



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

WASHINGTON SOARES DA SILVA FILHO

**VIABILIDADE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MISTURA EM PÓ DE BASE
LÁCTEA MATURADA PARA QUEIJOS FUNDIDOS**

JOÃO PESSOA

2018

WASHINGTON SOARES DA SILVA FILHO

**VIABILIDADE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MISTURA EM PÓ DE BASE
LÁCTEA MATURADA PARA QUEIJO FUNDIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional
da Universidade Federal da Paraíba para obtenção do
título de Tecnólogo de Alimentos

Orientador (a): Ana Luíza Mattos Braga

Co-orientador (a): João Bosco Souza Amaral

JOÃO PESSOA

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F481v Filho, Washington Soares da Silva.

Viabilidade do processo de produção de mistura
em pó de base láctea maturada para queijos fundidos
/ Washington Soares da Silva Filho. - João Pessoa,
2018.

36 f.

Orientação: Ana Luíza Braga
Mattos.

Coorientação: João Bosco Souza
Amaral Amaral.

TCC (Especialização) -
UFPB/CTDR.

1. Secagem, Queijo
fundido, Reologia, Queijo do
Reino, Provolone.

UFPB/BC

WASHINGTON SOARES DA SILVA FILHO

WASHINGTON SOARES DA SILVA FILHO

**VIABILIDADE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MISTURA EM PÓ DE
BASE LÁCTEA MATURADA PARA QUEIJOS FUNDIDOS**

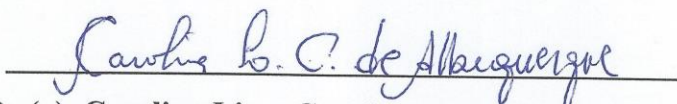
Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia de alimentos em 05 novembro 2018.

BANCA EXAMINADORA



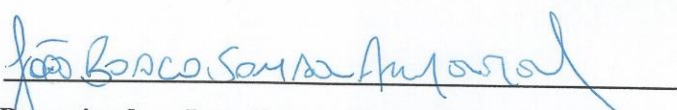
Prof (a). Dr (a). Ana Luiza Mattos Braga – Orientador (a)

Departamento de Tecnologia de Alimentos/Universidade Federal da Paraíba



Prof (a). Dr (a). Carolina Lima Cavalcante de Albuquerque – Membro

Departamento de Tecnologia de Alimentos/Universidade Federal da Paraíba



Pesquisador. João Bosco Sousa Amaral – Membro

Departamento de Tecnologia de Alimentos/Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe ao incentivo de estudar, amor e carinho a me criar e me transformar na pessoa que sou hoje.

A meu pai e minha irmã, pela convivência e ajuda em minha caminhada.

Aos professores do curso de tecnologia de alimentos, que me ensinaram grande parte do conhecimento adquirido até agora. Em especial, ao professor João Paulo, que uma vez disse “podemos não estar agora onde queremos, mas nada impede no amanhã de estarmos” frase que me incentivou muito a concluir curso, que não era minha primeira opção, mas que hoje me identifico muito.

A professora Haíssa, pela oportunidade de participar do proext, no qual adquiri bastante conhecimento. A professora Ana Luiza pelo o grande auxílio e oportunidade na vida acadêmica, a quem tenho muito carinho e admiração.

Ao técnico e amigo João Bosco, por toda aprendizagem e conhecimento que me foi passado, seja através de conversas ou trabalhos desenvolvidos.

A todos meus colegas de turmas, em especial para Gabriella Grecy e Isabella Soraya.

E por último, a minha companheira Thalyta Andrade, a quem tenho muito amor, e a qual desejo sucesso no início de sua jornada como aluna no maravilhoso curso de Tecnologia de Alimentos da UFPB.

A vida acadêmica é como a formação de grandes rochas. Fatores internos e externos transformam as rochas, como o tempo, o clima, o relevo e a presença de organismos.

Cada um desses fatores poderá influenciar de maneira distinta. Assim, o papel do professor na vida é a formação do aluno. Por fim, dedico este trabalho com amor a todos os professores que influenciaram na minha formação.

(Autor)

Dedico.

RESUMO

Queijo processado ou fundido é um produto obtido da mistura de queijo, água e sais fundentes sob agitação e aquecimento, que sofre um tratamento térmico, geralmente sua embalagem ocorre ainda em temperaturas acima da temperatura ambiente. A qualidade dos queijos processados tem relação com vários fatores entre eles a qualidade das matérias-primas e as condições tecnológicas. O aproveitamento dos queijos que em algum momento no processo de fabricação encontram-se defeituosos, mas adequados microbiologicamente, pode ser a força motriz para desenvolver produtos inovadores. Sendo assim a motivação deste trabalho teve como foco o possível aproveitamento dos queijos fora do padrão aceitável para mercado consumidor pelas pequenas e médias queijarias. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica de obtenção de uma mistura em pó a base de queijo para produção de queijos fundidos, a partir dos queijos do reino e de provolone. Para tal, foi necessário obter um queijo em pó com livre escoamento, ou seja, sem gordura livre na superfície e partículas aglomeradas. Para tanto, avaliou-se o impacto da temperatura de secagem e tamanho das partículas a serem secas nas propriedades físico-químicas dos queijos secos. Em uma segunda etapa, diferentes proporções do queijo seco foram misturadas aos demais ingredientes secos do queijo fundido e produziu-se queijos fundidos a base de queijo do reino ou provolone desenvolvendo o processo de forma a fundir plenamente as partículas secas. Finalmente estes queijos fundidos foram avaliados reologicamente e comparados a queijos fundidos comerciais. De uma forma geral, as amostras a base de queijo provolone liberaram mais gordura durante os processos de redução de partículas e de secagem, bem como também apresentaram-se como mais fáceis para hidratação e fusão da massa no processamento dos queijos fundidos. As melhores condições para produção de mistura em pó para queijo fundido a partir de queijos maturados foram: redução de tamanho de partícula em ralo de orifício de 4 mm de diâmetro, secagem a 30 °C, fusão da massa com injeção vapor por pelo menos 8 minutos e formulação do queijo fundido sem adição de creme de leite e contendo apenas a mistura em pó. É possível concluir que o objeto de estudo deste trabalho, é muito prático ser realizado e bastante viável na visão industrial, possibilitando o aproveitamento de produtos fora da margem de comercialização e a inclusão de pequenas empresas neste mercado de queijos fundidos. O trabalho ainda mostra uma direção onde é possível desenvolvimento de vários queijos fundidos seja de sabor único e mix de pós, uma vez que indústria que opte apenas pelas compras do mix

de pós ou pó puro, corta vários processos na produção de queijos fundidos diminuindo custo da produção uma busca em quase todas indústrias presentes no mercado.

Palavras-chaves: Secagem, Queijo fundido, Reologia, Queijo do reino, Provolone

ABSTRACT

Processed or melted cheese is a product obtained from the mixture of cheese, water and flux salts, which undergoes a heat treatment, generally its packaging still occurs at temperatures above room temperature. The quality of the processed cheeses is related to several factors, among them the quality of the raw materials and the technological conditions. The use of cheeses that at some point in the manufacturing process are defective, but suitable microbiologically, can be the driving force to develop innovative products. Thus, the motivation of this work was focused on the possible use of cheeses that are not acceptable to the consumer market by small and medium sized dairies. In this way, the objective of this work was to evaluate the technical feasibility of obtaining a cheese - based powder mixture for the production of cheeses from the kingdom and provolone cheeses. For this, it was necessary to obtain a powder cheese with free flow, that is, without free surface fat and agglomerated particles. For that, the impact of drying temperature and particle size to be dried on the physical-chemical properties of dry cheeses was evaluated. In a second step, different proportions of the dried cheese were mixed with the other dry ingredients of the cheese and cheese was produced based on cheese from the kingdom or provolone by developing the process so as to fully melt the dried particles. Finally these melted cheeses were evaluated rheologically and compared to commercial cheeses. Generally, provolone cheese samples released more fat during the particle reduction and drying processes, as well as being easier to moisturize and melt the dough in the processing of the cheeses. The best conditions for the production of powdered mixture for cheese melted from matured cheeses were: reduction of particle size in orifice drain of 4 mm in diameter, drying at 30 °C, melting of the mass with steam injection for at least 8 minutes and formulation of the melted cheese without addition of cream and containing only the powder mixture. It is possible to conclude that the object of study of this work is very practical to be carried out and quite feasible in the industrial view, allowing the use of products outside the marketing margin and the inclusion of small companies in this market of melted cheese. The work also shows a direction where it is possible to develop several melted cheeses either with a unique flavor and a mix of powders, since the industry that opts only for the purchases of powder mix or pure powder cuts several

Key words: Dryig process, Processed Cheese, Rheology, Reino cheese, Provolone cheese

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 OBJETIVO GERAIS.....	3
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 ORIGEM DO QUEIJO	4
3.2 TECNOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO QUEIJO	5
3.3 QUEIJO REINO	5
3.3 QUEIJO PROVOLONE.....	7
3.4 QUEIJOS FUNDIDOS	7
3.5 QUEIJOS EM PÓ	8
3.6 SECAGEM DE ALIMENTOS.....	8
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
4.1 MATERIAL.....	13
4.2 OBTENÇÃO DO QUEIJO EM PÓ.....	13
4.4 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA.....	14
4.4.1 PROTEÍNAS.....	14
4.4.3 UMIDADE DO QUEIJO SECO	15
4.4.4 DETERMINAÇÃO DE pH	15
4.4.5 ATIVIDADE ÁGUA	15
4.5 REOLOGIA DOS QUEIJOS FUNDIDOS	15
4.6 ANÁLISE DE TEXTURA DOS QUEIJOS FUNDIDOS (TPA).....	16
5 RESULTADOS.....	16
5.1 DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO E FORMULAÇÃO DE QUEIJO IN NATURA FUNDIDO	16
5.2 REDUÇÃO DE TAMANHO E SECAGEM DE QUEIJOS.....	18
5.2.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA.....	18
5.2.2 CURVA DE SECAGEM.....	21
5.3 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJOS	23
5.3.1 CONTEÚDO PROTÉICO	23
5.3.2. GRANULOMETRIA DOS QUEIJOS EM PÓ	24
5.3.3. ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)	25
5.3.4. UMIDADE DO QUEIJO SECO	26

5.4 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO PARA MISTURA DE QUEIJO EM PÓ E PROCESSO PARA QUEIJO FUNDIDO	26
6 CONCLUSÃO	33
7 REFERÊNCIAS	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de acordo com umidade e teor de gordura	6
Tabela 2: Composição queijo do reino de acordo com Furtado e Lourenço	7
Tabela 3: Fatores de conversão de nitrogênio total em proteína	15
Tabela 4: Formulação do queijo fundido A.....	17
Tabela 5: Formulação queijo Fundido B.....	17
Tabela 6: Processo produção queijo fundido com queijo in natura do reino ralado com 4 mm	17
Tabela 7: Dimensionamento volume de água condensada no produto	18
Tabela 8: Aspecto visual de queijos particulados secos a 45°C até peso constante.	19
Tabela 9: Teor de gordura solta no processo de redução de tamanho	20
Tabela 10: Teor de gordura solta no processo de secagem	20
Tabela 11: Quantidade de proteínas nos queijos do reino e provolone	23
Tabela 12: Atividade de água dos queijos secos.	25
Tabela 13: Teor de umidade dos queijos secos	26
Tabela 14: Formulação de queijos fundido com queijo seco	26
Tabela 15: Processo produção queijos fundido em pó, a partir de queijo do reino seco 30°C.....	27
Tabela 16: Processo produção queijo fundido em pó, a partir de queijo provolone seco 30°C	27
Tabela 17: Parâmetros reológicos queijos fundidos reino e provolone.....	28
Tabela 18: Equações constitutivas de queijos fundidos a partir de reino e provolone ralados (RM) e secos a 30°C	28
Tabela 19: Formulação encontrada como ideal para processo de produção de queijos fundidos a partir de mistura em pó	29
Tabela 20: Processo otimizado para queijos fundido com ingredientes secos.	30
Tabela 21: Parâmetros reológicos queijos fundidos reino e provolone.....	30
Tabela 22: Parâmetros entre queijos fundidos comerciais e queijos fundidos através do processo de secagem e fabricado.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva da variação do teor de umidade em função do tempo de secagem	8
Figura 2: Cinética de secagem versus teor de umidade	10
Figura 3: Fluxograma de obtenção do queijo fundido a partir do queijo em pó	12
Figura 4: Fluxograma obtenção do queijo em pó	13
Figura 5: Curva secagem tempo versus umidade base seca.....	21
Figura 6: Curva secagem taxa de secagem versus umidade base seca	22
Figura 7: Peneiramento fração mássica por tamanho de partícula.....	24
Figura 8: Distribuição acumulada versus tamanho de partícula de queijo secos	24
Figura 9: Curva de escoamento de queijo fundido obtido a partir de queijo do reino e provolone ralados com 3 mm e secos a 30 °C	27
Figura 10: Curva de escoamento de queijo fundido preparado a partir de queijo seco a 30 °C e particulado em ralo médio (4 mm)	30
Figura 11: TPA do queijo reino e provolone produzido a partir da mistura em pó	31

1 INTRODUÇÃO

A produção leiteira no Brasil vem crescendo nos últimos anos revelando seu grande potencial de desenvolvimento e a consolidação do queijo como produto de importância na economia nacional, esse fato não é encontrado apenas nos queijos denominados commodities, como mussarela, prato e requeijão culinário, como também ao queijos finos no qual encontramos o queijo do reino. (TAVEIRA, 2013)

No Brasil o grande consumo e fabricação de queijo processados é o estado de Minas Gerais, sendo o mesmo responsável pela metade do consumo nacional de queijo processados. A maior parte dessa produção é realizada por pequenas e médias queijarias (PERREY, 2004)

Queijo processado ou fundido é um produto obtido da mistura de queijo, água e sais fundentes, que sofre um tratamento térmico, geralmente sua embalagem ocorre ainda em temperaturas acima da temperatura ambiente. (ALVES, 2004).

Para fabricação de queijos processados são empregados vários processos a exemplo dos tradicionais, os processos mais modernos como por exemplo o de alta filtração que tem grande eficiência, mas está longe da grande realidade das queijarias nacional que em sua grande maioria são pequenas e médias queijarias em sua grande maioria familiares. (AMARAL, 2017)

A secagem de alimentos é um dos processos mais antigos que tem emprego em escala industrial, e uma operação unitária relativamente simples, de fácil aplicação e custo menos elevado em comparação com outras operações unitárias. Comumente usados como método de aumentar vida de prateleira de vários produtos (TADINI, 2015).

No processamento de alimentos umas das principais variável e temperatura, existem três forma de transferência de calor, sendo elas condução, convecção e radiação. Sendo as que mais são utilizadas em processamento de alimentos condução e convecção (TADINI, 2015).

A convecção é facilmente percebida quando repentinamente começa a ventar e sua pele perde mais energia para o ambiente, provocando a sensação de frio. No caso da secagem acontece muito parecido com exemplo citado, um material seja ele liquido, gasoso ou solido, está diretamente ligado à energia térmica armazenada no movimento aleatório de suas moléculas, átomos e elétrons. Quanto maior for agitação dessas partículas, mais alta será

temperatura do material, fazendo-se assim remoção da água presente no alimento (TADINI, 2015).

Sendo assim o alvo deste trabalho, como forma de elaboração ao um custo viável e eficiente no aproveitamento das pequenas e médias queijarias os queijos fora do padrão aceitável para mercado consumidor. Avaliando e estudando a forma mais eficiente e adequado de acordo com matrix, com interesse de produzir queijo em pó seco para fabricação de mistura em pó, para produzir queijo fundido dos queijos que são rejeitados pelo consumidor seja visualmente, defeitos de fabricação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica de obtenção de uma mistura em pó a base de queijo para produção de queijos fundidos, a partir dos queijos do reino e de provolone. Para tal, foi necessário obter um queijo em pó com livre escoamento, ou seja, sem gordura livre na superfície e partículas aglomeradas.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar as condições do processo de redução de partícula e de secagem dos dois tipos de queijo de forma a evitar liberação de gordura durante os processos;
- Estudar a cinética de secagem dos queijos em função da temperatura e do tamanho de partícula;
- Desenvolver processo de fusão da mistura a base de queijos em pó;
- Analisar o comportamento reológico dos queijos fundidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ORIGEM DO QUEIJO

O queijo é um dos poucos alimentos que relatam aproximadamente 10.000 a.C sua origem é atribuída a um monge árabe que atravessa o deserto carregando um cantil contendo leite. Após várias horas cavalgando, parando para matar sua sede observou em seu cantil que líquido estava separado em parte líquido pálido e um camada de sólidos brancos, o cantil feito de estômago seco de animal contendo renina, uma enzima coagulante com combinação do sol, e movimentos, ocorreu separação do soro do leite e coalho, dando origem ao queijo (REIS, 1998)

Séculos após primeira descoberta do queijo, os egípcios pioneiros no manejo do gado, descobrem a importância na sua exploração de na produção de leite como fonte de alimentos ricos em proteínas e nutrientes aprimoram ainda mais produção de queijo. Após uso de leite como fonte de alimentos os romanos aprimoram ainda mais seus processos de fabricação sendo queijo produzido diretamente no quarto estômago de bezerro ou cabrito jovem, e posterior adicionado sal e colocado para secar em luz solar e posterior embalado. O emprego das palavras queijo e coalho é considerado um indicativo da contribuição romana no processo de aprimoramento de fabricação de queijo tais palavras sendo proveniente do latim (REIS, 1998)

Após queda do império romano e várias invasões ocorrida durante este período, acredita-se que várias receitas queijos e técnicas de fabricação foram perdidas ou esquecidas sendo apenas preservados poucos métodos e receitas de fabricação graças aos longínquos mosteiros. (REIS, 1998)

As antigas técnicas e receitas de queijo preservadas ao longo do tempo foram sofrendo adaptações para atender gostos e costumes de diversas regiões o que gerou a grande variedade de queijos presentes no mercado nos dias atuais (EPAMIG, 1989; REIS, 1998).

A técnica de elaboração de queijo artesanal chegou no Brasil por meio dos colonizadores principalmente por forte influência dos portugueses, logo nos primeiros anos de colonização introduzindo o gado bovino e trouxeram a receita de queijo português de Serra da Estrela, que mais tarde deu origem aos principais queijos artesanais do Brasil (REIS 1998)

No Brasil o consumo de queijo anual é de 2,3 kg per capita, o estado com maior produção de queijo e de Minas Gerais com aproximadamente 200t/ano e responsável pela metade do consumo nacional. (CERRI, C 2002).

3.2 TECNOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO QUEIJO

O queijo é um concentrado lácteo constituído de proteínas, lipídeos, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas, entre elas A e B, sendo considerado uns dos alimentos mais nutritivos que se conhece. Aproximadamente 210g de queijo equivalem em termos de quantidade de proteínas 300g de carne, os minerais que presentes no leite, tem grande importância no processo de coagulação e são têm grande influências na textura final do queijo. (PERRY, 2004).

O resíduo do processo chamado de soro ou lactosoro e comumente aproveitado como matéria prima para produção de diversos derivados lácteos como iogurtes, ricotas e bebidas lácteas (PERRY, 2004).

A classificação dos queijos baseia-se de suas características tipo de leite utilizado, tipo de coagulação, consistência da pasta, teor de gordura, tipo de casca até tempo de cura. (PERRY, 2004)

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), queijo é “o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soro lácteos, coagulados pela ação física do coalho, enzimas específicas de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.”

3.3 QUEIJO REINO

O queijo do reino é considerado um queijo tradicional brasileiro, sua origem remete ao queijo *Edam* holandês. Seus relatos de importação trazido pelos portugueses remetem ao século XIX, sendo o primeiro queijo maturado produzido industrialmente no Brasil (FURTADO, 2008)

O queijo do reino é facilmente reconhecido devido características únicas como textura com maior resistência, coloração interna alaranjada sua casca fina e de coloração única vermelha ou róseo. Outra característica marcante no queijo e suas embalagens de metais que permite maior conservação de suas características típica do produto (FURTADO, 2007)

O consumo do queijo do reino sempre foi sazonal e localizado, por ocorrer em maior frequências e intensidade em determinado período do ano, nos estados da região nordeste do Brasil, e comercializado em temperatura ambiente. (FURTADO, 2004; FURTADO, 2008)

No Brasil o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pela regulamentação e normatização dos serviços vinculados ao setor de leite e derivados. Desta forma, o MAPA regulamenta por meio da portaria nº 146, de 07 de março de 1996, na qual incluir regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos (RTIQQ), que classifica queijos em função do teor (%m/m) de umidade e de gordura no extrato seco (GES), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 : Classificação de acordo com umidade e teor de gordura

Quanto ao teor de umidade em % (m/m)	%(m/m) de umidade
Queijo de baixa umidade	Até 35,9%
Queijo de média umidade	Entre 36,0 e 45,9%
Queijo de alta umidade	Entre 46,0% e 54,9%
Queijo de muita alta umidade	Maior ou igual a 55,0%
Quanto ao teor de GES em % (m/m)	%(m/m) de GES
Extra gordo ou duplo creme	Mínimo 60%
Gordos	Entre 45,0 e 59,9%
Semi gordos	Entre 25,0 e 44,9%
Magros	10,0 e 24,9%
Desnatados	Menor que 10,0%

O queijo pode ainda ser classificados em queijos frescos e maturados. Sendo os queijos fresco os que estão prontos para consumo após término de sua fabricação, enquanto os queijos maturados precisam de um período armazenado para adquirir características tanto de aroma, sabor e textura esperado para consumo (ABREU, 2005).

O queijo do reino não possui regulamento técnico de identidade mas é possível encontrar alguns parâmetros na literatura sendo apresentados na Tabela.

Tabela 2: Composição queijo do reino de acordo com Furtado e Lourenço

U (%m/m)	Gd (%m/m)	Referências				Fontes
		EST (%m/m)	GES (%m/m)	PH	NaCl (%m/m)	
38-41	25-29	-	40-49	5,1-5,3	1,5-1,8	Furtado e Lourenço Neto (1999)
36-40	25-30	60-64	40-51	5,1-5,3	1,5-1,8	Furtado (2007)
33,72-35,79	30,87-32,76	64,21-66,28	47,78-49,65	5,70-5,78	1,08-1,18	Furtado (2008)

U = umidade, Gd = gordura, EST= extrato seco total, GES= Gordura no extrato seco

3.3 QUEIJO PROVOLONE

O queijo provolone pode ser dividido em fresco ou maturado, sendo ele um queijo de massa filada não prensada, feito de leite pasteurizado, tem formato que podem variar ovalar ou cilíndrico alongado. Sua consistência, textura são muito próximos aos da mussarela, seu consumo deve ser feito em até 20 dias de fabricação em caso do provolone fresco.

Além do provolone fresco ele pode ser encontrado na variedade chamada “Butirro” que tem características idênticas ao provolone fresco, com único diferencial de adição de manteiga.

O curado é obtido geralmente de leite cru ou pasteurizado, sua massa não sofre processo de prensa mais pode ou não ser enformado, tem consistência dura, quebradiça e untada, tem crosta firme e lisa, resistente e destacável sua coloração amarelo-parda. Sabor e odor próprios sendo fortes e picantes, para ser considerado provolone curado ter período mínimo de 2 meses. (PERRY, 2004)

3.4 QUEIJOS FUNDIDOS

A tecnologia de queijo fundidos surgiu no século XX, como meio de deter processos microbianos e enzimáticos apresentados pelos queijos suíços e alemães, como forma de viabilizar processo de exportação para países com climas mais quentes. (VAN DENDER, 1992).

Requeijão cremoso é um tipo de queijo fundido cremoso, obtido por fusão de massa coalhada e dessorada e lavada, obtida por meio de acidificação ou ação enzimática do leite, com adição de creme de leite ou manteiga ou até gordura anidra de leite. (MAPA, 1997).

Os principais dificuldades encontrados na produção de queijo fundido cremosos são: consistências granuladas; fluidez heterogênea; fluidez excessiva; emulsão brilhosa ou separação da gordura, descoloração ou escurecimento do produto; textura arenosa entre outros defeitos relacionados ao sabor, como a perda de sabor, picante, amargo, ácido químico. (GARRUTI, D. 2003)

3.5 QUEIJOS EM PÓ

O uso de queijo em pó e sua demanda pelo mercado como ingrediente na produção de novos produtos é grande. No entanto, é um processo e produto pouco descrito na literatura, seu principal método de obtenção é por meio de secagem por atomização. (KILIC et al., 1997; SRINIVASAN et al., 2000; VARMING et al., 2010, 2013; ERBAY et al., 2015).

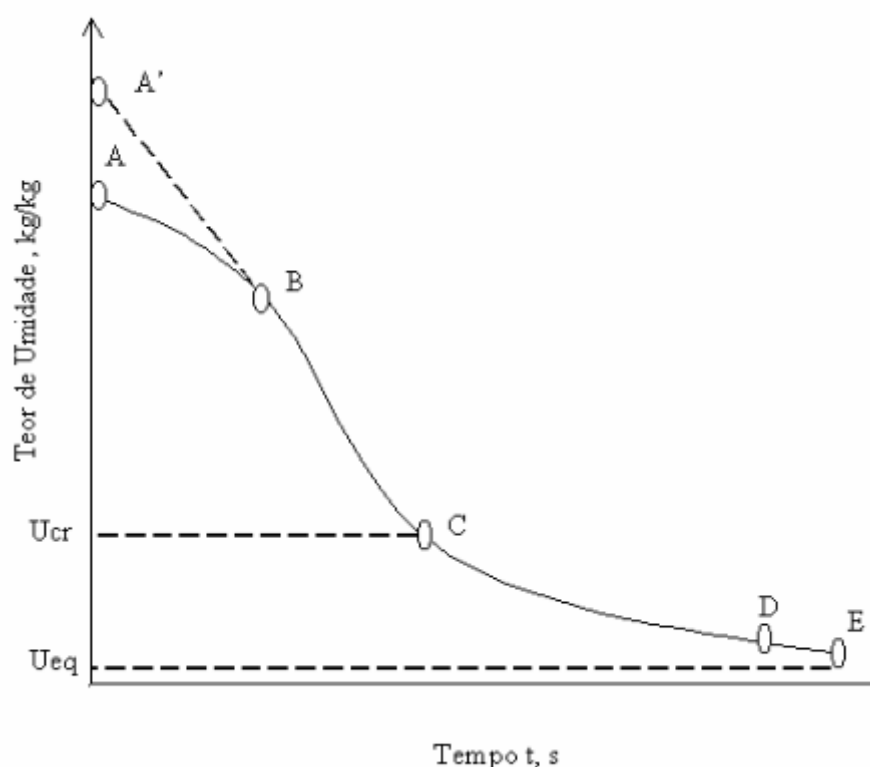
A obtenção desses queijos em pó utilizados como ingredientes é separada em 4 etapas principais. Primeiro sendo formado uma mistura com queijo natural, água, sais e emulsificantes e aditivos como ingredientes lácteos, amido, maltodextrina, aromas, antioxidantes e corantes. Na segunda etapa essa mistura é aquecida a temperatura de 75 – 85°C e cisalhada até obter uma mistura de queijo fundida. Na terceira etapa é realizada homogeneização em pressões de 15 e 5 MPA. Na quarta etapa a mistura é seca por meio de atomização. (FOX et al., 2000; GUINEE e KILCAWLEY, 2004; GUINEE, 2011; VARMING et al., 2013).

Um produto que utiliza o ingrediente queijo em pó é o pão de queijo, um produto original do estado de Minas Gerais no Brasil. Todavia, com a popularização do pão de queijo, que passou a ser fabricado por centenas de empresas brasileiras e exportado sob sistemas de congelamento para diversos de países nos vários continentes, faz-se necessário o uso de queijo em pó (JESUS, 1997)

3.6 SECAGEM DE ALIMENTOS

Os processos de secagem têm como interesse aumentar a chamada vida útil do alimento e reduzir a carga microbiana dos alimentos, por meio de combinações com outros processos tecnológicos, conseguindo preservar os alimentos por uma maior duração de tempo (TADINI, 2015). A Figura 1 apresenta uma curva típica de um processo de secagem por bandejas, no qual o alimento disposto em bandejas perde massa de água para o ar atmosférico que passa transversalmente a uma determinada temperatura e vazão.

Figura 1: Curva da variação do teor de umidade em função do tempo de secagem.



FONTE: PINEDO (2003)

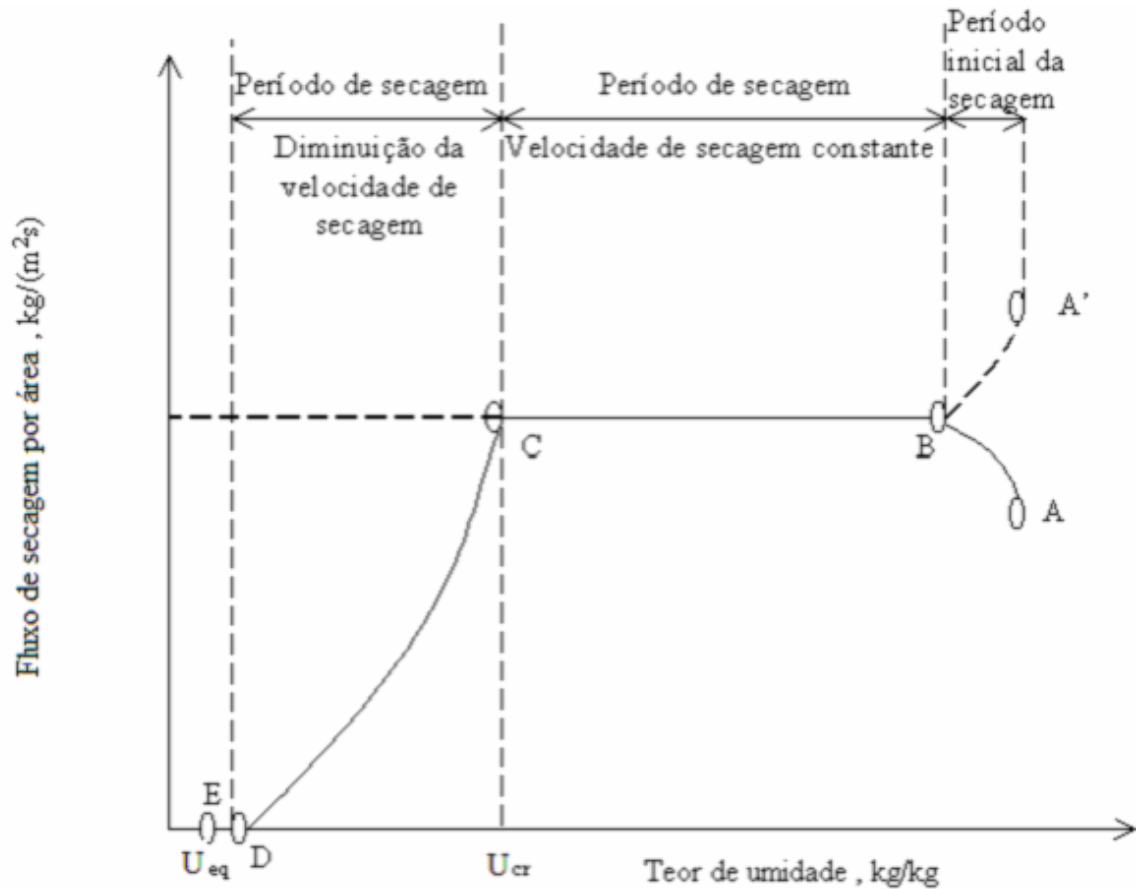
O segmento AB representa a parte inicial do processo de secagem onde, o produto não alcançou a mesma temperatura do ar de secagem, sendo assim período de secagem em regime não permanente, removendo apenas teor de umidade localizado mais na parte superficial do produto (MACHADO, 2008)

O período BC, e segmento de maior importância na secagem, onde o potencial do ar de secagem é baixo, ou produto contém altos teores de umidade, comportamento bastante comum para frutas (PINEDO, 2003). Neste segmento ocorre movimentação da água presente no produto, fazendo um deslocamento da água do seu interior para sua superfície, onde evaporação ocorre sem haver grande influências do sólido. (MACHADO, 2008)

O ponto C representa o decréscimo na taxa de secagem onde quantidade de umidade na superfície diminuir por causa da elevação de temperatura, onde sólido alcança a umidade crítica (MACHADO, 2008).

A Figura 2 apresenta uma curva típica da cinética de secagem em função da umidade do produto.

Figura 2: Cinética de secagem versus teor de umidade (PINEDO, 2003)



Na maioria dos processos de secagem o líquido a ser evaporado é a água e o gás responsável pela secagem geralmente é o ar atmosférico. Para calcular a taxa de secagem utiliza-se equações de transferência de calor e massa (MACHADO, 2008)

$$\frac{dU}{dt} = k_p A (p_s - \bar{P}) \quad (1)$$

Onde:

dU/dt = Taxa de secagem (Kg/s);

p_s = Pressão do vapor do líquido na temperatura de saturação (atm);

P = Pressão parcial do vapor de água no ar de secagem (atm);

A = Área de transferência de massa (m²);

k_p = Coeficiente de transferência de massa com base na pressão (kg/s.m².atm);

A equação pode ser modificada fazendo correlação à umidade do ar de secagem, resultando na seguinte equação:

$$\frac{dU}{dt} = k_h A (U_s - U) \quad (2)$$

Onde:

U_s = Umidade de saturação do ar na temperatura da superfície, (kg de H₂O/ kg de ar seco);

U = Umidade do ar de secagem (kg de H₂O/ kg ar seco);

K_h = Coeficiente de transferência de massa com base na umidade (kg/s.m²)

A = Área de transferência de massa (m²)

Quando o calor necessário para evaporação é favorecido por um gás quente, acontece um equilíbrio dinâmico entre a velocidade de transferência de calor para material e velocidade de evaporação de água da superfície (DAUDIN, 1983)

$$\frac{dQ}{dt} = \lambda \frac{dU}{dt} \quad (3)$$

Onde:

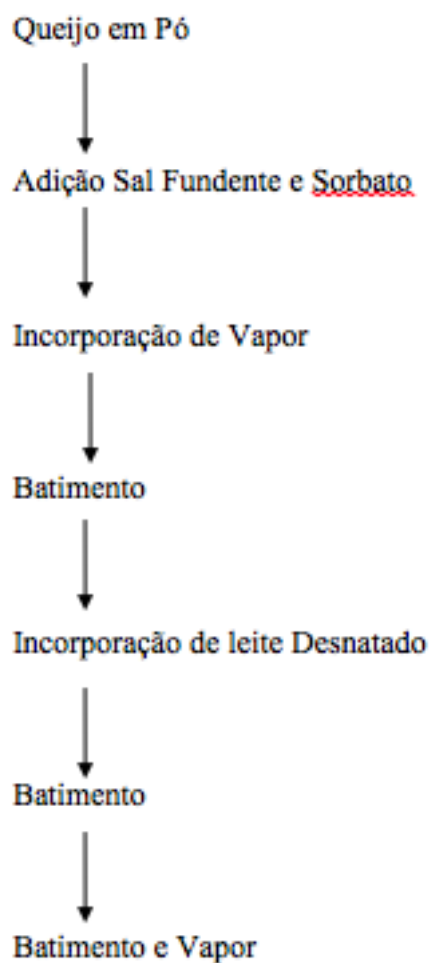
dQ/dt = Taxa de transferência de calor (J/s)

λ = Calor latente de vaporização na temperatura do sólido (J/kg)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades executadas neste trabalho foram realizadas nos cinco laboratórios de processamentos e analíticos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A Figura 4 apresenta o fluxograma geral de obtenção de queijo fundido a partir de queijo em pó desenvolvido por (AMARAL, 2017).

Figura 3. Fluxograma de obtenção do queijo fundido a partir do queijo em pó.



Fonte: (AMARAL, 2017)

4.1 MATERIAL

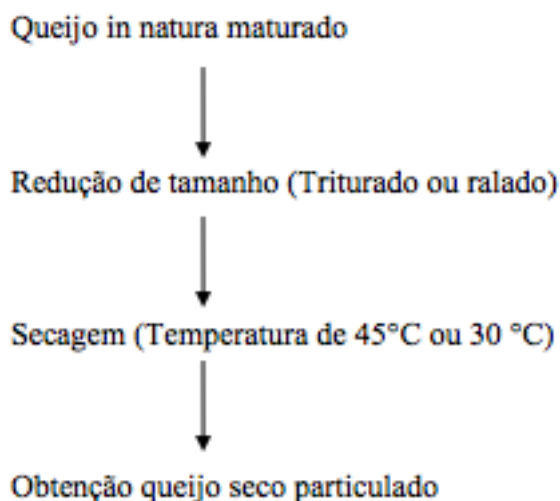
Os queijos, o leite e o creme de leite utilizados foram obtidos em estabelecimentos locais no município de João Pessoa, Paraíba-PB. O sorbato e o sal fundente foram doados pelo técnico do laboratório, o sal fundente utilizado é base de polifosfatos S9, da marca BKG Rotem Química do Brasil Ltda.

4.2 OBTENÇÃO DO QUEIJO EM PÓ

Os queijos comerciais tiveram seus tamanhos reduzidos através de três métodos físicos diferentes: 1) trituração do queijo in natura em liquidificador Liquimax Suggar, Velocidade 1 por 60 segundos; 2) em ralador de queijo comum com tamanho de ralo fino (3 mm diâmetro do orifício por 83 mm de comprimento, em velocidade média 54 mm/s); 3) em ralador de queijo com tamanho de ralo médio (4 mm diâmetro do orifício por 125 mm de comprimento, em velocidade média de 53 mm/s).

A secagem foi realizada em estufa de convecção de ar forçada (Solab, modelo AR SL - 102) a temperatura de 30° C ou 45° C. Obtendo-se assim a massa seca em granulometria distintas. A temperatura de secagem foi baseada em trabalho anterior para produção de queijo fundido (Amaral, 2017).

Figura 4. Fluxograma de obtenção do queijo em pó.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

4.3 GRANULOMETRIA

O tamanho da partícula foi determinado por meio separação física com auxílio de agitador e série de peneira de Tyler, no Laboratório de operações unitárias (LOU).

A sequência de peneiras escolhidas foram 10, 12, 20, 35, 48, com respectivas tamanhos de malha 1700, 1400, 850, 425 e 300 micrômetros.

Após montagem do conjunto de peneiras com maior tamanho de partículas na peneira superior e menor na peneira inferior, foi colocado aproximadamente 50g de queijo do reino ou de provolone na peneira superior e agitou-se mecanicamente o conjunto pelo tempo de 5 minutos até separação com peso constante. Pesando no final as peneiras com produto retido, determinando assim os tamanhos das partículas.

4.4 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA

Foram realizadas as seguintes análises nos queijos in natura e secos: conteúdo de proteína, umidade, atividade de água. Enquanto que para produto final, o queijo fundido, foram realizadas reologia, textura e pH.

4.4.1 PROTEÍNAS

Análise de proteína foi realizada pelo método de Kjeldahl modificado (ADOLF LUTZ, 2008). Pesou-se 0,5 g de amostra de cada queijo, tanto in natura como seco, em papel seda, em seguida adicionou-se 2,5g de mistura catalisadora e 7 ml de ácido sulfúrico, o material foi colocado para digerir inicialmente a temperatura de 50° C aumentando gradativamente até alcançar temperatura final de 550°C.

Ao fim da digestão foi adicionada solução de fenolftaleína e destilou-se no equipamento marca TECNAL, modelo TE-0363 com NaOH 40% coletando a amostra em erlenmeyer contendo ácido bórico com indicador Vermelho de metila. O material foi titulado com solução padronizada de ácido clorídrico 0,1 mol/L para determinação de proteínas (ADOLF LUTZ, 2008).

$$\text{Cálculo: } \frac{V \times M_c \times 0,14 \times f}{P} = \text{protídios por cento (m/m)} \quad (4)$$

V= Volume gasto na titulação

P = Peso em gramas da amostra

F = Fator de conversão

Mc = Molaridade corrigida do ácido clorídrico

Tabela 3: Fatores de conversão de nitrogênio total em proteína

Alimento	Fator	Alimento	Fator
Farinha de centeio	5,83	Castanha do Pará	5,46
Farinha de trigo	5,83	Avelã	5,30
Macarrão	5,70	Coco	5,30
Cevada	5,83	Outras nozes	5,30
Aveia	5,83	Leite e derivados	6,38
Amendoim	5,46	Margarina	6,38
Soja	6,25	Gelatina	5,55
Arroz	5,95	Outros alimentos	6,25
Amêndoas	5,18		

Fonte: ADOLF LUTZ, 2008

4.4.3 UMIDADE DO QUEIJO SECO

Para análise de umidade, 2 g de cada queijo seco foi colocado em placas devidamente pesadas e colocadas em dissecador contendo pentóxido de fósforo em pó com finalidade de criar atmosfera sem presença de umidade no ar e sob vácuo. O material foi pesado até obter-se peso constante e a umidade foi determinada pela equação abaixo (FINK, 2012)

$$\text{Umidade base seca (\%)} = 100 \times \frac{P_o - P_f}{P_f} \quad (5)$$

Pf = Peso Final

Po = Peso Inicial

4.4.4 DETERMINAÇÃO DE pH

O pH do produto final, queijo fundido do reino e provolone, foi determinado por leitura direta com potenciômetro da marca EVEN, modelo PH-E2E, devidamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 (CASTANHEIRA, 2012)

4.4.5 ATIVIDADE ÁGUA

A atividade de água dos queijos foi determinada em triplicada usando o equipamento AQUALAB modelo 4TEU, calibrado com sílica com respectiva atividade de água 0,0 a temperatura de 25°C, colocando amostras em cápsulas do próprio equipamento para respectiva análise.

4.5 REOLOGIA DOS QUEIJOS FUNDIDOS

As análises reológicas foram realizadas em reômetro oscilatório HAAKE MARS Modular Advanced Reometer System (Thermo Electron Corp., Alemanha), equipado com banho termostático Phoenix 2C30P (Thermo Electron Corp., Alemanha) utilizando geometria de cilindros concêntricos (CC16) para amostras mais fluidas e cone-placa com diâmetro 35 mm e 2° de inclinação para amostras mais viscosas.

As curvas de escoamento foram realizadas variando a taxa de deformação de 0-500 s⁻¹ em três ciclos, ascendente, descendente e ascendente para análise de tixotropia. As análises foram realizadas a temperatura de 10°C, representando a temperatura de comum armazenamento do produto (CASSIA, 2010)

4.6 ANÁLISE DE TEXTURA DOS QUEIJOS FUNDIDOS (TPA)

As análises de texturas foram realizados em texturômetro modelo CT3 Texture Analyzer da marca Brookfield, análises foram feitas em temperaturas de refrigeração 10°C.

Uma geometria cilíndrica de 25,4 mm de diâmetro, de acrílico, foi movida até altura inicial do teste, sendo realizada uma compressão de 20% com velocidade de 1,0 mm/s, tempo de contato de 5 segundos fazendo 2 ciclos de penetração por amostra.

5 RESULTADOS

5.1 DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO E FORMULAÇÃO DE QUEIJO IN NATURA FUNDIDO

O processo e formulação do requeijão cremoso obtido a partir de massa fresca desengordurada desenvolvido por (AMARAL, 2017) não se mostrou adequado para aplicar à queijos maturados com alto conteúdo de gordura. Desta forma, procurou-se definir uma nova formulação para fabricação do queijo maturado (reino ou provolone) fundido, de forma que a composição final do produto fosse similar em termos de gordura e proteína ao requeijão desenvolvido por (AMARAL, 2017).

A formulação ideal para fabricação de requeijão em pó a partir de uma matrix acidificada desengordurada foi dividida em Massa láctea em pó 19,03%, Creme de leite com 54% gordura 27,31%, sal fundente S9 1,14%, NaCl 0,44%, Sorbato 0,09%, Leite 31,7% e água 20,26%, totalizando 100% (AMARAL 2017). No entanto, os queijos maturados apresentam alto conteúdo de gordura, aproximadamente 30%, além de baixa umidade e sal. A Tabela 4 apresenta a primeira formulação testada, a qual foi obtida calculando-se a quantidade de queijo e creme a serem adicionados considerando-se a composição destes ingredientes e a composição do requeijão desenvolvido por (AMARAL, 2017). Com relação ao processo, definiu-se por

utilizar no primeiro teste os mesmos parâmetros do processo desenvolvido por (AMARAL, 2017).

Tabela 4 : Formulação do queijo fundido A

Formulação 1 para queijo fundido		
Massa In natura	108g	36%
Crema com 50% Gordura	81g	27,5%
Sal Fundente S9	2,55g	0,85%
Leite	82,5 ml	27,5%
Água	21,67 ml	7,225%
Sorbato	0,3g	0,1%

O queijo do reino fundido ao fim do processo apresentou melhor resultado do que o queijo de provolone, com cremosidade visualmente mais próxima do ideal para um queijo fundido. Vale ressaltar que no fim da injeção de vapor d'água, o produto estava bastante líquido, mas com o resfriamento e armazenagem em geladeira a viscosidade do produto aumentou. O valor de pH final foi de 5,9.

O queijo provolone ao fim do processo estava em um estado mais próximo do queijo fundido comercial (minas frescal), mas durante a armazenagem em geladeira o produto ficou muito concentrado e mais resistente, reduzindo drasticamente a cremosidade verificada após o processo. Desta forma, percebeu-se que poderia ser injetada maior quantidade de água ou leite, o que acarretaria também em um queijo que apresenta melhor resultado em relação ao rendimento com base na quantidade de queijo fundido em relação a queijo in natura. O valor do pH final foi em 5,8.

Desta forma calculou-se uma nova formulação (Tabela 5) reduzindo-se o conteúdo de sólidos.

Tabela 5: Formulação do queijo fundido B

Formulação 2 queijo fundido		
Massa In natura	43,12g	17,25%
Crema com 50% Gordura	41,50g	16,60%
Sal Fundente S9	2,59g	1,04%
Leite	71,71g	28,68%
Água	85 g	34,0%
Sorbato	1,17g	0,47%

As condições de processo utilizadas nesta segunda produção estão descritas na Tabela 6. Importante ressaltar dois aspectos: 1) a gordura deve ser adicionada a uma temperatura da massa entre 60-70 °C; 2) O produto deve atingir 90 °C para realização do tratamento térmico.

Tabela 6: Processo produção queijo fundido com queijo in natura do reino ralado com 4 mm.

Processo	Tempo	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura final (°C)
Incorporar queijo com vapor	1 min	16	40

Mistura com vapor	1 min	40	70
Adicionou-se leite e gordura sem vapor	1,5 min	70	54
Mistura com vapor	0,5 min	54	60
Mistura com vapor	0,5min	60	70
Mistura com vapor	0,5 min	70	76
Mistura com vapor	0,5min	76	90

Tanto requeijão fabricado do queijo do reino e provolone, não obtiveram objetivo em relação os objetivos de interesse em relação cremosidade, textura, ficando muito mais próximo do estado sólido bastantes concentrados.

Com essa formulação apresentou sinérese ao longo do armazenamento do produto em temperatura de resfriamento, tornando inapropriada para processo.

As etapas de injeção de vapor eram necessárias para elevar a temperatura do queijo e causar uma fusão adequada, sem arenosidade no produto. No entanto, o vapor d'água condensava, diluindo o produto. Portanto, avaliou-se a quantidade de água condensada no processador por tempo. A autoclave foi regulada com pressão de 0,5 atm tendo-se aberto duas voltas na válvula de liberação de vapor. Resultado foi obtido por meio de média em triplicada em tempos distintos de 1, 2 e 3 minutos a fim de poder predizer na formulação a quantidade de água injetada no sistema.

Tabela 7: Dimensionamento volume de água condensada no produto

Amostra	1 minuto	2 minutos	3 minutos
A	8 ml	16 ml	20 ml
B	16 ml	10,8 ml	15,5 ml
C	10 ml	10,8 ml	15,7 ml

Sendo assim os tempos de interesse de 30 segundos, 1 minuto e 30s e 2 minutos ficaram com respectiva 1,77 mL, 7,6 mL e 11,83 mL de água injetado podendo ter um controle da quantidade de água injetada na produção do queijo fundido.

5.2 REDUÇÃO DE TAMANHO E SECAGEM DE QUEIJOS

5.2.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA

O primeiro ensaio de obtenção de queijo em pó foi realizado com mecanismo de redução de partícula em um liquidificador industrial por 30 s seguido de secagem feita em estufa de convecção forçada em temperatura de 45°C. Os queijos foram retirados após terem atingido o equilíbrio de secagem. Como resultado visual (Tabelas 8, 9 e 10) percebeu-se que tanto a proposta de triturar, quanto a temperatura de 45°C seriam indesejáveis para produto final, uma vez que foram produzidas grandes partículas dos queijos e a forte agressão sofrida pela temperatura resultando em grandes quantidades de gordura liberada no processo. A gordura liberada durante a redução de partícula e com a temperatura de secagem acabou reestruturando queijo triturado formando uma camada derretida do queijo, impossibilitando uso como ingrediente em pó para formulação do queijo fundido. Desta forma, foi necessário conduzir o processo de redução de partículas em raladores de queijo. Foram produzidas amostras em

raladores com orifício de 3 ou 4 mm de diâmetro, sendo o maior orifício o que resultou em menor liberação de gordura. O processo de secagem realizado a 30 °C foi mais adequado por não liberar gordura da matriz protéica.

Desta forma, decidiu-se reduzir o tamanho de partícula do queijo por meio de raladores com dois tamanhos distintos das cavidades e reduziu-se a temperatura de secagem para 30 °C, na qual a gordura do queijo ainda estaria em estado sólido.

Tabela 8 : Aspecto visual de queijos particulados secos a 45°C até peso constante.

Queijo	Reino	Provolone
Ralo Pequeno		
Ralo Médio		

Triturado

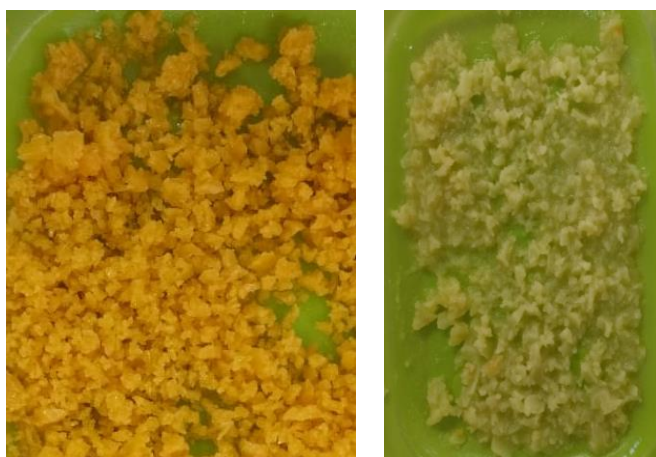


Tabela 9 : Teor de gordura solta no processo redução de tamanho

Queijo	Ralo 3 mm Diâmetro	Ralo 4 mm Diâmetro	Triturado
Queijo Reino	+	-	++
Queijo Provolone	++	+	++

Legenda : + soltou pouca gordura , ++ bem mais gordura, +++ queijo ficou bastante engordurado, ++++ verificou presença de gordura estado líquido, - muita pouca gordura liberada.

Tabela 10 : Teor de gordura solta no processo Secagem

Queijos após secos		
Queijos	30°C	45°C
Queijo reino 3 mm	+	+
Queijo provolone 3 mm	++	+++
Queijo Reino 4 mm	-	-
Queijo Provolone 4 mm	+	++
Queijo Reino Triturado	++	++
Queijo Provolone Triturado	+++	+++

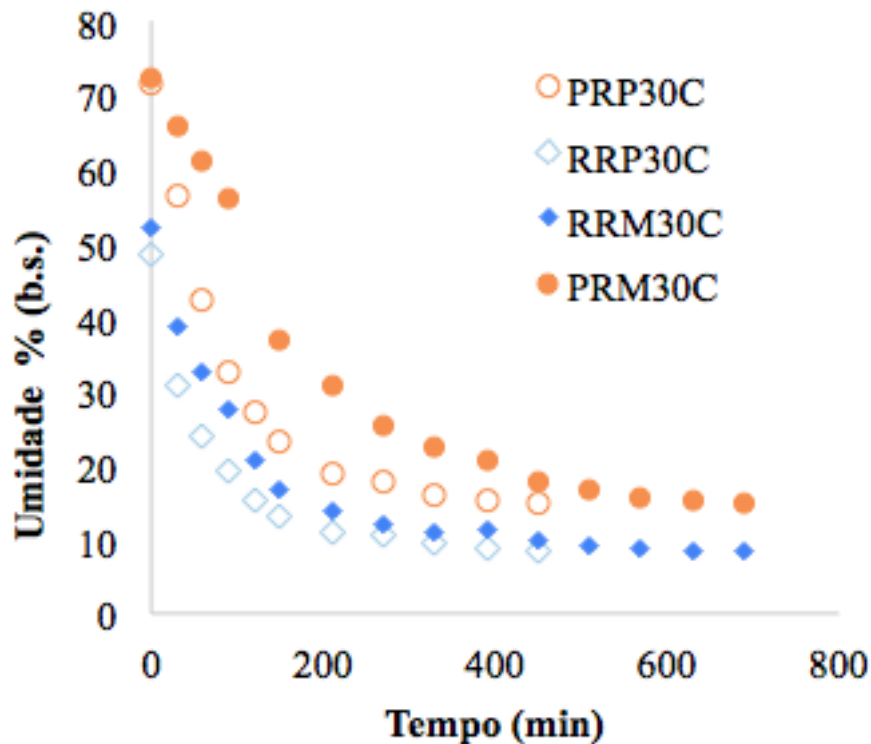
Legenda : + soltou pouca gordura , ++ bem mais gordura, +++ queijo ficou bastante engordurado, ++++ verificou presença de gordura estado líquido, +++++ muita gordura líquida, - muita pouca gordura liberada.

5.2.2 CURVA DE SECAGEM

O estudo de curva da secagem foi baseado em duas variáveis, que contêm maior influência no processo de secagem sendo elas temperatura de secagem e tamanho do queijo. São eles os dois parâmetros variáveis nas curvas de secagem, inicialmente em queijo do reino e provolone, ambos queijos maturados seja de média ou longa duração, como teor de gorduras distintos enquanto queijo reino em média estaria em semi-gordos, o queijo provolone encontrase na classificação de queijos gordos. (MAPA, 1997)

A Figura 7 apresenta o comportamento da redução de umidade dos queijos em função do tempo de secagem. Nestas curvas não foi possível observar o segmento inicial AB descrito por (PINEDO, 2003) referente a estabilização da temperatura do produto em relação a temperatura do processo. Isto possivelmente ocorreu devido a temperatura do processo ser a temperatura ambiente ou um pouco mais elevada. Ainda na Figura 7 é possível observar que taxa de maior importância BC onde taxa de secagem é constante, e sofre pouca influência do sólido ou teor de umidade, e ponto onde realmente acontece a secagem do produto. No ponto CD é possível começar verificar o decaimento exponencial da curva ainda, onde no ponto C marca início da chamada umidade crítica, onde inicia o ponto em que o ar está saturado chegando próximo do sua capacidade total de remoção de água. Chegando no Ponto E onde temperatura superficial do sólido aproxima da temperatura do ar, fazendo com que taxa de secagem cair drasticamente. Observou-se uma umidade de equilíbrio para todos os queijos e seus tratamentos foi atingida com aproximadamente 10h de secagem. O tamanho do orifício do ralo (pequeno ou médio) não influenciou a cinética do queijo do reino. No entanto, para o provolone a secagem foi mais rápida com o ralo pequeno do que com o médio, o que era de se esperar. Esta diferença de comportamento entre os queijos deve estar associada composição e às propriedades estruturais da matriz destes queijos. O queijo do reino é particulado, enquanto que o provolone apresenta uma massa filada.

Figura 5 : Curva secagem tempo versus umidade base seca



Legenda : PRP = provolone ralo 3mm, RRP = reijo ralo 3 mm, RRM = reino ralo 4 mm, PRM = provolone ralo 4 mm

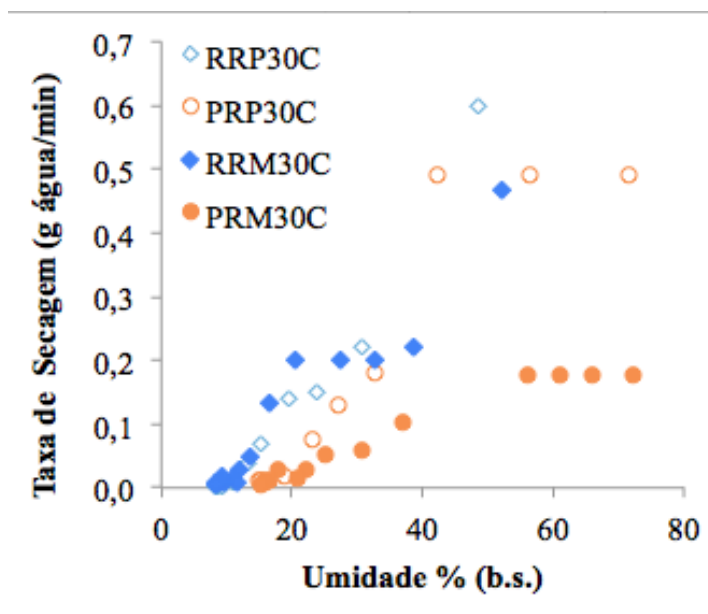
A Figura 8 apresenta as curvas da Taxa de Secagem em função da umidade do produto.

As curvas de secagem pode ser divididas em dois segmentos (K1K2 e K2C) onde o segundo ponto crítico ocorreu nas frações de 17% para reino ralo médio, 19% reino ralo pequeno, 35% provolone ralo pequeno e 39% para provolone ralo médio.

O teor do segundo ponto crítico encontra-se entre 0 e 20% onde o RRP 15%, PRP 16%, RRM 11% e PRM 16%, valores um pouco acima do encontrado em outros queijos, que alcançaram valores de 4 a 6% por (ERMOLAEV, 2014)

Observando o segundo ponto crítico a umidade é transferida como vapor e a umidade adsorvida é evaporada, uma vez que teor de umidade de equilíbrio é alcançado, a secagem chega o fim porque sua taxa de secagem aproxima-se a zero.

Figura 6 : Curva secagem taxa de secagem versus umidade base seca



Legenda : PRP = provolone ralo 3mm, RRP = reino ralo 3 mm, RRM = reino ralo 4 mm, PRM = provolone ralo 4 mm

5.3 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJOS

5.3.1 CONTEÚDO PROTÉICO

Os resultados de proteínas no queijo do reino e provolone em diferente processo com interesse de verificar se os processos seriam prejudiciais às proteínas do queijo.

Tabela 11: Quantidade de proteínas nos queijos do reino e provolone.

Queijos	Temperatura 30°C	Temperatura 45°C
	Proteína (%)	Proteína (%)
Reino Triturado	35,64 ± 1,70	35,4 ± 5,88
Reino Ralado	36,02 ± 0,13	27,81 ± 0,52
Provolone Triturado	38,69 (SR)	30,17 ± 0,87
Provolone Ralado	38,93 ± 2,18	32,46 ± 2,10
Massa Acidificada fresca	23,56 ± 1,27	

SR: sem replicata

A massa acidificada foi obtida por meio de acidificação e aquecimento com vinagre, e foi usada apenas para ter uma referência de quantidade de proteínas encontrada na massa láctea da formulação do trabalho de (AMARAL, 2017), a qual não descreve conteúdo protéico.

Os valores de proteína para o queijo provolone seco a 30oC foi aproximadamente 39%, enquanto que para a temperatura de secagem mais alta (45 oC) o conteúdo protéico foi na ordem de 30%. Esta grande diferença nos valores pode estar relacionada a liberação de gordura do queijo durante o processo de secagem. Em temperatura mais elevada observou-se muita gordura liberada (Tabela 10). Possivelmente, esta gordura criou uma camada protetora ao queijo reduzindo a perda de água do material.

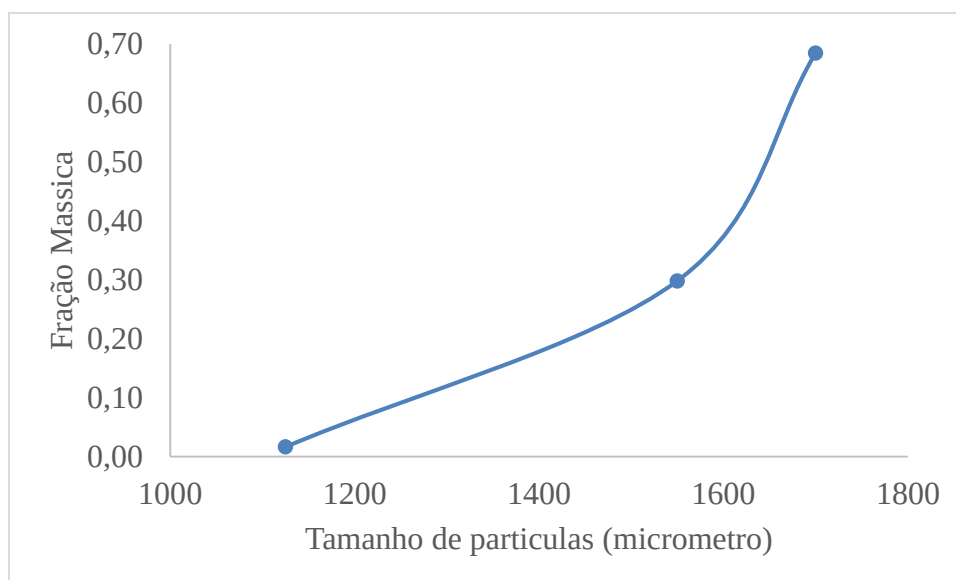
No caso do queijo do reino aconteceu algo semelhante com ocorrido provolone para o queijo ralado. No entanto, o queijo triturado apresentou alto desvio-padrão na análise, não sendo possível verificar uma tendência.

5.3.2. GRANULOMETRIA DOS QUEIJOS EM PÓ

As Figura 9 e 10 apresentam os resultados da granulometria das partículas dos queijos do reino e provolone secos a 30°C e ralados em 4mm. Obteve-se uma fração de 70% das partículas com tamanho maior do que 1,7 mm e 30% com tamanho entre 1,5-1,6 mm. Estes tamanhos foram muito superiores aos encontrados por (AMARAL, 2017), porque no presente trabalho não foi realizada uma segunda etapa de redução de tamanho de partícula após a secagem.

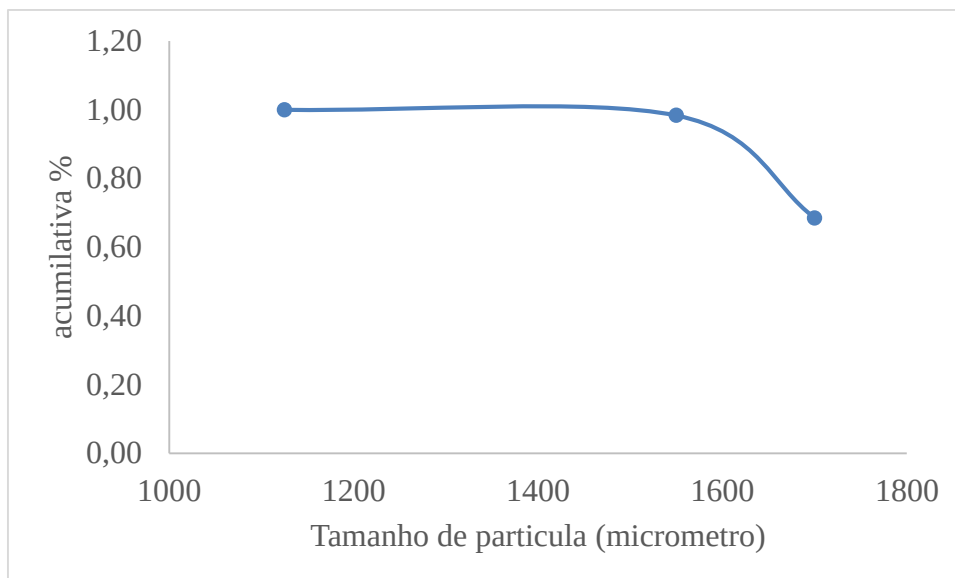
O diâmetro médio das partículas selecionadas para processamento foi acima de 1700 μm .

Figura 7: Peneiramento Fração mássica por tamanho de partícula.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Figura 8: Distribuição acumulada versus tamanho de partícula de queijos secos.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

5.3.3. ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)

Afim de verificar se a secagem determinada era mesmo eficiente para remoção de água do produto, foi avaliada atividade de água final do queijos após processos de secagem. Uma vez que os mesmos apresentavam sempre quantidade considerável de gordura, dificultando a percepção de quando ele estava seco, exceto pelo peso constante durante processo de secagem.

Tabela 12: Atividade de água dos queijos secos

Processo	AW
QPT 30°C	0,6083 ± 0,0132
QPR 30°C	0,6026 ± 0,0323
QPT 45°C	0,8129 ± 0,0520
QPR 45°C	0,8020 ± 0,0188
QRT 30°C	0,6207 ± 0,0089
QRR 30°C	0,6058 ± 0,0050
QRT 45°C	0,6198 ± 0,0049
QRR 45°C	0,6050 ± 0,0041
QR in natura	0,9579 ± 0,0068
QP in natura	0,9142 ± 0,0239

Legenda: QPT = queijo provolone triturado, QPR = queijo provolone ralado, QRT = queijo do reino triturado, QRR = queijo do reino ralado, QR = queijo do reino, QP queijo provolone.

Os queijos in natura apresentaram uma atividade de água superior a 0,9, enquanto que a maioria dos queijos secos apresentaram atividade de água na faixa de 0,6. Foi possível observar que apenas o queijo provolone seco a 45°C apresentou um valor mais elevado, na ordem de 0,8, ficando bem próximo do valor de atividade de água encontrado no próprio queijo em natural. Durante o processo de secagem houve muita liberação de gordura do queijo provolone (Tabela 10) dificultando a perda de água com o processo. Assim mais uma vez reforça-se que

temperaturas de secagem acima de 30°C para queijos com alto teor de gordura na sua composição é desaconselhado.

Durante este trabalho foi observado crescimento de bolor na amostra de queijo do Reino seco a 45 °C ($a_w = 0,8$), mesmo em temperatura de geladeira. (Jay, 2005) apresenta em seu trabalho uma curva generalizada da velocidade relativa de reações versus atividade de água, na qual pode-se notar que há crescimento de mofos em atividades de água maior do que 0,6, crescimento de leveduras em a_w maior que 0,7 e bacteriano maior do que 0,8. Considerando as faixas de atividade de água com crescimento de microrganismos, pode-se afirmar que os queijos secos produzidos neste trabalho a temperatura de 30 °C estariam em uma condição segura de estocagem. Isto é importante considerando-se a vida de prateleira do produto em pó.

5.3.4. UMIDADE DO QUEIJO SECO

A Tabela 13 apresenta a média e desvio padrão dos valores de umidade das partículas de queijo raladas e secas a 30 °C. Sendo assim, após os processos de secagem em estufa ainda restam aproximadamente 8% unidades no queijo do reino e 13% no queijo provolone. Observou-se uma maior umidade no queijo provolone o que possivelmente está associada a maior dificuldade de secagem de um queijo de massa filada, que facilita a liberação de gordura que restringe o movimento de saída de água durante a secagem.

Tabela 13 : Teor umidade dos queijos secos

Queijo	Umidade %
Queijo reino	7,64 ± 0,00435
Queijo Provolone	12,86 ± 0,01483

5.4 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO PARA MISTURA DE QUEIJO EM PÓ E PROCESSO PARA QUEIJO FUNDIDO

As Tabelas 14, 15 e 16 apresentam os resultados de formulação e parâmetros de processo da produção de queijo fundido com mistura em pó preparada a partir da mistura de queijo seco (reino ou provolone), sal fundente e sorbato de potássio. A formulação foi calculada para atingir-se o mesmo conteúdo de gordura da formulação final do queijo in natura (Tabela 5).

Tabela 14: Formulação de queijo fundido com queijo seco

Formulação 1 de queijo fundido com mistura em pó		
Massa em pó	37g	37%
Sal Fundente S9	1,14g	1,14%
Leite	44 g	44%
Água	17,77 g	17,77%
Sorbato de potássio	0,09g	0,09%

O primeiro experimento de cada tipo de queijo foi realizado com partículas secas obtidos com ralo pequeno e secagem a 30 °C. Durante o processo de hidratação da massa observou-se que a formulação com queijo provolone hidratou mais facilmente, não sendo

verificada partículas grandes junto a massa fundida. A temperatura foi mantida em torno de 60 graus ao longo do processo, elevando-se a 90 °C apenas no final do processo. Esperava-se com isto emulsionar a gordura liberada do próprio queijo com as proteínas da rede protéica na mesma faixa de temperatura que ocorria a incorporação de creme de leite no processo original (in natura).

Tabela 15: Processo produção queijo fundido em pó, a partir de queijo do reino seco 30°C

Processo	Tempo (min)	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura final (°C)
Hidratar a massa seca com vapor	1,5	26,8	62
Agitação	1	62	61,2
Incorporar Leite a 100 °C com agitação	1,5	55	58
Injetar vapor com agitação	1	58	60
Agitação	1	60	51
Agitação com vapor*	1	51	90

* 3 voltas abertura da válvula

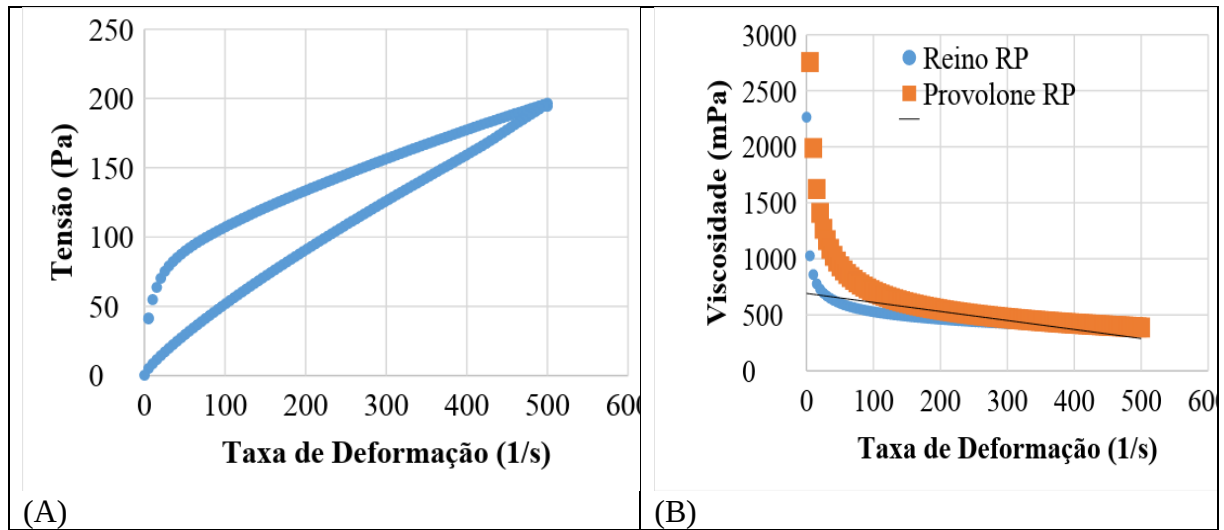
Tabela 16: Processo produção queijo fundido em pó, a partir de queijo provolone seco 30°C

Processo	Tempo (min)	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura final (°C)
Hidratar queijo seco com vapor	1	27	64
Agitação	1	64	47
Incorporar Leite a 100 °C com agitação	1	47	47
Agitação com leite	1	47	50
Agitação com vapor	1	50	62
Agitação com vapor*	1	62	89

* 3 voltas abertura da válvula

Os produtos ao fim do processo ficaram com a viscosidade muito baixa e com pouca elasticidade, como confirmado pela curva de escoamento apresentadas na Figura 11. Estes queijos quando comparados ao requeijão desenvolvido por (Amaral, 2017), apresentaram viscosidades da ordem de dez vezes menores tanto a taxas de deformação de 10 s^{-1} , típica de processo de envase, quanto na taxa de 500 s^{-1} , típica de espalhamento do alimento (Tabela 17). Esta diferença de viscosidade pode ser devida a um problema ocorrido durante a fusão dos queijos com vapor. Os queijos compactaram-se muito durante a etapa de hidratação sob agitação, tendo sido encontrado ao final do processo grande parte do queijo compactada aderida embaixo das hélices do misturador. Além disto, o queijo do reino fundido apresentou perceptivelmente arenosidade uma característica bastante indesejável para produto.

Figura 9: Curva de escoamento de queijo fundido obtido a partir de queijo do reino e provolone ralados com 3 mm e secos a 30 °C. A) Tixotropia no estado transiente; B) estado estacionário.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Tabela 17: Parâmetros reológicos queijos fundidos reino e provolone

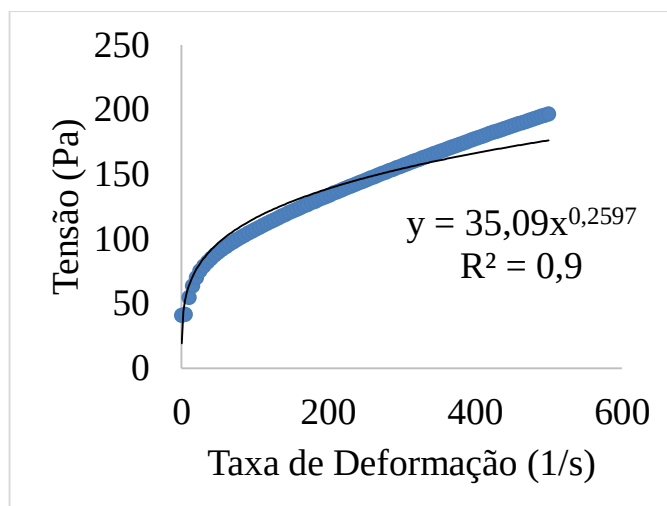
Queijos	Propriedades Reológicas rotacionais		
	Tensão Inicial (Pa)	Viscosidade aparente (Pa.s) a 500 s ⁻¹	Tixotropia (Pa/s)
Reino RP	46,2 ± 11,92	40,05 ± 11,43	1,74x10 ⁴ ± 4,14 x10 ⁴
Provolone RP	34,98 ± 4,43	38,59 ± 3,67	1,10x10 ⁴ ± 1,63 x10 ³

Apesar de pouco viscoso e elástico, os queijos fundidos apresentaram tixotropia e tensão residual inicial durante o período transiente (Tabela 17). Os valores de tensão residual foram entre 35-46 Pa e a tixotropia na ordem de 1-2 x 10⁴ Pa/s, os quais foram similares ao requeijão desenvolvido por (Amaral, 2017). Observou-se um comportamento tipo Hershey Buckley (HB), com tensão residual inicial, durante o período de escoamento transiente e comportamento pseudoplástico quando o escoamento tornou-se estacionário, como apresentado nas Equações da Tabela 18.

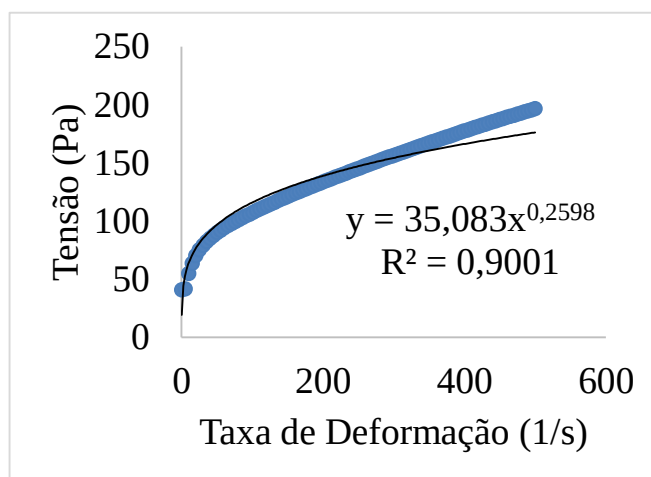
Tabela 18: Equações constitutivas de queijos fundidos a partir de reino e provolone ralados (RM) e secos a 30 °C.

Queijos	Modelo de fluido HB em estado transiente	Modelo de fluido pseudoplástico em estado estacionário
---------	--	--

Reino $\text{¥} = 43,98$, $K = 2,141$, $n = 0,6311$ Chi^2
RP $= 418,3$ $r = 0,9974$



Provolon $\text{¥} = 24,78$, $K = 8,852$, $n = 0,4837$ Chi^2
e RP $= 191,6$ $r = 0,9995$



Devido as características indesejáveis obtidas com a formulação 1 e problemas no processamento, testou-se uma segunda formulação resultado das alterações feitas no processo. Para minimizar a arenosidade mediante uma melhor hidratação da rede de proteína, decidiu-se aumentar o tempo de entrada de vapor, o que teve como consequência direta um aumento na quantidade de água condensada dentro do tanque de mistura. Desta forma, decidiu-se não adicionar água ou leite fluido ao processo. Então, toda água adicionada teve a origem no vapor e o leite fluido foi substituído por leite em pó integral. As formulações 1 e 2 ficaram com as composições bem similares. A grande alteração foi no processamento, em que aumentou-se a quantidade de vapor injetado (Tabela 20) e tomou-se muito cuidado para não ocorrer a precipitação da massa durante a etapa de hidratação.

Tabela 19: Formulação encontrada como ideal para processo de produção de queijo fundido a partir de mistura em pó

Formulação Requeijão em pó		
Massa em pó	37g	35%
Creme com 50% Gordura	0g	0%
Sal Fundente S9	1,14g	1,10%

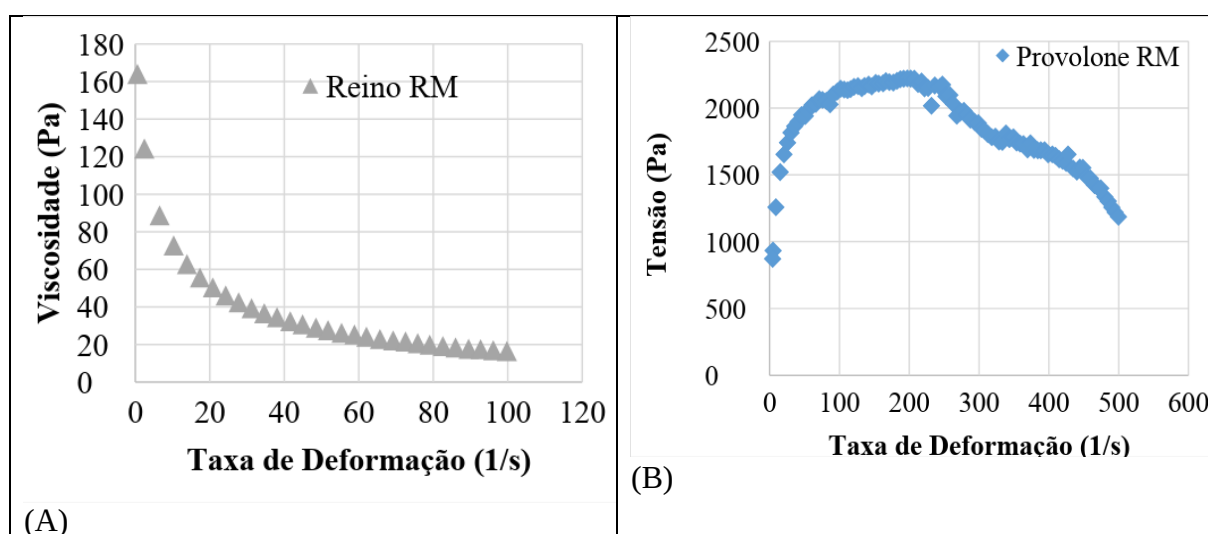
Leite integral em pó	3,0 g	2,91%
Água (condensada do vapor incorporado)	61,56 ml	59,88%
Sorbato	0,09g	0,08%

Tabela 20: Processo otimizado para queijo fundido com ingredientes secos.

Processo	Tempo (min)
Incorporação 2 voltas	1:30
Incorporação 2 voltas	2:00
Incorporação 2,5 voltas	0:30
Incorporação 2 voltas	1:30
Incorporação com 30s batimento	1:30
Incorporação + leite em pó	0:15
Incorporação	1:30
Batimento	0:45
Total Tempo processo	8:10
Incorporação de água pelo processo	61,56 ml

O produto obtido através da redução de partícula com ralo médio e secagem a 30 °C e com formulação da Tabela 19 foi analisado por reologia (Figura 11). Para o queijo do reino, só foi possível analisar até a taxa de deformação de 100 s^{-1} , visto que a viscosidade do produto ficava muito baixa e este escoava para fora da geometria. A Tabela 20 mostra que o queijo do reino fundido apresentou uma consistência inicial dez vezes mais elevada do que o do provolone e do que os queijos da formulação 1. O valor da tixotropia do queijo do reino fundido das duas formulações foi bem similar, mas o provolone apresentou menor tixotropia nesta última situação.

Figura 10: Curva de escoamento de queijo fundido preparado a partir de queijo seco a 30 °C e particulado em ralo médio (4 mm) . A) queijo do Reino; B) Queijo Provolone



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

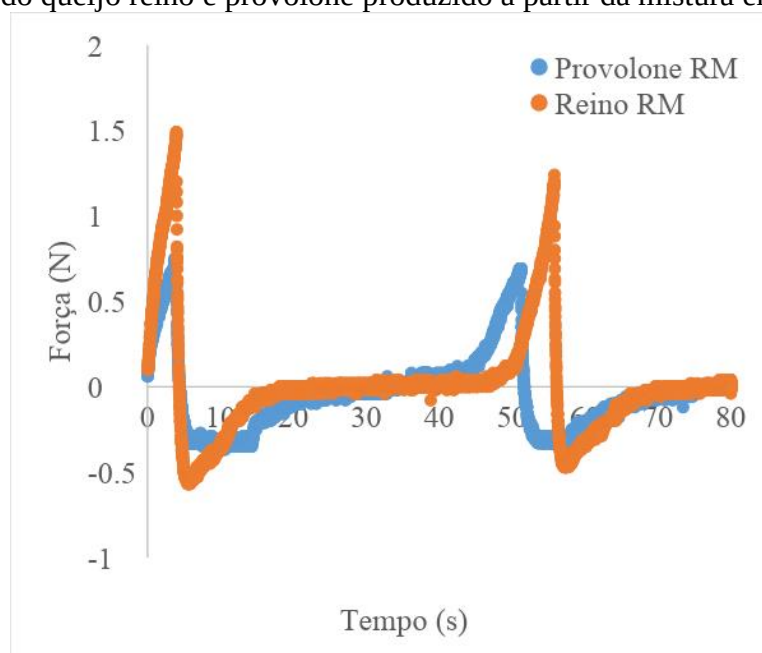
Tabela 21: Parâmetros reológicos queijos fundidos reino e provolone

Queijos	Propriedades Reológicas rotacionais		
	Tensão (Pa)	Inicial	Viscosidade aparente (Pa.s) a 500 s ⁻¹
Reino RM	553,83 ± 61,55		17,16 ± 0,78
Provolone RM	933,5		11,86
Reino RP	46,2 ± 11,92		40,05 ± 11,43
Provolone RP	34,98 ± 4,43		38,59 ± 3,67
			Tixotropia (Pa/s)
			1,67 x10 ⁴ ± 3,01 x10 ³
			1,74e+04 ± 4,14e+04
			1,10e+04 ± 1,63e+03

Legenda: provolone RM, devido seu comportamento altamente concentrado análise não foi continuada.

Devido a elevada consistência dos produtos da segunda formulação, efetuou-se a análise do perfil de textura (TPA) (Figura 11 e Tabela 21), tanto dos queijos desenvolvidos no presente estudo, quanto para dois queijos fundidos comerciais importados fabricados a partir de queijo maturado gouda e emmental. O perfil de textura dos queijos fundidos do reino e provolone apresentaram comportamento típico com primeiro pico de máximo maior do que o segundo e com dois picos negativos, que são associados a adesividade do material. Os picos do primeiro de segundo ciclos foram maiores para o queijo do reino, corroborando com os dados obtidos em testes rotacionais.

Figura 11 : TPA do queijo reino e provolone produzido a partir da mistura em pó



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Tabela 22 : Parâmetros entre queijos fundidos comerciais e queijo fundido através do processo de secagem e fabricado.

Queijo	Firmeza (N)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (mJ)	Elasticidade (mm)
Reino seco ralo médio*	1,49	1,63	11,4	6,85
Provolone seco Ralo médio*	0,75	1,24	11,2	8,85
Emmental	1,52 ± 0,15	1,08 ± 0,23	5,6 ± 2,3	5,11 ± 0,93
Gouda	2,06 ± 0,57	1,89 ± 0,65	13,2 ± 7,6	6,61 ± 1,53

* Não foi possível realizar replicatas da análise.

Comparando as amostras e analisando os dados obtidos na textura, é possível afirmar que os queijos fundidos produzidos ficaram com características de textura bem próximos dos queijos fundidos comerciais. Sendo que os valores de firmeza do reino e emmental estão muito próximos, e provolone e queijo fundido com menor firmeza. Em termos de gomosidade o queijo do reino alcançou valores próximos do gouda, enquanto que o provolone se assemelhou mais com emmental, na mastigabilidade os queijos produzidos ficam com valor muito próximo do gouda, enquanto o emmental foi o que apresentou menor valor.

A elasticidade foi muito maior nos produtos produzidos a partir da mistura em pó, mais os valores obtidos estão próximos dos encontrados em amostras distribuídas no comércio. Então mesmo com alguns valores que diferenciam, os valores são aceitáveis para característica do produto.

6 CONCLUSÃO

O processo de redução de partícula por meio de triturar em liquidificador resultou em elevada liberação de gordura devido ao aquecimento do produto durante o processo cisalhante, não sendo considerado adequado para a etapa de secagem dos queijos. Desta forma, foi necessário conduzir o processo de redução de partículas em raladores de queijo. Foram produzidas amostras em raladores com orifício de 3 ou 4 mm de diâmetro, sendo o maior orifício o que resultou em menor liberação de gordura. O processo de secagem realizado a 30 °C foi mais adequado por não liberar gordura da matriz protéica, o que não ocorreu a 45 °C. No estudo da cinética de secagem, observou-se diferença na taxa inicial de secagem em função do tamanho de partícula para o queijo provolone. No entanto, esta diferença não foi observada para queijo do reino. Portanto, as melhores condições de processo para obtenção de um queijo particulado seco com livre escoamento foram o uso de um ralo com orifício de 4 mm e secagem a 30 °C.

A segunda parte do trabalho foi destinada ao desenvolvimento da formulação e processo de fusão da mistura a base de queijos em pó. Para adequada fusão das partículas secas foi necessário um tempo mais longo de hidratação da massa seca por meio de vapor, quando comparado a requeijão de massa acidificada e desengordurada. Devido a necessidade, de maior injeção de vapor, o que causou aumento no conteúdo de água da formulação, adicionou-se leite em pó na formulação da mistura em pó a base de queijo. Os produtos finais, ou seja, os queijos fundidos produzidos com menor tamanho de partícula apresentaram arenosidade. Já os queijos fundidos produzidos com ralo de orifício de 4 mm (ralo médio) apresentaram comportamento reológico similar aos queijos fundidos comerciais produzidos com queijo in natura maturados (Gouda ou Emmental).

De uma forma geral, as amostras a base de queijo provolone liberaram mais gordura durante os processos de redução de partículas e de secagem, bem como também apresentaram-se como mais fáceis para hidratação e fusão da massa no processamento dos queijos fundidos. Isto possivelmente foi devido a estrutura da matriz protéica, a qual é filada para o caso do queijo provolone e particulada para o queijo do reino.

Portanto, as melhores condições para produção de mistura em pó para queijo fundido a partir de queijos maturados foram: redução de tamanho de partícula em ralo de orifício de 4 mm de diâmetro, secagem a 30 °C, fusão da massa com injeção vapor por pelo menos 8 minutos e formulação sem adição de creme de leite e contendo apenas o queijo seco, leite em pó, sais fundentes e conservante. É possível concluir que o objeto de estudo deste trabalho, é muito prático ser realizado e bastante viável na visão industrial, possibilitando o aproveitamento de produtos fora da margem de comercialização e a inclusão de pequenas empresas neste mercado de queijos fundidos. O trabalho ainda mostra uma direção onde é possível desenvolvimento de vários queijos fundidos seja de sabor único e mix de pós, uma vez que indústria que opte apenas pelas compras do mix de pós ou pó puro, corta vários processos na produção de queijos fundidos diminuindo custo da produção uma busca em quase todas indústrias presentes no mercado.

Como sugestão para trabalhos futuros tem-se otimizar as condições de secagem e redução de tamanho de partícula para obtenção do queijo seco totalmente sem liberação de gordura. Ainda seria interessante entender a influência da gordura na secagem e vida de

prateleira do produto, análises sensoriais, bem como os efeitos da mistura de diferentes queijos em pó na textura e reologia do produto.

7 REFERÊNCIAS

AMARAL, JOÃO BOSCO, *Desenvolvimento de massa láctea em pó e do processo de aplicação para requeijão*, 2017, 63p, trabalho conclusão curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa- PB, 2017

ALVES, ROSA MARIA VERCELINO, *Estabilidade de requeijão cremoso em diferentes embalagens com e sem exposição da luz*, 2004, 193p, tese – Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2004

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de leite e produtos lácteos. Brasília, 1997. 77p.

COSTA, R. G. B.; LOBATO, V.; ABREU, L. R. *Aspectos físico-químicos do queijo Prato submetido a salga em salmoura estática e com agitação*. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 60, n. 344, p. 3-16, 2005.

CASTANHEIRA, A.C.G., *Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados*. Cap Lab, 2012.

CÁSSIA, RITA DOS SANTOS N. DA S. , *Caracterização sensorial e reológica de requeijão light adicionado de concentrado protéico de soro* , 2010, 167p, dissertação – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais- MG, 2010

CERRI, C.; DE SOUZA, E.; GLOBO RURAL 2002, 17, 36.

DAUDIN, J. D. *Calcul dès cinétiques de séchage par l'air chaudes. Science Aliments.* , v.3, n.1, p. 1-36, 1983.

ERMOLAEV, V. *Kinetics of the Vacuum Drying of Cheeses*. Foods and Raw Materials, v. 2, n. 2, p. 130–139, 2014.

EPAMIG. *Os Queijos na Fazenda*. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

ERBAY, Z., KOCA, N., KAYMAK-ERTEKIN, F., UCUNCU, M. **Optimization of spray drying process in cheese powder production. *Food and Bioproducts Processing***, 93:156–165, 2015.

FINK, J. R. ***Dinâmica de minerais pedogênicos e adsorção de fósforo em solos sob distintos usos e manejos***. Porto Alegre, BR- RS, 2012 . Dissertação apresentada como um dos requisitos á obtenção do grau de mestre em ciência do loso. Porto Alegre, RS, 2012

FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., McSEWEENEY, P. L. H. (2000). ***Fundamentals of cheese science***. USA: Aspen Publications.

FURTADO, A. M. ***Análise Físico-química do leite e derivados***. Juiz de Fora, Minas Gerais, 1981

FURTADO, M. M. ***Queijo com olhaduras***. 1ª ed. São Paulo: Fonte Comunicações, 2007. 179 p.

FURTADO, M. R. A. ***Caracterização histórica, tecnologia de fabricação, características físico-químicas, sensoriais, perfil de textura e de comercialização do queijo Reino***. 2008. 95 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

GARRUTI, D. S. et al. E ***Aceitação De Requeijão Cremoso***. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 3, p. 434–440, 2003

JAY, J. ***Microbiologia de Alimentos***. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JESUS, C. C. ***Contribuição para a caracterização físico-química e sensorial do pão de queijo***. (Dissertação – Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.MEILGAARD,

LUTZ, Adolfo. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. ***Métodos físico-químicos para análise de alimentos edição IV***, 2008.

MACHADO, A.V.; OLIVEIRA, E.L.; SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, J.A. ***Influência da espessura com o tempo de secagem em sistemas solar de radiação direta e indireta. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA)***, Belo Horizonte – MG, v.3, p. 44-51, 2008.

REIS, Adriana Rubim. ***Caracterização físico-química e identificação dos elementos metálicos dos queijos Minas do Serro e Minas da Serra da Canastra***. Belo Horizonte, 1998.

VAN DENDER A.G.F. ***Princípios básicos da fabricação de queijos fundidos de requeijão cremoso***. Leite e Derivados, v. 1, n. 3, p. 26, 1992

VARMING, C.; BECK, T.K.; PETERSEN, M.A.; ARDO", Y. ***Impact of processing steps on the composition of volatile compounds in cheese powders. International Journal of Dairy Technology 2011***, 64(2), 197–206

K.Perry. ***Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos***, Quim. Nova, Vol: 27, No. 2, 293-300, 2004

PINEDO, A. A. ***Secagem a vácuo de cenoura (Daucus carota) e abóbora (curbita máxima): Estudo das características do processo. Dissertação*** (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Departamento de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, p.173, 2003.

TADINI, Carmen Cecilia. ***Operações Unitárias na Indústria de Alimentos***. LTC, 11/2015.

TAVEIRA, L. B. ***Aspectos físico-químicos e sensoriais do queijo reino maturado sob diferentes condições, visando à exportação***. 2013, P. 118, dissertação – Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, 2013