al. Study on the antibacterial potential of *Physalis minima* Linn. **Indian journal of pharmaceutical sciences**, v. 73, n. 1, p. 111, 2011.

PEVES, Hernández; MARTHA, María. Actividad antioxidante y citotóxica de las fisalinas y de los flavonoides presentes en las hojas de *Physalis peruviana* L. 2015.

PLETSCH, M. Compostos naturais biologicamente ativos. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, p. 12-15, 1998.

PORTAL - INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER - INCA. [www2.inca.gov.br](http://www2.inca.gov.br). Disponível em: < [http://www1.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=322](http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=322) >. Acesso em: 08 fev. 2019.

REPO DE CARRASCO, Ritva; ENCINA ZELADA, Christian René. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 74, n. 2, p. 108-124, 2008.

RIOS, J. L.; RECIO, M. C. Medicinal plants and antimicrobial activity. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1-2, p. 80-84, 2005.

RUFATO, A. de R. et al. A cultura da physalis. **Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2013.

SZATMÁRI, Tünde et al. Detailed characterization of the mouse glioma 261 tumor model for experimental glioblastoma therapy. **Cancer science**, v. 97, n. 6, p. 546-553, 2006.

## 6. Considerações finais

- Devido à carência de estudos sobre a *Physalis pubescens* uma revisão bibliográfica foi desenvolvida, sendo disponibilizadas várias informações a respeito das características físico químicas e biológicas desta PANC.
- Verificou-se elevado teor de compostos bioativos (flavonoides, ác. fenólicos e carotenoides) necessitando de estudos para a identificação isolada desses compostos presentes nos frutos de *Physalis pubescens*.
- A atividade antibacteriana *in vitro* dos extratos P e S foram eficientes contra as bactérias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*), no entanto, se faz necessário à realização de mais estudos utilizando outros métodos e/ou outros solventes para a extração dos compostos antioxidantes visando maior ação antimicrobiana
- A atividade antitumoral *in vitro* foi eficiente em altas concentrações dos extratos sem efeito citotóxico em células não tumorais, além do mais, tiveram efeito antitumoral sobre as linhagens tumorais cerebrais (glioma C6 e GL 261) e melamona (B16F10), indicando possíveis estudos terapêuticos com ensaios *in vivo*.
- Os frutos de *Physalis pubescens* apresentaram elevada atividade antioxidante devido a presença de compostos bioativos, destacando o teor de carotenoides e flavonoides, além disso, os efeitos biológico apresentados se devem a ação sinérgica dos compostos presentes nos frutos.

## 7. Referências bibliográficas

CAMLOFSKI, Ana Mery de Oliveira. Avaliação dos compostos bioativos e caracterização das pectinas do fruto de *Physalis angulata* L. 2014.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN NACIONAL. **Análisis internacional del sector hortofrutícola para Colombia**. Bogotá: Editorial El Diseño, 2000.

DA COSTA CHAVES, Anderson; SCHUCH, Márcia Wulff; ERIG, Alan Cristiano. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Ciênc. agrotec.**, v. 29, n. 6, 2005.

EL SHEIKHA, A. F. et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruits. **Food**, v. 2, n. 2, p. 124-130, 2008.

EL SHEIKHA, Aly F. et al. Biochemical and sensory quality of physalis (*Physalis pubescens* L.) juice. **Journal of food processing and preservation**, v. 34, n. 3, p. 541-555, 2010.

FISCHER, Gerhard; ALMANZA-MERCHÁN, Pedro José; MIRANDA, Diego. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 01-15, 2014.

FUMAGALI, Elisângela et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.

Jl, Long et al. Induction of quinone reductase (QR) by withanolides isolated from *Physalis pubescens* L.(Solanaceae). **Steroids**, v. 78, n. 9, p. 860-865, 2013.

KOMES, Draženka et al. Phenolic composition and antioxidant properties of some traditionally used medicinal plants affected by the extraction time and hydrolysis. **Phytochemical analysis**, v. 22, n. 2, p. 172-180, 2011.

LICODIEDOFF, Silvana. Caracterização físico-química e compostos bioativos em *Physalis Peruviana* e derivados. 2012.

LUCHESE, Cláudia Leites; GURAK, Poliana Deyse; MARCZAK, Ligia Damasceno Ferreira. Osmotic dehydration of physalis (*Physalis peruviana* L.): evaluation of water loss and sucrose incorporation and the quantification of carotenoids. **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1128-1136, 2015.

MUNIZ, Janaína et al. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 830-838, 2011.

MUNIZ, Janaína et al. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

ROCKENBACH, Ismael Ivan et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 3, p. 271-276, 2009.

RUFATO, L. et al. Aspectos técnicos da cultura da *Physalis*. **Lages: CAV/Udesc**, p. 457-463, 2008.

SILVA, Melissa TG et al. Studies on antimicrobial activity, in vitro, of *Physalis angulata* L.(Solanaceae) fraction and physalin B bringing out the importance of assay determination. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 7, p. 779-782, 2005.