



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**BEATRIZ DE CÁSSIA VIEIRA**

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA PECTINA  
DA CASCA DE BANANA**

**Assis/SP  
2019**



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**BEATRIZ DE CÁSSIA VIEIRA**

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA PECTINA  
DA CASCA DE BANANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a): Beatriz de Cássia Vieira.  
Orientador(a): Dr<sup>a</sup>. Rosângela Aguiar da Silva.**

**Assis/SP  
2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

V657e VIEIRA, Beatriz de Cássia  
Extração e quantificação de pectina da casca de banana/  
Beatriz de Cássia Vieira. -- Assis, 2019.  
45p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial). –  
Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA.

Orientadora: Dra. Rosângela Aguilár da Silva

1. Análise-gravimétrico 2. Extração 3. Casca-banana

CDD 545.1

# EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA PECTINA DA CASCA DE BANANA

BEATRIZ DE CÁSSIA VIEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

**Orientador:** Dra. Rosângela Aguilár da Silva.

**Examinador:** Me. Alexandre Vinicius Guedes Mazalli.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso a Deus, a minha família, as professoras Me. Flávia Marquezini pelas orientações iniciais e a Dra. Rosângela Aguiar da Silva pelo auxílio e orientações para concluir esse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me iluminar e dar forças, pois sem ele não chegaria até aqui, a mim mesmo pelo esforço e dedicação, a minha família em especial aos meus pais Mario Fernandes Vieira e Rosa Maria Príncipe Vieira, pela contribuição, por sempre acreditarem e me apoiarem a não desistir e a concluir este curso.

Ao meu namorado e noivo Flávio Gabriel Zibordi por estar ao meu lado e aconselhar em momentos difíceis.

Ao Programa Escola da Família, pela oportunidade de bolsa para cursar esta graduação, sem a qual não seria possível chegar até aqui.

A todos professores que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial as professoras Me. Flávia Augusta Marquezini por me orientar inicialmente neste trabalho e Dr<sup>a</sup>. Rosângela Aguilhar da Silva pela orientação e auxílio para concluir este trabalho. Ao professor e Me. Alexandre Vinícius Mazalli pelas sugestões e correções que possibilitaram melhorias neste trabalho.

Às equipes do laboratório de Química da FEMA e Laboratório CEPECI, pela ajuda e espaço cedido para realização das análises.

Aos amigos e colegas que conheci durante esta graduação, pelo companheirismo no decorrer das aulas e todos que colaboraram de forma direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

O primeiro dever da inteligência é  
desconfiar dela mesma.

Albert Einstein

## RESUMO

A banana, *Musa acuminata L.* é uma fruta de consumo universal, rica em carboidratos, potássio e vitamina A. Por ser um alimento perecível, uma alternativa para o seu melhor aproveitamento é a sua utilização na produção de doces, polpas, entre outros derivados. Entretanto, nesse processo ocorre a geração de grande quantidade de cascas. Para minimizar o impacto causado pelo excesso de resíduos, pesquisas têm sido desenvolvidas para o aproveitamento desses resíduos, beneficiando o setor industrial e ambiental. Esse trabalho teve como objetivo a extração e quantificação de pectina a partir da casca de banana, na forma de pectato de cálcio utilizando a análise gravimétrica. No preparo da amostra, as cascas de banana foram secas em estufa de ar forçado, seguida pela etapa de trituração para a obtenção da farinha. Para a determinação da pectina pesou-se 1,0 grama de amostra e realizou-se uma extração aquosa cujo princípio do método consiste na solubilização da pectina, seguida da neutralização dos resíduos de ácidos galacturônico livres pelos íons cálcio, provocando a geleificação e a precipitação da pectina na forma de pectato de cálcio que foi quantificado por gravimetria. A quantidade de pectina, como pectato de cálcio, obtida neste estudo foi de 14,25%. O resultado obtido mostrou que o método utilizado foi eficiente para extrair a pectina a partir da farinha da casca de banana e constitui uma alternativa para a obtenção de pectina e destinação do resíduo da casca de banana.

**Palavras-Chave:** Extração; Casca de Banana; Determinação de Pectina.

## ABSTRACT

The banana, *Musa acuminata L.*, is a universally consumed fruit, rich in carbohydrates, potassium and vitamin A. For being a perishable food, an alternative for your better harnessing is its use in the production of sweets, pulps, among other derivatives. However, in this process occurs the production of large amount of barks. To minimize the impact caused by the excess of wastes, researches has been developed to use this wastes, benefiting the industrial and environmental sector. This work had objective the extraction and quantification of pectin from banana peel, in the form of calcium pectate, using the gravimetric analysis. In the sample preparation, the banana peels were dried in a heating chamber with forced-air, followed by the grinding step to obtain the flour. For the determination of pectin, 1.0 gram of sample was weighed and an aqueous extraction was carried out whose principle of the method consists in the solubilization of pectin, followed by neutralization of free galacturonic acid residues by the calcium ions, causing the gelification and precipitation of pectin in the form of calcium pectate which was quantified by gravimetry. The amount of pectin, as calcium pectate, obtained in this study was 14.25%. The obtained result showed that the used method was efficient to extract the pectin from the banana peel flour and constitutes an alternative for obtaining pectin and destination of the banana peel residue.

**Keywords:** Extraction; Banana Peel; Pectin Determination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Estrutura geral da pectina.....                                    | 19 |
| Figura 2: Gelificação da pectina de baixa esterificação .....                | 23 |
| Figura 3: Etapas no processo de compostagem.....                             | 28 |
| Figura 4: Fluxograma do processo de preparo da amostra .....                 | 30 |
| Figura 5: Fluxograma do processo de extração e quantificação de pectina..... | 32 |
| Figura 6: Amostra da farinha obtida da casca de banana.....                  | 33 |
| Figura 7: Aquecimento da farinha da casca de banana .....                    | 34 |
| Figura 8: Filtração a vácuo do extrato .....                                 | 34 |
| Figura 9: Pectina solúvel e diluída.....                                     | 35 |
| Figura 10: Pectina solúvel com Hidróxido de Sódio.....                       | 36 |
| Figura 11: Solução após repouso.....   | 36 |
| Figura 12: Solução após adição de Cloreto de Cálcio .....                    | 37 |
| Figura 13: Pectato de Cálcio precipitado .....                               | 37 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>2. BANANA</b> .....  | <b>14</b> |
| 2.1 AÇÃO ANTIOXIDANTE .....   | 14        |
| 2.2 TIPOS DE BANANAS .....  | 15        |
| <b>3. CASCA DE BANANA</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>4. CARBOIDRATOS</b> .....  | <b>18</b> |
| 4.1 PECTINA .....   | 18        |
| 4.1.1 Classificação da Pectina .....  | 20        |
| 4.1.2 Mecanismo da Gelificação da Pectina com Alto Grau de Metoxilação .....  | 21        |
| 4.1.3 Mecanismo da Gelificação da Pectina com Baixo Grau de Metoxilação ..... | 22        |
| 4.1.4 Aplicação da Pectina .....  | 23        |
| 4.1.5 Benefícios da Pectina .....   | 24        |
| <b>5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS</b> .....                                | <b>26</b> |
| 5.1 MATERIAIS .....   | 27        |
| 5.2 MÉTODOS .....   | 27        |
| 5.2.1 Coleta do Material .....  | 27        |
| 5.2.2 Preparo da Compostagem .....  | 28        |
| <b>6. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | <b>29</b> |
| 6.1 MATERIAIS .....   | 29        |
| 6.2 REAGENTES .....   | 29        |
| 6.3 MÉTODOS .....   | 30        |
| 6.3.1 Coleta da Amostra .....   | 30        |
| 6.3.2 Preparo da Amostra .....  | 30        |
| 6.3.3 Extração de Pectina .....   | 31        |
| 6.3.4 Quantificação da Pectina .....  | 31        |
| <b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>8. CONCLUSÃO</b> .....   | <b>40</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>41</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A banana, nome científico *Musa acuminata L.* é uma fruta de consumo universal, rica em carboidratos, potássio e vitamina A (DIAS, 2009), típica de regiões tropicais úmidas e subtropicais. O Brasil com clima propício ao seu cultivo está entre os maiores produtores de banana, sendo o terceiro maior produtor mundial, com 6,4 milhões de toneladas, e encontra-se entre os principais consumidores (FAO, 2015).

Devido sua característica de alimento com alta perecibilidade, uma alternativa ao seu aproveitamento é a sua utilização no preparo de doces, na produção de polpas entre outros derivados, gerando grande quantidade de cascas (GONDIM, 2005).

Com o desenvolvimento e aumento de indústrias alimentícias e a intensificação da fruticultura, o setor agroindustrial no Brasil tem investido cada vez mais em novos produtos com o intuito de aproveitar a grande quantidade de resíduos gerados na produção industrial. Uma vez que seu destino inadequado está associado não apenas a problemas ambientais como também a perdas econômicas (SENA; NUNES, 2006).

Dos resíduos gerados na indústria alimentícia, a maioria apresenta compostos de grande importância, como fibras alimentares, óleos essenciais, amido, enzimas, açúcares, pectina e compostos bioativos. Logo, seu aproveitamento sustentável proporciona benefícios tanto ao homem quanto ao meio ambiente. Sendo assim, as cascas de algumas frutas, podem vir a ser utilizadas na elaboração de produtos como geleia, farinha e néctar assim como matéria-prima na obtenção de pectinas (REBELLO, 2013).

A casca da banana é um resíduo domiciliar e industrial no setor de alimentos, sendo descartado em grande quantidade no meio ambiente, não possuindo ainda aplicações de ordem industrial, sendo utilizada de forma direta, na alimentação animal e como adubo orgânico (SENA; NUNES, 2006).

As pectinas consistem em polissacarídeos estruturais presentes em diversos tecidos de vegetais e pode ser extraída em água quente acidificada. A quantidade e qualidade de pectina extraída estão relacionadas com a seleção da matéria prima e controle das condições de extração onde o rendimento está relacionado ao conteúdo de ácido galacturônico, grau de metilação e peso molecular (DIAS, 2009). A pectina é amplamente

utilizada na indústria alimentícia como aditivo devido suas propriedades gelificantes, espessantes, texturizantes, emulsificantes ou estabilizantes (WANKENNE, 2014).

A fim de minimizar o problema do descarte de casca de banana, é essencial o desenvolvimento de técnicas de extração e aplicação através de estudos da composição química desse subproduto, viabilizando o aproveitamento e beneficiando o setor industrial e ambiental, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país.

Este trabalho teve como objetivo extrair e quantificar a pectina a partir da casca de banana, na forma de pectato de cálcio, utilizando a análise gravimétrica.

## 2. BANANA

A banana (*Musa spp*), pertence à família botânica Musaceae, é uma das frutas mais consumidas no mundo (FASOLIN et al., 2007). Sua produção mundial é de aproximadamente 114 milhões de toneladas, anualmente (FAOSTAT, 2017).

De origem asiática, a bananeira se adaptou bem ao clima tropical e subtropical do Brasil e devido às condições climáticas permitiu seu cultivo sobre todo o território nacional, sendo que a maior parte da produção está nas regiões nordeste e sudeste. Estima-se que a área plantada no país atinja cerca de 490 mil hectares (BRUCKNER; OLIVEIRA; SILVA, 2018).

Os maiores estados brasileiros produtores da fruta são: Bahia com 88.147 hectares de área plantada, em seguida o Pará com 55.152 hectares, São Paulo com 54.834 e Minas Gerais com 46.812 (IBGE, 2015).

A banana é uma fruta com elevado índice nutricional, boa fonte energética, possui alto teor de carboidratos, como amido e açúcares. Além disso, apresenta teores consideráveis de vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e C, além de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, entre outros em quantidades menores (FOLEGATTI; MATSUURA, 2004).

Considerando a presença de antioxidantes como carotenoides, além de compostos como dopamina e galocatequina em sua composição é capaz de proteger o organismo contra os danos dos radicais livres (MELO, 2010).

Portanto, além do elevado valor nutritivo, a banana tem alto significado socioeconômico. Mobiliza um grande contingente de mão-de-obra, permite retorno rápido ao produtor e é geradora de divisas para o país (GANGA, 2002).

### 2.1 AÇÃO ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes ocorrem em uma ampla variedade de vegetais, podendo ser encontradas nas raízes, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes e na seiva. A polpa da banana possui cerca de 30 mg/100g de galocatequina, é um flavonoide, substância fenólica, sendo

um antioxidante que atua como sequestrador de radicais livres (SOMEYA; YOSHIKI; OKUBO, 2002).

Além dos compostos fenólicos, existem outras substâncias nutracêuticas que apresentam como mecanismo de ação a atividade antioxidante, como os carotenoides e a vitamina C. Esses compostos podem agir de diferentes formas, no que se refere aos alvos fisiológicos. A ação antioxidante deve-se ao potencial de óxido-redução de determinadas moléculas, à capacidade das mesmas em competir por sítios ativos e receptores em diversas estruturas celulares, ou pode estar relacionada à modulação da expressão de genes que codificam proteínas envolvidas em mecanismos intracelulares de defesa contra processos oxidativos degenerativos de estruturas celulares, como DNA e membranas. Estudos epidemiológicos têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e hortaliças contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido aos antioxidantes contidos nestes alimentos (MELO et al., 2006).

Esses benefícios normalmente estão associados aos compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides presentes nos alimentos. A importância funcional desses compostos na saúde humana tem levado pesquisadores a realizarem cada vez mais estudos buscando determinar suas concentrações nos alimentos e em especial nas frutas com objetivo de descobrir novas fontes nutricionais (BORGES, 2016).

## 2.2 TIPOS DE BANANAS

As variedades de bananas mais cultivadas no Brasil são a Prata, Pacovã, Figo, Ouro, Maçã, Terra, Nanica (CORDEIRO; SEREJO; SILVA, 2004).

A composição nutricional apresenta diferenças entre as variedades de bananas, conforme apresentado na tabela 1. Os valores são por 100 g da polpa do fruto (UNICAMP, 2011).

|                        |             | TERRA        | FIGO         | MAÇÃ         | NANICA       | OURO         | PACOVÃ       | PRATA        |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Umidade</b>         | <b>(%)</b>  | <b>63,9</b>  | <b>70,1</b>  | <b>75,2</b>  | <b>73,8</b>  | <b>68,2</b>  | <b>77,7</b>  | <b>71,9</b>  |
| Energia                | (kcal)      | 128,0        | 105,0        | 87,0         | 92,0         | 112,0        | 78,0         | 98,0         |
| <b>Proteína</b>        | <b>(g)</b>  | <b>1,4</b>   | <b>1,1</b>   | <b>1,8</b>   | <b>1,4</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,2</b>   | <b>1,3</b>   |
| Lipídeos               | (g)         | 0,2          | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,2          | 0,1          | 0,1          |
| <b>Coolesterol</b>     | <b>(mg)</b> | <b>NA</b>    |
| Carboidrato            | (g)         | 33,7         | 27,8         | 22,3         | 23,8         | 29,3         | 20,3         | 26,0         |
| <b>Fibra Alimentar</b> | <b>(g)</b>  | <b>1,5</b>   | <b>2,8</b>   | <b>2,6</b>   | <b>1,9</b>   | <b>2,0</b>   | <b>2,0</b>   | <b>2,0</b>   |
| Cinzas                 | (g)         | 0,8          | 0,8          | 0,6          | 0,8          | 0,8          | 0,7          | 0,8          |
| <b>Cálcio</b>          | <b>(mg)</b> | <b>4,0</b>   | <b>6,0</b>   | <b>3,0</b>   | <b>3,0</b>   | <b>3,0</b>   | <b>5,0</b>   | <b>8,0</b>   |
| Magnésio               | (mg)        | 24,0         | 30,0         | 24,0         | 28,0         | 28,0         | 30,0         | 26,0         |
| <b>Manganês</b>        | <b>(mg)</b> | <b>0,2</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,6</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,4</b>   | <b>0,4</b>   |
| Fósforo                | (mg)        | 26,0         | 16,0         | 29,0         | 27,0         | 22,0         | 20,0         | 22,0         |
| <b>Ferro</b>           | <b>(mg)</b> | <b>0,3</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,3</b>   | <b>0,3</b>   | <b>0,4</b>   | <b>0,4</b>   |
| Sódio                  | (mg)        | Tr           | Tr           | Tr           | Tr           | Tr           | 1,0          | Tr           |
| <b>Potássio</b>        | <b>(mg)</b> | <b>328,0</b> | <b>387,0</b> | <b>264,0</b> | <b>376,0</b> | <b>355,0</b> | <b>267,0</b> | <b>358,0</b> |
| Cobre                  | (mg)        | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,1          |
| <b>Zinco</b>           | <b>(mg)</b> | <b>0,2</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,3</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   |
| Retinol                | (µg)        | NA           |
| <b>Tiamina</b>         | <b>(mg)</b> | <b>0,0</b>   | <b>0,1</b>   | <b>Tr</b>    | <b>Tr</b>    | <b>Tr</b>    | <b>0,1</b>   | <b>Tr</b>    |
| Riboflavina            | (mg)        | 0,0          | Tr           | Tr           | 0,0          | Tr           | 0,0          | 0,0          |
| <b> Piridoxina</b>     | <b>(mg)</b> | <b>0,1</b>   | <b>0,0</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,1</b>   |
| Niacina                | (mg)        | Tr           |
| <b>Vitamina C</b>      | <b>(mg)</b> | <b>15,7</b>  | <b>17,5</b>  | <b>10,5</b>  | <b>5,9</b>   | <b>7,6</b>   | <b>Tr</b>    | <b>21,6</b>  |

NA: Não Aplicável; Tr. Traços

**Tabela 1:** Composição Nutricional de diferentes variedades de banana (UNICAMP, 2011).

### 3. CASCA DE BANANA

A casca de banana corresponde a 40 % do peso da fruta, gerando industrialmente 87,6 mil toneladas de subproduto por ano. Os resíduos gerados pela casca de banana não possuem destino definido, parte é utilizado na produção de doces caseiros como, compotas e geleias. Porém são produções em pequena escala, não sendo suficiente para suprir a enorme geração deste subproduto (BEHLING, 2017).

Desse modo, o aproveitamento da casca é de grande importância por se tratar de uma fruta mundialmente produzida e consumida. É possível a utilização da casca de banana na produção de doce, produção de biogás, como matéria prima para obtenção de etanol e vinagre. A farinha obtida da casca de banana também apresenta aplicabilidade como bioabsorvente para metais pesados em soluções aquosas, agente de adsorção de corantes básicos, purificação de água, ingrediente em massa de macarrão e extração de pectina, além da utilização como adubo fornecendo nutrientes para as plantas (REBELLO, 2013).

Porém, essas aplicações da casca dependem de sua composição química em fibras alimentares, proteínas, aminoácidos essenciais, ácidos graxos poli-insaturados e potássio, além de polifenóis e carotenoides, que são fitoquímicos com propriedades antioxidantes. Segundo Emaga et al., (2007), a presença de ácidos graxos, compostos fenólicos e flavonoide galocatequina são maiores na casca do que na polpa.

## 4. CARBOIDRATOS

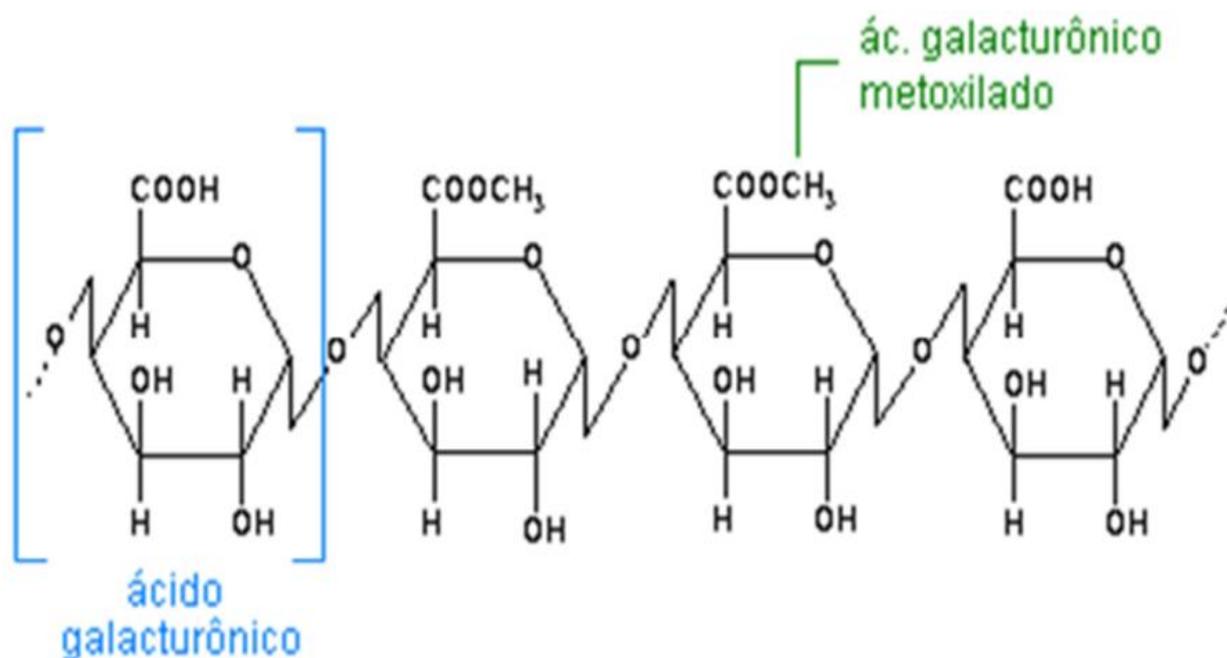
Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra. Alguns carboidratos como açúcar e amido, são os principais elementos da dieta, e sua oxidação é a principal via de produção de energia na maioria das células. Polímeros de carboidratos atuam como elementos estruturais e protetores nas paredes celulares bacterianas e vegetais e também em tecidos conectivos animais. Outros polímeros lubrificam as articulações e auxiliam o reconhecimento e a adesão intercelular. Polímeros de carboidratos complexos covalentemente ligados a proteínas ou lipídeos atuam como sinais que determinam a localização intracelular ou o destino metabólico dessas moléculas híbridas, chamadas de glicoconjugados (COX; NELSON; 2014).

As principais classes de carboidratos são: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos, onde a palavra “sacarídeo” é derivada do grego *sakcharon*, que significa “açúcar” (COX; NELSON, 2014).

### 4.1 PECTINA

Pectina palavra derivada do grego *pectos*, com significado gelatinizado ou solidificado. Descoberta em 1790, quando Nicolas Louis Vauquelin encontrou uma substância solúvel nos sucos de frutas. O nome pectina foi usado pela primeira vez em 1824, quando o químico e farmacêutico francês Henri Braconnot continuando o trabalho de Vauquelin, descobriu que essa substância, amplamente disponível nas plantas, apresentava propriedades gelificantes quando se adicionava ácido em sua solução. A substância formadora de gel foi denominada de ácido péctico (WANZENNE, 2014).

A pectina é um polissacarídeo com cerca de 150 a 500 unidades de ácidos galacturônico parcialmente esterificados com grupos metoxilados, unidos por ligações glicosídicas  $\alpha$ - 1,4 em uma longa cadeia molecular, como demonstrado na figura 1 (COELHO, 2008).



**Figura 1:** Estrutura geral da pectina (SOUZA; NEVES, 2004).

Consistem em complexos de polissacarídeos estruturais, presentes em diversos tecidos vegetais, as quais fazem parte de uma variada classe de substâncias denominadas pécticas que têm como função proporcionar firmeza, adesão entre as células e pela resistência mecânica na parede celular de vegetais (ORDONEZ, 2005).

A pectina pode ser encontrada na maioria dos tecidos das plantas, sendo obtida através da extração de matérias primas vegetais que apresenta considerável teor de pectina como casca de limão, lima, uva, laranja e maçã. Das diversas matérias primas podem-se extrair variedades de pectina, industrialmente, com propriedades específicas, através de diferentes procedimentos (WANZENNE, 2014).

A determinação das substâncias pécticas pode ser feita através de métodos gravimétricos, como método de pectato de cálcio de Carré e Haynes e também por métodos de descarboxilação e calorimétricos (GAVA, 1998).

As moléculas nativas, presentes nas paredes celulares e nas camadas intermoleculares de todas as plantas, pela qual as pectinas comerciais são obtidas, são mais complexas convertendo em galacturonoglicanos metil esterificados durante extração em meio ácido. A pectina comercial normalmente é obtida das cascas de frutas cítricas e do bagaço da maçã (DAMODARAM; FENNEMA; PARKIN, 2010).

A pectina é encontrada em frutas em quantidade variáveis dependendo do tipo de fruta e estágio de maturação. As principais fontes, ricas em pectina são as frutas cítricas e maçã (GAVA, 1998). Também é encontrada nas lamelas de beterrabas açucareiras, nos resíduos da produção de açúcar e até mesmo no miolo do girassol. A pectina de girassol, por exemplo, apresenta um maior peso molecular e um menor grau de esterificação do que a pectina de beterraba; ambas se caracterizam por conter grupos acetil em vez do metoxílicos (WANKENNE, 2014).

#### **4.1.1 Classificação da pectina**

A pectina é comercialmente classificada quanto ao teor de metoxilação em pectina de alto teor de grupos metoxílicos (ATM), quando contém acima de 50% dos seus grupos carboxílicos esterificados e de baixo teor (BTM), quando apresenta 50%, ou menos. Com um teor de grupos metoxílicos superior a 70% é chamada de pectina rápida por gelificar a uma temperatura mais alta (BOBBIO, 2001).

A capacidade de formar gel dos ácidos pécticos está relacionada com o grau de polimerização relativamente alta, com a ausência de grupos ligados à cadeia poligalacturônica e com o conteúdo de grupos metoxílicos. Pectinas com bastantes grupos metoxílicos podem formar geleia na presença de quantidade relativamente alta de açúcar e acidez, ao passo que pectinas com poucos grupos metoxílicos podem formar geleia na ausência de açúcar, porém na presença de certos íons metálicos. Com isso a importância em distinguir as pectinas altamente metoxilados e pectinas com teor metoxílicos baixo (GAVA, 1998).

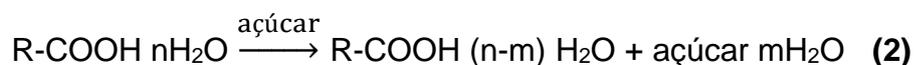
Os empregos da pectina com diferentes graus de metoxilação são de acordo com a capacidade de formação do gel. As pectinas de gelificação rápida são utilizadas em produtos que incluem pedaços de fruta ou tiras de casca. As de gelificação lenta são aplicadas em geleias normais e envasadas em grandes recipientes, obtendo-se géis homogêneos, evitando-se gelificações prematuras, enquanto que as pectinas de baixa metoxilação são bastante utilizadas em produtos dietéticos por não requererem açúcares, necessitam a adição de íons  $\text{Ca}^{2+}$  para formarem gel (TORREZAN, 1998).

#### 4.1.2 Mecanismo de gelificação da pectina com alto grau de metoxilação (ATM)

As soluções de pectina com alto teor de metoxilação gelificam em quantidade suficiente de ácido e açúcar. À medida que o pH da solução de pectina diminui os grupos carboxilato, altamente hidratados e carregados, são convertidos em grupos não carregados e levemente hidratados. Com a perda de suas cargas e de sua hidratação, as moléculas poliméricas podem assim associar-se, em porções ao longo de seu comprimento, formando uma rede de cadeias poliméricas no qual aprisionam a solução aquosa de soluto (DAMODARAM; FENNEMA; PARKIN, 2010).

A solução coloidal de pectina contém micelas hidratadas carregadas negativamente devido aos grupos  $\text{COO}^-$ . Para ocorrer a passagem de solução a gel, deve-se provocar a aproximação das micelas através da eliminação das suas cargas, abaixando-se o pH entre 2,8-3,5 e retirando-se parcialmente, a água de hidratação. Por resfriamento forma-se o gel no qual é termorreversível (BOBBIO, 2001).

Considerando  $\text{R-COO}^- \cdot n\text{H}_2\text{O}$  como representação da molécula de pectina hidratada, a gelificação ocorre segundo a equação 1 e equação 2 a seguir:



As equações mostram a formação do gel por efeito do ácido e açúcar, por protonação do grupo carboxílico ionizado e a desidratação da micela de pectina pelo açúcar. Além da sacarose outros açúcares podem ser utilizados, em quantidades que dependerão de sua solubilidade e capacidade de interagir com a água (BOBBIO, 2001).

A reação proposta mostra o açúcar como agente desidratante. O mecanismo de ação dos açúcares na formação do gel, pelo qual os açúcares removem a camada de água protetora das moléculas de pectina, possibilitando a sua aproximação por meio de ligações paralelas, por ligação de hidrogênio entre o grupo carboxílico e o grupo hidroxílico entre moléculas vizinhas. Assim, o açúcar atua unindo moléculas de pectina, dando rigidez ao gel (GAVA, 1998).

O teor de açúcar necessário para obter o efeito desidratante desejado é aproximadamente de 60 a 70 % do peso total da geleia. Mas o teor de sólidos solúveis ideal está um pouco acima de 65%. Também é possível formar gel em concentrações de sólidos na ordem de 60%, desde que o teor de ácidos e pectina seja aumentado (GAVA, 1998).

#### **4.1.3 Mecanismo de gelificação da pectina com baixo grau de metoxilação (BTM)**

Quando a pectina contém 50% ou menos dos seus grupos carboxílicos esterificados, a gelificação é provocada pela formação de ligações entre íons carboxílicos e íons de cálcio, ou de outro metal bi ou trivalente, que também ficarão ligados covalentemente a grupos OH. Assim, o metal atua como ligante entre as cadeias de pectina, formando a estrutura do gel, sem necessidade do açúcar. Apenas o íon de cálcio é utilizado em aplicações alimentícias, no qual é adicionado na proporção de 0,1 a 0,5% do peso do gel. Um excesso de cálcio ocorre a precipitação de pectato de cálcio. O açúcar, em pequena quantidade, melhora a textura e um pH muito ácido dificulta a formação do gel (BOBBIO, 2001).

Com aumento da concentração desses cátions bivalentes, no qual proporcionam pontes cruzadas das cadeias de pectina, aumenta a temperatura de gelificação e a força do gel (DAMODARAM; FENNEMA; PARKIN, 2010).

Essa capacidade de formar géis na presença de íons como o cálcio, é essencial para desempenhar funções biológicas e aplicações tecnológicas. Essa gelificação é realizada através de uma interação forte entre os íons de cálcio e as cadeias de ácido galacturônico desesterificadas. Com isso permite a formação de uma rede tridimensional com ligação entre múltiplos polímeros e os íons  $\text{Ca}^{+2}$ , no qual atuam como ponte entre dois grupos carboxílicos e duas cadeias de pectina (NEVES, 2012).

Para esses géis, a pectina é preparada a partir de pectina comum (ATM) por hidrólise controlada. Esse tipo de pectina é amplamente usado na fabricação de produtos dietéticos e tende a substituir a pectina ATM na fabricação de geleias de frutas. Os géis de pectina BTM são termorreversíveis (BOBBIO, 2001).

A Figura 2 mostra o cátion de cálcio ligado a dois resíduos de ácido galacturônico, ocorrendo a gelificação da pectina de baixo teor de metoxilação.

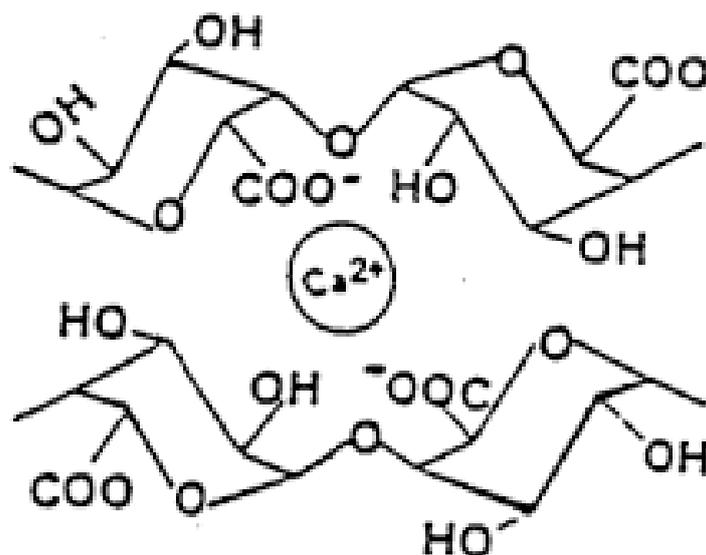


Figura 2: Gelificação da pectina de baixa esterificação (NEVES, 2012).

#### 4.1.4 Aplicações da pectina

A pectina é amplamente utilizada na indústria de alimentos, na produção de geleias, doces de frutas, produtos de confeitaria, sobremesas e comestíveis finos. É utilizada pelas indústrias lácteas em preparações de frutas para iogurtes, em bebidas e sucos concentrados, devido principalmente à sua capacidade de formar géis (WANKENNE, 2014).

Essa capacidade em formar gel está relacionada à quantidade de grupos polares livres como as hidroxilas, à estrutura tridimensional, pH, eletrólitos presentes no meio, solubilidade e concentração da pectina em dispersão, massa molar, grau de metilação, natureza e qualidade de fruta a ser gelificada, tecnologia, distribuição dos grupamentos ao longo da cadeia pectica e composição das cadeias laterais (CANTERI et al, 2012).

A pectina de baixo teor de metoxilação é utilizada na formulação de doces em massa de baixo valor calórico, por não ser necessária a adição de açúcar para gelificação (WANKENNE, 2014).

A pectina apresenta também aplicações na indústria farmacêutica e cosmética, são utilizadas como agente de textura natural em cremes, unguentos e óleos e empregadas

como estabilizante e espessante nas loções capilares, loções corporais e shampoos (FANI, 2012).

Em relação aos efeitos farmacológicos, considera-se que no grande grupo das fibras dietéticas, integra o grupo dos polissacarídeos não-amiláceos, juntamente com gomas, hemiceluloses e  $\beta$ -glucanas. Embora esses compostos não sejam degradados por enzimas humanas, podem ser pela microbiota natural, especialmente durante a passagem pelo intestino grosso. Com implicações benéficas do equilíbrio hídrico e motilidade intestinal, as substâncias pécticas são inadequadamente denominadas de fibras solúveis, visto que em solução são encontradas sob a forma de dispersão coloidal (CANTERI et al, 2012).

Além disso, a pectina vem sendo utilizada na produção de uma variedade de produtos, incluindo filmes biodegradáveis e comestíveis, adesivos, substitutos de papel, espumas e plastificante agentes de superfície para produtos médicos, materiais para implantes biomédicos e sistemas de liberação de fármacos (MOHNEN, 2008).

#### **4.1.5 Benefícios da pectina**

A pectina atua principalmente como um agente gelificantes, promovem aumento de viscosidade e funcionam como coloide estabilizante e protetor em alimentos. Dentre outras propriedades levam à prevenção de flotação em preparados de frutas, a estabilidade de produtos de panificação, a estabilização proteica, bem como a melhoria da textura elástica e estética ao produto final (CANTERI et al, 2012).

Como carboidratos com baixas calorias apresentam propriedade de estabilizar a polpa e a viscosidade, as pectinas são particularmente indicadas no preparo de bebidas refrescantes não alcoolizadas (QUIROGA, 2013).

Atua como substância natural profilática contra envenenamento de cátions tóxicos, estabiliza a pressão sanguínea e auxilia em problemas gastrointestinais (ZANELLA, 2013). Apresentando-se efetiva na remoção de chumbo e mercúrio do trato gastrointestinal e órgãos respiratórios, através da ligação dos cátions de chumbo ao monômero ácido galacturônico, produzido pela degradação enzimática da pectina, com a excreção urinária de chumbo (KOHN, 1982).

Existem outras propriedades de benefícios à saúde, comprovadas cientificamente, relacionadas às substâncias pécicas. Com efeitos prebióticos, a cadeia pécica pode ser transformada em ácidos graxos de cadeia curta, bem como em dióxido de carbono, pela ação de bactérias produtoras de enzimas pectinolíticas dos gêneros *Aerobacillus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* e *Enterococcus*. Assim, a pectina apresenta fraca tendência laxativa e estimula o crescimento da microbiota benéficas do cólon (CANTERI et al, 2012).

A pectina possui efeito biológico, sendo um famoso antidiarreico. É uma substância não irritante em contato com a pele, assim como já foram obtidos efeitos curativos e bactericidas em feridas (FANI, 2012).

Além disso, reduz o colesterol total, pela diminuição das frações popularmente conhecidas como mau colesterol (LDL) e embora não altere o bom colesterol (HDL), também pode ser protetora contra a aterosclerose por melhorar a razão HDL/LDL. Reduzindo a absorção de glucose; redução do peso corporal pela imobilização de nutrientes nos intestinos, aumento da sensação de saciedade e diminuição da atividade de certas enzimas, que leva à menor digestão e absorção (CANTERI et al, 2012).

A capacidade da pectina em aumentar a viscosidade e estabilizar emulsões possibilita seu uso em suspensões em várias preparações farmacêuticas líquidas (ZANELLA, 2013). Em função de suas características estruturais e propriedades reológicas, tem potencial na elaboração de formulações farmacêuticas, com estudos de cinética e hidratação, para administração por via oral ou aplicação tópica, revestimento de sistemas sólidos orais e liberação de fármacos com mínima degradação (CANTERI et al, 2012).

## 5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS

O ensino de química, assim como as outras Ciências Exatas, ainda tem gerado entre os estudantes situação de desconforto devido às dificuldades existentes no processo de aprendizagem. Frequentemente, o ensino de química ainda segue a metodologia tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, muitas vezes pela dificuldade dos professores em relação à disponibilidade de recursos oferecidos pela escola. Com isso, gera por parte dos alunos grande desinteresse pela matéria, apresentando também dificuldades em aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

O aprendizado de química no ensino médio tem como objetivo possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (LEITE; LIMA, 2015).

Nesse contexto, verifica-se a necessidade da educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada relacionando os conteúdos com a realidade dos alunos de forma interdisciplinar e prático-teórica, com o intuito de despertar o interesse dos alunos pela pesquisa e conhecimento científico (SANCHES et al., 2006).

Uma proposta para envolver os alunos, mais especificamente em questões ambientais, na problemática relacionada ao descarte inadequado dos resíduos sólidos é a utilização da técnica da compostagem que possibilita o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados na escola e nas residências, transformando-os em adubo orgânico (POLONI, 2013).

O descarte inadequado de resíduos sólidos acarreta desperdícios, ameaça à saúde pública, além de agravar a degradação ambiental. Com isso, a importância de adotar um sistema de conscientização educacional para a reutilização de resíduos sólidos nas escolas. A compostagem apresenta uma alternativa eficiente de reciclar os resíduos provenientes de animais e vegetais (SANCHES et al., 2006).

Como recurso didático, é possível desenvolver a integração interdisciplinar pelo tratamento das questões ambientais e o estudo das transformações químicas e biológicas durante o

processo da compostagem, contribuindo para melhorar o aprendizado e a conscientização ambiental dos alunos (SANCHES et al., 2006).

Considerando que a casca de banana é um resíduo abundante no ambiente doméstico e escolar, o conhecimento adquirido pode ser de grande aplicabilidade para reduzir a demanda de lixo e utilização desse resíduo na melhoria da fertilidade do solo.

Diante do exposto, a aula para os alunos do ensino médio tem como objetivo uma abordagem inicial de conceitos, processo de decomposição dos resíduos orgânicos, formas viáveis de reaproveitamento dos resíduos, melhorias na fertilidade do solo e benefícios ao meio ambiente e, na sequência, a realização de uma aula prática, segundo Rodrigues (2003), utilizando cascas de banana para o preparo de adubo orgânico pela técnica da compostagem que posteriormente será aplicado em hortas e jardins do ambiente escolar e, então, será verificada a melhoria da fertilidade do solo.

## 5.1 MATERIAIS

- Resíduos;
- Casca de banana;
- Água;
- Compostor (pode ser uma caixa de madeira);
- Tesoura de podar (para diminuir a dimensão dos resíduos a compostar);
- Garfo de jardim (para remexer o material de compostagem);
- Regador;
- Terra ou compostor acelerador;

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1 Coleta do Material

O experimento será realizado pelos alunos que irão coletar as cascas de banana no ambiente escolar ou doméstico. Em seguida, essas cascas são armazenadas sob refrigeração até a obtenção de quantidade suficiente para a utilização.

### 5.2.2 Preparo da Compostagem

Corte as cascas em pequenos pedaços, no fundo do compostor coloque aleatoriamente cascas inteiras promovendo assim o arejamento e impedindo a compactação; adicione uma camada de 5 a 10 cm de resíduos cortados.

Adicione uma porção correspondente a “uma mão cheia de terra” (esta quantidade conterá microrganismos suficientes para iniciar o processo de compostagem), em seguida adicione os resíduos que também contêm micro-organismos e repita o procedimento intercalando a camada e de terra e de resíduo, regando cada camada de forma a manter um teor de umidade adequado. Para isso, teste o ponto adequado da umidade, retirando uma porção do material da pilha e verificando se a mão fica úmida, mas não encharcada.

O processo deverá ser repetido até obter cerca de 1 m de altura. As camadas podem ser adicionadas todas de uma vez ou à medida que os materiais vão ficando disponíveis.

A última camada a adicionar deve ser de terra, para diminuir os problemas de odores e a proliferação de insetos (RODRIGUES, 2003).

A figura 3 apresenta as etapas em fluxograma no processo de preparo da compostagem.

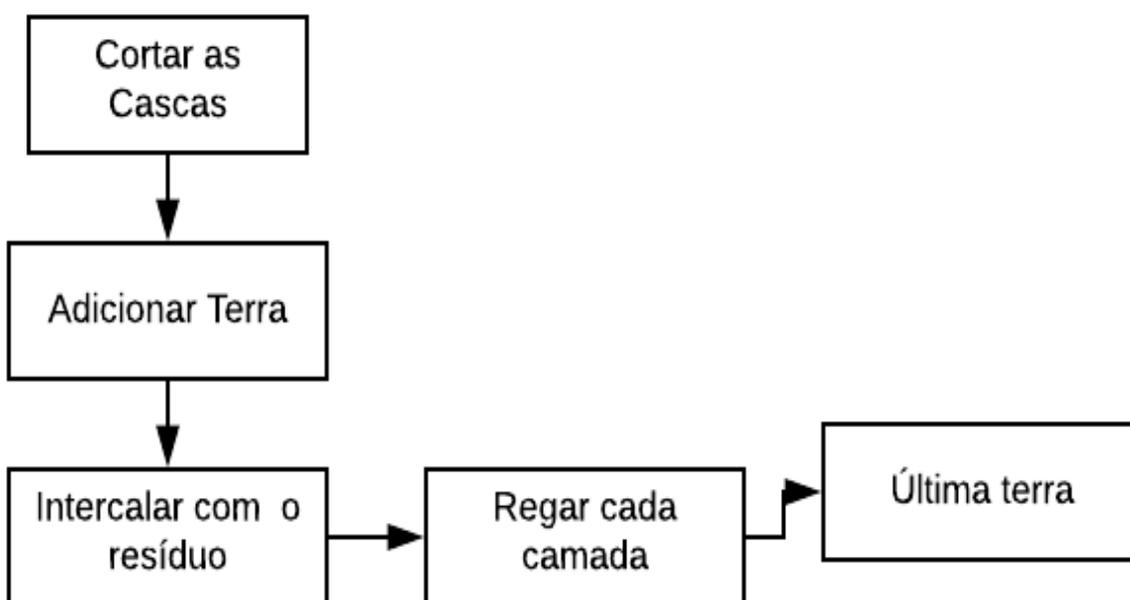


Figura 3: Etapas no processo de compostagem.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 MATERIAIS

- Béquer 600 mL
- Balança analítica (BEL ENGINEERING - M214Ai)
- Espátula
- Liquidificador
- Chapa aquecedora (FISATAM – 503)
- Funil de vidro
- Agitador magnético (QUIMIS – Q261-22)
- Bomba de Vácuo (TECNAL TE-0581)
- Papel filtro J. Prolab 14 $\mu$ m
- Estufa de ar forçado (MARCONI – MA035)
- Faca
- Balão volumétrico de 500 mL
- Pipetas volumétricas de 10 e 50 mL
- Cápsula de alumínio
- Dessecador de Sílica
- Peneira 18 ABNT 1,00 mesh
- Kitassato
- Funil de Buchner

### 6.2 REAGENTES

Reagentes que serão utilizados para o preparo das soluções de grau analítico.

- Solução Ácido Acético 1 Molar
- Solução Hidróxido de Sódio 1 Molar
- Solução Cloreto de Cálcio 2 Molar
- Solução Nitrato de Prata 1%

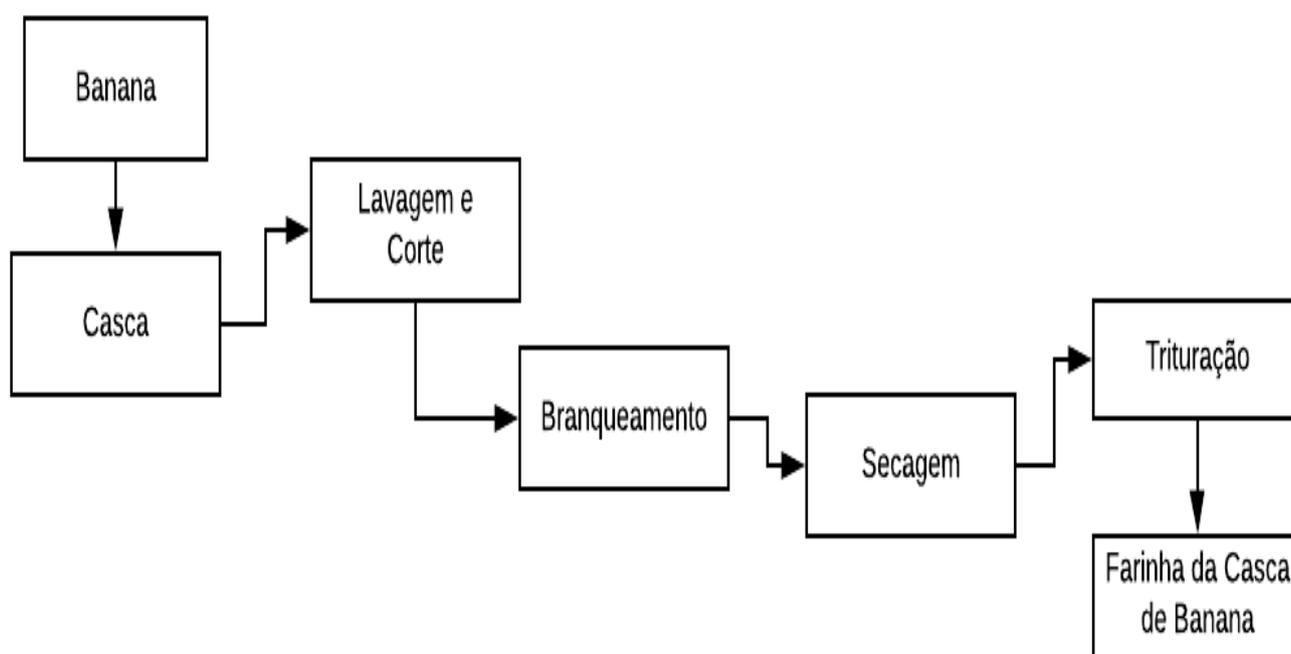
## 6.3 MÉTODOS

### 6.3.1 Coleta da Amostra

As cascas foram extraídas de bananas do tipo nanica adquiridas de pontos comerciais na cidade de Cândido Mota-SP.

### 6.3.2 Preparo da Amostra

No preparo da amostra como proposto por Rebello (2013) com modificações, as cascas de bananas foram cortadas em pequenos pedaços e depois submetidas ao tratamento térmico para inativação de possíveis enzimas, por imersão em água a 97°C, durante três minutos. Após isso, foram resfriadas em banho de gelo, processo denominado de branqueamento, e depois secas em estufa de ar forçado a 55° C por 48 horas. Após a secagem deixou-se resfriar em dessecador e em seguida foram trituradas no liquidificador e peneiradas em peneira 18 ABNT de 1,00 mesh. A Figura 4 a seguir mostra o fluxograma do preparo da amostra.



**Figura 4:** Fluxograma do processo de preparo da amostra.

### 6.3.3 Extração de Pectina

O método utilizado na extração e quantificação de pectina foi proposto por Carvalho; Fernandes e Pires (2006) com modificações.

Em um béquer de 600 mL, pesou-se 1 grama da amostra de farinha da casca da banana e adicionou-se 200 mL de água destilada. Em seguida ferveu-se lentamente durante 1 hora, repondo a água perdida por evaporação. Na sequência, promoveu-se o resfriamento e filtrou-se para um kitassato de 500 mL, utilizando papel de filtro. Após esse procedimento, transferiu-se para um balão volumétrico de 500 mL e completou o volume. Em seguida, pipetou-se uma alíquota de 100 mL e transferiu-se para um béquer de 600 mL, adicionou-se 300 mL de água deionizada e 10 mL de hidróxido de sódio 1 molar, agitou-se continuamente e deixou-se em repouso durante a noite.

No dia seguinte adicionou-se 50 mL da solução de ácido acético 1 molar sob agitação e após 5 minutos adicionou-se sob agitação 50 mL da solução de cloreto de cálcio 2 molar e levou-se à fervura por 1 minuto. Posteriormente, depois de 90 minutos em repouso, filtrou-se em papel filtro 14 micrometros, seco e previamente tarado em cápsula de alumínio, lavou-se o precipitado com água deionizada quente, quase em fervura até remover todo o cloreto livre. A presença de cloreto foi testada utilizando uma solução de nitrato de prata 1%. Transferiu-se o resíduo do filtro para a cápsula de alumínio previamente tarada e evaporou-se até a secura e, então, levou-se à estufa de ar forçado a 30° C por 24 horas.

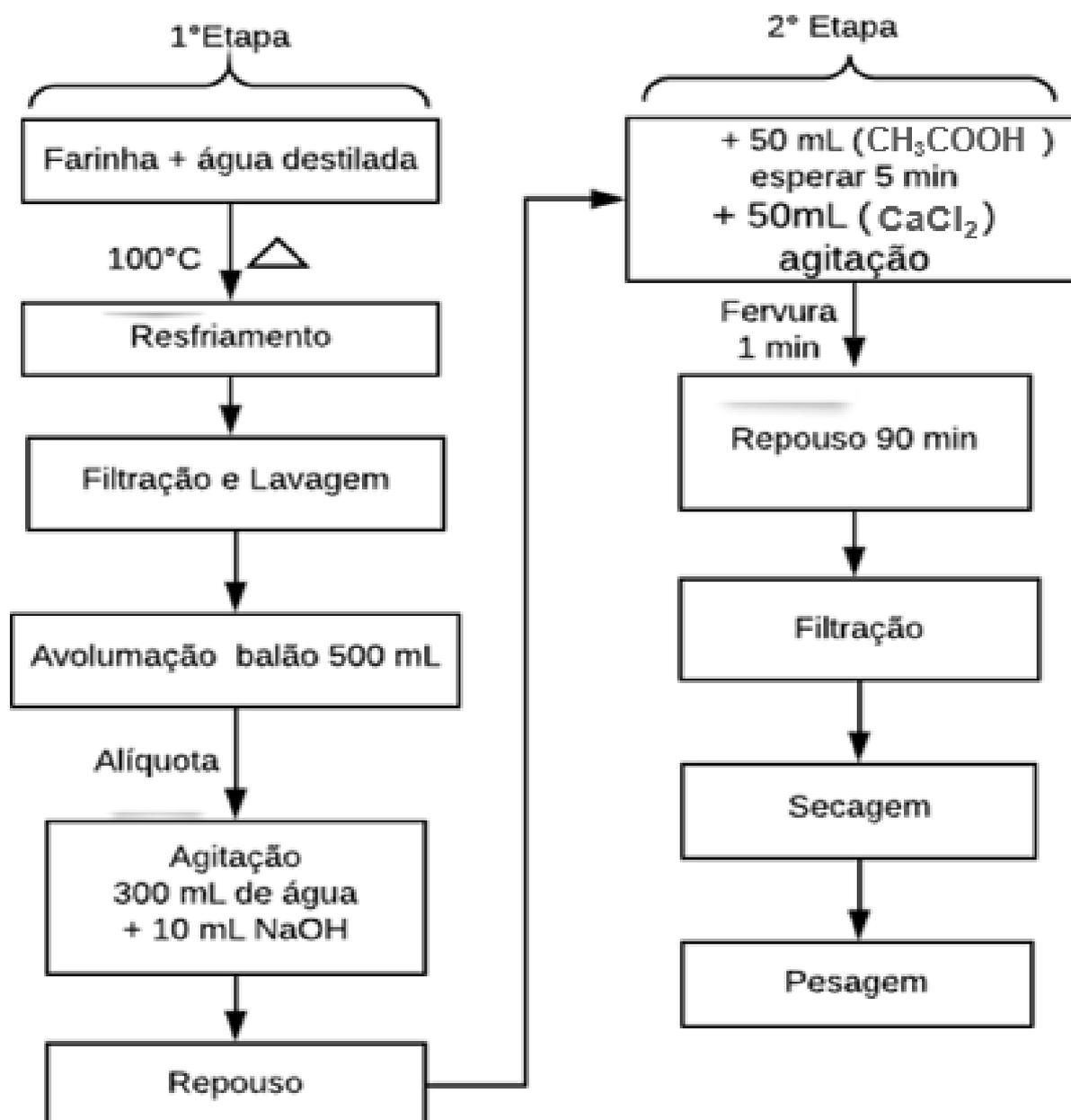
### 6.3.4 Quantificação da Pectina

A cápsula de alumínio foi retirada da estufa e transferida para o dessecador até o resfriamento e, posteriormente, pesou-se a cápsula de alumínio e anotou-se o resultado.

Para o cálculo da quantidade em gramas de pectato de cálcio fez-se a diferença do peso final, que é o peso da cápsula de alumínio e do pectato de cálcio presente menos o peso inicial da cápsula de alumínio. A seguir a fórmula do cálculo para obter o teor de pectina:

$$\text{Gramas de pectato de cálcio \%} = \frac{(\text{peso da cápsula final} - \text{peso da cápsula inicial}) \times 100}{\text{peso da amostra}}$$

A seguir a Figura 5 mostra o fluxograma do processo de extração e quantificação da pectina.



**Figura 5:** Fluxograma do processo de extração e quantificação de pectina.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

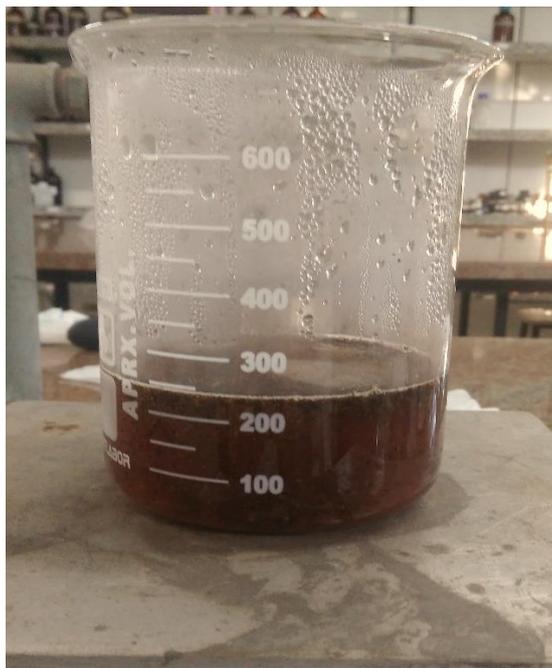
O princípio do método utilizado para extração e quantificação da pectina, baseia-se na neutralização das cargas dos resíduos de ácido galacturônico livre pelos íons cálcio, provocando a gelificação da pectina e sua precipitação (CARVALHO; FERNANDES; PIRES, 2006).

A Figura 6 apresenta a amostra da farinha da casca de banana obtida após secagem e trituração.



**Figura 6:** Amostra da farinha obtida da casca de banana.

As figuras 7 e 8, mostram respectivamente, o processo de aquecimento da casca de banana e a filtração a vácuo para a obtenção do extrato.



**Figura 7:** Aquecimento da farinha da casca de banana.



**Figura 8:** Filtração a vácuo do extrato.

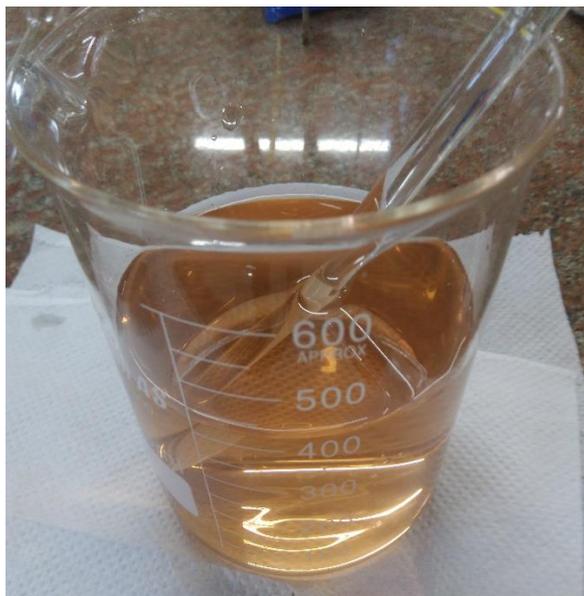
A pectina é solúvel em água e outros solventes. A solubilidade em água quente é em torno de 2 a 3% (CALLIARI, 2004).

A Figura 9 apresenta a pectina solúvel diluída.

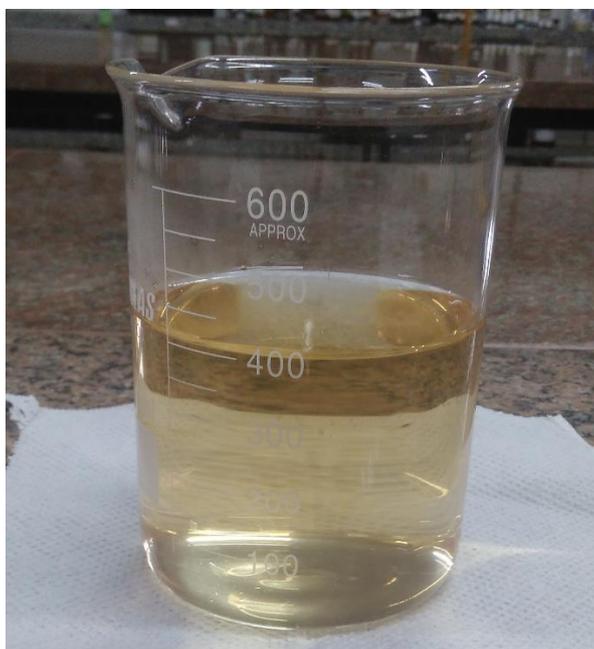


**Figura 9:** Pectina solúvel e diluída.

A pectina é hidrolisada e degradada por ácidos e álcalis. Em meio alcalino ocorre uma rápida desmetoxilação, assim como a degradação se inicia pela ruptura da ligação glicosídica  $\beta$  (C4), ao grupo carboxílico do éster, no qual é receptor de elétrons, através de um mecanismo de  $\beta$ -eliminação (BOBBIO, 2001). As figuras 10 e 11 a seguir apresentam respectivamente, alíquota da pectina solúvel com hidróxido de sódio e após o repouso para hidrólise.



**Figura 10:** Pectina solúvel com Hidróxido de Sódio.



**Figura 11:** Solução após repouso.

A gelificação da pectina de BTM ocorre através de ligações cruzadas entre os íons carboxílicos e íons de cálcio, pela adição da solução de cloreto de cálcio, formando assim o pectato de cálcio, como pode ser observado na figura 12.



**Figura 12:** Solução após adição de Cloreto de Cálcio.

Ao resfriar após repouso ocorre a precipitação do pectato de cálcio, no qual pode ser quantificado, conforme representado na Figura 13 abaixo.



**Figura 13:** Pectato de Cálcio precipitado.

A quantidade de pectato de cálcio obtida neste estudo é apresentada na fórmula abaixo:

$$\% \text{ pectato de cálcio} = (\text{peso cápsula final} - \text{peso cápsula inicial}) \times 100 / \text{peso da amostra}$$
$$\% \text{ pectato de cálcio} = (34,1214 - 34,0929) \times 100 / 1,0000$$
$$\% \text{ pectato de cálcio} = 2,85\% \times 5 \text{ (diluição)}$$
$$\% \text{ pectato de cálcio} = 14,25\%.$$

A quantidade de pectina na forma de pectato de cálcio obtida no presente trabalho foi de 14,25%. Esse resultado é consistente com o valor de 12% de pectina a partir da extração de cascas de banana encontrado por Suhaila e Zahariah (1995).

O resultado obtido neste estudo está de acordo com os valores obtidos por outros pesquisadores que realizaram extração de pectina em ácido cítrico, a fim de otimizar o processo de extração avaliando diferentes condições como temperatura, concentração do agente extrator e tempo de extração. Rebello (2013) obteve em sua pesquisa um rendimento de pectina que variou de 4,17% a 19,54% e Emaga et al. (2007) obteve resultados que variaram de 2,4% a 21,7 % de pectina em cascas de banana.

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas utilizando cascas de frutas como limão, laranja, maçã, maracujá, com o objetivo de reaproveitamento das cascas e otimização dos métodos de extração para aumentar o rendimento e a qualidade da pectina.

A quantidade de pectina extraída depende da fonte de pectina e do modelo de extração utilizado. Além dos fatores de pH, temperatura e tempo de extração, vários trabalhos tem apresentado resultados de pectina a partir de cascas de frutas utilizando diferentes ácidos como ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido sulfúrico, ácido clorídrico.

No estudo realizado por Ferreira et al. (2018) foi avaliada a eficiência de diferentes ácidos orgânicos no rendimento da extração de pectina do albedo de maracujá-amarelo e embora o método de extração não seja o mesmo utilizado neste trabalho, para a extração de pectina a partir de cascas de banana, os resultados obtidos mostram a influência de diferentes ácidos no processo de extração. Os ácidos avaliados no processo de extração de pectina do albedo de maracujá-amarelo foram: ácido acético, ácido cítrico, ácido láctico, ácido

nítrico, ácido oxálico, e ácido tartárico e a melhor condição de extração foi obtida quando se se utilizou o ácido nítrico.

O método de extração e quantificação de pectina a partir da casca de banana utilizado neste estudo se mostrou eficiente, entretanto, sugere-se a continuidade dos estudos para avaliar outras condições de extração com o objetivo de obter o melhor rendimento e qualidade da pectina extraída.

## 8. CONCLUSÃO

A banana é uma das frutas mais importantes do mundo, apresenta grande relevância social econômica e nutricional.

A extração de pectina a partir da farinha de cascas de banana é uma excelente alternativa, considerando que a farinha é mais facilmente armazenada e apresenta maior tempo de prateleira em relação às cascas de banana *in natura*.

A farinha da casca de banana apresenta grande potencial de utilização como fonte de pectina, viabilizando o aproveitamento desse resíduo.

O resultado de 14,25 % de pectina obtida nesse estudo mostrou que o método utilizado foi eficiente para a extração.

Outros estudos devem ser realizados para avaliar a influência de fatores como pH, temperatura e tempo de extração para obter a condição ótima de extração e determinar as propriedades físicas e químicas das pectinas extraídas.

## REFERÊNCIAS

BEHLING, Samara Moro. **Produção de Adsorvente Carbonoso Preparado a partir da Ativação Química e Física de Resíduos de Casca de Banana**. 2017. 153p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BOBBIO, Florinda Orsatti.; BOBBIO, Paulo A. **Química no Processamento de Alimentos**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Varela, 2001.

BORGES, Jefferson Messias. **Efeito do processamento sobre compostos bioativos, atividade antioxidante e composição mineral da polpa de carnaúba (*Copernicia prunifera*)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí-UFPI, 2016.

BRUCKNER, Cláudio Horst; OLIVEIRA, João Alison Alves; SILVA, Danielle Fabíola Pereira. **Estado Atual da Bananicultura**. Universidade Federal de Viçosa, 2018. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/05/BANANA.pdf>>. Acesso em: 30 de out de 2018.

CALLIARI, C. M. **Extração térmica, química e enzimática de pectina de bagaço de laranja**. 2004. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina – UEL, Paraná, Londrina, 2004.

CANTERI, Maria H. G; WOSIACKI, Gilvan; MORENO, Lirian; SCHEER, Agnes de P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Revista Polímeros**, vol. 22, n. 2, 2012, p. 151.

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto. FERNANDES, Francisco Éden de Paiva. PIRES, Aureliano José Viera. Métodos de Determinação dos Teores de Amido e Pectina em Alimentos para Animais. **Revista Eletrônica de Veterinária – REDVET**, v. 7, n. 1, janeiro, 2006. p. 10-11.

COELHO, Miguel Telesca. **Pectina: Características e Aplicações em Alimentos**. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Pelotas, 2008.

CORDEIRO, Zilton J. Macel; SEREJO, Jancy Almeida dos Santos; SILVA, Sebastião de Oliveira. Livro banana. **Cap. IV Variedades Tradicionais**, pag. 45-58, 2004.

COX, Michael M; NELSON, David L. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2014.

DAMODARAM, Srinivasan; FENNEMA, Owen R.; PARKIN, Kirk L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª Ed. Tradução Adriano Brandelli. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

DIAS, Cynthia Savassi. **Alterações na qualidade da geleia de casca de banana prata durante o armazenamento em diferentes temperaturas**. 2009. 125p. Dissertação (mestrado)- Universidade federal de Lavras, Minas Gerais, Lavras, 2009.

EMAGA, Tomas Happi, ANDRIANAIVO, Rado Herinavalona, WATHELET, Bernard, PAQUOT, Michael. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v. 103, 2007, p. 590-600.

FANI, Márcia. Pectina ação e utilização nos alimentos. **Revista Aditivos Ingredientes**, n. 86, março, 2012, p. 40.

FAOSTAT. FAO Statistical Database. Agriculture. 2015 Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 7 abr. 2018.

FAOSTAT. FAO Statistical Database. Agriculture. 20 de out. 2017 Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

FASOLIN, L.H; ALMEIDA, G.C; CASTANHO P. S, NETTO Oliveira, E.R. Biscoitos Produzidos com Farinha de Banana, Avaliações Químicas, Física e Sensorial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, V.27, n.3, 2007, p.787-792.

FERREIRA, Bárbara Emanuele; CANTERI, Maria Helene Giovanetti; MONTEIRO, Safi Amaro, NASCIMENTO, Revenli Fernanda. Eficiência de Diferentes Ácidos Orgânicos no Rendimento da Extração de Pectina do Albedo de Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis F. flavicarpa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, n.8, 2018. Ponta Grossa PR, Brasil. **Resumos Artigos**. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

FOLEGATTI, Marília Ieda Silveira; MATSUURA, Fernando César Akira Urbano. **Banana Aspectos nutricionais**. Agências de informações EMBRAPA, 2004. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01\\_48\\_41020068055.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_48_41020068055.html)>. Acesso em: 08 de agos. 2018.

GANGA, R. M. D. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 17, 2002. Jaboticabal. **Resultados parciais sobre o comportamento de seis cultivares de banana (Musa spp)**. Belém. Anais. Belém Embrapa/DDT, 2002. 1CD- ROM.

GAVA, Altair Jaime. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Nobel, 1998.

GONDIM, Jussara A. Melo. Composição Centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Revista Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, 2005, p. 825-827.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) -**Produção Agrícola Municipal**, 2015. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)>. Acesso em: 28 jul. 2018.

KOHN, Rudolf. Binding of Toxic Cations to Pectin, **Its Oligomeric Fragments and Plant Tissues. Carbohydrate Polymers**, Instituto de Química Academia Eslovaca de Ciências, England, v. 2, 1982, p. 273-275.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, José Ossian Gadelha. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista bras. Estudos pedagógico**, v. 96, n. 243, maio/ago, 2015. p. 380-398.

MELO, Anderson A. Martins. **Estresse oxidativo em banana ‘prata’ minimamente processada tratada com antioxidantes e avaliado em camundongo APO-EI**. 2010. 76p. Tese (doutorado) - Departamento de Fisiologia Vegetal - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MOHNEN, Debra. Pectin structure and biosynthesis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 11, 2008, p. 266-277.

NEVES, José Maria de Mascarenhas Gaivão Correia. **Efeito de uma pectina metilesterase na firmeza de pedaços de morango**. 2012.57p. Dissertação (mestrado em biotecnologia) - Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Departamento de Química.

ORDONEZ, Juan A. **Tecnologia dos alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed. Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

POLONI Maria Regina. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Produções didático-pedagógicas**. Projeto mini composteiras: uma forma de Reciclagem. Universidade Estadual de Londrina, Apucarana, PR, 2013

QUIROGA, Ana Lúcia Barbosa. Gelificantes, **Revista Food Ingredients Brasil**, v.15, n. 27, setembro-outubro-novembro, 2013. p. 44-66.

REBELLO, Ligia Portugal Gomes **Avaliação de compostos fenólicos, extração e caracterização de pectina em farinha de casca de banana**. 2013. 105p. Dissertação (doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Viçosa, 2013.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA 18, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) – 25 a 28 de julho de 2016**.

RODRIGUES, Maria de Fátima. Guia Prático Compostagem Doméstica. **APASADO – Associação de Proteção Ambiental do Sado**. Alcácer do Sal- Portugal, 2003, 12 p.

SANCHES, Sergio M.; SILVA, Carlos Henrique Tomicho de Paula; VESPA, Izabel C.G.; VIEIRA, Eny Maria. A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas. **Revista Química Nova na Escola**. n. 23, 2006, p. 10-13.

SENA, Rennio F.; NUNES, Maria Lucia. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.7, n.2, 2006, p.94-102.

SOMEYA, S.; YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. (2002) Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry*, 79: 351-354.

SOUZA, Karina A. Freitas Dias. NEVES, Valdir A. **Polissacarídeos**. Experimentos de bioquímica. Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2004. Disponível em: <[http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao\\_carboidratos/polissacarideos.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos.htm)> Acesso em: 13 agosto 2018.

SUHAILA, M., & ZAHARIAH, H. Extraction and characterisation of pectin from various tropical agrowastes. **ASEAN Food Journal**, v.10, 1995, p.43-50.

TORREZAN, Renata. Manual para a Produção de Geleias de Frutas em Escala Industrial. EMBRAPA – CTAA - Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, (**EMBRAPA-CTAA. Documentos, 29**), Rio De Janeiro - RJ, 1998, 27 p.

UNICAMP, NEPA- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4ª edição, 2011. Disponível em: <[http://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2018.

WANKENNE, Michel A. Pectinas Propriedades e Aplicações, **Revista Food Ingredients Brasil**, v.16, n. 29, março-abril-maio, 2014. p. 46-53.

ZANELLA, Karine. **Extração da pectina da casca da laranja-pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico**. Campinas, 2013. 110p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, São Paulo, Campinas, 2013.