

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTICAMPI EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS - CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO / CÂMPUS LONDRINA

DIOVANA DIAS RODRIGUES

**FARINHAS E PECTINAS ORIUNDAS DAS CASCAS DE TANGERINA PONCÃ
(*Citrus Reticulata Blanco*) DE DIFERENTES REGIÕES**

Dissertação em Tecnologia de Alimentos

Londrina

2020

DIOVANA DIAS RODRIGUES

**FARINHAS E PECTINAS ORIUNDAS DAS CASCAS DE TANGERINA PONCÃ
(Citrus Reticulata Blanco) DE DIFERENTES REGIÕES**

**FLOURS AND PECTIN'S FROM THE PEELS OF TANGERINE PONKAN (Citrus
Reticulate Blanco) FROM DIFFERENT REGIONS**

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-graduação multicampi em Tecnologia de Alimentos - Câmpus Francisco Beltrão / Câmpus Londrina na Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito final para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Origem Vegetal

Orientadora: Dra. Neusa Fátima Seibel

LONDRINA

2020



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Londrina**



DIOVANA DIAS RODRIGUES

FARINHAS E PECTINAS ORIUNDAS DAS CASCAS DE TANGERINA PONCÃ (CITRUS RETICULATA BLANCO) DE DIFERENTES REGIÕES

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 17 de Dezembro de 2020

Prof.a Neusa Fatima Seibel, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Caroline Maria Calliari, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Michele Cristiane Mesomo Bombardelli, Doutorado - Universidade Estadual do Centro-Oeste

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/12/2020.

AGRADECIMENTOS

Aproveito-me deste espaço para homenagear algumas das pessoas que, das mais variadas formas, foram essenciais ao longo de toda essa jornada.

Primeiramente, a Deus, o qual esteve comigo desde o início para que eu me sentisse capaz de realizar esse sonho, me suprimindo forças, animo e determinação. À minha mãe Diona D'arc que sempre me proporcionou doses de amor e carinho muito acima do que se pode esperar. A ela devo tudo, desde a escolha do colégio que influenciaria minha vida de maneira determinante, até o real entendimento do significado de amor. A minha irmã, Diviane, inspiração viva para que eu chegasse até aqui, sempre pronta a me atender, auxiliar e apoiar nos momentos de dúvidas e desânimo. Ao meu companheiro Carlos que se desdobrou de várias maneiras para me fornecer todo o suporte durante a execução desse projeto, me fazendo companhia, sanando minhas dúvidas mais simples e se fazendo presente, quando eu não poderia estar. Ao meu pequeno sobrinho e afilhado Benjamin, que veio no momento para trazer amor e alegria a nossa família, bem como, me ajudar a atingir a meta de execução deste trabalho antes da sua chegada (19/10/2020).

A minha grande e magnífica orientadora Dra. Neusa, conexão inexplicável desde a primeira aula ministrada até o final deste trabalho. Sempre pronta a sanar minhas dúvidas e incertezas, de braços abertos para conversar e auxiliar. E disposta a me fornecer suporte muito além do que se pode esperar de maneira adorável. Gratidão também a docente Dra. Lyssa pelo pronto atendimento a me explicar sobre o programa quando surgiu a possibilidade de ingressar na pós-graduação. À docente Dra. Marianne pelas dúvidas sanadas e toda a contribuição como banca do projeto. A docente Dra. Caroline pelo suporte e considerações na banca de qualificação e defesa. A docente Dra. Michele Mesomo pelo aceite no convite como banca de membro externo e pela enorme influencia gerada durante a graduação na disciplina de Frutas e Hortaliças.

Aos demais docentes por todo conhecimento transferido.

À Lindsei pela boa vontade e grande contribuição durante todo o experimento prático.

Às colegas Janaína e Daniela por estarem comigo durante todo o período, fazendo trios sempre que possível e construindo uma amizade para além da universidade. Em especial a Daniela, que durante essa etapa, me concedeu uma oportunidade de emprego, confiando a mim um novo desafio de área profissional.

Aos demais colegas da empresa Jaguafrangos pela compreensão de minha ausência durante a trilha deste caminho, em especial à Rafaela, Jaqueline e Carolina.

As minhas amigas que sempre com as palavras mais doces e positivas emanavam forças para seguir em frente e obter sucesso.

RESUMO

RODRIGUES, Diovana Dias. Farinhas e pectinas oriundas das cascas de tangerina poncã (*Citrus Reticulata blanco*) de diferentes regiões. 84f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação Multicampi em Tecnologia de Alimentos - Câmpus Francisco Beltrão / Câmpus Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

Em uma pesquisa realizada nas feiras livres no município de Londrina-PR, foi identificado que as tangerinas da cultivar Poncã é uma das frutas mais descartadas, por podridão, gerando perdas econômicas e de nutrientes. Visando aproveitar as tangerinas poncã já selecionadas por feirantes como exclusão de compra dos consumidores e os subprodutos gerados na indústria de suco, este trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar farinhas obtidas com a secagem das cascas de poncã e extrair pectina das farinhas. As amostras, gentilmente cedidas, são oriundas do estado do Paraná (PR) e do Rio Grande do Sul (RS), cujas cascas foram avaliadas, secas em estufa por 8 horas à 60°C e trituradas para a obtenção das farinhas. A fcpPR (farinha da casca de poncã proveniente do estado do PR) e fcpRS (farinha da casca de poncã proveniente do estado RS) foram classificadas pela granulometria e caracterizadas por análises físico-químicas, tecnológicas e instrumentais. As pectinas das farinhas foram extraídas com ácido clorídrico, precipitadas e posteriormente lavadas com etanol e caracterizadas pelo grau de esterificação e poder de geleificação. As cascas de poncã apresentaram similaridade quanto ao rendimento, atividade de água e umidade, mas diferiram na luminosidade e intensidade da cor vermelha. As farinhas apresentaram rendimento e atividade de água similar e diferenças na distribuição granulométrica e no pH. A composição química mostrou que as farinhas possuem teores de proteínas, lipídios, fibras alimentares e compostos fenólicos em quantidades que possam nutrir e melhorar a saúde dos consumidores. Na análise de cor das farinhas notou-se que a fcpPR é mais luminosa e menos intensa na cor vermelha e amarela do que a fcpRS. Com as isotermas de sorção das farinhas observou-se que os modelos de BET e GAB se ajustaram de forma satisfatória aos resultados e que ambas tiveram o formato mais próximo de J, com uma zona mais plana na primeira parte da curva. A análise de difração de raio X das farinhas apresentou picos de cristalinidade na região entre 20 e 50°. As análises tecnológicas foram similares para ambas as amostras, que mostraram retenção de água de até seis vezes o seu peso. O rendimento em pectina, extraída das farinhas, foi similar, assim como o grau de esterificação, que a classificou como pectina de alto grau de metoxilação. Na capacidade de geleificação notou-se que a viscosidade da pectina da fcpPR foi maior que da fcpRS e ambas diminuem com o aumento da temperatura. Os difratogramas das pectinas apresentaram regiões cristalinas entre os ângulos 20 e 40°. O aproveitamento das cascas de poncã, sob a forma de farinha e posterior extração da pectina, poderá auxiliar na diminuição da fome e da desnutrição, pois se a farinha for empregada em produtos de panificação fornecerá importantes nutrientes

somados às propriedades tecnológicas, úteis na elaboração dos mesmos e as pectinas poderão ser aplicadas na elaboração de geleias. Além da questão ambiental, pois poderá reduzir o volume descartado no meio ambiente, e da valorização do trabalho de pequenos produtores e da agricultura familiar, minimizando as perdas econômicas.

Palavras-chave: Fibras Alimentares. Isoterma de sorção. Difração de raios X. Grau de esterificação. Poder de geleificação.

ABSTRACT

RODRIGUES, Diovana Dias. Flours and pectin's from the peels of tangerine ponkan (*Citrus Reticulate blanco*) from different regions. 84f. Dissertation (Professional Master in Food Technology) - Graduate Program in Food Technology Multicampi in Food Technology - Francisco Beltrão / Londrina Campus, Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2020.

In a survey carried out in the fairs in the city of Londrina-PR, it was identified that the tangerines of the Ponkan cultivar is one of the most discarded fruits, by rottenness, generating economic and nutrient losses. Aiming to take advantage of the ponkan tangerines already selected by marketers as an exclusion from consumers' purchase and the by-products generated in the juice industry, this work had as objective to elaborate and characterize flours obtained by drying the ponkan peels and extracting pectin from the flours. The samples, kindly provided, come from the state of Paraná (PR) and Rio Grande do Sul (RS), whose peels were evaluated, dried in an oven for 8 hours at 60°C and crushed to obtain the flours. The fcpPR (ponkan peels flour from the state of Paraná) and fcpRS (ponkan peels flour from the state RS) were classified by granulometry and characterized by physical-chemical, technological and instrumental analyzes. The flours pectins were extracted with hydrochloric acid, hasty and later washed with ethanol and characterized by the degree of esterification and gelling power. Ponkan peels showed similarity in yield, water activity and moisture, but differed in luminosity and intensity of the red color. Flours showed similar yield and water activity and differences in granulometric distribution and pH. The chemical composition showed that the flours have levels of proteins, lipids, dietary fibers and phenolic compounds in quantities that can nourish and improve the health of consumers. In the color analysis of the flours, it was noted that fcpPR is more luminous and less intense in red and yellow than fcpRS. With the flour sorption isotherms, it was observed that the BET and GAB models adjusted satisfactorily to the results and that both had the shape closest to J, with a flatter area in the first part of the curve. The analysis of X-ray diffraction of the flours showed peaks of crystallinity in the region between 20 and 50°. Technological analyzes were similar for both samples, which showed water retention of up to six times its weight. The pectin yield, extracted from the flours, was similar, as was the degree of esterification, which classified it as high methoxylation pectin. In the gelling capacity, it was noted that the pectin viscosity of fcpPR was higher than that of fcpRS and both decrease with increasing temperature. The pectin diffractograms showed crystalline regions between 20 and 40° angles. In conclusion, the use of ponkan peels, in the form of flour and subsequent pectin extraction, may be reduce hunger and malnutrition, since if the flour is used in bakery products it will provide important nutrients in addition to the technological properties, useful preparation and pectin s may be applied in the manufacture of jam. To the environmental issue, as it will be reduce the volume discarded in the environment, and the appreciation of the work of small producers and family farming, minimizing economic losses.

Keywords: Dietary Fibers. Sorption isotherm. X-ray diffraction. Degree of esterification. Gelling power.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	25
Equação 2.....	25
Equação 3.....	37
Equação 4.....	38
Equação 5.....	39
Equação 6.....	40
Equação 7.....	40
Equação 8.....	40
Equação 9.....	41
Equação 10.....	44
Equação 11.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais cidades produtoras de tangerina no Brasil.....	19
Figura 2 – Tangerina poncã (<i>Citrus Rutaceae</i>).....	21
Figura 3 – Cinco tipos de isotermas de sorção de Van der Waals	25
Figura 4 – Isoterma de sorção de água de alimento com baixa quantidade de água.....	26
Figura 5 – Velocidades relativas das transformações em função da atividade de água dos alimentos	28
Figura 6 – Estrutura química da pectina.....	31
Figura 7 - Estrutura química da pectina demonstrando os grupos esterificados e não esterificados	32
Figura 8 – Escalas de cor para análise instrumental.....	37
Figura 9 – Cascas de tangerina poncã submetidas à secagem por convecção forçada de ar	38
Figura 10 – Farinhas das cascas de poncã (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.....	39
Figura 11 – Fluxograma de extração da pectina das farinhas de cascas de poncã .	43
Figura 12 – Diagrama de Rauch para as consistências das geleias	44
Figura 13 – Curva granulométrica das farinhas das cascas de poncã (fcp)	49
Figura 14 – Isoterma de sorção para as fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.....	57
Figura 15 – Difratoograma das fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.....	59
Figura 16 - Viscosidade das pectinas extraídas das farinhas das cascas de poncã proveniente dos estados do PR e RS.....	64
Figura 17 - Difratoograma das pectinas (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.....	66

Figura 18 - Difratoograma do resíduo das fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul..... 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cor apresentada nas cascas de poncã	46
Tabela 2 – Análises físico-químicas nas cascas de poncã.....	47
Tabela 3 – Composição química das farinhas da casca de poncã (fcp) oriundas do PR e RS.	51
Tabela 4 – Conteúdo de fibras das farinhas das cascas de poncã (fcp) em base seca.	53
Tabela 5 - Frações retidas em cada peneira na análise granulométrica e parâmetros de cor das farinhas das cascas de poncã em relação ao tamanho das partículas...	55
Tabela 6 – Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã	56
Tabela 7 – Coeficientes de BET e GAB das isotermas de sorção para as farinhas das cascas de poncã.....	58
Tabela 8 – Análises tecnológicas das farinhas das cascas de poncã	60
Tabela 9 – Rendimento e grau de esterificação das pectinas obtidas das farinhas das cascas de poncã (pfcp)	62

LISTA DE SIGLAS

Aa	Atividade de água
cpPR	Cascas de poncã proveniente do estado do Paraná
cpRS	Cascas de poncã proveniente do estado do Rio Grande do Sul
DRX	Difração de Raios X
fcpPR	Farinha das cascas de poncã do PR
fcpRS	Farinha das cascas de poncã do RS
pfcprPR	Pectina da farinha das cascas de poncã oriundas do estado do Paraná
pfcprRS	Pectina da farinha das cascas de poncã oriundas do estado do Rio Grande do Sul
GE	Grau de esterificação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Frutas cítricas	18
3.2	Tangerina	19
3.2.1	Tangerina poncã	20
3.3	Descarte de cítricos e sua destinação	21
3.4	Secagem	22
3.4.1	Secagem por convecção forçada de ar	23
3.4.2	Isoterma de sorção	24
3.5	Farinha	27
3.6	Fibras alimentares	28
3.7	Pectina	30
3.7.1	Fontes e extração de pectina	32
3.7.2	Aplicações da pectina	35
4	METODOLOGIA	36
4.1	Obtenção da matéria-prima	36
4.2	Caracterização das cascas de poncã	36
4.2.1	Rendimento	36
4.2.2	Cor	37
4.2.3	Atividade de água (Aa)	37
4.2.4	Umidade	37
4.3	Elaboração e caracterização das farinhas das cascas de poncã	38
4.3.1	Secagem por convecção forçada e trituração	38
4.3.2	Rendimento das farinhas	39
4.3.3	Classificação granulométrica	39
4.3.4	Características físico-químicas das farinhas	40
4.3.5	Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã	41

4.3.6 Análises tecnológicas das farinhas	42
4.4 Extração e caracterização das pectinas das farinhas das cascas de poncã	42
4.4.1 Método de extração da pectina com ácido clorídrico	42
4.4.2 Rendimento da extração da pectina.....	43
4.4.3 Determinação do grau de esterificação (GE)	44
4.4.4 Capacidade de geleificação	44
4.5 Análise estatística	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 Caracterização das cascas de poncã	46
5.2 Caracterização das farinhas das cascas de poncã	48
5.2.1 Elaboração, rendimento e granulometria das farinhas.....	48
5.2.2 Caracterização físico-químicas das farinhas.....	50
5.2.3 Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã	54
5.2.4 Análises tecnológicas das farinhas das cascas de poncã.....	59
5.3 Extração da pectina das cascas da tangerina poncã.....	62
5.3.1 Rendimento e grau de esterificação (GE)	62
5.3.2 Capacidade de geleificação	64
5.3.3 Difração de raios X das pectinas.....	66
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

O setor de frutas cítricas tem impactado a economia, em maior destaque, nos Estados de São Paulo e Triângulo Mineiro, seguido por Paraná e Bahia (Fundecitrus, 2020; CNA, 2019). O primeiro semestre de 2020 totalizou 73.039 toneladas em volume de exportação, movimentando 57,1 milhões de dólares para o setor, o que representa 18% de todas as frutas. Aumento este, explicado pela pandemia da Covid-19 pela alta procura por vitamina C, uma aliada para auxiliar na imunidade. O grupo das tangerinas apresentou um aumento de 158% de volume exportado quando comparado ao primeiro semestre de 2019 (CNA, 2020).

A tangerina poncã apresenta frutos grandes, de fácil descascamento e com copas que se separam facilmente, além de um sabor e odor bem característico (MATTOS JUNIOR et al. 2005). O consumo da poncã é mais comumente dado à fruta fresca (PIO; MINANI; FIGUEIREDO, 2001), embora haja regiões do país (estado do Rio Grande do Sul) em que a fruta é utilizada para extração do suco, resultando em um grande volume de descarte, visto que, somente a polpa é utilizada nesse processamento industrial, prejudicando o meio ambiente e ocasionando perdas nutricionais.

O emprego dos resíduos agroindustriais de maneira eficiente tem ganhado destaque nas indústrias, devido ao valor agregado empregado ao produto. Diversos estudos propõem o uso dos resíduos cítricos na obtenção de fertilizantes orgânicos, extração das fibras (pectina), óleos essenciais, compostos antioxidantes e substratos para a produção de proteínas microbianas, ácidos orgânicos, etanol, enzimas e metabólitos secundários (STORRER et al. 2017). A secagem desses resíduos e obtenção de farinhas visa inseri-los como ingrediente para produtos de panificação e massas alimentícias, aumentando a gama de produtos funcionais, podendo contemplar os celíacos (grupo com rejeição ao glúten na dieta) (GUIMARÃES; FREITAS; SILVA, 2010).

A pectina é considerada uma mistura complexa de polissacarídeos na parede celular primária e na lamela média do tecido vegetal. Sua composição é de aproximadamente um terço da matéria seca da parede celular na maioria das plantas

(BAGHERIAN et al. 2011; MARAN et al. 2014). A sua extração é normalmente através do uso de ácidos minerais fortes, apresentando maior eficiência em termo de tempo, embora haja a susceptibilidade de degradação através da extração por essa técnica (LIEW et al. 2017).

O emprego da pectina na alimentação humana é basicamente para conferir textura (aspecto de gel), estabilizar e emulsionar. Atua também como espessante em sobremesas, geleias, concentrados de frutas para bebidas, sobremesas lácteas com sabor de fruta, produtos lácteos fermentados ou acidificados e demais produtos na área de confeitaria (CALLIARI, 2015).

Em uma pesquisa realizada nas feiras livres no município de Londrina verificou-se que há uma grande perda de vegetais, frutas e verduras, dentre eles, a tangerina poncã se destacou (RODRIGUES; SILVA; SEIBEL, 2018). Dessa forma, a aplicação desses resíduos pode ser valiosa na obtenção de produtos alimentícios com valor agregado e na abordagem de questões ambientais. Diante disso, o presente trabalho propõe um aproveitamento das cascas da tangerina poncã, na forma de farinha, como possível ingrediente alimentar, e na extração da pectina para ser empregada como auxiliar das características de textura em alimentos para o consumo humano.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar farinhas de cascas de tangerina poncã para avaliar suas características físicas, químicas e tecnológicas, e extrair a pectina para caracterizá-la.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as cascas das tangerinas poncã quanto ao rendimento, cor, atividade de água e umidade;
- Secar as cascas e elaborar farinhas destinadas ao consumo humano;
- Caracterizar a farinha com as análises físico-químicas, tecnológicas e instrumentais
- Extrair a pectina das farinhas das cascas da tangerina poncã e avaliar o seu rendimento, poder de geleificação e grau de esterificação;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Frutas cítricas

O gênero citros ou *Citrus* são grupos de plantas dos próprios gêneros, afins ou híbridos da família *Rutaceae*, sendo na maioria representado por laranja (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulata* e *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*), limas ácidas (*Citrus latifolia*) e o galego (*Citrus aurantiifolia*), e doces como a lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja-azedada (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*) (MATTOS JUNIOR, et al. 2005).

No Brasil chega em torno de 1,4 milhões de estabelecimentos rurais produzindo laranja, tangerina e limão. A área plantada chega a 2,9 milhões de hectares, produzindo 14,9 milhões de toneladas (CNA, 2019). Segundo a USDA (2018), foram produzidos 53,7 milhões de toneladas de laranja na safra 2016/17, 30,2 milhões de tangerinas e 7,6 milhões de limão e lima.

As frutas cítricas pertencentes a família *Rutaceae* são fontes de antioxidantes como ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides e demais compostos fenólicos (ABEYSINGHE et al. 2007; GHASEMI; GHASEMI; EBRAHIMZADEH, 2009). Além de alguns minerais essenciais para a nutrição dos seres humanos (SILVA, 2016). Possuem fitoquímicos ativos que podem proteger a saúde e fornecem um amplo suprimento de vitamina C, ácido fólico, potássio e pectina (EBRAHIMZADEH, 2009).

Frutas cítricas são altamente consumidas em todo o mundo como produtos frescos e suco. O processamento voltado para a elaboração de suco, gera sobra dos resíduos, e, na maioria das vezes, a casca é descartada como resíduo, embora contenha uma grande variedade de componentes com atividade antioxidante substancial em comparação com outras partes da fruta, o que caracteriza desperdício e contribui com a poluição ambiental, se não utilizadas alternativas como destinação à ração animal ou fibras (através da extração da pectina e para a produção de combustível) (MANTHEY; GROHMANN, 2001; LI; SMITH; HOSSAIN, 2006).

Bublitz et al. (2013) elaboraram uma farinha a partir do bagaço de laranja, proveniente de processamento do suco de laranja, visando enriquecer nutricionalmente em formulações de produtos de panificação, caracterizando a

presença de 16,20% de fibra bruta da farinha de albedo da laranja, cinco vezes maior quando comparado com a farinha de trigo tradicional.

3.2 Tangerina

De acordo com a FAO (2020) o Brasil se destaca como o sexto maior produtor mundial de tangerinas (aproximadamente 1 milhão de toneladas). A área plantada atinge 2 milhões de hectares, com produção estimada em 32 milhões de toneladas, em que 60% se concentra na China.

Os maiores produtores de tangerinas no Brasil são os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná (Figura 1) (HORTIFRUTI, 2020). Juntos, esses quatro estados são responsáveis por cerca de 86% da produção brasileira (Atlas Socioeconômico, 2020).

As tangerinas compõem o segundo grupo de frutos cítricos de maior destaque na citricultura mundial por conta de sua plena adaptação climática e, por distribuir plantas tolerantes a níveis altos e baixos de temperatura (PIO; MINAMI; FIGUEIREDO, 2001).

Figura 1 – Principais cidades produtoras de tangerina no Brasil



Fonte: HORTIFRUTI, 2020.

As tangerinas são consideradas uma das principais frutas produzidas no Estado do Paraná, perdendo apenas para a laranja, banana, melancia e uva. Já os citros (laranja, tangerina e limão) correspondem a 62,6% do total da produção do

estado, com aproximadamente 935 mil toneladas produzidas e cultivadas em uma área de 29,6 mil hectares. As tangerinas: poncã, montenegrina e murcote obtiveram 7,4% do volume total, com produção de 111,4 mil toneladas distribuídos em uma área de plantio de 6,5 mil hectares (DERAL, 2020).

O estado do Rio Grande do Sul produziu aproximadamente 145 mil toneladas de tangerinas no período de 2016 a 2018 (Atlas Socioeconômico, 2020). O município de Montenegro é responsável por 10% da produção gaúcha, se destacando como maior produtor com média de 14 mil toneladas/ ano (Atlas Socioeconômico, 2020). A citricultura gaúcha é voltada as microempresas familiares, devido as condições favoráveis da produção de citros com qualidade em destaque (OLIVEIRA et al. 2010).

3.2.1 Tangerina poncã

A tangerina poncã é natural da região sudeste tropical e subtropical da Ásia, onde atualmente encontra-se a Índia e a China. No Brasil, esse fruto chegou em torno do século 19, no estado da Bahia e no século 20 chegou ao estado do Rio de Janeiro, sendo identificadas como as frutas mais saborosas do gênero *Citrus* (KOLLER; SCHAFER, 2009).

Os frutos da tangerina poncã, são considerados pouco suculentos, sua copa é cheia, arredondada e suavemente achatada, suas cascas são finas e se desprendem com facilidade (Figura 2), as sementes estão presentes de 5-8 unidades, obtendo um peso aproximado de 138 g, 10,8° Brix, 0,85% de acidez e 43% de rendimento em suco, possuindo polpa alaranjada e macia, sabor e odor característicos. A maturação dos frutos ocorre de meia estação de maio a julho (SEBRAE, 2016; PIO; MINAMI; FIGUEIREDO, 2001). Essas propriedades geram boa qualidade aos frutos e garantem a sua aceitação no mercado de frutas frescas. Porém, apresentam algumas desvantagens como por exemplo, a alternância de produção (sendo estas produzidas em excesso em um ano e pouco no outro) e, também o forte odor residual nas mãos ao descascá-la, o que faz com que algumas pessoas não a consumam (KOLLER; SCHAFER, 2009).

Figura 2 – Tangerina poncã (*Citrus Rutaceae*)



Fonte: Google imagens, 2020.

Alguns estudos relatam que a tangerina poncã pode auxiliar no combate ao envelhecimento quando associado com uma alimentação regular, minimizando as chances de câncer e doenças cardiovasculares e neurodegenerativas como o Alzheimer, por conta dos compostos antioxidantes que inativam os radicais livres presentes (BARROS; FERREIRA; GENOVESE, 2012).

3.3 Descarte de cítricos e sua destinação

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) as perdas pós-colheitas podem ser definidas como aquelas que ocorrem devido à falta de comercialização ou do consumo do produto em tempo hábil. Isto é, resultante de danos ao produto, ocorridos após a sua colheita, acumulada desde o local da produção, ao transporte, armazenamento, processamento e/ou comercialização até a sua venda.

As frutas e vegetais de modo geral estão sujeitos a alterações quando não são consumidos logo após a colheita. Essas alterações podem ser de ordem física (danos mecânicos como a quebra, amassamento, corte e outros, ou até mesmo o ar, a luz e a temperatura podem causar alterações em algumas características do produto como a aparência, cor, sabor e valor nutricional), química (alterações enzimáticas gerando reações indesejáveis como escurecimento e amolecimento das frutas, alterando a textura) ou biológica (resultantes de ação dos microrganismos, insetos e roedores que levam a decomposição dos alimentos por um determinado período de tempo após a colheita) (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Como os frutos não são aproveitados por completo, ocorre um desperdício de nutrientes, pois, numa grande maioria os talos, folhas e cascas possuem mais

nutrientes do que a parte dos alimentos que estamos habituados a consumir (FREIRE, 2018).

Os resíduos de frutas, verduras e legumes normalmente não estão incluídos na dieta alimentar dos brasileiros, sendo descartados em grande número pelas indústrias alimentícias que trabalham no ramo. Diversas pesquisas ressaltam que os resíduos vegetais são fontes supremas de nutrientes e ao serem aproveitados, agregam valor nutricional reduzindo o impacto ambiental como uma forma econômica de solucionar o problema da fome e desnutrição dos indivíduos (RODRIGUES; SILVA; SEIBEL, 2018).

Os resíduos provenientes da industrialização de citros correspondem aproximadamente 50% do peso da fruta com um teor de umidade de cerca de 80%. Atualmente, a maioria da destinação dos resíduos citrícolas são destinados como complemento para ração animal (ABECITRUS, 2008). E segundo Bublitz et al. (2013), pode-se incluir outras diversas aplicações, como a extração de fibras e óleos essenciais, a produção de silagens e biocombustível.

O resíduo obtido após a extração do suco ou polpa é fonte de pectina, óleos essenciais e pigmentos. O albedo, parte branca e fibrosa aderida à casca é o local de maior concentração da pectina contida em toda a fruta. As membranas presentes podem conter celulose, hemicelulose, lignina, pectina, compostos fenólicos, flavonoides e limonoides. Enquanto o resíduo da polpa contém carboidratos, ácidos, lipídeos, compostos fenólicos, flavonoides, vitaminas e minerais (CALLIARI, 2015).

3.4 Secagem

A secagem é um tipo de operação que tem por objetivo remover a água livre da matéria proposta conferindo ao produto a redução do seu metabolismo, da atividade enzimática, fúngica e bacteriana, facilitando o transporte e armazenamento à temperatura ambiente sem que comprometa suas características sensoriais e nutricionais (NASCIMENTO; BIAGI; OLIVEIRA, 2015).

A desidratação pode ser definida como aplicação de calor, sob condições controladas, para remover a maior parte da água normalmente presente em um alimento, por evaporação. Quando o ar aquecido atinge o alimento, o calor é transferido para sua superfície por meio do calor latente de vaporização gerando a

retirada de umidade. Em seguida, ocorre a difusão da água do interior do alimento para a superfície (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

3.4.1 Secagem por convecção forçada de ar

A operação de secagem propõe aplicar calor através do método de secagem convectiva, que é bastante conhecida na área de alimentos. O que deve ser levado em consideração são os fatores de transferência de calor como, a temperatura e a umidade relativa, que podem sofrer influências na operação, gerando altos custos operacionais (NASCIMENTO; BIAGI; OLIVEIRA, 2015).

A secagem convencional por ar aquecido geralmente é feita em secadores através de circulação de ar aquecido associando ao fenômeno de transferência de calor (aquecimento do produto) ao de massa (remoção de umidade), em que, a taxa de aquecimento do produto e a taxa de remoção de umidade será determinada (AZEREDO, 2012).

A convecção forçada de ar ocorre por meio de um fluido que escoar sobre uma superfície sólida em que é submetido a uma temperatura diferente do fluido. Quando o movimento do fluido é induzido por uma força externa, de forma artificial, ocorre a transferência de calor por convecção forçada (ENGELHARDT; ARRIECHE, 2016).

A aplicação tecnológica da secagem em alimentos visa aproveitar e reduzir o desperdício de frutas. Trata-se de um processo simples que mantém o alimento com suas características próprias inalteradas e otimiza o aproveitamento tecnológico de frutas sazonais, agregando valor na produção da agricultura familiar. As diferentes temperaturas empregadas nas secagens de frutas estão diretamente ligadas ao tempo utilizado. Esse binômio pode alterar certas características das frutas, como o conteúdo de compostos fenólicos e o potencial antioxidante. Levando em consideração que o objetivo da secagem é obter um alimento estável, referente ao ponto de vista microbiológico. A utilização de estufa com circulação de ar forçado se trata de um método mais econômico e prático que mantém os componentes bioativos presente na amostra em estudo (SANTOS, 2018).

3.4.2 Isoterma de sorção

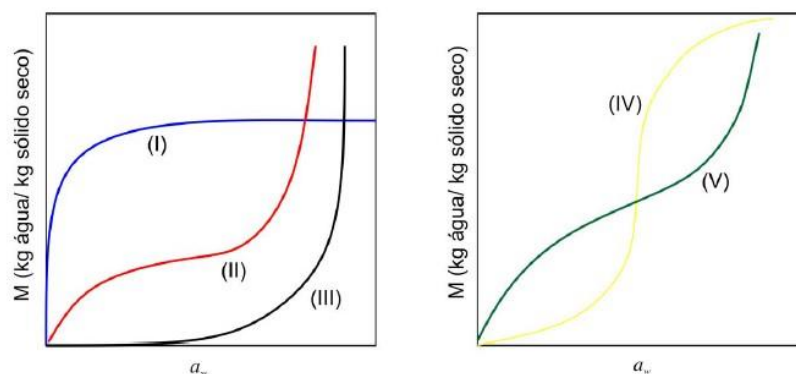
Um gráfico construído com o inverso do teor de água de um alimento em função da A_a permite a avaliação do seu estado termodinâmico da água sob diferentes condições experimentais em relação a alterações químicas e físicas, tanto quanto a vida útil e a deterioração microbiana dos alimentos (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2018). Basicamente a isoterma de sorção é a quantidade de água adsorvida em função da A_a . Podendo ser definida como a relação da umidade de equilíbrio em função da A_a , em que um produto apresenta uma determinada umidade relativa do ar e em uma pressão e temperatura, conhecida como umidade de equilíbrio. Esses dados de umidade de equilíbrio variam com o tipo de sólido e podem ser determinados, experimentalmente, por métodos estáticos ou dinâmicos (PARK et al. 2008; BARROZO et al. 2000). Ou através de isotermas que relacionam o conteúdo de umidade de equilíbrio do sólido com a umidade relativa do ar e a uma temperatura constante (MOURA et al. 2004). Brunauer et al. (1940), classificam as isotermas diante da capacidade que os poros têm de adsorver gases por meio das forças de Van der Waals, conforme a Figura 3.

Na curva do tipo I é onde está presente a água fortemente ligada ao produto. Na curva II, a água está pouco ligada ao produto e geralmente encontra-se presente em pequenos capilares. Na curva do tipo III, encontra-se a água retida nos grandes capilares onde pode ser considerada como água livre. Na curva IV e V, a adsorção máxima ocorre a uma pressão inferior à pressão de vapor do ar (BARBOSA-CÁNOVAS et al. 2007).

Nos produtos sólidos, o tamanho dos poros da estrutura interna limita a adsorção da água, porém, as isotermas de sorção da maioria dos alimentos são normalmente sigmóides (AL-MUHTASEB; MCMINN; MAGEE, 2002).

As isotermas podem ser provenientes de adição de água à amostra seca, a qual é denominada de adsorção ou retirada de água, que é conhecida como dessorção (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). As isotermas de sorção de água permitem avaliar a estabilidade dos alimentos, uma vez que, a redução de A_a freia o crescimento dos microrganismos na ordem de bactérias, leveduras e mofo, reduzindo dessa forma, a disponibilidade para reações químicas que ocorrem no alimento, tanto enzimáticas como não-enzimáticas (ORDÓÑES, 2005).

Figura 3 – Cinco tipos de isotermas de sorção de Van der Waals



Fonte: Brunauer et al. 1940

A equação de BET (Brunauer, Emmett, Teller) expressa a relação entre A_a e o conteúdo de umidade presente em um alimento, por meio da equação 1:

$$\frac{A_a}{M} (1 - A_a) = \frac{1}{M_1} C + A_a \frac{(C-1)}{M_1 C} \quad \text{Equação 1}$$

Em que A_a representa a atividade de água, M é a umidade do produto ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de matéria seca), M_1 é o conteúdo em água que corresponde à camada monomolecular ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de matéria seca) e C é a constante relacionada com o calor de adsorção da água retida. Esse valor da monocamada BET expressa o conteúdo de umidade em que o alimento é mais estável (ORDÓÑES, 2005). O coeficiente linear da reta será igual a $\frac{1}{M_1 C}$ e o coeficiente angular será igual a $\frac{(C-1)}{M_1 C}$, em que é possível se obter o valor da monocamada. Embora, o modelo de BET se limite à valores entre 0,10 a 0,50 de A_a (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Outro modelo bastante conhecido é o de GAB (Guggehein, Anderson e De Boer) (Equação 2). Esse modelo é considerado o que melhor se ajusta a maioria dos produtos alimentícios, em destaque para aqueles que possuem elevada A_a . O que o diferencia da equação de BET é que GAB considera as modificações do comportamento da água quando adsorvida, resultante da interação com o material adsorvente, incluindo a formação de multicamadas.

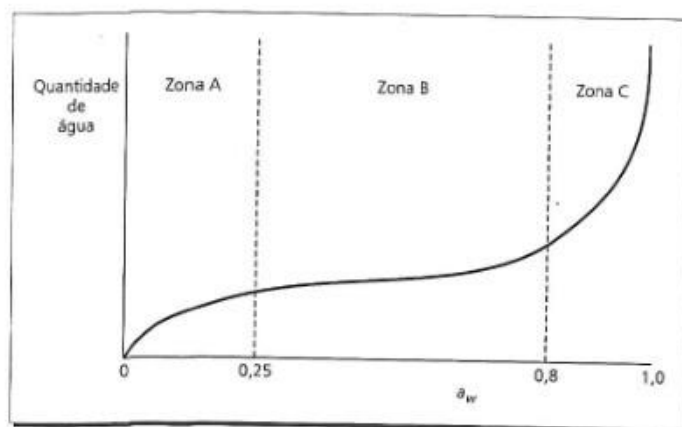
$$X = \frac{X_m C K A_a}{(1 - K A_a)(1 - K A_a + C K A_a)} \quad \text{Equação 2}$$

Em que X é o teor de umidade (g de água. g^{-1} de sólidos secos), X_m é o valor da monocamada (g de água. g^{-1} de matéria seca) e C e K são parâmetros ajustáveis (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

As isotermas de sorção ocorrem em quatro regiões específicas de processamento de alimentos: secagem, mistura, envase e armazenamento (PARK, 2008).

Nas isotermas de sorção de água, existem três regiões distintas indicadas de acordo com a Figura 4, que representam a forma como a água está ligada aos alimentos (ORDÓÑES, 2005).

Figura 4 – Isoterma de sorção de água de alimento com baixa quantidade de água



Fonte: ORDÓÑES, 2005.

Na zona A, a água é fortemente ligada e imóvel e corresponde à água da camada monomolecular fixa aos grupos polares de certos compostos, dentre eles, o NH_3^+ e COO^- das proteínas e grupos OH -dos amidos, assim também a água de cristalização de açúcares e sais. Essa água é difícil de extrair, não se congela e está disponível para atuar como solvente ou reativo. Considera-se faixa de Aa menor a 0,2 até 0,3 e se compõe de uma quantidade muito baixa de água total no alimento (ORDÓÑES, 2005).

A zona B corresponde às camadas de hidratação dos constituintes solúveis, como proteínas, açúcares, sais e outros. Essa água está ligada por pontes de hidrogênio e interações dipolo-dipolo ou retida fisicamente em microcapilares de diâmetro inferior a $1 \mu\text{m}$. Em baixos conteúdos, pode haver oxidação lipídica e em conteúdos maiores podem ocorrer as atividades enzimáticas, não-enzimáticas e microbianas (ORDÓÑES, 2005). O limite de umidade superior da zona A (limite entre as zonas A e B) corresponde ao valor de umidade de monocamada do alimento, deste

modo, esse valor pode ser considerado como a quantidade de água necessária para a formação de uma monocamada de água sobre os sítios de fácil acesso, grupos altamente polares da matéria seca (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2018).

A zona C representa a maior parte de água dos tecidos frescos. A água presente é menos ligada e possui maior mobilidade, embora o ponto de congelamento esteja um pouco reduzido. Ela se encontra retida fisicamente em membranas, capilares (diâmetro superior a 1 μm), géis, etc., facilitando a eliminação por meio de alguns procedimentos. A retenção pode ser medida a partir do pH e das forças iônicas e é a responsável pela alteração dos alimentos, pois está disponível para o desenvolvimento de microrganismos e para as reações químicas. A Aa corresponde de 0,8 a 0,99 (ORDÓÑES, 2005).

3.5 Farinha

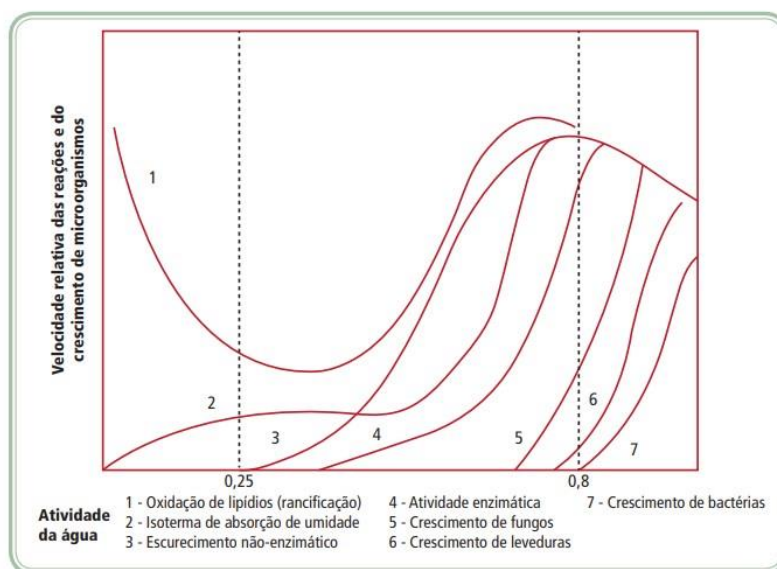
De acordo com a RDC nº 263, entende-se por farinha: produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005). A elaboração de farinhas oriundas de fontes vegetais não convencionais baseia-se na secagem e moagem da matéria-prima (STORRER et al. 2017).

De acordo com a Figura 5, é possível verificar uma representação esquemática das velocidades de transformações em função da atividade de água nos alimentos, embora as taxas exatas das reações possam ser alteradas diante da composição, estado físico e capilaridade da amostra, composição da atmosfera, temperatura e histerese (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Para evitar esse tipo de reação que tende a progredir na faixa de Aa entre 0,25 e 0,80, sendo a única reação possível de ocorrer em Aa menor que 0,25, é necessário manter o mínimo de níveis de energia, como temperatura e luz, que são responsáveis pelo desencadeamento do processo de formação de radicais livres através de antioxidantes e em pequenas quantidades nos processos de oxidação de lipídios (RAMALHO; JORGE, 2006).

Aa menor ou igual a 0,30, contém a água da monocamada que não está disponível para as reações químicas e enzimáticas e para o crescimento de microrganismos. É possível identificar que nessa faixa pode ocorrer a rancidez

oxidativa com velocidade máxima, isso é causado devido ao aumento da velocidade de reação e a A_w ser baixa, fazendo com que ocorra uma maior proximidade entre os reagentes. Para valores de A_w menor ou igual a 0,80 a reação diminui e ocorre a diluição dos metais catalisadores e a redução do seu efeito (MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Figura 5 – Velocidades relativas das transformações em função da atividade de água dos alimentos



Fonte: Labuzza (1983)

Thomaz et al. (2012) elaboraram a farinha a partir da casca de limão siciliano (epicarpo, pericarpo e endocarpo), cortada em quatro partes e secas a 60 ° C em estufa com circulação forçada de ar e posteriormente trituradas em processador até a obtenção de granulometrias de 16 *mesh*.

Storrer et al. (2017) elaboraram uma farinha a partir do flavedo e o albedo de laranja pêra. A secagem foi realizada em estufa à temperatura de 65 °C por aproximadamente 3 horas por dia repetindo este processo durante 3 dias consecutivos até a completa secagem da amostra e em seguida foi triturada em liquidificador para obtenção da farinha.

3.6 Fibras alimentares

De acordo com a AACC (2001) a fibra alimentar é definida como parte comestível de plantas ou carboidratos análogos, resistentes à digestão e absorção no

intestino delgado, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e demais substâncias associadas a vegetais também foram incluídas, como a celulose hemicelulose, substâncias pécnicas, amido resistente, inulina, que pode estar associado à lignina e outros componentes que não sejam carboidratos, por exemplo: os polifenóis, ceras, saponinas, cutina, fitatos, proteína resistente.

A fibra alimentar, ou fibra dietética, como também é conhecida, é resistente à ação das enzimas digestivas humanas, compostas por polímeros de carboidratos, com três ou mais unidades monoméricas e mais a lignina (polímero de fenilpropano) (ANDERSON et al. 2009; HOWLETT et al. 2010). As fibras alimentares são classificadas como fibras alimentares solúveis e insolúveis (FUENTES-ZARAGOZA et al. 2010).

Estudos epidemiológicos correlacionando o alto consumo de fibra alimentar e a menor incidência de doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade e algumas formas de câncer, impulsionaram as pesquisas científicas a respeito das fibras alimentares. Diversas patologias foram correlacionadas à baixa ingestão de fibra alimentar, como o câncer de cólon e do reto, câncer de mama, diabetes, aterosclerose, apendicite, doença de Crohn, síndrome do cólon irritável, hemorroidas e doença diverticular (MANN; CUMMINGS, 2009; PACHECO; SGARBIERI, 2001).

A ingestão das fibras alimentares na dieta para prover benefícios à saúde varia diante da idade, sexo e consumo energético, mas o recomendado é cerca de 14 g de fibra para cada 1.000 kcal ingeridas (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005). A principal forma de ingestão das fibras é através de paredes celulares de frutas, vegetais, cereais e outros (JIMÉNEZ et al. 2000).

Wang et al. (2015) quantificaram as fibras alimentares de frutas cítricas: laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), toranja (*Citrus grandisi* Marc.), limão (*Citrus limon* L.), tangor (*Citrus reticulata* e *Citrus sinensis*) e poncã (*Citrus reticulata* Blanco). As quais apresentaram fibras solúveis variando de 12,89 a 14,07% e fibras insolúveis de 48,49 a 50,32%. Especificamente a poncã apresentou 13,02% de fibras solúveis e 49,61% de fibras insolúveis, somando 62,63% de fibras alimentares totais.

Diante da importância para a saúde humana que as fibras alimentares têm demonstrado, a incorporação em produtos alimentícios vem crescendo

constantemente e os produtos ricos em fibras ganham maior destaque para o desenvolvimento de produtos funcionais (PEREZ; GERMANI, 2004). A suplementação com fibras alimentares pode resultar em alimentos que promovem a boa forma, com poucas calorias, gorduras e colesterol (ELLEUCH et al. 2010).

Fibras alimentares de frutas estão sendo incorporadas nos alimentos não apenas pelos benefícios nutricionais, como também diante das propriedades funcionais como o poder geleificante e agentes espessantes (SPOTTI, CAMPANELLA, 2017). Além de serem inseridas como agentes de volume não calóricos e de baixo custo para substituição parcial de farinha, gordura ou açúcar, potencializando a retenção de água e óleo e otimizando a emulsão ou estabilidade oxidativa (ELLEUCH et al. 2010).

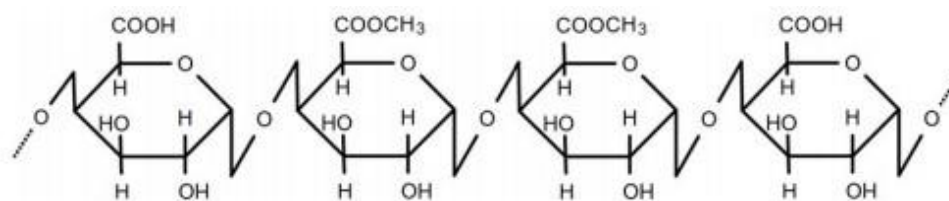
Quando comparado as fibras solúveis e insolúveis aplicados no processamento de alimentos, a fração solúvel é mais bem requerida, devido à alta capacidade de formar géis e/ou agir como emulsificantes e não apresenta textura ou mal gosto, sendo melhor na incorporação do processo de alimentos e bebidas também. Algas marinhas, subprodutos de frutas, frutas, vegetais e cereais são fontes interessantes de fibras solúveis (ELLENCH et al. 2010).

3.7 Pectina

Os carboidratos estão presentes na natureza em mais de 90% nas plantas, normalmente presente de forma natural ou adicional como ingrediente. Sua divisão é determinada em relação ao tamanho de sua estrutura química: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos (Figura 6) (DAMODARAN; FENEMMA; PARKIN, 2018). A pectina tem no mínimo oito tipos diferentes de polissacarídeos, sendo o tipo mais comum, o homogalacturanos, constituindo cerca de 50-90% do seu total (SANTOS et al. 2013).

A pectina é considerada um heteropolissacarídeo com resíduos que variam de 150 a 1.500 unidades de ácido galacturônico, com vários domínios, incluindo principalmente homogalacturanos lineares e ramnogalacturonano-II. Possui um peso molecular de aproximadamente 100.000 a 200.000 Daltons (GHOSH; PRADHAN; SABYASACHI, 2016; DAMODARAN; FENEMMA; PARKIN, 2018).

Figura 6 – Estrutura química da pectina



Fonte: Barros-Alexandrino; Martelli-Tosi e Assis, 2017.

A forma da homogalacturanos lineares da pectina consiste em uma estrutura linear de 1,4 ligada a D-galacturônico, a qual é um derivado da glicose, que é parcialmente metil esterificado no ácido carboxílico ou acetilado (XU et al. 2014). Resíduos de ácido D-galacturônico α (1 \rightarrow 4) ligados a unidades de ácido α -D-galacturônico podem ser intercaladas por (1 \rightarrow 2) α -L-ramnose que, por sua vez pode ser substituído por cadeias laterais de arabinanos, galactanose arabinogalactanos, dando origem a ramnogalacturonano I; ou a cadeia de ácido poligalacturônico que pode ser decorada com mais complexos de cadeias laterais, sendo conhecidas como ramnogalacturonano-II (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006). Parte desse ácido galacturônico é metil esterificado na carboxila C-6 e, às vezes, o grupo acetil nas O-2 ou O-3, dependendo da fonte vegetal (BASANTA et al. 2012). Esses compostos pécnicos se encontram por toda a lamela média onde funcionam como agente de união entre as paredes celulares adjacentes. Existem três formas primárias da pectina: protopectinas, ácidos pectíneos e ácidos pécnicos (SUHAIMI, 2016).

Protopectinas: estão presentes nos tecidos dos frutos imaturos. Nesta condição as protopectinas se encontram ligadas ao cálcio das paredes celulares formando o pectato de cálcio, insolúvel em água, com a maior parte dos seus grupos carboxílicos esterificados (SUHAIMI, 2016). Ao longo da maturação da fruta a protopectinase gera a conversão da protopectinas à pectina coloidal (ácido pectínico), adquirindo a característica de solubilidade em água (CALLIARI, 2015).

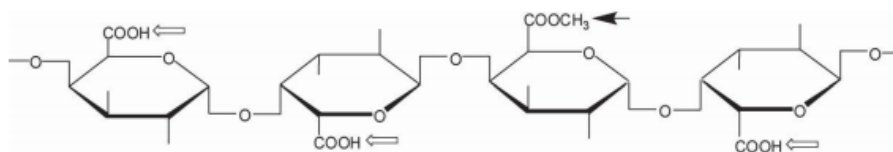
Ácidos pectíneos, pectínico ou pectina: é a presença do ácido poligalacturônico coloidal capaz de formar gel sob determinadas condições. A enzima pectina metilesterase age continuamente sobre o ácido pectínico de forma a retirar completamente os grupos metil-éster, formando os ácidos pectíneos (CALLIARI, 2015).

Ácidos pécnicos: substâncias provenientes da ação das enzimas pectina metilesterase ao longo do processo de amadurecimento com a função de retirar os grupos metílicos dos polímeros. Esses componentes não apresentam característica de formar gel (CALLIARI, 2015).

As pectinas podem ser classificadas em dois tipos: alto teor de metoxilação (ATM), com um grau de metoxilação maior que 50% e pectina de baixo teor de metoxilação (BTM) com um grau de metoxilação menor que 50%, apresentando características físico-químicas diferentes, bem como, diferentes aplicações (CHAN; CHOO, 2013). A pectina ATM forma gel na presença de altas concentrações de açúcar ou sorbitol (55-75%) no sistema ácido, com pH baixo (2 - 3,5). Já com a pectina BTM o gel é elaborado sem a presença de açúcar ou com pouca quantidade, quando íons divalentes, como o cálcio, são adicionados e em uma ampla faixa de pH (2 - 6) (CHAN; CHOO, 2013).

Chen et al. (2006), descrevem que a proporção de grupos metil-éster decresce conforme o vegetal amadurece. E de acordo com Voragen et al. (1995), não é apenas a quantidade de metil-éster que deve ser levado em consideração, mas também a distribuição desses ésteres ao longo do polímero (Figura 7).

Figura 7 - Estrutura química da pectina demonstrando os grupos esterificados e não esterificados



Fonte: Chen et al. (2006).

Nota: A seta preenchida indica o grupo carboxila esterificado e as setas sem preenchimento indicam grupos não esterificados.

3.7.1 Fontes e extração de pectina

As cascas de frutas cítricas são amplamente utilizadas para a obtenção de pectina industrial, podendo ser extraída da casca de limão, lima, laranja e toranja. Já a pectina oriunda da maçã é mais escura quando comparada com as extraídas de fontes cítricas, mas com pouca diferença na sua composição e propriedades (SOLER,

1995 apud CALLIARI, 2015). A especificação comercial da pectina recomenda que haja uma granulometria mínima de 90% em 0,25 mm e a coloração varie de bege a castanho amarelado para pectinas precipitadas com álcool e amarela esverdeada no caso de precipitação com alumínio (CALLIARI, 2015).

Pesquisadores e fabricantes estão buscando novas fontes e muitos estudos têm sido aplicados com a extração de pectina de outros produtos, como a casca do cacau (CHAN; CHOO, 2013), casca de galho de baga (LIU et al. 2010), sementes de girassol, casca de murcote, (SANTOS et al. 2013), casca de melancia (MARAN et al. 2014), casca de romã (MOORTHY, 2015), casca de mamão (MARAN; PRAKASH, 2015).

Oliveira (2015) avaliou a influência da tecnologia de secagem, por estufa com circulação de ar e liofilização, na extração de pectina da casca do maracujá, obtendo rendimentos de extração de 6,98 a 19,6%. Zanella (2013) estudou a influência das variáveis operacionais da secagem convectiva no rendimento, qualidade e características da pectina extraída da casca da laranja-pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck). E Canteri-Schemin (2005) realizou a extração da pectina do bagaço de maçã, testando o seu rendimento tanto na matéria-prima (bagaço de maçã *in natura*) como na farinha obtida do bagaço de maçã, onde foi possível observar que a extração é maior quando utilizada a farinha (9,73%).

A extração da pectina pode ser realizada por métodos químicos e enzimáticos, envolvendo diversas etapas físicas e químicas que influenciam na hidrólise, extração e solubilização das macromoléculas do tecido vegetal. As condições típicas de extração variam de acordo com a maturidade da fruta e os parâmetros de controle: temperatura (60 a 100 °C), pH (entre 1,5 a 3), tipo de ácido (sulfúrico, fosfórico, nítrico, clorídrico e etc.) e tempo de extração (30 minutos a 6 horas) (PAGÁN et al. 2002; LICANDRO; ODIO, 2002; VORAGEN et al. 1995; KOUBALA et al. 2008).

O processo de produção da pectina é constituído geralmente de três etapas. A extração do material da planta, a purificação do extrato líquido e a separação da pectina da solução. E também há uma quarta etapa, se necessária a obtenção da pectina BTM, que deve ser realizada a etapa de desesterificação da pectina ATM (CANTERI et al. 2012).

Após a extração, a solução acidificada segue para a filtração ou centrifugação que visa remover os resíduos presentes da casca (BRADDOCK, 1999). É adicionado então álcool (isopropanol, metanol ou etanol) no extrato clarificado, pois devido a insolubilidade da pectina com o álcool, a tendência é separar-se, e então a pectina é recuperada por filtração (ROLIN; DE VRIES, 1990; LICANDRO; ODIO, 2002; PAGÁN et al. 2002). A pectina ainda úmida é enviada para o processo de secagem com ar quente (50 °C), obtendo-se um teor de umidade de 6-10% e moagem para obtenção da pectina ATM, ou processo de desesterificação em suspensão de álcool, de pectina BTM (ROLIN, DE VRIES, 1990; BRADDOCK, 1999; LICANDRO; ODIO, 2002; PAGÁN et al. 2002).

A etapa final do processo de produção da pectina é a mistura e padronização que se torna fundamental para garantir uma pectina de alta qualidade. Devido as matérias-primas variarem muito com relação as suas propriedades, a pectina também pode variar. Para a padronização é normalmente misturado pectinas de diferentes lotes e diluí-las em açúcar ou dextrose para caracterização de um grau de geleificação padrão. O produto final deve ser embalado e armazenado em área refrigerada para evitar uma possível degradação (MAY, 1990; ROLIN, DE VRIES, 1990; LICANDRO; ODIO, 2002).

Hosseini et al. (2019) relatam que o método tradicional de obtenção de pectina, por meio de água acidificada, gera à destruição e mudança da própria estrutura. Os diferentes métodos não convencionais, dentre eles, a extração assistida por micro-ondas, extração de fluido supercrítico e extração assistida por ultrassom, mais especificamente os métodos pelo efeito cavicional do ultrassom, melhora a desvantagem de destruir a parede celular vegetal e aumenta a taxa de transferência de massa gerando maior eficiência e qualidade da pectina recuperável com um tempo de extração menor. Método este, que utiliza uma técnica verde devido ao menor consumo de solventes e energia (MARAN; PRIYA, 2015).

Algumas tecnologias inovadoras estão sendo aplicadas para extrair pectina, visando promover a eficiência de extração e reduzir o uso de produtos químicos durante a extração. Entretanto, essas tecnologias estão em estágio de laboratório e é difícil implementar em grande escala (KOUBALA et al. 2008).

3.7.2 Aplicações da pectina

O emprego da pectina na alimentação humana amplamente utilizado, é um aditivo usado na forma de estabilizante, emulsionante, espessante, texturizante ou agente geleificante (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006). Pode ser incorporada em formulações de geleias, preparados de frutas, concentrados de frutas para bebida, sobremesas lácteas com sabor de fruta, produtos lácteos fermentados ou acidificados e produtos de confeitaria (CALLIARI, 2015). Além de aplicações como substituto de gordura em pastas, sorvetes e produtos cárneos emulsionados (MARAN et al., 2014).

Siqueira et al. (2012), elaboraram uma geleia *light* de manga com a pectina extraída da casca de pequi, com aceitação por parte dos provadores com taxas médias acima de 7, embora, tenha apresentado diferença na aparência quando comparada à geleia produzida com pectina cítrica comercial.

Fora do ramo alimentar, a pectina é empregada na produção de filmes biodegradáveis e comestíveis, adesivos, substitutos de papel, espuma e plastificantes, agentes de superfície para produtos médicos, materiais para implantes biomédicos e no sistema de liberação de fármacos prevenindo a acidez estomacal (MOHNEN, 2008).

4 METODOLOGIA

4.1 Obtenção da matéria-prima

Foram utilizadas como matéria-prima as cascas de tangerinas, da variedade Poncã (*Citrus Reticulata Blanco*), pertencente à sub-variedade Poncã, que já apresentava alguma injúria ou defeito, que se encontrava descartada de venda nas feiras livres no município de Londrina – norte do Estado do Paraná. E doações de frutas íntegras dos produtores do município de Pinhão – na região do Centro Oeste do Paraná e da cidade de Erechim, norte do Rio Grande do Sul.

A primeira etapa do processo realizou-se no Laboratório de Bebidas e Vegetais da UTFPR, Campus Londrina-PR, com a seleção das frutas, para isso foram consideradas apenas aquelas que obtivessem menos de 50% do fruto deteriorado. Em seguida realizou-se o processo de lavagem em água corrente, para a remoção de impurezas grosseiras. Após foi realizada a sanitização com cloro ativo à 2,0% p/p, em que foi utilizado 100 mg. L⁻¹ durante 10 minutos (BRASIL, 1994) e em seguida enxaguado em água corrente para remoção do resíduo de hipoclorito de sódio. Posteriormente foi realizado o descascamento manual das tangerinas poncãs, sendo descartadas as partes que houvesse deterioração da fruta ou casca. As cascas foram pesadas para calcular o rendimento e amostradas para avaliar a cor, atividade de água e umidade, em seguida, foram cortadas em fatias de aproximadamente 2 cm de largura. As cascas foram codificadas de acordo com o estado de origem, cpPR – cascas de poncã proveniente do estado do Paraná e cpRS – cascas de poncã proveniente do estado do Rio Grande do Sul, e armazenadas em sacos plásticos de polietileno devidamente fechados, sob temperatura de congelamento até o processo de secagem.

4.2 Caracterização das cascas de poncã

4.2.1 Rendimento

O rendimento das cascas frescas foi determinado em relação ao peso das cascas obtido dividido pelo peso total de matéria-prima (Equação 3).

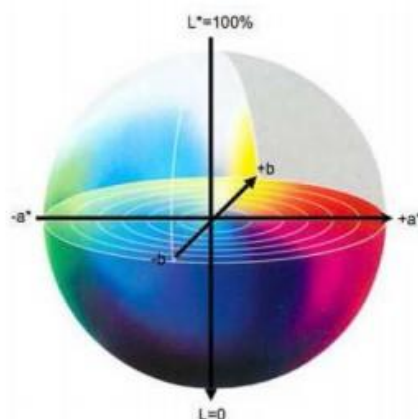
$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{peso das cascas}}{\text{peso de matéria-prima}} * 100 \quad \text{Equação 3}$$

4.2.2 Cor

A cor das cascas frescas foi avaliada através do equipamento Colorímetro (Konica Minolta, Japão) caracterizado pelo espaço de cor CIELAB ($L^*a^*b^*$), com 15 amostras devido à variação da maturação das frutas, medidas em diferentes pontos.

As faixas de cores são indicadas por sinais positivos e negativos. A letra a^* representa a faixa de cores do verde (-) para o vermelho (+). A letra b^* varia de tons azuis (-) para o amarelo (+) e o L^* representa a luminosidade, de 0 a 50, tons escuros, tendendo para o preto e de 51 a 100, tons claros, tendendo ao branco. Conforme representação gráfica na Figura 8.

Figura 8 – Escalas de cor para análise instrumental



Fonte: KONICA MINOLTA, 2015.

4.2.3 Atividade de água (Aa)

A Aa foi determinada nas cascas frescas, após as amostras serem trituradas em pedaços pequenos, e lida diretamente no equipamento medidor de Aa, marca Aqualab, em triplicata, à 25°C.

4.2.4 Umidade

As cascas frescas foram trituradas em pedaços pequenos e a umidade foi realizada através do método de secagem em estufa por convecção forçada de ar,

(400-TD, Nova Ética, Brasil), à 105 °C até peso constante (AOAC, 2005). Foi calculado o teor de umidade (%) de acordo com a Equação 4.

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial}} * 100 \quad \text{Equação 4}$$

4.3 Elaboração e caracterização das farinhas das cascas de poncã

4.3.1 Secagem por convecção forçada e trituração

As fatias das cascas frescas foram distribuídas em bandejas de alumínio com orifícios, distanciadas de 1 cm entre elas (Figura 9) e submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar à 60 °C (400-TD, Nova Ética), durante 8 horas, com velocidade do fluxo de ar de 0,37 m/s (Anemometer, EUA), até atingir umidade final próxima de 15% p/p conforme indicada para a produção de farinhas (AOAC, 2005).

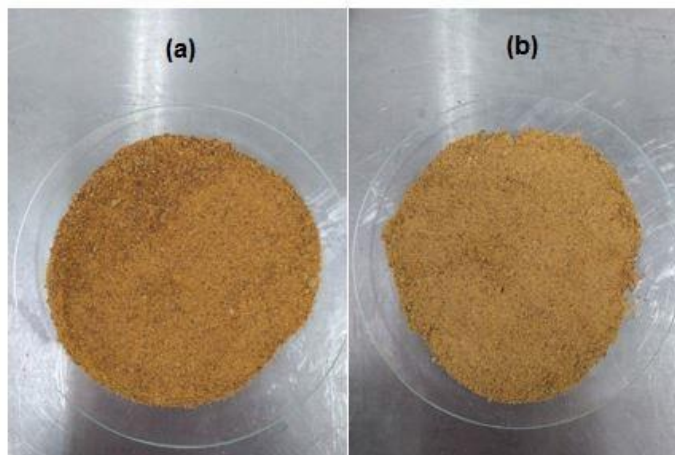
Figura 9 – Cascas de tangerina poncã submetidas à secagem por convecção forçada de ar



Fonte: Autoria própria (2020)

A trituração das cascas secas foi realizada em liquidificador doméstico, (Walita RI2087/90, Brasil) e posteriormente em mixer (Arno Turbomix Plus Chopper, Brasil) visando diminuir o tamanho das partículas. Obteve-se as farinhas denominadas fcpPR – farinha das cascas de poncã proveniente do estado do PR e fcpRS – farinhas das cascas de poncã proveniente do estado do RS (Figura 10).

Figura 10 – Farinhas das cascas de poncã (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Aatoria própria (2020)

4.3.2 Rendimento das farinhas

Os rendimentos das farinhas das cascas de poncã foram determinados relacionando o peso das farinhas com o peso das cascas frescas (Equação 5).

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{peso das farinhas}}{\text{peso das cascas frescas}} * 100 \quad \text{Equação 5}$$

4.3.3 Classificação granulométrica

Realizou-se a classificação da granulometria das farinhas baseando-se no método descrito por Zanotto e Bellaver (1996), utilizando o jogo de peneiras compostos pelas seguintes aberturas: 0,425; 0,250; 0,150; 0,106; 0,053 e 0,038 mm.

Para a classificação de tamanho de partículas, pesou-se individualmente as peneiras e anotaram-se os pesos (PV). Posteriormente pesou-se aproximadamente 100g de amostra (PA). Montou-se o conjunto de peneiras sobre o equipamento vibrador (Bertel, Brasil) sobrepondo-as em ordem crescente de abertura das malhas. Transferiu-se a amostra para o topo do conjunto de peneiras (Bertel, Brasil) e ajustou-se o equipamento na rotação 8. Colocou-se a tampa para prender firmemente o conjunto de peneiras ao equipamento vibrador e realizou-se o peneiramento durante 10 minutos para separação das determinadas granulometrias em triplicata. As respectivas frações retidas foram pesadas (AR), gerando dados que possibilitaram as determinações das frações retidas FR (%), equação 6.

$$FR (\%) = \frac{AR-PV}{PA} \quad \text{Equação 6}$$

Em cada fração de granulometria obtida das farinhas foi realizada a leitura da cor, utilizando o Colorímetro, de acordo com o item 4.2.2.

4.3.4 Características físico-químicas das farinhas

A composição proximal das farinhas das cascas de poncã foi determinada seguindo os métodos descritos pela AOAC (2005). A umidade foi realizada conforme o item 4.2.4.

Para a determinação de cinzas, foram utilizadas 5g de amostras, previamente queimadas em chama direta em bico de Bunsen e posteriormente colocado para calcinação a 550 °C por 5 horas em mufla (Quimis, Brasil) com a obtenção de amostra na coloração branca levemente acinzentada. Foi determinado o teor de cinzas conforme Equação 7.

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso da amostra}} * 100 \quad \text{Equação 7}$$

As proteínas foram dosadas pelo método de *Kjeldahl*, através de três etapas consecutivas: digestão da amostra, sob 400 °C no bloco digestor (Marconi, Brasil), destilação da amostra alcalinizada (Marconi, Brasil) e coleta em solução de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico até viragem de cor. Para obtenção do teor de proteínas, é necessário realizar os cálculos utilizando o fator de correção 6,25 de acordo com a Equação 8.

$$\text{Proteínas (\%)} = \frac{V * M * F * 0,014 * 6,25 * 100}{\text{peso da amostra}} \quad \text{Equação 8}$$

Em que V representa o volume gasto na titulação, M é a molaridade do ácido utilizado na destilação, F é o fator de correção do ácido.

A determinação de lipídeos foi realizada pelo método de extração a quente *Soxhlet* utilizando o solvente éter de petróleo em contato com a amostra. A quantidade de gordura presente foi determinada pela Equação 9.

$$\text{Lipídeos (\%)} = \frac{(\text{peso final} - \text{peso inicial})}{\text{peso da amostra}} * 100 \quad \text{Equação 9}$$

Os carboidratos totais foram estimados através da diferença da composição proximal (100 – (umidade + cinzas + proteínas + lipídeos)).

As fibras alimentares das farinhas das cascas de poncã foram quantificadas através da digestão enzimática utilizando o kit enzimático Sigma-Aldrich, contendo α -amilase, protease e amiloglicosidase, em tampão fosfato pH 6,0. As fibras insolúveis e solúveis foram corrigidas com a quantidade de cinzas e proteínas. As frações obtidas foram somadas, gerando a quantidade de fibras alimentares totais.

Para a determinação de compostos fenólicos totais foi utilizado o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu conforme descrito por Swain e Hillis (1959), utilizando uma curva analítica de ácido gálico. Os compostos fenólicos das farinhas foram extraídos em solução alcoólica utilizando banho ultrassônico durante 30 minutos e centrifugados por 15 minutos para obter o sobrenadante contendo os fenóis na solução extratora. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico, por grama da farinha.

4.3.5 Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã

Foram realizadas as análises de potencial hidrogeniônico (pH) através do pHmetro digital de bancada (Lab1000, Brasil), previamente calibrado, em 10 g de farinha dissolvida em 100 mL de água destilada e posterior agitação (IAL, 1985).

A atividade de água das farinhas foi mensurada conforme o item 4.2.3.

As isotermas de sorção foram determinadas na temperatura de 25 °C \pm 1°C, utilizando 0,8 g de farinhas, no equipamento *AquaSorp*, USA. O equipamento é constituído de uma câmara onde são colocadas as amostras para leitura da Aa até obtenção de todos os pontos da isoterma com Aa até 0,98. Os dados da isoterma de sorção foram ajustados nas curvas de BET e GAB, com modelagem por meio de regressão não linear através do software *SorpTrack Data Analysis 1.14*.

A análise de difração de raios X (DRX) foi realizada no equipamento de bancada D2 (*Phaser* da *Bruker*, Alemanha (tubo com ânodo de cobre com linha de emissão característica de 1,54 Å / 8,047 keV (Cu-K α 1))), potência máxima de 300W, alinhamento goniométrico automático com precisão de \pm 0.02°. As amostras foram

prensadas no porta amostra para a análise. Foi utilizada uma varredura contínua com intervalo de 2θ de 20° a 80° com passo de $0,03^\circ$ por 1 segundo de fonte de radiação.

4.3.6 Análises tecnológicas das farinhas

As análises tecnológicas das farinhas das cascas de poncã foram realizadas, em triplicata, baseando-se nas metodologias descritas por Seibel e Beléia (2009). O volume de intumescimento foi determinado misturando a amostra em água destilada com agitação por 2 h (TE-084, Tecnal, Brasil), seguida de repouso para completa decantação. O volume ocupado pela amostra na proveta foi denominado volume de intumescimento e foi expresso em mL.g^{-1} de matéria seca.

O índice de absorção de água (IAA) foi obtido após agitação (*shaker* – banho metabólico tipo Dubnoff, Marconi MA830/A) e centrifugação (centrífuga Biomax, Brasil) das amostras em tubos tipo Falcon com água destilada para obtenção do sedimento úmido. O IAA foi obtido através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca e expresso em g de água absorvida.g de matéria seca⁻¹.

Para o índice de absorção de óleo (IAO), a água foi substituída por óleo de soja comercial e seguiu-se o procedimento da determinação do IAA.

Para a determinação da densidade aparente das farinhas, foi tarada uma proveta de 25 mL em balança e pesada a amostra até a marca de 10 mL. A densidade foi calculada pela razão de peso e volume e expressa em g.mL^{-1} .

4.4 Extração e caracterização das pectinas das farinhas das cascas de poncã

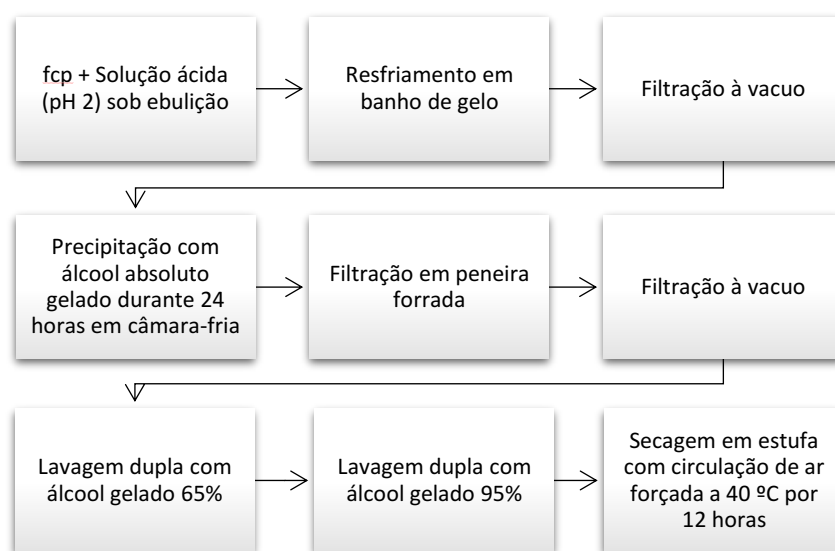
A extração das pectinas das farinhas foi baseada nas metodologias propostas por Dea, Calliari e Seibel (2011) e Calliari (2015) com adaptações que se fizeram necessárias ao longo da execução da pesquisa.

4.4.1 Método de extração da pectina com ácido clorídrico

A pectina das farinhas das cascas de poncã foi extraída com solução de ácido clorídrico pH 2,0 na proporção 1:25 (farinha : solução) em banho-maria fervente, durante 60 minutos, com agitação a cada 15 minutos. A mistura foi resfriada em banho de gelo até temperatura ambiente e filtrada, utilizando pano de viscose (Perfex) duplo

no funil de Buchner, sob vácuo. O conteúdo retido no pano de viscosa foi encaminhado a secagem à 65 °C durante 5 horas para posterior análise de difração raios X, conforme proposto no item 4.3.5. Ao filtrado foi adicionado álcool absoluto gelado e deixado durante 24 horas armazenado em câmara-fria. Após esse período, foi realizada a filtração por meio de peneira forrada com pano de viscosa duplo, para melhor separação do gel. A amostra retida foi encaminhada para filtração sob vácuo, utilizando papel filtro e funil de Buchner, com duas lavagens utilizando etanol gelado 65% e mais duas com etanol 95% para obtenção da pectina livre de açúcares. Por fim, a pectina extraída foi colocada sobre plástico de polietileno de 3 mm e seca em estufa com circulação de ar forçada (Nova Ética, Brasil) a 40°C por aproximadamente 12 horas (Figura 11).

Figura 11 – Fluxograma de extração da pectina das farinhas de cascas de poncã



Fonte: Autoria própria (2020).

4.4.2 Rendimento da extração da pectina

O cálculo do rendimento de extração da pectina das farinhas das cascas de poncã foi realizado pela Equação 10.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{peso de pectina extraída} \times 100}{\text{peso de farinha seca}} \quad \text{Equação 10}$$

4.4.3 Determinação do grau de esterificação (GE)

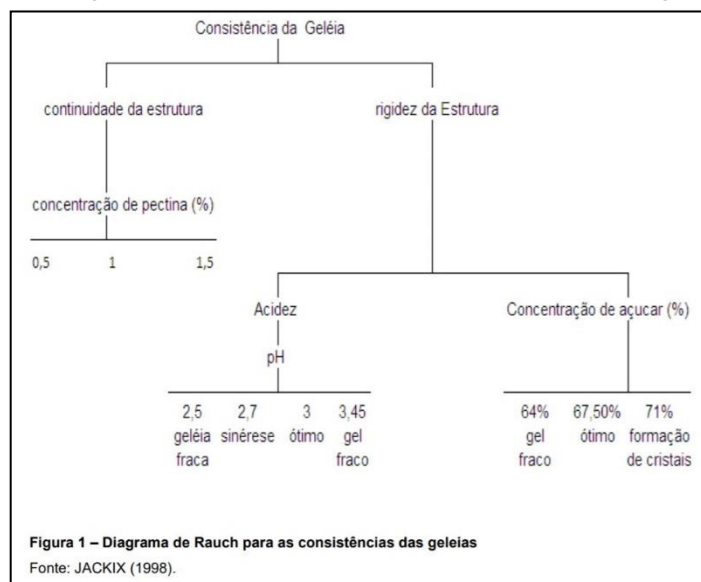
Para a determinação do GE foi utilizado a metodologia proposta por Hosseini; Khodaiyan e Yarmand (2015). A pectina dissolvida em água deionizada e etanol 96% foi titulada com NaOH 0,1M, obtendo-se o primeiro volume. Na solução foi adicionada mais NaOH 0,1M e aguardado 20 minutos, onde foi adicionada a solução de HCl 0,1M para nova titulação com NaOH 0,1M, obtendo-se o segundo volume. O GE foi calculado pela Equação 11.

$$\text{GE} = \frac{V_2}{V_2 + V_1} * 100 \quad \text{Equação 11}$$

4.4.4 Capacidade de geleificação

Para avaliar a capacidade geleificante das pectinas foi seguido o método proposto por Calliari (2015) baseado no diagrama de Rauch (Figura 12) (JACKIX, 1998).

Figura 12 – Diagrama de Rauch para as consistências das geleias



Fonte: JACKIX (1998)

Foram preparadas soluções com 2 g de pectina e 27 g de açúcar cristal em 180 mL de água destilada até dissolução. Foram adicionados aos poucos mais 108 g de açúcar cristal, com agitação constante usando bastão de vidro, em banho-maria fervente. Após, resfriamento em temperatura ambiente, o pH das soluções foi ajustado

com 20 mL de ácido cítrico 0,5%, coberta com papel alumínio e armazenada em geladeira por 24 horas. A viscosidade dos géis foi medida em viscosímetro do tipo Brookfield modelo NDJ-5s nas seguintes temperaturas: 10, 25, 40, 55, 70 e 85°C com a velocidade de rotação no modo automático do equipamento de acordo com cada amostra, utilizando *spindle* 1. Para o aquecimento dos géis foi utilizado um banho termostático (Solidsteel, Brasil) conectado ao béquer de vidro encamisado, no qual as amostras foram inseridas para a avaliação.

4.5 Análise estatística

Os resultados das amostras foram submetidos ao teste t de *Student* utilizando o *software Minitab*, considerando nível de significância 5% ($p \leq 0,05$). Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão das amostras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das cascas de poncã

De 12 Kg adquiridos de matéria-prima (poncã frescas) colhida no estado do PR foram utilizadas 3,84 Kg de cascas de poncãs, totalizando um rendimento de 32,00% (cpPR). Já a quantidade de poncã fresca adquirida no estado do RS, foi de 3,78 Kg em que foram obtidas 1,21 Kg de cascas de poncãs, produzindo um total de 32,01% (cpRS). Esses valores, muito similares, demonstram que os frutos apresentaram estágio de maturação fisiológica semelhante para os padrões de cor. Colodel et al. (2018), encontraram valores de 35,6% de casca em relação à fruta fresca para a poncã, valor acima do encontrado no presente trabalho, em que ambos evidenciam a grande quantidade de desperdício ocasionado quando as cascas da tangerina poncã são descartadas.

A cor das cascas de poncã (Tabela 1) diferiu estatisticamente de uma região para a outra, nos parâmetros L^* e a^* , em que a luminosidade L^* apresentou-se mais intensa para os frutos oriundos do RS em relação aos do estado do PR. Quanto à coordenada verde e vermelho (a^*) constatou-se que nas amostras de ambas as regiões a tonalidade tendeu para o vermelho, com diferença na intensidade da cor, em que as frutas do RS são mais intensas (33,07). Na faixa de cores entre amarelo e azul (b^*) não houve diferença estatística entre as amostras, indicando a tonalidade amarela das cascas.

Tabela 1 – Cor apresentada nas cascas de poncã

	cpPR	cpRS
L^*	63,20±3,82 ^a	66,20±1,95 ^b
a^*	29,42±4,08 ^a	33,07±2,39 ^b
b^*	70,69±4,75 ^a	71,84±3,47 ^a

Média ± desvio padrão de n=45 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

Fonte: Autoria própria (2020).

As cpPR e cpRS tenderam ao alaranjado, pois as coordenadas analisadas apresentaram vermelho com amarelo, o que gera a cor secundária (laranja). A menor luminosidade encontrada na cpPR pode estar associada com a opacidade da casca da fruta, podendo estar diretamente relacionado com a desidratação que os frutos sofreram quando ainda se encontravam em processo de maturação, motivada por

diversificações climáticas, como a origem do solo, o clima da região, a composição atmosférica, a intensidade de produção de etileno, o tempo de maturação, a forma de armazenagem, entre outros (SANTOS, 2018). Vale salientar que a atração aos consumidores na hora de adquirir o produto, é gerada devido à intensidade de cor que aumenta o tom do alaranjado.

Vale et al. (2006), determinaram as cores em tangerinas poncã (*Citrus Reticulata* Blanco) no início e no final da colheita, em que as tendências de cores para a colheita final foram de L*: 78,89, a*: 30,78 e b*: 56,00. Indicando a tendência ao alaranjado, assim como nas cascas do presente trabalho, mas com menor intensidade da cor amarela e maior luminosidade.

Os dados de Aa das cpPR e cpRS (Tabela 2) não diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$). A Aa é uma das variáveis que mais afeta os processos metabólicos no que se refere a deterioração. É muito propício o desenvolvimento de reações químicas e enzimáticas prejudicando a conservação do produto que conseqüentemente reduz a vida útil de frutas e hortaliças quando não submetidas a algum processo tecnológico para sua extensão. O teor de Aa presente nas cascas de poncã significa que há água livre dentro da matriz, em que a camada de ar em equilíbrio com o alimento possui uma pressão parcial de vapor de água maior (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2018). Segundo pesquisa realizada em feiras livres no município de Londrina, uma das principais causas de deterioração na poncã é por meio de ações metabólicas que geram a podridão das frutas (RODRIGUES, SILVA; SEIBEL, 2018).

	cpPR	cpRS
Atividade de água (Aa)	0,98±0,01 ^a	0,98±0,01 ^a
Umidade (%)	75,29±0,17 ^a	72,64±2,79 ^a

Média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

Fonte: Autoria própria (2020).

A água é o principal solvente no qual ocorrem os processos metabólicos do alimento, pois se trata de um dos fatores intrínsecos do alimento. Deve-se retirar ou diminuir ao máximo a umidade presente no produto para se evitar a contaminação microbiana. Os dados de umidade das cpPR e cpRS (Tabela 2) também não diferiram

estatisticamente de uma região para outra, o que pode ser verificado que mesmo com a diferença de solo, clima, região, cultivo e alterações pós-colheita a água presente nas cascas de poncã não diferiu nas suas características intrínsecas. Pinheiro (2008) encontrou 85,30% de umidade na casca de Tangor “Murcott” na espessura de 3,2 mm de casca, teor acima do encontrado no presente trabalho, o que se deve às diferenças de cada espécie.

5.2 Caracterização das farinhas das cascas de poncã

5.2.1 Elaboração, rendimento e granulometria das farinhas

A produção das farinhas foi obtida através da aplicação tecnológica da secagem por convecção forçada de ar à 60 °C durante o período de 8 horas nas cascas da tangerina poncã e posterior trituração. O emprego dessa temperatura é capaz de soprar o ar sobre o alimento úmido fazendo com que o vapor d’água se propague por intermédio da camada limite de ar que circunda o alimento, arrastando-o pelo ar. Diante disso, um gradiente de pressão de vapor d’água é estabelecido entre o interior do alimento úmido e o ar seco, removendo a água presente no produto, até obtenção de peso constante (FELLOWS, 2019).

Thomaz et al. (2012), realizaram a secagem em estufa com circulação forçada de ar do bagaço de limões sicilianos a temperatura de 60 °C durante 24 horas. Segundo Fellows (2019) o secador por convecção forçada de ar remove a umidade do alimento quando este se encontra em período de taxa decrescente, gerando um tempo maior para a secagem. E deve ser levado em consideração que quanto mais alta a temperatura empregada para a secagem, maiores são as chances de degradação de micronutrientes presentes no fruto e, pode haver o bloqueio de troca de calor da amostra.

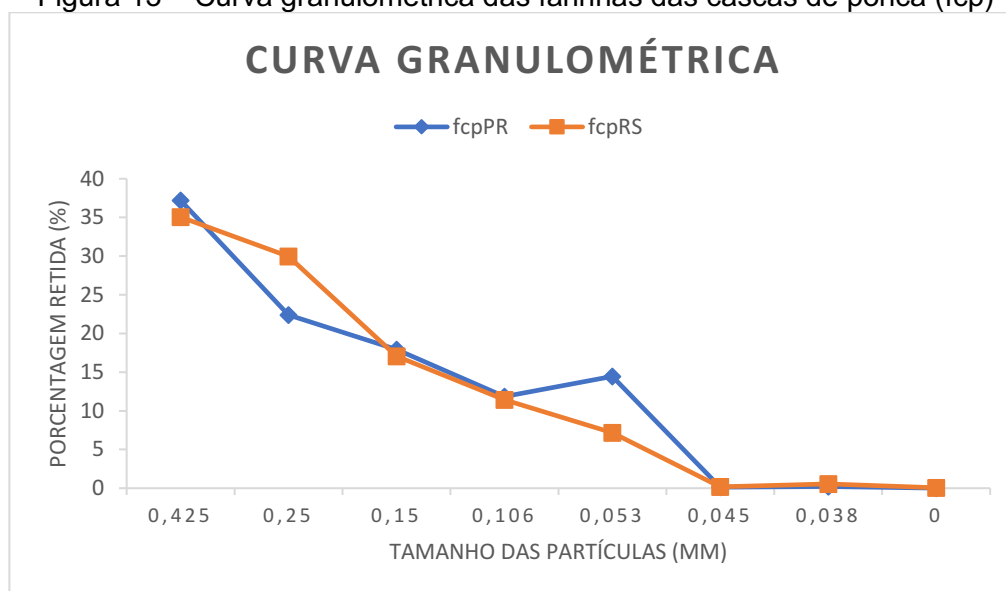
De 3,84 Kg adquiridos da cpPR foram produzidos 0,86 Kg de farinha (fcpPR), totalizando o rendimento de 22,51%. De 1,21 Kg de cpRS foram gerados 0,27 Kg de farinha (fcpRS), caracterizando o rendimento de 22,22%. De acordo com Santos, Storck e Fogaça (2014) o rendimento da farinha da casca e o albedo úmido de limão foi de 28,50%, maior que o rendimento encontrado no presente trabalho, o que pode

ser justificado devido à constituição de cada fruta cítrica, a forma de obtenção de cada resíduo e diferenças no processo de secagem e trituração.

Os tamanhos das partículas das fcp variaram de 0,425 a 0,045 mm (Figura 13). Na curva granulométrica é possível observar que um terço das fcp ficaram retidas na peneira de 35 *mesh*, com tamanho $\geq 0,425$ mm, sendo essa a maior abertura disponível para o presente estudo. As partículas restantes das farinhas elaboradas se caracterizaram com partículas finas ($< 0,6$ mm), mas podem conter partículas médias (de 2 a 06 mm) e grossas (> 2 mm) na primeira peneira (ZANOTTO; BELLAYER, 1996).

A importância de mencionar o tamanho das partículas, segundo Bellaver e Nones (2000), está diretamente ligada à digestibilidade dos nutrientes, isto é, do ponto de vista nutricional, quanto menor o tamanho das partículas do alimento, maior o contato com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e a absorção dos nutrientes.

Figura 13 – Curva granulométrica das farinhas das cascas de poncã (fcp)



Fonte: Autoria própria (2020).

O percentual das partículas com tamanho de 0,25 e 0,053 mm das duas farinhas das cascas de poncã diferiram estatisticamente, o que pode ser devido à compactação dos sólidos durante a secagem. Na secagem por convecção forçada de ar, as moléculas presentes na amostra ficam aderidas umas às outras e na etapa de trituração, se não realizada de forma efetiva, as partículas não são trituradas completamente. A quantidade de energia necessária para quebrar um alimento é

determinada através de sua rigidez e friabilidade, que vai ser diretamente dependente da estrutura da amostra. Quanto menos linhas de rupturas houver, maior é a energia que necessita ser aplicada para gerar a quebra. Conseqüentemente, alimentos mais duros, absorvem mais energia e precisam de maior energia aplicada durante a fratura (FELLOWS, 2019).

Storck et al. (2015), relata que as diferentes granulometrias podem auxiliar em diversos usos na alimentação humana e que a maioria dos estudos analisa apenas a quantificação de cada fração, não abordando as diferenças na composição das farinhas. Em determinados alimentos, o tamanho das partículas acaba não sendo levado em consideração, ou muitas vezes é associado ao apelo funcional, como a farinha de trigo integral, que apresenta partículas mais características, porém é relacionada com a presença de fibras, tornando o alimento de caráter funcional, sendo mais bem aceito pelos consumidores.

A distribuição granulométrica encontrada nas fcp poderá não ser homogênea, porém a uniformidade nas partículas é um fator de importância, pois favorece uma distribuição adequada de água na massa em produtos de panificação (HOSENEY; ROGERS, 1990). Segundo Fellows (2019) uma faixa de tamanho de partículas similares propicia uma mistura mais completa de ingredientes.

5.2.2 Caracterização físico-químicas das farinhas

O teor de umidade encontrado foi de 9,62 e 10,49 g.100⁻¹ g para as fcpPR e fcpRS, respectivamente (Tabela 3), dentro do que preconiza a legislação de farinhas que é de no máximo 15%, de acordo com a RDC nº 263 (BRASIL, 2005). Os resultados entre as regiões diferiram estatisticamente e isso pode ser justificado em relação ao processo de secagem por convecção forçada de ar empregado que pode caracterizar maior eficiência em determinadas espessuras e comprimentos que foram cortadas as cascas para serem secas, além de diferenças que podem ocorrer dentro do secador, gerando uma maior eficiência em um determinado local e em outro não.

Tabela 3 – Composição química das farinhas da casca de poncã (fcp) oriundas do PR e RS.

	fcpPR	fcpRS
Umidade (%)	9,62±0,11 ^a	10,49±0,15 ^b
Cinzas (%)	2,40±0,12 ^a	2,63±0,29 ^a
Proteínas (%)	7,96±0,97 ^a	7,27±0,73 ^a
Lipídeos (%)	13,91±1,46 ^a	10,63±0,27 ^a
Carboidratos totais (%)	66,11 [*]	68,98 [*]
Compostos fenólicos (**)	141,10±1,90 ^a	149,03±5,96 ^a

Média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

*carboidratos totais foram calculados por diferença.

**mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de farinha.

Fonte: Autoria própria (2020).

A quantificação das cinzas foi de 2,40 e 2,63 g. 100 g⁻¹ para as fcpPR e fcpRS, respectivamente e não apresentaram diferença significativa entre em si. Bublitz et al. (2013), encontraram 2,45 g.100 g⁻¹ na farinha de albedo da laranja, valor entre as médias encontradas para as farinhas desse trabalho. Segundo Bortolatto e Lora (2008), o conteúdo de cinzas de cada amostra, vai depender da sua localidade, variedade e a composição do solo em que se desenvolveu o vegetal. Os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica caracterizam os minerais presentes na forma de óxidos metálicos, sulfatos, fosfatos, nitratos, cloretos e outros halogenatos. Diante disso, as cinzas superestimam o conteúdo mineral total, já que o oxigênio está presente em muitos dos ânions (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2018).

As proteínas encontradas variaram de 7,96 a 7,27 g.100 g⁻¹ nas fcpPR e fcpRS, respectivamente, e não apresentaram diferença significativa entre si. Segundo a legislação, o teor de proteínas para a farinha de trigo é de no mínimo 7,5 g. 100 g⁻¹ (BRASIL, 2005), assim pode-se verificar que a fcpPR apresentou o teor mínimo preconizado pela legislação, apesar dessa farinha ser oriunda de cascas de frutas e não de cereais. Oliveira, Winkelmann e Tobal (2019) determinaram proteínas no flavedo e o albedo de laranja sanguínea-de-mombuca separadamente, em que o teor encontrado para o flavedo (casca) foi de 6,3%, teor abaixo do encontrado no presente estudo e da legislação.

Os teores de lipídeos encontrados foram de 13,91 e 10,63 g. 100 g⁻¹ para as fcpPR e fcpRS, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Storck et al. (2015), encontraram 9,35 g. 100 g⁻¹ na farinha obtida dos resíduos de suco de laranja

na granulometria $\leq 0,250$ mm. Eles puderam perceber que quanto menor a granulometria, maior o teor de lipídeos. Levando em consideração que a análise do presente trabalho utilizou a granulometria de 0,106 mm, sugere-se que se houvessem peneiras de menor abertura os índices se aproximariam ainda mais.

Os teores de carboidratos foram de 66,11 (fcpPR) e 68,98 (fcpRS) g. 100 g⁻¹ incluindo o total de fibra alimentar presente. Para farinhas obtidas de cereais, o teor estimado de carboidratos presente é em média de 75,82 g. 100g⁻¹ (TACO, 2011). Santos, Storck e Fogaça (2014) encontraram 61,67% na farinha da casca de limão da cultivar Tahiti (*Citrus aurantifolia*) quantidade abaixo do encontrado no presente trabalho. De acordo com Oetterer; Reginato-d'Arce e Spoto (2006) os polissacarídeos são classificados em amido e polissacarídeos que não possuem amido, como a celulose (homopolissacarídeos), hemicelulose, pectinas (heteropolissacarídeos) e hidrocoloides, que possivelmente representam os carboidratos presente nas fcp.

Os compostos fenólicos variaram de 141,10 (fcpPR) a 149,03 mg. g⁻¹ (fcpRS), respectivamente e não apresentaram diferença significativa entre si. Ortiz (2016) encontrou 153,90 mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g de amostra na farinha das cascas de abacaxi, concluindo que a concentração de compostos fenólicos ocorre na etapa de secagem, pois nas cascas frescas a quantidade encontrada foi bem inferior. Nunes et al. (2016), realizaram a determinação de compostos fenólicos em goiabas frescas e nas frutas em pó, identificando maior concentração dos componentes devido à perda de água, durante a secagem.

Santos, Storck e Fogaça (2014) citam que as cascas e as sementes são fontes de compostos fenólicos da classe que inclui ácidos fenólicos e flavonoides. De acordo com Li, Smith e Hossain (2006) os compostos fenólicos estão abundantemente presentes na casca de uva, seguido de cascas de limão, tangerina e laranja, surgindo como alternativa para a produção de outros alimentos a fim de serem inseridos na alimentação humana (ISHIMOTO et al. 2007). Compostos fenólicos estão majoritariamente conjugados com demais moléculas, como carboidratos, podendo estar na forma de mono e polissacarídeos, além de outros ésteres metílicos.

Os compostos fenólicos têm papel importante para o organismo humano devido as substâncias com propriedades antioxidantes que combatem os radicais livres que são gerados no organismo e estão relacionados ao surgimento de enfermidades nos

indivíduos como doenças vasculares, cardíacas e pré-disposição ao câncer (KAWANISHI et al., 2002).

O conteúdo de fibras alimentares presente nas farinhas não diferiu estatisticamente entre as amostras e representou o componente com maior percentual (Tabela 4). É importante destacar que somente 60 gramas das farinhas suprem a necessidade diária média, para prover benefícios à saúde, podendo ser consumidas na forma de produtos de panificação já incluídos na dieta da população, substituindo parcialmente a farinha de trigo. Rigo et al. (2017), elaboraram biscoito tipo *cookie* substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha de bagaço de malte (FBM), adicionando de 10 a 30% de FBM e pôde observar que os teores de proteínas, lipídeos, cinzas e fibras, aumentaram quando comparada com o *cookie* elaborado apenas pela farinha de trigo, em que a intenção de compra foi de 78%.

Tabela 4 – Conteúdo de fibras presente nas farinhas das cascas de poncã (fcp) em base seca.

	fcpPR	fcpRS
Fibras solúveis (%)	15,73±6,38 ^a	17,92±0,91 ^a
Fibras insolúveis (%)	27,56±0,72 ^a	24,98±1,47 ^a
Fibras totais (%)	43,30±7,10 ^a	42,90±2,24 ^a

Média ± desvio padrão de n=2 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

Fonte: Autoria própria (2020).

Figuerola et al. (2005), relataram que fibras de frutas possuem melhor qualidade quando comparada as fibras extraídas de cereais, devido ao maior teor de fibra total e solúvel, com boa capacidade de retenção de água e óleo e fermentabilidade colônica, assim como menor teor de ácido fítico.

Wang et al. (2015), investigou os teores de fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis nas cascas da tangerina poncã, obtendo 62,63%, 13,02% e 49,61% respectivamente, tendo quantidades mais altas para as fibras insolúveis e totais, e menores para as fibras solúveis, quando comparadas ao presente trabalho, utilizando a mesma metodologia de análise. O que pode ser justificado, nesse caso, pelas condições de fruticultura como solo, região, clima e demais fatores característicos de frutas colhidas em lugares diferentes.

As fibras alimentares têm grande importância na saúde humana, assim é interessante mencionar que essas farinhas têm grandes potenciais de aplicações

como ingrediente no ramo alimentício, originando alimentos funcionais. Fibras alimentares de frutas estão sendo incorporadas nos alimentos não apenas pelos benefícios nutricionais, como também diante das propriedades funcionais como o poder geleificante e agentes espessantes (SPOTTI, CAMPANELLA, 2017). Elleuch et al. (2010), relataram o potencial das fibras na retenção de água e óleo, que otimizam a emulsão, além de que a fração solúvel é melhor na incorporação do processo de alimentos e bebidas, pois não apresenta textura ou mal gosto.

A partir da composição química das farinhas, pode-se sugerir que este ingrediente alimentar vem ao encontro com dois Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU. Um deles visa acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; o outro deseja assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (ODS, 2014). Portanto, o aproveitamento das cascas de poncã sob a forma de farinha, que apresenta proteínas, lipídeos, fibras alimentares e compostos fenólicos em quantidades que possam nutrir, poderá diminuir a fome e a desnutrição, além de melhorar a saúde da população.

5.2.3 Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã

Os parâmetros de cor foram avaliados em cada fração retida nas peneiras durante a análise granulométrica e a cor total das fcpPR e fcpRS. Devido as frações das farinhas que passaram nas aberturas de 0,045 e 0,038 mm e no fundo apresentarem menos de 1% de representatividade, elas foram desconsideradas para a análise de cor das farinhas (Tabela 5).

O percentual das partículas com tamanho de 0,425; 0,150 e 0,106 mm não apresentaram diferença estatística entre elas quanto aos percentuais retidos. Enquanto as aberturas de tamanho 0,250 e 0,053 mm de ambas as fcp diferiram estatisticamente para os percentuais retidos. O que pode ser devido ao processo de secagem por convecção forçada de ar, a compactação dos sólidos pode ter sido diferente nas prateleiras do secador e também na etapa de moagem, que é dependente dessa compactação, necessitando de mais ou menos energia para que ocorra a deformação e rompimento dos tecidos celulares.

Tabela 5 - Frações retidas em cada peneira na análise granulométrica e parâmetros de cor das farinhas das cascas de poncã em relação ao tamanho das partículas.

Aberturas das peneiras (mesh)	Tamanho das partículas (mm)	Percentuais retidos		Cor de cada fração retida					
		fcpPR (g)	fcpRS (g)	fcpPR			fcpRS		
				L*	a*	b*	L*	a*	b*
35	0,425	36,40± 1,53 ^a	33,93± 2,02 ^a	44,37± 1,63 ^{aA}	9,75± 0,26 ^{aA}	27,34± 1,51 ^{aA}	38,02± 2,28 ^{bA}	12,57± 1,13 ^{bA}	26,73± 3,07 ^{aA}
60	0,250	22,79± 0,99 ^a	30,05± 1,30 ^b	46,09± 0,91 ^{aA}	12,53± 0,30 ^{aB}	32,62± 0,35 ^{aB}	41,10± 0,72 ^{bB}	14,99± 0,16 ^{bB}	32,79± 0,17 ^{aB}
100	0,150	17,59± 0,80 ^a	17,18± 0,67 ^a	48,28± 0,91 ^{aB}	13,49± 0,29 ^{aA}	35,45± 0,59 ^{aA}	43,40± 0,23 ^{bA}	16,45± 0,21 ^{bA}	37,17± 0,24 ^{bA}
150	0,106	11,54± 1,25 ^a	10,77± 2,05 ^a	51,28± 0,58 ^{aA}	13,49± 0,22 ^{aA}	38,18± 0,19 ^{aB}	47,38± 0,71 ^{bB}	15,50± 0,28 ^{bB}	40,13± 0,53 ^{bB}
270	0,053	14,16± 0,69 ^a	7,11± 2,44 ^b	37,50± 2,73 ^{aB}	12,71± 1,39 ^{aA}	26,85± 3,96 ^{aA}	48,02± 3,15 ^{bB}	13,90± 0,91 ^{aA}	39,18± 2,07 ^{aB}
Cor total	-	-	-	53,35± 0,08 ^a	11,55± 0,25 ^a	34,49± 0,23 ^a	49,06± 1,14 ^b	14,34± 0,11 ^b	36,61± 0,95 ^a

Média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, nas linhas não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*

Fonte: Autoria própria (2020).

As luminosidades das farinhas apresentaram maior claridade para a fcpPR em relação à fcpRS, exceto para o tamanho de partícula de 0,053 mm, diferindo estatisticamente em todos os tamanhos. O mesmo comportamento foi verificado na coloração total da farinha, que engloba as partículas como um todo.

Para o parâmetro a*, as fcpRS tiveram maior intensidade de vermelho em todas as frações, diferindo estatisticamente entre si, com exceção das partículas com tamanho de 0,053 mm, que foram similares nesta tonalidade. Já a intensidade da cor amarela, a fcpRS foi maior para as partículas com tamanhos de 0,250; 0,150; 0,106 e 0,053 mm, com diferença estatística para os tamanhos 0,150 e 0,106 mm, onde a cor total não apresentou diferença significativa entre si.

O fato da fcpRS se apresentar com maior intensidade de cor para os parâmetros a* e b*, e ser mais escura (L*), confere a possibilidade de ser adicionada a produtos mais escuros, como por exemplo, biscoitos e bolos sabor chocolate. Nos quais não haveria interferência da cor do ingrediente conferindo o apelo nutricional alinhado às propriedades tecnológicas.

Quando observado as frações entre as granulometrias, nas linhas (Tabela 5), tanto para as fcpPR quanto para as fcpRS, foi possível identificar que conforme o

tamanho da partícula diminui, a intensidade da luminosidade aumenta, isto é, quanto menor o tamanho da partícula, mais intensa a farinha tende a se tornar. Onde foi possível observar que as partículas de tamanho 0,150 e 0,053 mm da fcpPR diferiram das demais e a fcpRS apresentou diferença das partículas 0,425 e 0,150 mm em relação às demais. Avaliando as coordenadas a* e b* foi verificado que a intensidade do vermelho e amarelo são variáveis com o tamanho das partículas das farinhas. Partículas de tamanhos maiores (grossas) podem ter uma finalidade específica, mais voltada a alimentos integrais, e em outros casos é necessário o tamanho de partículas mais finas, que é associado o mais próximo possível da farinha de trigo.

Santos (2018) verificou que a tonalidade final da farinha pode ser um fator de pigmentação desenvolvida pela fruta fresca. Essas tonalidades variam diante do processo de secagem empregado, por ação do calor, gerando conseqüentemente a reação de Maillard, escurecimento não enzimático causado nos alimentos devido à presença de três componentes: proteínas, carboidratos e o emprego do calor (BASTOS; SHIBAO, 2011).

A Aa das farinhas (Tabela 6) foi igual para ambas as amostras, não diferindo significativamente entre si, classificando as fcp como alimento com baixa umidade (Aa até 0,6) representando a ocupação dos sítios remanescentes e várias camadas adicionais em torno dos grupos hidrofílicos e é denominada de água de multicamadas. Esse teor de atividade de água representa menos que 5% da água contida no alimento, que é representado por 90%. Próximo dessa faixa começam a ocorrer as reações de Maillard numa velocidade baixa (Figura 13) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). De acordo com Jay (2005) na Aa abaixo de 0,6 não ocorre crescimento microbiano, garantindo uma maior estabilidade das fcp. Nessa faixa de atividade de água baixa, menor que 0,4, as farinhas estão suscetíveis à ocorrência de oxidação lipídica e início de escurecimento não-enzimático.

Tabela 6 – Análises instrumentais das farinhas das cascas de poncã

	fcpPR	fcpRS
Atividade de água (Aa)	0,39±0,01 ^a	0,39±0,01 ^a
pH	3,13±0,01 ^a	3,04±0,01 ^b

Média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

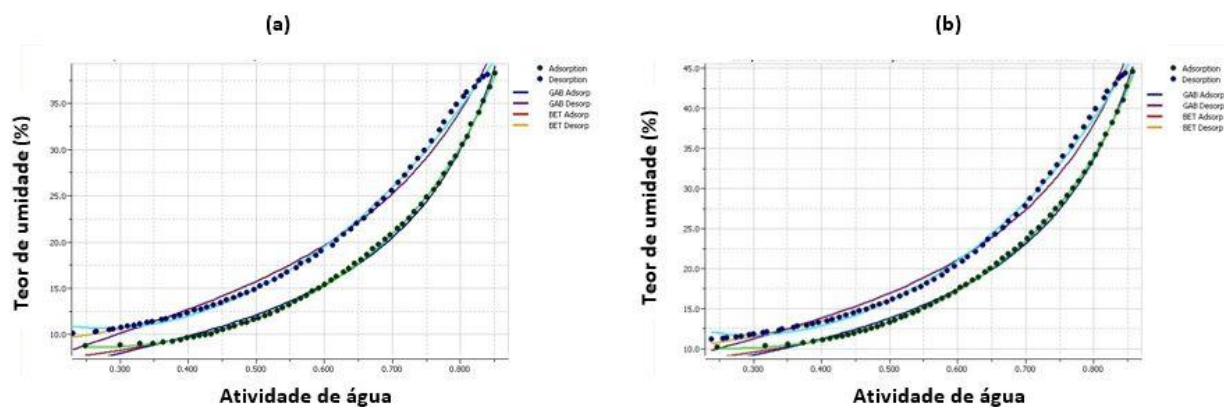
Fonte: Autoria própria (2020).

O pH medido nas fcp apresentaram teores de 3,13 e 3,04 apresentando diferença significativa entre as amostras dos diferentes estados, conferindo uma acidez acentuada para as fcp.

Menezes Filho et al. (2019), identificaram pH de 4,07 para a farinha obtida do flavedo de laranja e 3,31 para a farinha do albedo da laranja, caracterizando maior acidez presente no albedo do que no flavedo de frutas cítricas, valor mais próximo ao encontrado nesse trabalho. Segundo Dzudie e Hardy (1996) a determinação do pH em suspensões de farinhas é fundamental para determinadas propriedades funcionais e tecnológicas que são afetadas por esse teor.

Com relação ao comportamento das isotermas de equilíbrio para as fcp (Figura 14), pode-se verificar que ambas tiveram o formato mais próximo de J, com uma zona mais plana na primeira parte da curva, próprias de alimentos que apresentam pouca adsorção por capilaridade, como as frutas e os doces de frutas (ORDÓÑES, 2005).

Figura 14 – Isoterma de sorção para as fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com os resultados expressos pelo equipamento, pode-se identificar os valores de monocamada, as constantes C e k e o coeficiente linear (Tabela 7). Os valores de monocamada indicam que a água é mais fortemente adsorvida e imóvel presente no alimento, caracterizando uma melhor vida útil ao produto, expressos através dos capilares. Pode-se considerar que quanto maior o valor da monocamada, maior será o seu caráter hidrofílico presente no material.

Já os valores de R^2 foram muito próximos nas curvas das equações para BET e GAB, constando-se dessa forma, que ambos os modelos se ajustaram de forma satisfatória aos resultados.

Melo et al. (2011), encontraram valores de 5,91; 4,97 e 6,40 de monocamada para a casca, polpa e parte fibrosa do buriti, identificadas por meio da equação linear de BET. Valores menores ao encontrado no presente trabalho, devido à diferença de matéria-prima.

Lomauro, Baski e Labuza (1985) identificaram que a equação de GAB representa com grande precisão as isotermas de frutas, vegetais e carnes, sendo consideradas mais que 50% quando comparada com equações de dois parâmetros.

Tabela 7 – Coeficientes de BET e GAB das isotermas de sorção para as farinhas das cascas de poncã

	fcpPR		fcpRS	
	BET	GAB	BET	GAB
mo	6,65±1,15 ^a	8,43±2,40 ^a	7,38±1,00 ^a	8,79±1,68 ^a
C	10.000	10,07±3,85 ^a	10.000	13,35±1,99 ^a
k	-	0,94±0,05 ^a	-	0,95±0,03 ^a
R²	0,96	0,99	0,96	0,99

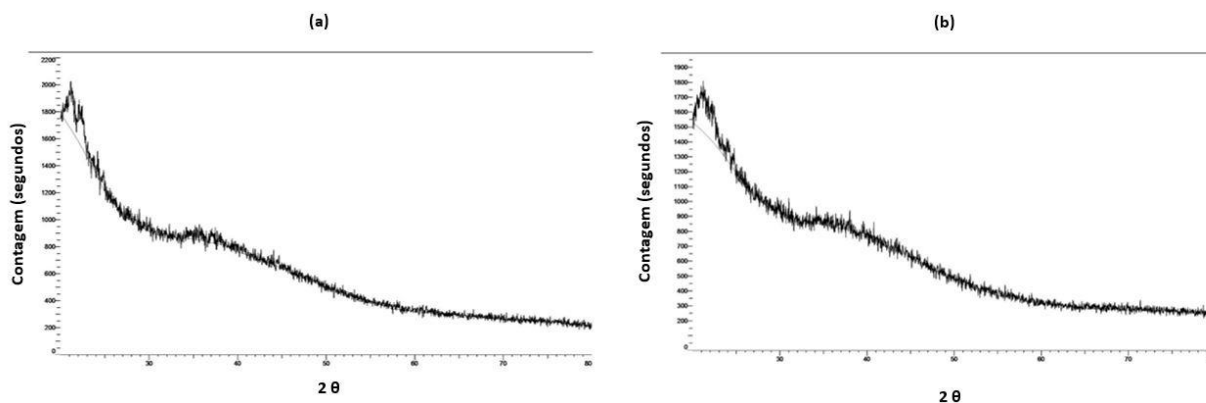
Média ± desvio padrão de n=2 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

mo: resultados de monocamada; R^2 : coeficiente de determinação variável de 0 a 1. C: constante relacionada com o calor de adsorção da água retida. k: constante ajustável.

Fonte: Autoria própria (2020).

A análise de difração de raios X pode fornecer um bom entendimento da natureza amorfa e cristalinidade do material estudado. As farinhas apresentaram comportamentos similares, sendo que a fcpPR apresentou maiores intensidades quando comparada à amostra do fcpRS, ou seja, as formas cristalinas são similares, mas pode haver alguma diferença entre elas (Figura 15). Ambas as amostras apresentaram picos de cristalinidade na região entre 20 e 50°. As amostras apresentaram ângulos de difração estáveis e similares para a fcpPR e fcpRS, porém, ao longo de todo o difratograma houve presença de ruídos, sendo este, aspecto característico de materiais amorfos onde o estado desarranjado das moléculas produz bandas dispersas (NDABIGENGESERE; NARASIAH; TALBOT, 1995).

Figura 15 – Difratoograma das fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Autoria própria (2020).

Freire (2018) notou picos próximos a 25° e um ângulo comum em 40° , 57° e 87° para a farinha da casca de maracujá seco pelos métodos de estufa e liofilização, respectivamente.

5.2.4 Análises tecnológicas das farinhas das cascas de poncã

As fcp não apresentaram diferença significativa para nenhum dos parâmetros nas análises tecnológicas (Tabela 8). O conhecimento dessas características é importante para identificar o comportamento das farinhas quando adicionado como ingrediente para elaboração de produtos alimentícios.

Para o V.I. pode-se considerar que um grama das fcp foi capaz de intumescer 2,28 (fcpPR) e 1,88 (fcpRS) mL. g^{-1} de matéria seca, não diferindo estatisticamente entre si. O volume de intumescimento é característico da espontaneidade da água em se imobilizar na matriz proteica (SEIBEL e BELÉIA, 2009). Quando voltado a propriedades em alimentos, esse fator irá ser diretamente proporcional em relação ao tamanho da partícula e a velocidade de hidratação da parede celular do material em questão. O volume ocupado por um determinado peso conhecido de fibra e a capacidade de retenção de água é definido como o volume de intumescimento, ou seja, a propriedade dela se expandir (ROBERTSON, 2000). Clemente et al. (2012), encontraram 7,1 mL. g^{-1} para os resíduos (exceto as sementes) de laranja, de partículas de tamanho igual à 30 *mesh*. Volume encontrado bem acima do presente trabalho, o que pode ser justificado devido à diferença de tamanho de partícula, que

para as fcpPR e fcpRS, foram de 150 *mesh*, pois o tamanho de partícula está diretamente relacionado à propriedade e velocidade de hidratação (ROBERTSON, 2000).

Tabela 8 – Análises tecnológicas das farinhas das cascas de poncã oriundas dos estados do PR e RS.

	fcpPR	fcpRS
VI (mL. g⁻¹ de matéria seca)	2,28±0,55 ^a	1,88±0,45 ^a
IAA (g de água absorvida.g de matéria seca⁻¹)	6,47±0,31 ^a	5,14±0,74 ^a
IAO (g de água absorvida.g de matéria seca⁻¹)	2,89±0,11 ^a	2,86±0,21 ^a
Densidade aparente (g. mL⁻¹)	0,11±0,01 ^a	0,11±0,01 ^a

Expressos em: média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*. VI: volume de intumescimento, IAA: índice de absorção de água, IAO: índice de absorção de óleo.

Fonte: Autoria própria (2020).

O IAA apresentou maior capacidade de absorver e reter água para a fcpPR. Esse índice representa o volume de água absorvido e retido em 1 g de amostra, após a aplicação de uma força centrífuga que está diretamente relacionado a possibilidade de se ligar com moléculas de água disponíveis dos grupos hidrofílicos, sendo capaz de formar gel a partir das moléculas de fibras (FILLI; NKAMA, 2007). Foi possível identificar que o peso de 1 g da fcp, é capaz de aumentar cerca de 5 (fcpRS) a 6 (fcpPR) vezes o seu peso, valor este, fixado em função das regiões amorfas contidas nas estruturas da farinha, conforme apresentadas na Figura 15.

Ortiz (2016) encontrou um valor próximo (6,35 g.100 g⁻¹) na farinha de coprodutos da banana. Esse índice varia de acordo com o processo de secagem empregado, pois afeta a estrutura da matriz da fibra, o que pode gerar um encolhimento parcial do material amostrado (SANTANA, 2005). Oliveira (2015) identificou 6,30 g água. g⁻¹ de amostra na farinha da casca do maracujá pelo método de secagem por estufa com circulação de ar a 60 °C.

Já em relação ao IAO apresentou teores baixos indicando que a farinha não apresentará a característica de absorção de muito óleo, mais uma vez, tendendo ao apelo nutricional, indicando a farinha um melhor comportamento voltado para pães, biscoitos e massas de baixo teor lipídico. Oliveira (2015) identificou 2,6 g óleo. g⁻¹ amostra na farinha da casca do maracujá pelo método de secagem por estufa com circulação de ar a 60 °C, valor abaixo do encontrado no presente trabalho. Isso pode ser levado em consideração devido ao mecanismo das moléculas que são atribuídos à hidrofobicidade que vai variar de alimento para alimento. Esse índice determina se

o material fibroso presente na amostra se desenvolverá bem em produtos com intensa capacidade de absorção de óleo, como em emulsões de produtos cárneos, molhos para saladas e outros. E se contribuirá para a palatabilidade e retenção de sabor dos produtos (CHANDI; SOGI, 2007).

As propriedades de absorção de água ou gordura são favorecidas com os tratamentos mecânicos de redução de tamanho (trituração), visto que a superfície proteica exposta é aumentada. Além disso, a função tecnológica das proteínas pode ser modificada quando aplicado tratamento térmico no alimento, que está diretamente relacionado com a intensidade e tipo da aplicação. Podendo ocorrer alterações nas cadeias laterais dos aminoácidos, hidrólise das ligações peptídicas e mudanças estruturais (ORDÓÑES, 2005).

A densidade encontrada para a fcp foi de $0,11 \text{ g.mL}^{-1}$ para ambas as amostras. Medeiros et al. (2015), encontrou $0,66 \text{ g. mL}^{-1}$ para a farinha do flavedo e albedo de laranja-pera, valor bem superior ao encontrado neste trabalho. Densidades aparentes baixas são provenientes de partículas que oferecem resistência à compactação, gerando um atrito elevado, isso ocorre quando sólidos estão dispostos em um determinado volume e estes tendem a se organizar de maneira aleatória, conseqüentemente gerando espaços vazios entre eles (SANTOS, 2018).

Considerando as características da farinha proveniente das cascas de tangerina poncã, elaborada nesse trabalho, percebe-se que a farinha apresenta potencial de ingrediente alimentar que poderá substituir total ou parcialmente a farinha de trigo, em produtos de panificação como bolos, biscoitos/bolachas, *cookies*, macarrão e demais produtos do ramo. Esta farinha contribuirá com nutrientes essenciais à saúde e com propriedades tecnológicas úteis na elaboração de produtos alimentícios. Além da questão ambiental, pois reduzirá o volume descartado no meio ambiente, e da valorização do trabalho de pequenos produtores e da agricultura familiar.

5.3 Extração da pectina das cascas da tangerina poncã

5.3.1 Rendimento e grau de esterificação (GE)

A extração da pectina é um processo físico-químico constituído de diversos estágios, no qual a hidrólise e extração das macromoléculas presente no tecido vegetal e a sua solubilização ocorrem sob a influência de diferentes fatores como temperatura, pH e tempo (PAGÁN et al. 2002). No presente trabalho, a extração da pectina das farinhas foi realizada em triplicata de cada amostra, fcpPR e fcpRS (Tabela 9).

Tabela 9 – Rendimento e grau de esterificação das pectinas obtidas das farinhas das cascas de poncã (pfcP) oriundas dos estados do PR e RS.

	pfcP	pfcRS
Rendimento (%)	4,87±1,56 ^a	5,15±1,56 ^a
Grau de esterificação (%)	95,74±1,79 ^a	95,05±1,80 ^a

Média ± desvio padrão de n=3 amostras. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste t de *Student*.

Fonte: Autoria própria (2020).

Os rendimentos das extrações de pectinas das farinhas (pfcP e pfcRS) não apresentaram diferença significativa entre as amostras, mas tiveram um alto desvio padrão (Tabela 9). A quantidade extraída foi baixa quando comparada com os demais autores, que também realizaram a extração de frutas cítricas, o que pode ser justificado devido ao método empregado e o ácido utilizado. Embora o ácido clorídrico seja o padrão industrial, com as condições trabalhadas, houve grandes perdas com aderência do resíduo no pano de viscoso e peneira durante a separação da maior parte do líquido e também no funil de Buchner, durante a filtração a vácuo e no papel filtro após a extração. Koubala et al. (2008), classificaram o ácido clorídrico como um extrator severo que gera certas despolimerizações das macromoléculas pectínicas, o que pode estar associado com o baixo rendimento caracterizado na fcp. Liew et al. (2017), relatam que extrações de fontes cítricas mostraram que o ácido cítrico apresentou um melhor rendimento quando comparado com o ácido nítrico e ácido clorídrico. Considerando uma possibilidade de maior rendimento de extração para fcp para trabalhos futuros.

Fonseca et al. (2001), apud Calliari (2015) relataram que o teor de pectina decresce conforme avança o amadurecimento das frutas, levando em consideração que as frutas tiveram um longo período de logística e transporte, até o seu

beneficiamento (elaboração da fcp) somou-se estágios bem avançados de maturação, o que também pode justificar o baixo rendimento da pectina apresentada na fcp.

Colodel et al. (2018), realizaram a extração da farinha da casca de poncã, seco por meio de liofilizador e moído através de um moinho analítico, com a metodologia de extração utilizando ebulição com HNO₃ aquoso em uma manta de aquecimento sob refluxo, com a precipitação com etanol absoluto, obtendo um rendimento de 25,6%.

Hosseini; Khodaiyan; Yarmand (2015) realizaram a extração da pectina da farinha da casca de laranja realizando diversos testes com variações de relação líquido/ sólido (20:1, 30:1, 40:1), temperaturas (75, 85 e 95 °C) e tempos diferentes (30, 60 e 90 minutos). Destas variações de extração, a que melhor se ajustou e apresentou melhor resultado foi na temperatura de 95 °C durante 90 minutos com a relação de líquido/ sólido de 25 v/p, obtendo um rendimento de extração de 17,95%.

Alguns grupos carboxílicos de moléculas de ácido galacturônico nas cadeias de pectina são metil esterificados e a porcentagem de grupos esterificados é expresso como GE (grau de esterificação). O GE, apresentado na Tabela 9, foi relativamente alto de 95,05 (pfcpr) e 95,74% (pcfprs), não apresentando diferença significativa entre si, caracterizando uma pectina com alto teor de metoxilação (acima de 50%).

O emprego da pectina ATM é geralmente utilizado como espessante em produtos alimentares e como estabilizante de emulsões, pelo fato de sua estrutura ser um polieletrólito aniônico linear. O pKa desse biopolímero é observado em pH na faixa de 3,5, e a sua carga tende a ser negativa em soluções ácidas, devido a presença de grupos carboxílicos ionizados ao longo da cadeia (ABERKANE; ROUDAUT; SAUREL, 2014).

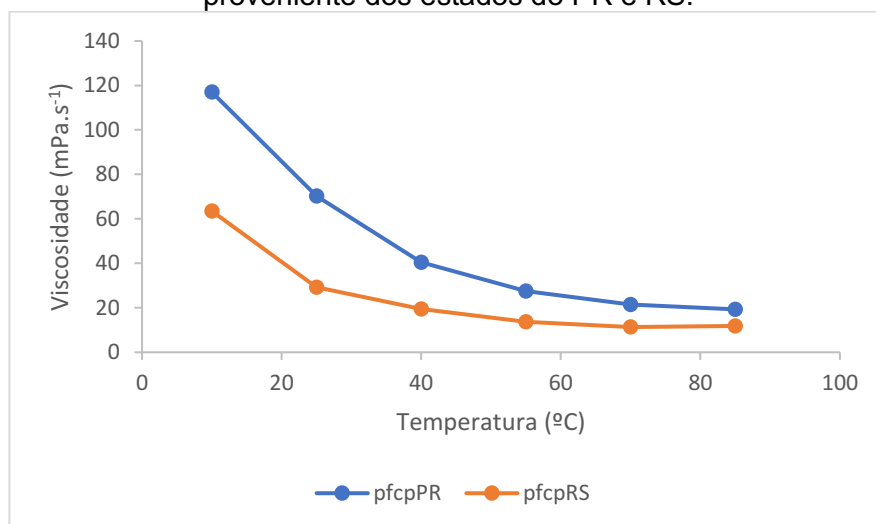
Colodel et al. (2018), encontraram 84,5% de grau de esterificação para a extração realizada na farinha da casca de poncã. De acordo com Hosseini; Khodaiyan e Yarmand (2015) a alta porcentagem de esterificação está diretamente relacionada à pectina extraída em uma alta temperatura e baixo tempo de extração, conforme empregado no presente trabalho, que utilizou a temperatura de ebulição (100 °C) durante 1 hora. Jiang et al. (2012), evidenciaram que os métodos empregados para a extração da pectina influenciam fortemente no grau de esterificação. Kumar e

Chauhan (2010) afirmaram semelhança para o efeito de extração realizado por meio do ácido clorídrico.

5.3.2 Capacidade de geleificação

Sabe-se que a viscosidade da pectina afeta diretamente o desempenho sensorial de produtos alimentícios quando utilizada como aditivo, a partir disso, a capacidade de formação de gel das pectinas extraídas das farinhas foi avaliada no estudo (Figura 16). Claramente, as pectinas da fcpPR tiveram viscosidades maiores quando comparadas com as pectinas da fcpRS e conforme aumentava a temperatura, menor era a variação de viscosidade entre as amostras.

Figura 16 - Viscosidade das pectinas extraídas das farinhas das cascas de poncã proveniente dos estados do PR e RS.



Fonte: Autoria própria (2020).

Inicialmente, na temperatura de 10 °C, a viscosidade foi de 117 mPa.s⁻¹ (pfcprPR) e 63,5 mPa.s⁻¹ (pfcprRS) e no final da verificação, na temperatura de 85 °C, a menor viscosidade medida foi de 19,3 mPa.s⁻¹ para a pectina da fcpPR e 11,9 mPa.s⁻¹ para a pectina da fcpRS. Comportamento este, de grande relevância devido ao emprego de altas temperaturas em diferentes processamentos, o que confere maior aplicabilidade da pectina extraída da fcp e o benefício de ser utilizada e envasada sob condições líquidas e após o resfriamento obter característica sólida, apresentando bom poder de geleificação e alta viscosidade.

Calliari (2015) realizou a determinação da capacidade de gel da pectina de farinhas obtidas de bagaço de laranja por diferentes métodos: meio aquoso, ácido cítrico, enzima poligalacturonase de *Aspergillus niger* e poligalacturonase de *Kluyveromyces marxianus*, determinando a viscosidade à 25 °C, obtendo 16,85; 18,10; 19,50; 19,55 e 20,85 mPa.s⁻¹, respectivamente, menores que os valores encontrados no presente trabalho. De acordo com Oro et al. (2013), a característica da geleificação está diretamente relacionada com a capacidade das fibras solúveis em absorver água até atingir a viscosidade máxima da amostra, dessa forma, grandes quantidades de grânulos com elevada capacidade de intumescimento geram valores elevados de viscosidade até a formação de gel.

Na etapa de formação do gel das pectinas extraídas das farinhas, pôde-se identificar uma insolubilidade de alguns grânulos da pectina. Isso pode ser justificado devido a etapa da secagem da pectina após a extração, que pode ter indisponibilizado as extremidades hidrofílicas das moléculas, não reagindo com os grupos metoxilas e também, as condições inapropriadas de moagem da pectina, devido ao seu baixo rendimento, impossibilitando áreas de contato para fricção dos grânulos, o que pode ter impossibilitado das moléculas internas da pectina reagir com o ácido e açúcar presente na solução.

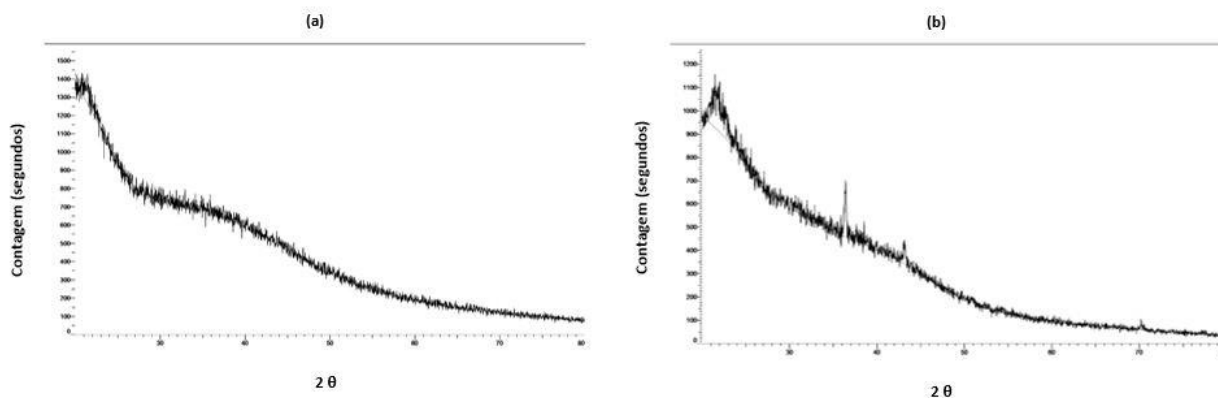
Na pectina de alto grau de esterificação, as zonas de junção são formadas pela reticulação de homogalacturano por meio de ligação de hidrogênio, a partir dos açúcares, que são responsáveis pela estabilização e interação hidrofóbica entre grupos metoxilas (WILLATS; KNOX e MIKKELSEN, 2006). Essa etapa é decisiva no processo, pois caracteriza uma rede hidratada ou precipitada (AXELOS e THIBault, 1991 apud. FRACASSO, 2015).

Apesar do baixo rendimento, que pode ser aumentado utilizando outros ácidos e/ou métodos de extração, as pectinas obtidas das farinhas de cascas de poncã podem ser usadas como aditivos em produtos alimentícios. Tradicionalmente pectinas são empregadas como estabilizante, emulsionante, espessante, texturizante ou agente geleificante. Pectinas com alto grau de metoxilação, como as do presente trabalho, apresentam potencial para elaboração de geleias sem necessitar de íons bivalentes, somente com a adição de suco da fruta, açúcar e ácido. Além de ser uma alternativa para aproveitamento do subproduto na indústria que extrai o suco da fruta.

5.3.3 Difração de raios X das pectinas

Para o conhecimento da estrutura cristalina e amorfa da pectina foi realizada a análise de difração de raios X, onde a difratometria das pectinas das farinhas oriundas dos estados do PR e RS apresentaram os mesmos comportamentos (Figura 17). A região cristalina com maior intensidade localiza-se ao redor de 20° e nos ângulos entre 24 a 40° também há região cristalina, de menor intensidade. Este comportamento também foi observado por Hosseini et al. (2019), ao analisar a difração de raios X em pectina extraída de laranja azeda, onde relataram picos de cristalinidade nos ângulos 17 , 18 , 19 , 21 , 24 , 29 , 31 e 36° . O difratograma também apresentou as regiões amorfas das amostras deste trabalho semelhantes às pectinas de laranja azeda.

Figura 17 - Difratograma das pectinas (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Autoria própria (2020).

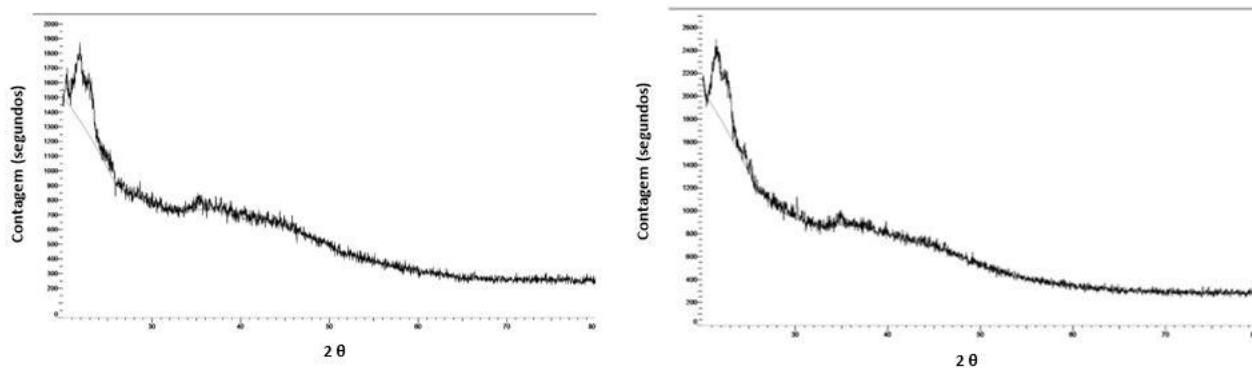
Cabe ressaltar que a pfcprRS apresentou picos mais intensos de cristalinidade na região dos ângulos 36 e 43° em relação à pectina das pfcprPR. Essa diferença na estrutura pode ter influenciado o poder de geleificação da pectina em que as pfcprRS, a qual apresentou menor viscosidade quando comparada à pfcprPR.

5.3.3.1 Difração de Raios X dos resíduos das extrações das pectinas

Os resíduos da extração da pectina também foram avaliados quanto às estruturas, cristalina e amorfa, onde notou-se que ambas as amostras têm cristalinidade na região dos ângulos entre 21 a 24° e o restante caracteriza-se como região amorfa (Figura 18). O resíduo da fcpPR, sem pectina, também apresentou

crystalinidade entre os ângulos 35 e 46°, cuja região cristalina não foi observada no resíduo da fcpRS, mas sim na pectina.

Figura 18 - Difratoograma do resíduo das fcp (a) proveniente do estado do Paraná (b) proveniente do estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Autoria própria (2020)

6 CONCLUSÃO

O aproveitamento das tangerinas poncã, já selecionadas por feirantes como exclusão de compra dos consumidores, ou das cascas oriundas da extração do suco da fruta, na forma de farinha ou de pectina poderá minimizar as perdas econômicas, de trabalho do agricultor e da poluição ambiental, gerando ingredientes alimentares que poderão ser utilizados na alimentação humana. Já que as cascas de poncã, oriundas de duas localidades, PR e RS, não apresentaram diferenças quanto ao rendimento, em relação à fruta, atividade de água e umidade, mas tiveram diferenças nos parâmetros de luminosidade e intensidade de vermelho.

As farinhas das cascas de poncã apresentaram diferenças na curva granulométrica, mas todas as partículas foram caracterizadas como finas. O teor de umidade apresentou-se adequado tendendo a um produto estável ao armazenamento, que possui importantes nutrientes como proteínas, cinzas, lipídeos, carboidratos, fibras alimentares e compostos fenólicos, de cor vermelha e amarela e luminosidade intermediária. É um ingrediente com pH ácido e baixa atividade de água, com isotermas de sorção demonstrando que a água presente está fortemente adsorvida e imóvel. A análise de difração de raios X das farinhas de ambos os estados apresentaram comportamento similar com picos de cristalinidade na região entre 20 e 50°.

As propriedades tecnológicas das farinhas mostraram que ambas são capazes de absorver água espontaneamente e também de realizar ligações mais fortes, retendo água e pouco óleo após aplicação de força centrífuga. Propriedades extremamente importantes para a aplicação como um ingrediente alimentar na substituição parcial ou total da farinha de trigo branca em produtos de panificação, massas alimentícias e produtos integrais.

O rendimento em pectina, extraída das farinhas, foi similar, assim como o grau de esterificação, que a classificou como pectina de alto grau de metoxilação. Na capacidade de geleificação notou-se que a viscosidade da pectina da fcpPR foi maior que da fcpRS e em ambas, foi possível identificar que a viscosidade tende a diminuir com o aumento da temperatura. Os difratogramas das pectinas apresentaram os mesmos comportamentos, onde a região cristalina com maior intensidade localiza-se

ao redor de 20° e nos ângulos entre 24 a 40° . Nos resíduos das extrações das pectinas foi verificada região de cristalinidade entre os ângulos entre 21 a 24° e o restante caracteriza-se como região amorfa.

REFERÊNCIAS

AACC. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, n.3, p.112-129, 2001.

ABECITRUS, História da Laranja e Subprodutos da Laranja, 2008. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/>. Acesso em 12 jul. 2020.

ABERKANE, L.; ROUDAUT, G.; SAUREL, R. Encapsulation and oxidative stability of PUFA-rich oil microencapsulated by spray drying using pea protein and pectin. *Food and Bioprocess Technology*, v. 7, p. 1505-1517, 2014.

AL-MUHTASEB, A. H.; MCMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Moisture sorption isotherm characteristics of food products: a review. **Trans IChemE**, Porto, v. 80, p. 118-128, 2002.

ANDERSON, J.W., BAIRD P., DAVIS JUNIOR, R.H., FERRERI, S., KNUDTSON, M., KORAYM, A. Health benefits of dietary fiber. *Nutr. Rev.* 67(4):188-205p., 2009.

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry) (2012) **Official methods of analysis**. Gaithersburg. 18th ed. 1526p.2005.

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro. **Fundamentos de estabilidade de Alimentos**. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2. ed. Brasília, DF., 2012, 326p.

BAGHERIAN, H.; ASHTIANI, F.Z., FOULADITAJAR, A.; MOHTASHAMY, M. Comparisons between conventional, microwave-and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit, *Chem. Eng. Process.* 50, 2011. 1237–1243p.

BASANTA, M.F., PONCE, N.M.A., ROJAS, A.M., STORTZ, C.A., Effect of extraction time and temperature on the characteristics of loosely bound pectins from Japanese plum, *Carbohydr. Polym.* 89, 2012. 230–235p.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; FONTANA, J. A.; SCHMIDT, S. J.; LABUZA, T. P. **Water activity in foods: fundamentals and applications**. Ames: Blackwell Publishing Profesional, 2007. 438 p.

BARROS-ALEXANDRINO, Taís Téo; MARTELLI-TOSI, Milena; ASSIS, Odílio B. G. Efeito da adição de pectina nas propriedades mecânicas e de permeação ao vapor de água de filmes a base de purê de mamão. IX Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio. Embrapa Instrumentação, São Carlos/SP, 21 a 22 de nov. 2017. 192p.

BARROS, Helena Rudge de Moraes; FERREIRA, Tânia Aparecida Pinto de Castro; GENOVESE, Marialnés. **Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil**. Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde. Goiania, GO. Food Chemistry. Oxford, v. 134, n. 4, p. 1892-1898, OCT 15, 2012.

BARROZO, M.A.S.; OLIVEIRA, D.T., SANCINETI, G.P., RODRIGUES, M.V. **A study of the desorption isotherms of lentils**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, [S.l.]. v. 17, p. 105-109, 2000.

BASTOS, D. H. M.; SHIBAO, J. **Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde**, Revista de Nutrição, Campinas, SP, v.24, n.4, p.895-904, 2011.

BELLAVER, C.; NONES, K. **Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola**. Embrapa. 2000. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_t8l15r4z.pdf.

BORTOLATTO, J.; LORA, J. **Avaliação da composição centesimal do abacaxi (Ananas comosus (L.) Merrill) liofilizado e in natura**. Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde, Criciúma, SC, v. 4, n. 1, p. 25-38, 2008.

BRADDOCK, Robert J. **Handbook of citrus by-products and processing technology**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1999.

BRASIL. Portaria nº 89, de 25 de agosto de 1994. Aprova registro dos Produtos Saneantes Domissanitários "Água sanitária" e "Alvejante" categoria Congênera a Detergente Alvejante e Desinfetante para uso geral. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 ago. 1994. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/U_PT-ANVISA-089_250894.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2019.

_____. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico para Produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial [da] República**

Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 22 set. 2005. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 27 mai. 2019

_____. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Ministério das Relações Exteriores. 2014. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 23 jul. 2020.

_____. **Nações Unidas. Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRUNAUER, S.; DEMING, L. S.; DEMING, W. E.; TROLLER, E. On the theory of van der waals adsorption of gases. **Journal of the American Chemical Society**, Utah, v. 62, p. 1723- 1732, 1940.

BUBLITZ, Sãmira; EMMANOUILIDIS, Paula; OLIVEIRA, Mari Silvia R.; ROHLFES, Ana Lúcia Becker; BACCAR, Nádia de Monte; CORBELLINI, Valeriano Antônio; MARQUARDT, Liliane. **Produção de uma farinha de albedo de laranja como forma de aproveitamento de resíduo**. Revista: Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, RS, v. 3, n. 2, p. 112-121, 2013.

CALLIARI, Caroline Maia. **Pectinas cítricas: extração e propriedades tecnológicas**. Novas Edições Acadêmicas. 2015. 81p.

CANTERI, Maria Helene Giovanetti.; SCHEER, Agnes de Paula; GINIES, Christian, RENARD, Catherine Marie-Geneviese; WOSIACKI, Gilvan. **Pectina: da Matéria-prima ao produto final**. Coordenação de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Ponta Grossa, PR, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/2012nahead/aop_0690.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2019.

CANTERI-SCHEMIN, Maria Helene; FERTONANI, Heloísa C.R.; WASZCZYNSKYJ, Nina; WOSIACKI, Gilvan. Extraction of pectin from apple pomace. **Braz. Arch. Biol. Technol.** Vol. 48, no. 2. Curitiba, mar. 2005.

CDRS - Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Maior produtor de laranja e exportador de suco de laranja do mundo, SP deve manter setor ativo para atender demanda pela fruta rica em vitamina C**. Campinas, SP. 2019.

CHAN, S. Y., & CHOO, W. S. Effect of extraction conditions on the yield and

chemical properties of pectin from cocoa husks. *Food Chemistry*, 141(4), 2013. 3752p.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. **Functional properties of rice bran protein concentrates**. *Journal of Food Engineering*. [S.l.]. v. 79, n. 2, p. 592-597, 2007.

CHEN, Chien-Ho; SHEU, Ming-Thau; CHEN, Tzeng-Fu; WANG, Ying-Ching; HOU, Wen-Chi; LIU, Der-Zen; CHUNG, Tsao-Chuen; LIANG, Yu-Chih. Suppression of endotoxin-induced proinflammatory responses by citrus pectin through blocking LPS signaling pathways. *Biochemical pharmacology* 72, 1001-1009p., 2006.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio** 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília, DF: A importância da citricultura nacional, 2019. Data da publicação: 10 jun. 2019.

_____. Boletim CNA: Com a pandemia aumentam exportações de hortaliças e frutas cítricas. Brasília, DF. Data da publicação: 18 jul. 2020.

COLODEL, Cristiane; VRIESMANN, Lúcia C.; TEÓFILO, Reinaldo F.; PETKOWICZ, Carmen Lúcia de O. Extraction of pectin from ponkan (*Citrus reticulata* Blanco cv. Ponkan peel: Optimization and structural characterization. *International Journal of Biological Macromolecules* 117, 385-391p., 2018.

DAMODARAN, Srinivasan; FENNEMA, Owen; PARKIN, Kirk L. **Química de Alimentos**. 5. ed.: Artmed, Porto Alegre, RS, 443p., 2018.

DAMIANI, Clarissa; VILAS BOAS, Valério de B.; PINTO, Daniella M. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 1, jan./fev., 2008, 308-313p.

DEA, Ingrid M.; CALLIARI, Caroline M.; SEIBEL, Neusa F. Metodologia para obtenção de pectina. *In: Simpósio Latina Americano de Ciência de Alimentos*, 2011, Campinas – São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Unicamp, 2011.

DERAL – Departamento de Economia Rural. Fruticultura: Prognóstico 2020. Governo do Estado do Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Curitiba, PR. Data da publicação: jan./2020. Disponível em: <

http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

DZUDIE, T.; HARDY, J. **Physicochemical and functional properties of flours prepared from common beans and green mung beans**. Journal of Agriculture and Food Chemistry, [S.l.]. v. 44, p. 3029-3032, 1996.

ELLEUCH, Mohamed. BEDIGIAN, Dorothea. ROISEUX, Oliver. BESBES, Souhail. BLECKER, Christophe, ATTIA, Hamadi. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry 124, 2010. 411-421p.

ENGELHARDT, Bruna Angélica Severo; ARRIECHE, Leonardo da Silva.; **Análise da secagem de amêndoas de cacau por convecção forçada a partir de diferentes secadores**. Brazilian Journal of Production Engineering. São Mateus, ES, v.2, n.2, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/BJPEWEQ_03/pdf>. Acesso em: 27 mai. 2019.

FAO. **Citrus Fruit Fresh and Processed**: Statistical Bulletin, Roma, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: Princípios e Prática. 4. ed. Artmed: Porto Alegre, RS. 2019.

FIGUEROLA, Fernando; HURTADO, María Luz; ESTÉVEZ, Ana María; CHIFFELLE, Italo; ASENJO Fernando. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Food Chemistry, 91 (3), 2005. 395-401p.

FILLI, K.B., NKAMAI. **Hydration properties of extruded fura from millet and legumes**. BritFood J. [S.l.]. 109:68-80p., 2007.

FRACASSO, Aline Francielle. Modificação química de pectina cítrica: implicações estruturais, físicas e reológicas. Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos na UFPR, 2015.

FREIRE, Lailton da Silva. Efeito do processamento sobre a composição e o potencial tecnológico da farinha de casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener). Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.

FUENTES-ZARAGOZA, E., RIQUELME-NAVARRETE, M.J., SANCHEZ-ZAPATA, E., PEREZ-ALVAREZ, J.A. Resistant starch as functional ingredient: a review. *Food Res. Int.* 43 (4), 2010. 931–942p.

Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura. Araraquara, SP: Associação de Citricultores do estado de São Paulo, 2020.

GHASEMI, Kamran, GHASEMI, Yosef, EBRAHIMZADEH, Mohammad Ali. **Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues.** *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences [S.l.]*. 22, 277–281, 2009.

Google Imagens. Tangerina Poncã. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=tangerina+ponc%C3%A3&rlz=1C1WPZB_enBR861BR861&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi4jvP7rvLnAhXBILkGHRFfDoEQ_AUoAXoECBUQAw&cshid=1582828434247879&biw=1366&bih=657#imgrc=uQCXADFoenkxkFM>. Acesso em: 27 fev. 2020.

GHOSH, P.; PRADHAN, R. C.; SABYASACHI, M. Optimization of process parameters for enhanced production of Jamun juice using Pectinase (*Aspergillus aculeatus*) enzyme and its characterization. *3 Biotech*, v. 6, 241-252p., 2016.

GUIMARÃES, Renata Rangel; FREITAS, Maria Cristina Jesus; SILVA, Vera Lucia Mathias **Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral):** avaliação química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, SP, v.2, p.354-363, 2010.

HORTIFRUTI Sabor e Saúde. Tangerina: conheça a mãe das laranjas. São Paulo, SP. Publicada: 24 mar. 2020. Disponível em: <<https://saberhortifruti.com.br/tangerina/>>. Acesso em: 02 set. 2020

HOSENEY, R. C.; ROGERS, D. E. **The formation and properties of wheat flour doughs.** *Food Science and Nutrition*, Saint Paul, v. 26, n. 2, p. 73-93, 1990.

HOSSEINI, Seyed Saeid; KHODAIYAN, Faramarz; YARMAND, Mohammad Saeid. Optimization of microwave assisted extraction of pectin from sour orange peel and its physicochemical properties. *Carbohydrates Polymers*. University of Tehran, Karaj – Iran, 2015.

HOSSEINI, Seyed Saeid; KHODAIYAN, Faramarz; KAZEMI, Milad; NAJARI, Zahra. Optimization and characterization of pectin extracted from sour orange peel by ultrasound assisted method. *International Journal of Biological Macromolecules* 125, 621-629p., 2019.

HOWLETT, J.F., BETTERIDGE, V.A., CHAMP, M., CRAIG, S.A.S., MEHEUST, A., JONES, J.M. The definition of dietary fiber – discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. *Food Nutr. Res.*; 54:5750,2010.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. (São Paulo). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.1020, 2008.

ISHIMOTO, Fábio Yutivo, HARADA, Adilson Issamu, BRANCO, Ivanise Guilherme, CONCEIÇÃO, Wagner André dos Santos, COUTINHO, Mônica Ronobo. **Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* f. *Var. flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos**. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Guarapuava, PR, v. 9, n. 2, p. 279-292, 2007.

Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D.C., National Academies Press; 2005.

JACKIX, M. **Doces, Geleias e Frutas em Calda**. São Paulo: Ícone, 1988.

JAY, J.M.; LOESSNER, M.J.; GOLDEN, D.A. **Modern Food Microbiology**. 19.ed. New York: Springer, 2005.

JIANG, Yan; DU, Yanxue; ZHU, Xuemei; XIONG, Hua; WOO, Meng Wai; HU, Juwu. Physicochemical and comparative properties of pectins extracted from *Akebiatrifoliata* var. *australis* peel. *Carbohydrate Polymers* 87. 2012. 1663-1669p.

KAWANISHI, S.; MURATA, M.; TAKAHASHI, A.; SAITO, I. The role of metals in site-specific DNA damage with reference to carcinogenesis. *Free Radic Biol Med*, San Diego, USA, v. 32, p. 822-32, 2002.

KOLLER, Otto Carlos; SCHAFER, Gilmar. **Origem da Cultura da Tangerineira, Importância no Mundo e no Brasil**. In: Otto Carlos Koller. (Org.). *Citricultura Cultura de Tangerineiras: Tecnologia de Produção, Pós-Colheita e Industrialização*.

1. ed., Porto Alegre: Editora Rígel, 2009, v. 1, p. 13-24. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/6936830001.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2017.

KONICA MINOLTA. **Controle de cor de leite em pó**. Sensing Americas, 2015. Disponível em: < <http://sensing.konicaminolta.com.br/2015/11/controle-de-cor-de-leite-em-po/>>. Acesso em: 07 fev. 2020

KOUBALA, B. B., KANSCI, G., MBOME, L. I., CR_EPEAU, M. J., THIBAUT, J. F., & RALET, M. C. Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectin's from "Am_elior_ee" and "Mango" mango peels. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 2008.

KUMAR, Amit; CHAUHAN, Ghanshyam S. Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor. *Carbohydrate Polymers* 82, 454-459, 2010.

LABUZZA, T. P. Standard procedure for isotherm determination. *Cereal Foods World*. v.28, 1983. 258p.

LOMAURO, C.J.; BASKI, A.S.; LABUZZA, T.P.; "Moisture transfer properties of dry and semimoistfoods", *J. of Food Science*, n. 50, p.397-400, 1985.

LI, B. B., SMITH, B., HOSSAIN, M. M. **Extraction of phenolics from citrus peels. Solvent extraction method**. *Separation and Purification Technology*. [S.I.].v. 48, p. 182–188.2006.

LICANDRO, Gian Vincenzo; ODIO, Carlos E. **Citrus by-products**. In: DUGO, G. e DI GIACOMO, A. (Ed.). *Citrus: The genus Citrus* London: Taylor & Francis, cap. 11., 2002.

LIEW, Shan Q.; NGOH, Gek, Cheng; YUSOFF, Rozita; TEOH, Wen Hui. Acid and Deep Eutetic Solvent (DES) extraction of pectin from pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) peels. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2017.

LIU, L.; CAO, J.; HUANG, J.; CAI, Y.; YAO, J. Extraction of pectins with different degrees of esterification from mulberry branch bark, *Bioresour. Technol.* 101, 2010, 3268–3273p.

MANN, J. I., & CUMMINGS, J. H. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 19, 2009, 226–229p.

MANTHEY, John, A.; GROHMANN, Karel. Phenols in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (7),3268-3273p.2001.

MARAN, J.P.; PRIYA, B. Ultrasound-assisted extraction of pectin from sisal waste, *Carbohydr. Polym.* 115. 2015, 732–738p.

MARAN, J.P. ; PRAKASH, K.A. Process variables influence on microwave assisted extraction of pectin from waste *Carica papaya* L. peel, *Int. J. Biol. Macromol.* 73, 2015. 202–206p.

MARAN, J. P., SIVAKUMAR, V., THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SRIDHAR, R. Degradation behavior of biocomposites based on cassava starch buried under indoor soil conditions. *Carbohydrate Polymers*, 101, 20–28p.,2014.

MATTOS JUNIOR, Dirceu; NEGRI, José Dagoberto; FIGUEIREDO, José Orlando; POMPEU JUNIOR, Jorgino. **Citros**: principais informações e recomendações de cultivo. IAC: Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, SP. Publicado em: 26 abr. 2005. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf. Acesso em: 28 abr. 2019.

MAY, Colin D. Industrial Pectins: Sources, Production and Applications. *Carbohydrate polymers*, 12 (1), 79-99p., 1990.

MEDEIROS, Matheus S.; SILVA, Flávio L. H.; GOMES, Josivanda P.; SANTOS, Sharline F.M.; ALCÂNTARA, Siumara, R. **Caracterização físico-química do resíduo do bagaço de laranja para obtenção de pectinase através do cultivo em estado sólido**. Trabalho apresentado ao XX Simpósio Nacional de Bioprocessos. XI Simpósio de Hidrólise Enzimática de Biomassa, Fortaleza, CE, Brasil, de 01 a 04 de setembro, 2015.

MELO FILHO, Artur Bibiano de; VASCONCELOS, Margarida Angélica da Silva. *Produção Alimentícia. Química de Alimentos*, Recife: UFRPE, 2011.

MELO, Wellington S.; PENA, Rosinelson, da S.; RODRIGUES, Antonio M. da C.; SILVA, Luiza, H. M. Hygroscopic behavior of buriti (*Mauritia flexuosa* fruit). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol. 31 no.4. Campinas oct/dec. 2011.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira; SOUZA, João Carlos Perbone; CASTRO Carlos Frederico de Souza. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia.** *Revista Agraria: Dourados, MS*, v.12, n. 45, p. 399-410, 2019. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/9143/5348>>. Acesso em: 26/02/2020.

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

MOORTHY, I.G. ; MARAN, J.P.; MUNEESWARI, S.; NAGANYASHREE, S. SHIVAMATHI, C.S. Response surface optimization of ultrasound assisted extraction of pectin from pomegranate peel, *Int. J. Biol. Macromol.* 72, 1323–1328, 2015.

MOURA, R. S. F. de; GOUVEIA, J. P. G. de; ALMEIDA, F. de A. C.; SOUSA, A. G. de; SILVA, M. M.; OLIVEIRA, A. M. de V. **Modelagem matemática para isotermas em polpa de caju.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, PB*, v.4, n.2, p.1-11, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000173&pid=S1415-4366201000060001200030&lng=en>. Acesso em: 15 jan. 2020.

NASCIMENTO, Vânia R. G.; BIAGI, João D.; OLIVEIRA, Rafael A. **Modelagem matemática de secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleífera.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V. 19, n. 7, p. 686-692, Campina Grande, PB, 2015. Disponível em: <http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/241884/1/wos_000361621600011.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2019.

NDABIGENGESERE, Anselme; NARASIAH, K. Subba; TALBOT, Brian G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using moringa oleifera. *Wat. Res.* Vol 29, No.2, 1995. 703-710p.

NUNES, J. C., LAGO, M. G., CASTELO-BRANCO, V. N., OLIVEIRA, F. R., TORRES, A. G., PERRONE, D., MONTEIRO, M. **Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders.** *Food Chemistry*, [S.l.]. v. 197, p. 881– 890, 2016.

OLIVEIRA, Cibele Freitas de. Aplicação de diferentes tecnologias na extração de pectina presente na casca do maracujá. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Porto Alegre, RS, 2015.

OLIVEIRA, Natalia Anilda de Souza; WINKELMANN, Dercy Olga Viana, TOBAL. **Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 22, Campinas, SP, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v22/1981-6723-bjft-22-e2018246.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2020

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; SCHRODER, E.C.; ESSWEIN, F.J. **Produção de citros orgânico no Rio Grande do Sul**. (Sistema de Produção 20). Pelotas, RS, Brasil, Embrapa de Clima Temperado. 296p., 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/938021/1/15850.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2020.

OETTERER, Marília; REGINATO-D'ARCE Marisa Aparecida Bismara; SPOTO Marta Helena Fillet, Mat. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP, Manole, 2006.

ORDÓÑES, Juan A. Pereda. **Tecnologia de Alimentos: componentes dos alimentos e processos**, v.1, Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORO, T.; LIMBERGER, V. M.; MIRANDA, M. Z.; RICHARDS, N. S. P. S.; GUTKOSKIL, L. C.; FRANCISCO, A. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. *Ciência Rural*, v.43, n. 4, p. 754-760, 2013.

ORTIZ, Daniela Weyrich. Cascas de frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiás, GO, 61f. 2016.

PAGÁN, J.; IBARZ, A.; LIORCA, M.; PAGÁN, A.; BARBOSA-CÁNOVAS. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. *Food Research International* 34, 2002, 605-612p.

PARK, Kil Jin Brandini; PARK, KilJin; CORNEJO, Fénix Emilio Prado; DAL FABBRO, Inácio Maria. **Considerações termodinâmicas das isotermas**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, PB, v.10, n.1, p.83-94, 2008.

PIO, Rose Mary; MINAMI, Keigo,; FIGUEIREDO, José Orlando. **Características do fruto da variedade Span Americana (*Citrus reticulata Blanco*): uma tangerina do tipo 'Tangerina poncã' de maturação precoce**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v. 23, n. 2, p. 325-329, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v23n2/7975.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2019

PINHEIRO, Ana Luiza. **Descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico**. Tese de dissertação (Mestrado em Ciências – Universidade de São Paulo). Piracicaba, SP, 2008.

RAMALHO, Valéria Cristina; JORGE, Neuza. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. Química nova, vol. 29, No. 4, 755-760, 2006.

RIBEIRO, Eliana Paula; SERAVALLI, Elisena. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher: 2007.

ROLIN, Claus; DE VRIES, Joop. Pectins. In: Harris P. (eds) Food Gels. Springer, Dordrecht pp.401-434., 1990.

ROBERTSON, J. A. et al. **Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study**. LWT-Food Science and Technology, [S.I.]. v. 33, n. 2, p. 72-79, 2000.

RODRIGUES, Diovana Dias; SILVA, Samuel Camilo; SEIBEL, Neusa Fátima. **Levantamento dos tipos de perdas em vegetais na cidade de Londrina-PR**. IV Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos. Guarapuava, PR. 2018.

RIGO, Maurício; BEZERRA, José R. M. V.; RODRIGUES, Diovana D.; TEIXEIRA, Ângela M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. Revista Ambiente Guarapuava, PR. V. 13, n.1, Jan/ Abr. 2017, p.47-57.

SANTANA, Maristela de Fátima Simplicio. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. Tese de doutorado apresentado à Faculdade de

Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, junho de 2005.

SANTOS, Denise Silveira Diniz; STORCK Cátia Regina; FOGAÇA, Aline Oliveira. **Biscoito com adição de farinha de casca de limão**. *Disciplinarum Scienta. Série: Ciências da Saúde*, Santa Maria, RS, v. 15, n. 1, p. 123-135, 2014.

SANTOS, J.D.G.; ESPELETA, A.F.; BRANCO, A.; ASSIS, S.A. Aqueous extraction of pectin from sisal waste, *Carbohydr. Polym.* 92, 1997–2001p., 2013.

SANTOS, Ronaldo Follmann. **Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo cookies**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina-PR, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3546>. Acesso em: 07 jan. 2020.

SEBRAE NACIONAL. **O cultivo e o mercado da tangerina**. [S.l.]. Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-tangerina,aefda5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 24 mai. 2019.

SEIBEL, Neusa F.; BELÉIA, A. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max. (L) Merrill]: Carboidratos e proteínas. *Brazilian Journal of Food Technology* 12 (2): 113-122p., 2009.

SIQUEIRA, Beatriz dos Santos; ALVES, Letícia Dias; VASCONCELOS, Pollyanna Novato; DAMIANI, Clarissa; SOARES JÚNIOR; Manoel. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia light de manga. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*, v. 34. n.2, p.560-567, junho 2012.

STORCK, Cátia Regina; BASSO, Cristiana; FAVARIN, Fernanda Reis; RODRIGUES, Alessandra Cristina. **Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias**. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 18, n. 4. P. 277-284, out./dez. 2015. Disponível em: <<https://search.proquest.com/openview/a467e93165b5970fc2608de04de0a590/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2030117>>. Acesso em: 13 de fev. 2020

STORRER, Dayane, MEIRELES, Karlla Hylmara; PERLY, Monique D.; LIMA, Ramon da Silva; MATTANNA, Paula. **Desenvolvimento de pão com adição de**

farinha de bagaço de laranja: análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. *Biociências, biotecnologia e Saúde*. Curitiba. v. 9, n. 18, 2017.

SUHAIMI, N. Optimization of pectinase production by *Aspergillus niger* using orange pectin based medium. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v. 8, n. 2, 259-268p., 2016.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. **The phenolic constituents of *Prunus domestica*– The quantitative analysis of phenolic constituents**. *J. Sci. Food Agric.*, [S.l.].v. 10, p. 63-68, 1959.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos / NEPA – UNICAMP. – 4 ed. rev. e ampl.. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2020.

THOMAZ, Ana Cláudia; SILVA, Gabriela Regina; NOVELLO, Daiana; DALLA SANTA, Herta Stutz; RAYMUNDO, Melissa dos Santos, BATISTA, Mateus Gatti. **Aceitabilidade sensorial de biscoito tipo cracker adicionado de farinha de casca de limão siciliano (*Citrus limon L. Burm*)**. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, 71 (2):324-30p., 2012.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service**. Citrus: World Markets and Trade.[S.l.]. Jul. 2018. Disponível em:<<https://www.fas.usda.gov/data/citrus-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

VALE, Adriana Ap^a. Souza; SANTOS, Custódio Donizete; ABREU, Celeste Maria Patto; CORRÊA, Angelita -Duarte; SANTOS, Juliana Araújo. **Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina ponkan (*Citrus reticulata Blanco*) durante o armazenamento refrigerado**. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v.30, n. 4, p.778-786, jul./ago., 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a27>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

VORAGEN, Alfons G. J.; SCHOLS, Henk, A.; BAKX, Edwin, J.; SCHIPPER, Dick. A xylogalacturonan subunit present in the modified hairy regions of apple pectin. *Carbohydrate Research* 279, 265-279p., 1995.

WANG Lei; XU, Honggao; YUAN, Fang; PAN, Qiuyue; FAN, Rui; GAO, Yanxiang. Physicochemical characterization of five types of citrus dietary fibers. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 4, 250-258p., 2015.

WILLATS, W.G.T.; KNOX, J.P.; MIKKELSEN, J.D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel, *Trends Food Sci. Technol.* 17, 97–104p., 2006.

XU, Y., ZHANG, L., BAILINA, Y., GE, Z., DING, T., YE, X. Effects of ultrasound and/or heating on the extraction of pectin from grapefruit peel. *Journal of Food Engineering*, 126 (4), 72-81p. 2014.

ZANELLA, Karine. **Extração da pectina da casca da laranja-pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico.** Dissertação de Mestrado Engenharia Química – UNICAMP. Campinas – SP, 110p., 2013.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves.** Santa Catarina: Embrapa, 1996.