



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM
ENGENHARIA QUÍMICA



A Framboesa e sua Aplicação em uma Empresa Alimentícia

Autor: Henrique Melchionna Torres

Orientadora: Professora Dr^a Júlia Ribeiro Sarkis

Co-orientadora: Professora Dr^a Aline Schilling Cassini

Porto Alegre, dezembro de 2016

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande do Sul por ter me proporcionado experiências além do ensino acadêmico. Agradeço ao governo federal por ter me proporcionado a chance de estudar um ano no exterior e enriquecer incomensuravelmente minha formação. Também agradeço aos professores e educadores por transmitirem seus conhecimentos e experiências, especialmente a minha orientadora e co-orientadora por me auxiliarem nesta etapa final.

Agradeço às pessoas que acreditaram na minha capacidade e me deram a oportunidade de aprender trabalhando e aos colegas de trabalho que me incentivaram a fazer o meu melhor. Especialmente, agradeço a minha família, amigos, colegas e demais pessoas próximas pelo apoio durante esses seis anos.

Resumo

A alimentação diária pode tanto contribuir com as defesas do organismo na prevenção de doenças quanto prejudicar a saúde e causar adoecimento. Na linha de alimentos que auxiliam na manutenção da saúde estão os alimentos funcionais. Essa classe de alimentos possui compostos bioativos que fortalecem o corpo contra enfermidades. A framboesa é considerada um alimento funcional, pois possui compostos como antocianinas e elagitaninos que atuam de forma benéfica no corpo humano. No presente trabalho foram analisados os compostos presentes na framboesa e seus benefícios à saúde, suas composições e mecanismos de ação. Também foi analisado o consumo de framboesa no Brasil, mais especificamente no Rio Grande do Sul e constatado que o consumo de framboesa é muito menor do que o seu potencial. O objetivo, então, deste trabalho foi estudar a viabilidade de um método para a melhor inserção da framboesa na alimentação da população. O método utilizado foi a criação de uma empresa alimentícia com produtos baseados na framboesa. Os produtos analisados foram sorvete de framboesa, iogurte grego de framboesa, barras de cereal com framboesa e framboesa seca. Foram investigados os equipamentos e a energia necessários, bem como a capacidade de produção usando como estudo de caso uma empresa alimentícia fictícia de pequeno porte. O processo produtivo foi analisado desde o plantio das framboesas até o final da produção de cada produto, mostrando como é cada processo e como estes interagem entre si. Concluiu-se que é tecnicamente viável a inserção da framboesa no processo de fabricação de cada um dos produtos e, portanto, é extremamente viável a sua inserção na mesa do consumidor. A análise energética e econômica indica que é, além de tecnicamente viável, também economicamente viável a produção destes alimentos, tanto por parte de empresas já existentes quanto por parte de novas empresas que venham a surgir, como foi o foco deste trabalho.

Lista de Figuras

Figura 1 a) Fruto de framboesa a) pedúnculo b) cálice c) anteras secas d) receptáculo e) drupéola f) semente. Retirado de OLIVEIRA et al. (2007). Figura 1 b) Framboesas recém colhidas. Retirado de Pixabay (2016).	4
Figura 2: Campo de plantação de framboesas. Retirada de BURGUES (2011).	5
Figura 3: Estrutura básica das antocianinas. Retirado de (STINTZING; CARLE, 2004).	7
Figura 4: Molécula Sanguiin H-6, um elagitanino encontrado na framboesa. Retirado de (SCHWAB, 2010).	7
Figura 5: Processo de produção de iogurte tradicional. Adaptado de LEE; LUCEY (2010). ..	9
Figura 6: Localização de Vacaria	12
Figura 7: Fluxograma do processo.....	14
Figura 8: Tanque de pasteurização e maturação (Fornecida pelo fabricante).	16
Figura 9: Barra de Cereal	17
Figura 10: Secador industrial de frutas. Obtida em mercadolivre.com.br.....	18

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tabela nutricional da framboesa vermelha. Adaptado de RAO; SNYDER (2010).. 6

Tabela 2: Quantidade a ser produzida de cada produto..... 20

Sumário

1	Introdução	1
2	Revisão Bibliográfica	3
2.1	Framboesa	3
2.1.1	Nutrientes	5
2.2	Produtos	8
2.2.1	logurte	8
2.2.2	Sorvete	9
2.2.3	Barra de Cereal	9
2.2.4	Frutas Secas	10
3	Estudo de Caso	11
3.1	Descrição	11
3.2	Empresa	11
3.3	Localização	11
3.4	Plantação	12
3.5	Fábrica	13
3.6	Formulações	14
3.6.1	Sorvete de Framboesa	15
3.6.2	logurte de Framboesa	16
3.6.3	Barra de Cereal	16
3.6.4	Framboesa Seca	17
3.6.5	Calda de Framboesa	14
3.6.6	Pasteurização do Leite	15
4	Resultados	19
4.1	Balanço de Massa	19
4.2	Balanço de Energia	20
4.2.1	Demanda de Refrigeração	21
4.2.2	Demanda de Aquecimento	22
5	Discussão	25
6	Conclusões	27
7	Referências	29

1 Introdução

Os cuidados com a alimentação têm se mostrado tão importantes quanto ou até mais importantes do que a prática de exercícios físicos na busca por uma vida saudável. Alimentos funcionais, por sua vez, têm recebido grande atenção por unirem nutrição e compostos benéficos à manutenção da saúde ou à redução do risco de doenças. Alimentos funcionais podem ser tanto naturais quanto processados ou enriquecidos.

Um exemplo de alimento funcional que recebe pouca atenção no Brasil é a framboesa. Essa fruta possui compostos fenólicos benéficos a saúde e é rica em antioxidantes. Ela é consumida em grande quantidade nos Estados Unidos, em Portugal e outros países, entretanto, mesmo a planta sendo adaptada ao Brasil e possuindo produção nacional, ela não possui aqui um consumo expressivo. A cidade com maior produção de framboesa no Brasil é Vacaria, localizada na região nordeste do Rio Grande do Sul, entretanto, parte de sua produção é enviada para o sudeste brasileiro e a outra parte é exportada, fazendo com que a oferta de produtos contendo framboesa seja bastante escassa no Rio Grande do Sul.

A inclusão desta fruta que alia um sabor atraente, baixa quantidade de calorias e riqueza de compostos antioxidantes na alimentação pode gerar um impacto positivo a saúde. Um dos maiores usos da framboesa nos dias atuais é em geleias, que não são um alimento presente no dia-a-dia de boa parte da população. Isso faz com que a população não tenha o hábito de ingerir uma importante fonte de compostos antioxidantes somente devido a sua ausência em produtos que a sociedade consuma de forma mais expressiva.

Nesse contexto, esse trabalho estuda um modo para a inclusão da framboesa na dieta da população através da criação de uma empresa alimentícia que utiliza essa fruta em alimentos já presentes no cotidiano da população. Esse trabalho tem como objetivo estudar o processo produtivo desses produtos aplicados de forma empreendedora, considerando uma empresa que produza as framboesas. Serão analisadas separadamente as manufaturas de sorvete de framboesa, iogurte de framboesa, barras de cereal com framboesa e framboesa seca. Em seguida serão investigadas as interações e otimizações possíveis dentro de uma fábrica de processamento destes alimentos.

O trabalho culmina numa análise técnica dos processos, de viabilidade e de capacidade de produção da empresa. Serão analisados os balanços de massa e energia bem como uma investigação mais aprofundada das demandas de aquecimento, de refrigeração e energia elétrica para a definição das melhores formas de suprir cada uma dessas demandas.

Para tal finalidade, a primeira etapa é realizar uma vasta revisão bibliográfica sobre a framboesa, suas características, qualidades, nutrientes e potenciais aplicações. Mais do que apenas ser viável economicamente, o projeto deve visar manter as propriedades benéficas à saúde nos produtos alimentícios, portanto, o processo não pode ser agressivo às frutas. Com essas informações foi possível comprovar a real necessidade do projeto e a sua importância.

2 Revisão Bibliográfica

A busca por produtos alimentícios cada vez mais saudáveis e a busca por dietas cada vez mais ricas e completas fez surgir uma nova classe de alimentos, chamados alimentos funcionais (KUMAR et al., 2015). Esse termo surgiu no Japão para designar alimentos que possuíssem propriedades que fortalecessem a saúde, não apenas nutrindo, mas contribuindo na prevenção de doenças e fortalecendo o corpo (KWAK; JUKES, 2001). Na conjuntura atual (2016), os alimentos funcionais apresentam grande importância no mercado alimentício. Em 2010, o mercado deste segmento era estimado em US\$ 168 bilhões; dessa forma, grande parte dos investimentos em inovações e marketing das empresas alimentícias está voltado para este tipo de alimento (SIRÓ et al., 2008; VICENTINI et al., 2016).

Na mesma linha, frutas e vegetais são universalmente conhecidos por serem saudáveis e apresentarem uma imensa gama de nutrientes e compostos que fortalecem o corpo e previnem doenças (SLAVIN; LLOYD, 2012). Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, um adulto deveria em média consumir quatro copos e meio de frutas e vegetais por dia, enquanto crianças deveriam ingerir entre dois e três copos e meio (USDA, 2010). Entretanto, o percentual de pessoas que atinge essas recomendações ainda é muito baixo, tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil, mostrando que existe uma necessidade do aumento do consumo de frutas e vegetais na sua forma natural ou de produtos que contenham tais alimentos (NEUTZLING et al., 2009; LUPPOLD, 2013).

Nesse contexto, o aumento do consumo de framboesa atende tanto às demandas por alimentos funcionais quanto contribui para o aumento do consumo de frutas. Por ser uma fruta doce e pouco calórica (Tabela 1), a maior disponibilidade de produtos de framboesa tem o potencial de fazer com que um público que não consome frutas em quantidade necessária passe a consumir.

2.1 Framboesa

Framboesas são conhecidas por possuírem um perfil único de fitoquímicos rico em vitamina C, antocianinas e elagitaninos benéficos para a saúde que as diferencia de outras frutas pequenas e de frutas em geral (RAO; SNYDER, 2010). Framboesas podem ser ingeridas in natura, congeladas, processadas, ou podem ser utilizadas como ingrediente em formulações e receitas, sendo, portanto, um alimento multifacetado (NEGOITA et al., 2012; VILLAMOR et al., 2013).

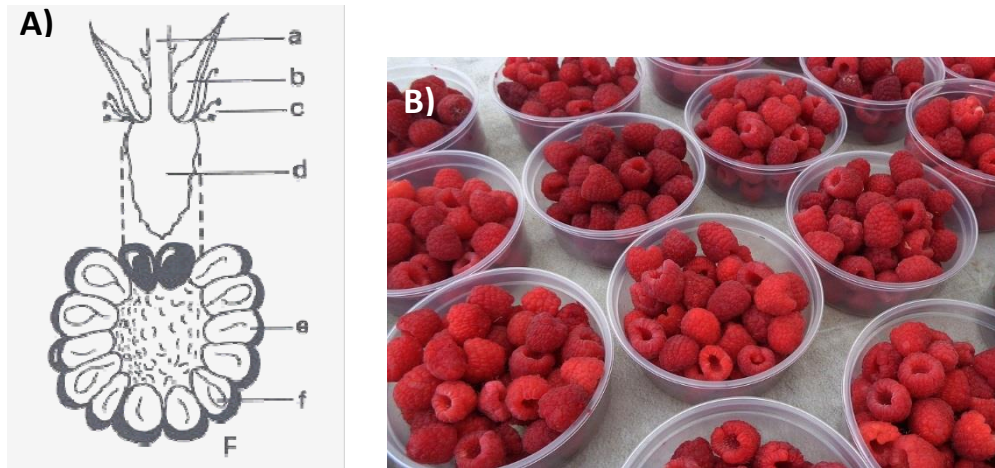
Existem registros de que a framboesa é consumida há milênios pela humanidade. Foram encontradas sementes de framboesa em fortes no Reino Unido datando do período romano. Soldados romanos teriam levado consigo sementes de framboesa vermelha enquanto marchavam, disseminando seu cultivo por toda Europa (FUNT; HALL, 2013). Também foram encontrados registros de frutos do gênero *Rubus* sendo usados medicinalmente por Hipócrates, Dioscórides entre outros na Grécia antiga (HUMMER, 2010). No Brasil, por sua vez, o cultivo da framboesa foi iniciado por imigrantes alemães, em data desconhecida, que trouxeram as culturas da Europa e se estabeleceram na região da Alta Mantiqueira (Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro) (RASEIRA et al., 2004).

Pertencente à família das Rosáceas e ao gênero *Rubus*, a framboesa (Figura 1 “A” e “B”) é um fruto arbustivo original da Europa e da Ásia. Morfologicamente, a framboesa é composta por aglomerados de pequenas drupas, chamadas drupéolas. Drupas ou

drupéolas são frutos verdadeiros contendo apenas uma semente no endocarpo. Cada drupéola nasce da fertilização de um ovário diferente da mesma flor de framboeseira e é aderida a um receptáculo comum (Figura 1 “A”). Por ser um agregado de drupéolas, a framboesa é considerada um fruto múltiplo de drupas, ou um fruto agregado. Esse é um dos motivos que torna a framboesa uma fruta tão delicada (RASEIRA et al., 2004; BIDLACK; JANSKY, 2013; FUNT; HALL, 2013).

Figura 1 A) Fruto de framboesa a) pedúnculo b) cálice c) anteras secas d) receptáculo e) drupéola f) semente. Retirado de OLIVEIRA et al. (2007).

Figura 1 B) Framboesas recém colhidas. Retirado de Pixabay (2016).



O subgênero *Idaeobatus*, no qual as framboesas vermelhas se encontram, possui aproximadamente duzentas espécies selvagens, que se distribuem nos cinco continentes. Originária das montanhas onde agora se encontra a Turquia, a framboesa vermelha europeia selvagem típica é a framboesa da espécie *Rubus idaeus* L. (OLIVEIRA et al., 2007). Na busca por adaptações climáticas e melhoramentos genéticos, diversas espécies foram cruzadas, gerando diferentes cultivares que apresentam características singulares, tanto em relação ao fruto quanto ao arbusto em si. Cultivares modernos são derivados na sua maioria da framboesa vermelha europeia (*R. idaeus* subsp. *vulgatus*) e da framboesa vermelha americana (*R. idaeus* subsp. *strigosus*) (FUNT; HALL, 2013).

As cultivares podem ser remontantes ou não remontantes. Espécies remontantes são aquelas que frutificam duas vezes por ano e possuem uma exigência menor de frio. As espécies não remontantes, por sua vez, frutificam apenas uma vez por ano e têm uma exigência maior de frio. Morfologicamente, para uma framboesa ser considerada remontante a diferenciação floral dos gomos deve acontecer em paralelo com o crescimento, por conseguinte, em framboesas não remontantes a diferenciação dos gomos ocorre apenas ao final do crescimento (OLIVEIRA et al., 2007). A escolha da variedade remontante ou não remontante vai influenciar no tipo de poda, época do ano de colheita, tamanho dos frutos e vários outros fatores (BARROTE, 2014). A Figura 2 abaixo mostra um campo de plantação de framboesas na Inglaterra.

Figura 2: Campo de plantação de framboesas. Retirada de BURGUES (2011).



2.1.1 Nutrientes

Além de possuir nutrientes essenciais como proteínas, vitaminas e minerais (Tabela 1), as framboesas possuem compostos bioativos com diversos efeitos benéficos para a saúde. Framboesas vermelhas são ricas principalmente em elagitaninos e antocianinas (KULA et al., 2016). Ambos são compostos fenólicos fitoquímicos que auxiliam no fortalecimento de funções do corpo (RAO; SNYDER, 2010).

Antocianinas são flavonoides responsáveis por dar cor a uma gama de frutos, flores, folhas e vegetais, incluindo açaí, cereja e morango. Elas são a maior e provavelmente mais importante classe de pigmentos solúveis em água presentes em plantas (SMERIGLIO et al., 2016). Nos países em que os pequenos frutos são abundantes, estima-se que o consumo médio de antocianinas varie de 12,5 a 65 mg/dia (WU et al., 2006; ZAMORA-ROS et al., 2011). Diversos estudos associam antocianinas a características antioxidantes, anti-inflamatórias e anticarcinogênicas (ZAFRA-STONE et al., 2007; HE; GIUSTI, 2010; TSUDA, 2012; FOLMER et al., 2014; PRIOR et al., 2016). Elas são também responsáveis por diversas funções vitais em plantas, incluindo conferir coloração intensa, atrair polinizadores, contribuir com a dispersão das sementes e proteger contra raios ultravioleta (HOLTON; CORNISH, 1995).

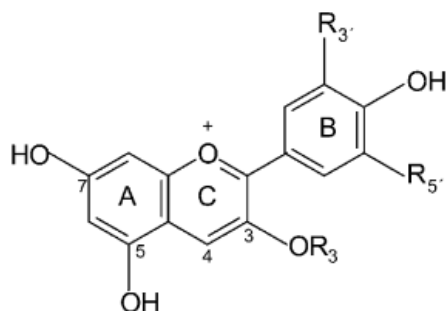
Tabela 1: Tabela nutricional da framboesa vermelha. Adaptado de RAO; SNYDER (2010)

Tipo	Nutriente	Por 100g
Principais Componentes	Água (g)	85,75
	Valor Energético (kcal)	52
	Proteínas (g)	1,20
	Lipídios Totais (g)	0,65
	Carboidratos (g)	11,94
	Fibras (g)	6,5
	Açúcares (g)	4,42
	Sacarose (g)	0,20
	Glicose (g)	1,86
	Frutose (g)	2,35
Minerais	Cálcio (mg)	25
	Ferro (mg)	0,69
	Magnésio (mg)	22
	Fósforo (mg)	29
	Potássio (mg)	151
	Sódio (mg)	1
	Zinco (mg)	0,42
	Cobre (mg)	0,090
	Manganês (mg)	0,0670
	Selênio (mg)	0,2
Vitaminas	Vitamina C (mg)	26,2
	Tiamina (mg)	0,032
	Riboflavina (mg)	0,038
	Niacina (mg)	0,598
	Ácido Pantotênico (mg)	0,329
	Vitamina B6 (mg)	0,055
	Folato (µg)	21
	Colina (mg)	12,3
	Betaína (mg)	0,8
	Vitamina B12 (µg)	0
	Vitamina A (RE) (µg)	2
	Luteína + Zeaxantina (µg)	136
	Vitamina E, α-Tocoferol (mg)	0,87
	Tocoferol β (mg)	0,6
	Tocoferol γ (mg)	1,42
	Tocoferol δ (mg)	1,04
Vitamina K, Filoquinona (µg)	7,8	

Contendo dois anéis aromáticos (A e B na Figura 3) e um anel heterocíclico (C na Figura 3), as antocianinas são polifenóis glicosilados de coloração intensa e extremamente dependente do pH (SMERIGLIO et al., 2016). Os mecanismos pelos quais esses compostos

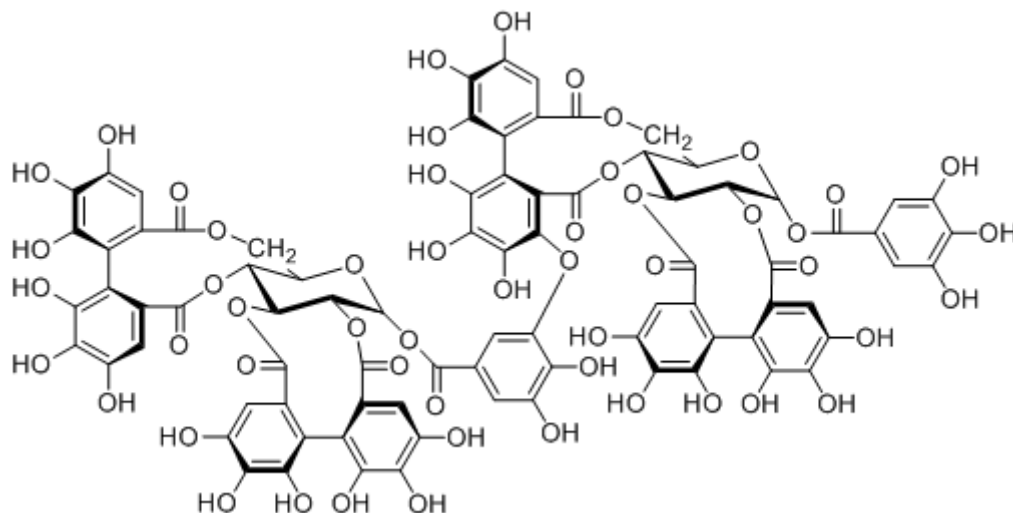
exercem seu efeito antioxidante são principalmente devido às suas propriedades oxirredutivas. Antocianinas atuam como agentes redutores, doadores de hidrogênio e supressores de oxigênio atômico (ANCOS, DE et al., 2000). Outro mecanismo antioxidante das antocianinas é o reforço das defesas antioxidantes endógenas do corpo. Segundo POJER et al. (2013), elas restauram ou aumentam a atividade de enzimas antioxidantes, ativam genes que codificam essas enzimas e ainda reduzem a formação de oxigênio reativo pelo corpo.

Figura 3: Estrutura básica das antocianinas. Retirado de (STINTZING; CARLE, 2004).



Os elagitaninos, na mesma linha, são uma importante classe de taninos naturais. Taninos são compostos polifenólicos de alto peso molecular, solúveis em água e com a capacidade de precipitar proteínas (SCALBERT, 1991). Elagitaninos são a classe de taninos mais conhecida e possuem diversos efeitos benéficos ao corpo humano, desde o controle de açúcares ao combate do câncer (RAO; SNYDER, 2010). Um exemplo de elagitanino encontrado na framboesa é o Sanguiin H-6, mostrado na Figura 4.

Figura 4: Molécula Sanguiin H-6, um elagitanino encontrado na framboesa. Retirado de (SCHWAB, 2010).



Um recente estudo chinês apontou grande citotoxicidade dos elagitaninos para células cancerosas e nenhuma citotoxicidade para células humanas saudáveis, mostrando seu potencial no combate ao câncer (LI et al., 2014). Assim como outros estudos mostraram evidências do efeito anti-HIV, antimicrobiano, antiparasitário, anti-inflamatório e regulador de açúcar no sangue dos elagitaninos (ANCOS, DE et al., 2000; XU et al., 2000; RAO; SNYDER, 2010). Nesse contexto, observam-se os benefícios à saúde o consumo tanto dos elagitaninos quanto das antocianinas e, por consequência, o motivo de framboesas serem consideradas alimentos funcionais de grande importância na dieta humana.

Por ser um produto sazonal, a framboesa precisa ser estocada a fim de ser utilizada o ano inteiro. Estudos mostram que as framboesas da subespécie “Heritage” praticamente não sofrem redução de quantidade de fenóis totais e elagitaninos, além de manterem as qualidades físicas, físico-químicas, e sensoriais com um congelamento de -20 a -24 °C por até doze meses (ANCOS, DE et al., 2000; GONZÁLEZ et al., 2002). Por ser uma cultivar remontante, a “Heritage” frutifica duas vezes ao ano, portanto, no caso de congelar a framboesa para ser usada até a próxima colheita, não seria necessário o congelamento durante doze meses (FUNT; HALL, 2013).

2.2 Produtos

O consumo de pequenas frutas, seja na forma natural, em pó, em uma formulação ou em uma bebida está associado a um grande número de benefícios à saúde. Portanto, é relevante a inclusão desses alimentos na dieta diária da população.

A seguir, serão discutidos alguns produtos que podem ser desenvolvidos à base de framboesa como forma de inserir suas características funcionais na vida cotidiana. Os produtos a seguir mostrados serão os produtos utilizados no estudo de caso.

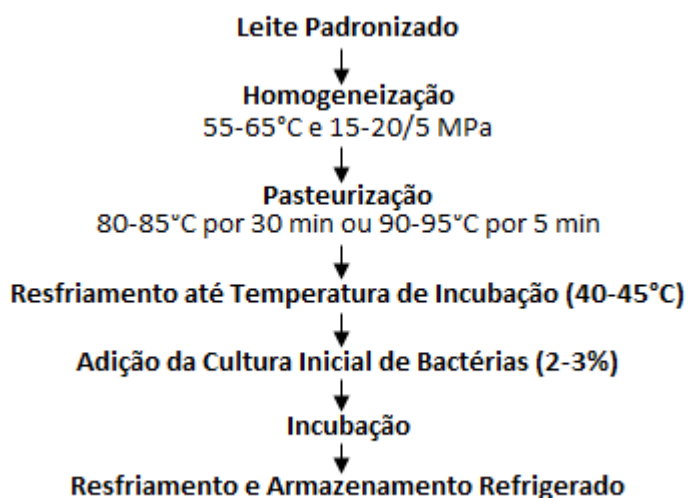
2.2.1 Iogurte

Com um mercado nacional em crescimento e com uma previsão de atingir 1,2 milhões de toneladas em 2020, o iogurte é um alimento relevante na mesa do brasileiro (MINTEL, 2016). O iogurte é um produto lácteo fermentado por cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus* subsp. *Bulgaricus*, de forma exclusiva ou complementado por outras bactérias ácido-lácticas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2007). Essas bactérias que conferem ao iogurte as propriedades probióticas responsáveis por ajustar a flora intestinal, fortalecer o sistema imunológico e pela redução de colesterol (LOURENS-HATTINGH; VILJOEN, 2001).

As principais características que influenciam na qualidade e aceitação desse produto lácteo são o sabor e a textura. Por sua vez, a textura e o sabor dependem da cultura inicial, do leite utilizado, da temperatura de fermentação e das condições de processo, entre outros fatores. Podem ser adicionados, para aumentar a consistência do iogurte, leite em pó, concentrado de proteína do leite e concentrado de proteína do soro de leite (SOUKOULIS et al., 2007).

O processo de manufatura tradicionalmente utilizado para a produção de iogurte é descrito na Figura 5. Para a elaboração de iogurte tipo grego é necessário adicionar uma etapa de retirada de soro de leite entre a incubação e o resfriamento para que o iogurte adquira a textura firme característica. Além de possuir uma textura mais agradável e possuir maior valor agregado e interesse do consumidor, o iogurte do tipo grego possui maior valor nutricional por unidade de massa quando comparado ao iogurte tradicional, por ser mais concentrado (GYAWALI; IBRAHIM, 2016)

Figura 5: Processo de produção de iogurte tradicional. Adaptado de LEE; LUCEY (2010).



2.2.2 Sorvete

Segundo a ANVISA, sorvetes de creme são produtos alimentícios elaborados com leite, derivados lácteos e/ou gorduras comestíveis. A esses insumos podem ser adicionados outros ingredientes como ovos, frutas, proteínas comestíveis e açúcares para conferirem sabor e consistência ao sorvete. É possível também ser incorporado ar ao sorvete, desde que a massa específica aparente do produto final não fique abaixo de 475 g/L de sorvete (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2000).

A manufatura desse alimento gelado é feita misturando-se os ingredientes, pasteurizando-os e homogeneizando-os, em seguida a mistura passa por um congelador dinâmico e é enviada para o endurecimento. Quando necessários, os aditivos são adicionados na etapa de congelamento dinâmico. (GOFF, 2008). A adição de frutas ao sorvete pode ser feita a fim de lhe conferir sabor e nutrientes adicionais. Por ser um alimento de grande aceitação e consumo (mais de 1 bilhão de litros consumidos no Brasil em 2015 segundo a ABIS (2016)), o sorvete possui um imenso potencial de ser um transportador de nutrientes para o corpo. É possível introduzir nutrientes essenciais ou benéficos no sorvete, transformando-o num alimento funcional (SOUKOULIS et al., 2014).

Os principais ingredientes do sorvete são proteínas, gorduras e água. Estes ingredientes formam uma emulsão trifásica que depende completamente da qualidade e das propriedades de cada ingrediente e do processo de fabricação. Para reduzir os custos de produção e manter boa parte das qualidades organolépticas, muitos aditivos costumam ser adicionados ao sorvete, como emulsificantes, estabilizantes, aromatizantes e adoçantes (GOFF, 2008).

2.2.3 Barra de Cereal

Barras de cereais são produzidas utilizando partes comestíveis de cereais na sua forma natural ou submetidos a moagem, extração, tratamento térmico, entre outros, sendo que sua composição final não pode possuir umidade maior que 15% em massa. Sua fabricação é feita normalmente a partir da compactação de cereais, podendo conter outros produtos alimentícios como chocolate, frutas secas, entre outros, desde que estejam descritos na embalagem (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005).

No processamento das barras de cereal é geralmente utilizado um agente aglutinador, que mantém os cereais unidos. Nas barras mais comuns é utilizado o xarope de glicose proveniente do milho. Uma mistura do agente aglutinador e dos demais ingredientes (cereais, frutas secas, chocolate...) é prensada em formas a uma temperatura elevada. Em seguida, as barras são resfriadas para endurecimento do agente aglutinador, desenformadas e cortadas para obtenção do tamanho e formato desejado. Cada barra pronta é então acondicionada em sua embalagem e armazenada em local fresco ou sob refrigeração para aumentar sua durabilidade (FREITAS; MORETTI, 2006).

2.2.4 *Frutas Secas*

De acordo com a legislação brasileira, frutas secas ou dessecadas são o produto obtido através da retirada de parte do conteúdo de água de frutas maduras inteiras ou em pedaços, empregando a tecnologia adequada (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1978).

Frutas podem ser desidratadas utilizando calor convectivo, liofilização, rádio frequência, micro-ondas, radiação e outras tecnologias. Por ser a mais barata e por obter resultados satisfatórios, a prática mais comum é o uso do calor convectivo (FERNANDES et al., 2011). Destes, o método convectivo é também o que necessita equipamentos mais simples e menores investimentos, sendo o método mais utilizado industrialmente para produção em grande quantidade (NIJHUIS et al., 1998).

Por ser um processo envolvendo altas temperaturas, é relevante avaliar o efeito do processo de secagem nos compostos bioativos. Mais especificamente aplicado a framboesa, foi estudado o efeito de diversas técnicas de secagem na preservação e retenção dos compostos fenólicos. Concluiu-se que todas as técnicas reduzem a quantidade de compostos fenólicos disponíveis; entretanto, a técnica convectiva é a mais danosa à estrutura da fruta e aos seus nutrientes, sendo sugerida a sua substituição por outro método quando economicamente viável (MEJIA-MEZA et al., 2013). Segundo MEJIA-MEZA et al. (2010), com um aquecimento de 76,6 °C, o tempo de secagem da framboesa é de 4,5 horas para atingir aproximadamente 5% em massa de água.

3 Estudo de Caso

3.1 Descrição

A partir da revisão de diversos artigos e livros atuais (seção 2) foi identificada a enorme demanda por alimentos funcionais em todo o país e no mundo. Na direção oposta, foi constatado empiricamente que existe uma ínfima disponibilidade de produtos de framboesa no Rio Grande do Sul, que possui o maior polo nacional de produção de pequenas frutas na cidade de Vacaria, região nordeste do estado (PREFEITURA MUNICIPAL DE VACARIA, 2016). Essa combinação de fatos prova a existência de uma demanda parcialmente suprida ou a existência de espaço para a expansão da oferta.

O meio pelo qual este trabalho sugere que as framboesas sejam melhor incluídas na dieta da população é a criação de uma empresa alimentícia baseada em framboesa como ingrediente principal. Essa empresa produziria quatro produtos diferentes, porém todos seriam em uma linha de alimentos saudáveis. Os produtos escolhidos foram iogurte natural de framboesa, estilo grego; sorvete natural de framboesa, sem conservantes; barras de cereal com framboesa desidratada; e framboesa desidratada.

Para tanto, o presente trabalho projeta uma empresa alimentícia com uma fábrica que produz os alimentos citados. Nesse projeto são verificados a viabilidade técnica e gastos energéticos dessa fábrica, considerando que ela produza toda a quantidade necessária de framboesa em uma plantação própria e compre os demais insumos de outros fornecedores.

3.2 Empresa

Utilizando a técnica de marketing chamada “foreign branding” para associar maior valor a uma marca por ela parecer estrangeira, a empresa criada para este projeto foi chamada de Bringebær. A fim de definir uma estratégia para a companhia e seu escopo, foram criados missão, visão e valores. Sua missão é aliar saúde e prazer na alimentação diária, contribuindo para o bem-estar de uma forma prática e gostosa, utilizando a framboesa e todos os seus benefícios. Sua visão é ser uma referência na área de alimentos funcionais, sendo associada à qualidade de vida e à saúde. Seus valores são: foco na qualidade, integridade, satisfação total do cliente, sustentabilidade tanto do meio ambiente quanto da companhia e investimento nas pessoas.

A partir das definições anteriores, foi possível desenvolver as características dos alimentos manufaturados pela Bringebær. Como um de seus valores é o foco na qualidade e a sua missão é aliar saúde e prazer na alimentação diária, foram escolhidos alimentos que podem ser consumidos a qualquer momento do dia, que não possuem conservantes, que são benéficos para a saúde e, principalmente, que possuem framboesa na sua formulação. Por isso, foram formulados o iogurte natural de framboesa, estilo grego; o sorvete natural de framboesa, sem conservantes; as barras de cereal com framboesa desidratada; e a framboesa desidratada.

3.3 Localização

A cidade de Vacaria (Figura 6) foi escolhida como sede da empresa e local de plantio da framboesa. A localização da empresa foi escolhida principalmente com base em três elementos: o clima da região, a proximidade com o público alvo e a proximidade entre a plantação e o processamento.

Figura 6: Localização de Vacaria



O principal motivo da escolha da localização foi o clima da região. Como toda planta, a framboesa precisa de uma combinação de fatores climáticos específicos para florescer. No caso da framboesa, uma quantidade determinada de frio durante o ano é necessária, conforme comentado anteriormente (RASEIRA et al., 2004). Considerando que Vacaria é o maior polo de produção de pequenas frutas do Brasil tendo produzido 6 toneladas de framboesa por hectare em 2014 prova que o clima é adequado a plantação desta fruta (PREFEITURA MUNICIPAL DE VACARIA, 2016).

A amostragem da falta de oferta foi feita no estado do Rio Grande do Sul. Dessa forma, não é possível afirmar que não existam produtos derivados da framboesa no resto do Brasil. Inclusive, é sabido que São Paulo e Rio de Janeiro estão entre os maiores destinos da fruta produzida no Rio Grande do Sul (MARIANO, 2013). Por este motivo, o público alvo principal da empresa são os habitantes do Rio Grande do Sul, podendo haver expansão para todo o Brasil e o exterior em outro momento. Para manter-se próxima ao seu público alvo, é estratégico que a empresa seja sediada no estado.

Com a finalidade de reduzir custos de logística, a fábrica de processamento e congelamento das framboesas se localizam no mesmo terreno da plantação. O terreno, com treze hectares, foi orçado em 130 mil reais (dez mil reais por hectare). Destes, onze hectares são reservados a plantação, sendo nove com framboesas plantadas e dois em descanso. O hectare restante é utilizado para a construção da fábrica com estoque e das instalações necessárias para a manutenção da plantação.

3.4 Plantação

A cultivar escolhida foi a Heritage. A variedade Heritage, desenvolvida em 1969 nos Estados Unidos, é uma das variedades cujo cultivo foi mais difundido por ser uma variedade muito produtiva, com frutos de tamanho médio e rijos, e por ser muito adaptável (FUNT; HALL, 2013). Foi escolhida nesse estudo de caso por sua grande adaptabilidade, por ser utilizada no mundo inteiro e por haver uma grande quantidade de informações a seu respeito.

Por ser uma cultivar remontante, a Heritage frutifica duas vezes por ano. A primeira vez ocorre no início do verão, nos ramos do ano passado, e a segunda vez ocorre no final do verão ou início do outono (FUNT; HALL, 2013). A colheita é feita a mão, por tanto, ocorre uma grande demanda de mão de obra nessa época, aumentando os custos.

A produção média anual dessa plantação será a mesma que a média do município que a abriga, 6 toneladas por hectare. Essa produtividade será alcançada após o período de três anos, sendo este o tempo para que as mudas atinjam produtividade máxima (FUNT; HALL, 2013). Considerando uma área plantada de nove hectares, e uma produtividade de 30% da máxima no primeiro ano, 60% no segundo e 100% no terceiro, a Bringebær irá produzir 16, 32 e 54 toneladas de framboesa por ano respectivamente.

3.5 Fábrica

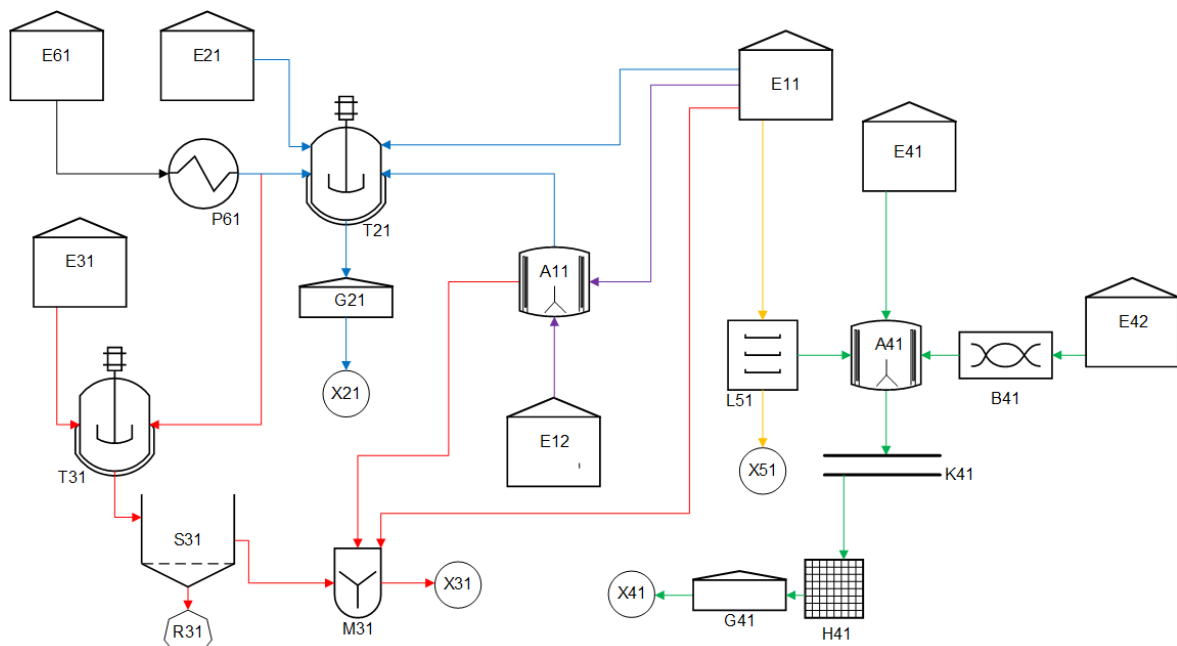
A fábrica, construída ao lado da plantação, utiliza a framboesa colhida e outros insumos na fabricação de iogurte natural do tipo grego, sorvete natural sem conservantes, barras de cereal e framboesas secas. Não serão descritos nesse estudo de caso as normas de boas práticas de fabricação e nem os métodos de higienização utilizados, apenas será considerado que a fábrica segue o regulamento da ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1997, 2002). Para efeito de tempo de produção, será considerado que a cada batelada os equipamentos são paralisados por meia hora para limpeza.

Como descrito na revisão bibliográfica, a framboesa necessita ser congelada a -24 °C para manter suas características organolépticas e funcionais. Por esse motivo, será construída uma grande câmara fria de congelamento nessa temperatura. A câmara fria terá capacidade para 54 toneladas de framboesa. Considera-se que a frutificação ocorre em duas etapas por ano (a segunda ocorre 3 meses após a primeira), sendo que um terço da produção é colhido na segunda etapa. Essa capacidade dá uma margem de segurança de aproximadamente 22% na época em que o estoque estiver mais preenchido, caso a totalidade das framboesas colhidas seja de boa qualidade.

Entre as utilidades industriais mais utilizadas, destacam-se os sistemas de vapor, fluidos térmicos, ar comprimido, gás natural, gases especiais, água industrial, refrigeração, água quente e água gelada. Nessa fábrica não existe demanda de calor suficiente para um sistema de vapor, mas existe demanda de frio para justificar um sistema de refrigeração. As demais utilidades também não serão necessárias, visto que a fábrica é de pequeno porte e o calor é gerado por resistências elétricas e seus cálculos são mostrados na seção de resultados. Cada processo é descrito em detalhes a seguir e um fluxograma do processo é mostrado na Figura 7.

Os resíduos gerados pela plantação são apenas matéria orgânica e serão utilizados como adubo na própria plantação. O único resíduo produzido na fábrica que necessita cuidado especial é o soro de leite ácido. Com um pH ácido após a fermentação e rico em nutrientes, os quase 100 litros de soro de leite produzidos diariamente podem causar diversos problemas ecológicos (MARWAHA; KENNEDY, 1988). Por ser muito nutritivo, o soro do leite tem potencial de ser utilizado principalmente em rações animais, portanto, ele será doado a criadores de animais locais como forma de gerar uma parceria na comunidade.

Figura 7: Fluxograma do processo



1) Fabricação da calda

A11 – Misturador aquecido da calda
 E11 – Estoque - framboesa
 E12 – Estoque - açúcar

2) Fabricação de sorvete

E21 – Estoque - creme de leite
 G21 - Câmara fria para endurecimento
 T21 – Tanque aquecido/resfriado e agitado
 X21 – Empacotamento e estocagem

3) Fabricação de iogurte

E31 – Estoque - fermento e leite em pó
 S31 – Separador de soro do leite
 M31 – Misturador de iogurte, calda e framboesas
 R31 - Resíduo de soro do leite
 T31 – Tanque aquecido/resfriado e agitado
 X31 – Empacotamento e estocagem

4) Fabricação de barra de cereal

A41 – Misturador aquecido do agente aglutinador
 B41 – Misturador de sólidos - cereais
 E41 – Estoque – agente aglutinador
 E42 – Estoque - cereais
 G41 - Câmara fria para endurecimento
 H41 - Cortador
 K41 – Prensa
 X41 – Empacotamento e estocagem

5) Fabricação de framboesa seca

L51 – Secador

6) Pasteurização do leite

E61 – Estoque de leite
 P61 – Pasteurizador de leite

3.6 Formulações e Produção

Formulações de alimentos são desenvolvidas a partir de testes e análises dentro de centros de pesquisa. Este estudo de caso, no entanto, não abrange esse tipo de análise. A formulação de cada alimento foi desenvolvida a partir da análise dos ingredientes básicos de cada produto e adaptada para não conter qualquer conservante ou aditivo químico. Foram também escolhidos os ingredientes de mais alta qualidade, uma vez que a qualidade dos ingredientes influencia completamente a qualidade do produto final. Visto que os produtos serão de qualidade ímpar, será cobrado um preço mais elevado por eles, a fim de viabilizar sua produção e de lhes conferir valor.

3.6.1 Calda de Framboesa

Ingredientes para 20 kg: 13,3 kg de framboesas e 6,6 kg de açúcar.

Processo:

A produção da calda é feita misturando suavemente a framboesa e o açúcar sob aquecimento a 80 °C por 10 minutos.

3.6.2 *Pasteurização do Leite*

Processo:

Para todos os processos de pasteurização será considerado o tempo de 30 minutos numa temperatura de 65 °C. O resfriamento será feito imediatamente após a pasteurização no decorrer do processo.

3.6.3 *Sorvete de Framboesa*

Ingredientes para 100 L: 25 kg de creme de leite fresco, 25 kg de leite fresco, 11,6 kg de framboesa, 13,3 kg de açúcar, 12,5 kg de gema de ovo pasteurizada. (Massa específica: 874 g/L)

Processo:

Em um tanque (T21), 12,5 kg de gema de ovo pasteurizada são batidas com 10 kg de açúcar, durante quinze minutos, formando uma liga. Vagarosamente, adiciona-se leite pasteurizado quente à liga, enquanto a mistura continua a ser agitada. Mantem-se aquecimento médio e agitação durante dez minutos para formar a base do sorvete e então resfria-se a mistura.

O próximo passo é misturar a base feita, 10 kg de calda de framboesa produzida separadamente e 25 kg de creme de leite fresco em um tanque (T21) com agitação leve e resfriamento a -24 °C, para a formação do sorvete por uma hora. Após são adicionados 5 kg de framboesas. Ao final ele deve ser transportado à câmara fria para endurecimento por duas horas a -40 °C.

O principal equipamento utilizado é um tanque (Figura 8) produzido pela empresa TECAGRO IND. E COM. EQUIP.AGROIND. LTDA – EPP com capacidade de 150 L, capaz de refrigerar e aquecer a mistura, possui isolamento térmico e é especialmente projetado para pasteurizações e preparo de sorvetes e iogurtes, portanto, será usado na manufatura dos dois produtos. Este equipamento foi orçado em R\$ 22.290,18 e a potência do impelidor é de 220 W.

Figura 8: Tanque de pasteurização e maturação (Fornecida pelo fabricante).



3.6.4 Iogurte de Framboesa

Ingredientes para 100 L: 113,3 L de leite integral, 11,6 kg de framboesa, 3,3 kg de açúcar, 4 kg de leite em pó desnatado, 3 g de fermentos lácteos. (Massa específica: 1040 g/L)

Processo:

O processo é o mesmo descrito na seção 2.2.2. O leite é pasteurizado por trinta minutos e resfriado até a temperatura de incubação, 40 °C. São adicionados a cultura de bactérias equivalente ao volume de leite e o leite desnatado em pó. Essa fábrica utiliza o fermento lácteo da empresa Docina Nutrição Ltda dosado para 100 L de leite. O leite fermenta por aproximadamente 5 horas, quando chega em pH 4,4 e é então resfriado até 5 °C. Após essa etapa, o iogurte é enviado para um tanque (S31) onde serão retirados 25% do volume de iogurte em soro do leite, para que a densidade aumente e ele adquira a textura de iogurte grego.

Dez quilogramas de uma calda de framboesa preparada separadamente e 5 kg de framboesas são adicionados lentamente ao iogurte grego, enquanto ocorre uma leve mistura para que a calda seja incorporada ao iogurte.

O fermentador utilizado é o mesmo tanque agitado utilizado na produção de sorvete. O separador do soro do leite é um tanque com o fundo em forma de funil e com um filtro de pano para que o soro passe e o iogurte engrossado fique no tanque. O misturador utilizado para misturar o iogurte grego com a calda e as framboesas é apenas um tanque metálico que será movido manualmente para que seja de forma suave e não danifique as framboesas.

3.6.5 Barra de Cereal

Ingredientes para 10 kg: 3,5 kg de aveia, 2,5 kg de flocos de arroz integral, 1 kg de amêndoas, 1,6 kg de framboesa desidratada, 0,75 kg de manteiga de semente de girassol, 0,75 kg de mel, 60 g de sal e 50 g de sementes de chia. (Massa específica: 900 g/L)

Processo:

Os cereais e o sal são misturados em um misturador de sólidos (B41). Concomitantemente, a manteiga de girassol e o mel são misturados com aquecimento, para formarem uma calda que atua como agente aglutinador. Os cereais e o agente aglutinador ainda quente são então mesclados em um outro misturador juntamente com as framboesas secas.

A mistura vai então para uma prensa (K41), onde é prensada e deixada em repouso refrigerado até que o agente aglutinador endureça. Com a barra seca e endurecida, o prensado é enviado ao cortador (H41), que corta as barras de cereal em pequenas barras de 20 g. Antes de serem embaladas, as barras passam uma hora no freezer a -24 °C para endurecerem completamente.

O misturador de grãos é um cilindro giratório de capacidade para 50 L, o misturador aquecido (A41) é um tanque com uma resistência e um impelidor, similar ao equipamento utilizado na produção de sorvete e iogurte, sem a refrigeração, com capacidade para 50 L. A prensa utilizada é uma prensa pneumática simples (80 cm x 80 cm) com um duto para escoamento interno de água na parte inferior. O corte é feito utilizando uma grade do tamanho correto das barras, que corta com o auxílio da prensa. As dimensões finais de cada barrinha são inspiradas na Figura 9, sendo 9,0 cm x 2,5 cm x 1,0 cm, considerando que serão produzidas 224 barrinhas (28 x 8), ou seja, 5,04 kg por lote e 20,25g por barra.

Figura 9: Barra de Cereal



3.6.6 Framboesa Seca

Ingredientes: 1 kg de framboesa gera 165 g de framboesa seca, deixando-se o produto final com 10% em massa de água.

Processo:

As framboesas são colocadas em um secador convectivo (L51) a 76,6 °C durante 3 horas e 50 minutos. Ao final do processo elas são embaladas e estocadas em local fresco e arejado. A viabilidade econômica de um liofilizador foi testada, mas o custo de compra e de uso do equipamento é proibitivo, visto que um liofilizador custa em torno de 200 mil

reais e uma estufa com circulação forçada custa 8.200 reais para capacidades similares. O equipamento utilizado (Figura 10) é uma estufa elétrica provida de circulação forçada de ar, possui 8 bandejas (cada uma com 80 cm x 60 cm), potência de 6 kW e chega a 200 °C, com capacidade de secar 1,5 kg por bandeja. O custo do equipamento é de R\$ 8.200,00.

Figura 10: Secador industrial de frutas. Obtida em mercadolibre.com.br.



4 Resultados

Utilizando as formulações da seção anterior, foram feitos o balanço de massa e o balanço de energia. O balanço de massa considera que são produzidas 54 toneladas por ano de framboesa e elas são congeladas e utilizadas ao longo dos doze meses do ano para produzir os 4 produtos.

4.1 Balanço de Massa

Para calcular a produção, foi feito um cálculo do tempo de produção para cada produto.

Sorvete: 30 minutos para pasteurizar o leite, 10 minutos de mistura da gema e do açúcar (feito enquanto o leite é pasteurizado), 20 minutos de mistura com o leite pasteurizado, 15 minutos para resfriamento, 5 minutos para mistura da calda de framboesa e o creme de leite na base, 1 hora de resfriamento e agitação para formar o sorvete, 5 minutos para adicionar framboesas vagarosamente, 15 minutos para embalar e 2 horas para o endurecimento no freezer. A limpeza do tanque demora 30 minutos e é feita durante o endurecimento. Portanto, o primeiro lote de sorvete fica pronto em 4 horas e 30 minutos, mas pode-se começar a fabricação de um novo lote a cada 2 horas e 40 minutos, saindo um lote extra a cada 2 horas e 40 minutos.

Iogurte: 30 minutos de pasteurização, 5 horas de fermentação, 2 horas de retirada de soro, 10 minutos de mistura da calda e framboesas e 15 minutos para embalagem e acondicionamento no refrigerador. O tempo de limpeza é de 30 minutos para o fermentador e para o filtro de soro. Portanto, o tempo total de produção do iogurte é de 7 horas e 55 minutos.

Barra de cereal: 20 minutos de mistura do agente aglutinador enquanto os cereais também são misturados, 10 minutos para mistura do agente aglutinador com os cereais e a framboesa seca, 30 minutos de repouso na prensa, 5 minutos para o corte, 30 minutos para endurecimento e 10 minutos para embalagem, sendo 10 minutos o tempo de limpeza da prensa e 30 minutos para os demais equipamentos. Portanto, o tempo de produção das barras de cereal é de 1 hora e 45 minutos.

Framboesa seca: o equipamento é capaz de desidratar 12 kg de framboesas em 3 horas e 50 minutos, gerando 2 kg de framboesas com aproximadamente 10% em massa de água.

As quantidades a serem produzidas foram definidas com base no mercado de cada produto e na escala necessária para ser economicamente viável. Foi considerado que haverá produção apenas em dias úteis (21 dias por mês e 252 dias por ano) e uma margem de segurança de aproximadamente 6 toneladas de framboesa por ano. Os resultados estão sumarizados na Tabela 2.

Assim como a plantação de framboesas leva três anos para chegar a sua capacidade máxima, a produção de alimentos derivados das mesmas não começa da sua capacidade máxima. Considera-se aqui que os produtos serão produzidos na mesma escala em que as framboesas: 30% até o final do primeiro ano, para ganhar espaço no mercado, 60% no segundo ano quando o produto já for mais conhecido e 100% a partir do terceiro. Entretanto, considerando o tamanho do mercado citado na seção 2.2, essa produção é considerada pequena.

Tabela 2: Quantidade a ser produzida de cada produto.

Produto	Produção diária	Produção Mensal	Produção Anual	Quantidade de framboesa utilizada anualmente (t)
Sorvete	400 L	8.400 L	100.800 L	11,7
Iogurte	300 L	6.300 L	75.600 L	8,8
Barra de Cereal	40 kg	840 kg	10.080 kg	9,6
Fruta Seca	12 kg	252 kg	3.024 kg	18,1
			Total	48,2

Cada conjunto de equipamentos é capaz de produzir 100 L de sorvete, 100 L de iogurte, 5,04 kg de barras de cereais e 2 kg de frutas desidratadas por lote. Considerando um período ativo de 8 horas diárias, é possível produzir 2 lotes de sorvete (200 L), 1 lote de iogurte (100 L), 4 lotes de barras de cereal (20,16 kg) e 2 lotes de frutas desidratadas (4 kg). Portanto, para preparar a quantidade necessária de cada produto serão necessários 2 conjuntos de equipamentos para sorvete, 3 conjuntos de equipamentos para iogurte, 2 prensas para cereais (uma vez que a prensa é a etapa limitante e com duas prensas seria possível produzir na velocidade necessária), e 6 secadores estufa.

4.2 Balanço de Energia

Para calcular o balanço de energia é necessário calcular a carga térmica de cada equipamento, tanto de refrigeração quanto de aquecimento. Além disso, é preciso calcular a quantidade de energia elétrica que será necessária por kW de calor retirado e de calor fornecido, visto que são utilizadas resistências para aquecer e um sistema de refrigeração à compressão para resfriar, bem como a energia elétrica para agitação dos sistemas. Todos as vezes que a água a temperatura ambiente (20 °C) for utilizada para resfriar, esse calor será desprezado, pelo preço ínfimo decorrente. As demandas de energia identificadas no processo foram as seguintes:

- 1) As framboesas chegam em média a 20 °C e são resfriadas a -20 °C.
- 2) Para cada 100 L de sorvete são necessários aquecer 25 kg de leite a 65 °C, aquecer 22,5 kg de pré base a 65 °C, aquecer 10 kg de calda a 80 °C, resfriar com água toda a mistura até 20 °C (calor desprezado) e resfriar até -24 °C (sem as framboesas) enquanto há agitação durante todo o tempo. Por último, resfria-se os 87,4 kg a -40 °C.
- 3) Para cada 100 L de iogurte são necessários aquecer 113,3 kg de leite a 65 °C, resfriar com água até 40 °C (calor desprezado), resfriar os 117,3 kg de iogurte até 5 °C, aquecer 10 kg de calda a 80 °C e resfriar a mistura até 5 °C novamente.
- 4) Para cada 10 kg de barras de cereal, são aquecidos 1,67 kg de agente aglutinador a 60 °C, os 10 kg de barras são resfriados com água até 20 °C (calor desprezado) e resfriados até aproximadamente -20 °C.
- 5) Para cada 2 kg de frutas secas produzidas, são aquecidos 12 kg de framboesas a 76,6 °C e são evaporados 10 kg de água (calor latente).
- 6) Nos misturadores são utilizados motores de 200 W.

4.2.1 Demanda de Refrigeração

- 1) Considerando que são produzidas 50 toneladas de framboesa por ano (equivalente a 198,4 kg/dia útil), e que a framboesa a 20 °C possui calor específico (C_p) = 3,96 kJ/kg.K (WLFO COMMODITY STORAGE MANUAL, 2008) e considerando 10% de perda de calor para o meio, sendo que a framboesa congela a -0,8 °C (entalpia de congelamento = 275,2 kJ/kg) e que possui calor específico congelada de 1,9 kJ/kg.K, então a quantidade de calor que será retirada das framboesas é calculada da seguinte forma:

Equação 1: Quantidade de calor sensível

$$Q = m C_p \Delta T$$

Equação 2: Equação do calor latente, onde λ = entalpia de mudança de fase.

$$Q = m \times \lambda$$

$$Q_{F1} = 1,1 \times (198,4 \times 3,96 \times (-0,8 - 20)) = -17939,7 \frac{kJ}{dia}$$

$$Q_{F2} = 1,1 \times (198,4 \times 275,2) = -60059,6 \frac{kJ}{dia}$$

$$Q_{F3} = 1,1 \times (198,4 \times 1,9 \times (-20 + 0,8)) = -7961,4 \frac{kJ}{dia}$$

$$Q_F = Q_{F1} + Q_{F2} + Q_{F3} = -85960,7 \frac{kJ}{dia}$$

- 2) O calor específico (C_p) do leite é aproximadamente 3,93 kJ/kg.K (FOX; MCSWEENEY, 1998). O C_p do sorvete, no entanto, é uma combinação do C_p da água, do leite, da gordura (C_p = 2,09 kJ/kg.K) e do açúcar (C_p = 1,47 kJ/kg.K), portanto, é possível aproximar o C_p do sorvete como 3,30 kJ/kg.K (GOFF; HARTEL, 2013). O sorvete solidifica a -5,6 °C (entalpia de congelamento = 210,14 kJ/kg) e adquire um C_p = 1,6 kJ/kg.K. Com esses dados é possível calcular a demanda de refrigeração do sorvete (considerando 10% de perda para o ambiente).

$$Q_{S1} = 1,1 \times (82,4 \times 3,30 \times (-5,6 - 20)) = -7657,3 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_{S2} = 1,1 \times (82,4 \times 210,14) = -19047,1 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_{S3} = 1,1 \times (87,4 \times 1,6 \times (-40 + 5,6)) = -6829,8 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_S = Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} = -33534,1 \frac{kJ}{dia}$$

- 3) O C_p do iogurte foi estimado em 3,18 kJ/kg.K, de acordo com AFONSO et al. (2003), o C_p da calda foi estimado pelo C_p da água e do açúcar (C_p calda = 3,42 kJ/kg.K).

Abaixo estão os cálculos da demanda de refrigeração para abaixar de 40 a 5 °C o iogurte ao final da fermentação e resfriar a mistura resultante de 85 L (88 kg) de iogurte grego a 5 °C com 10 kg de calda de framboesa a 80 °C e 5 kg de framboesas a -24 °C até 5 °C novamente.

$$Q_{I1} = 1,1 \times (117,3 \times 3,18 \times (5 - 40)) = -14361 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_{I2} = 1,1 \times (Q_i + Q_c + Q_f)$$

$$= 1,1 \times ((88 \times 3,18 \times 0) + (10 \times 3,42 \times (-75)) + (5 \times 3,96 \times 29))$$

$$Q_{I2} = -2189,9 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_I = Q_{I1} + Q_{I2} = -16550,9 \frac{kJ}{dia}$$

- 4) O C_p do agente aglutinador foi estimado como sendo igual ao C_p do mel (C_p mel = 2,52 kJ/kg.K (SOPADE et al., 2006)) e o C_p dos cereais foi estimado pelo C_p da aveia (C_p aveia = 1,61 kJ/kg.K (MOHSEIN, 1980)). Uma média ponderada dos C_p gera o C_p de 1,75 kJ/kg.K.

$$Q_B = 1,1 \times (10 \times 1,75 \times (-20 - 20)) = -770 \frac{kJ}{10kg}$$

A demanda total de refrigeração diária é mostrada abaixo. Ela não é mostrada em kW pois a demanda ocorre em picos e não uniformemente durante o dia. Dessa forma, o modo mais fidedigno de mostrar a demanda de refrigeração é por dia.

$$Q_R = \sum N \times Q = Q_F + 4 \times Q_S + 3 \times Q_I + 4 \times Q_B = -272829,8 \frac{kJ}{dia}$$

4.2.2 Demanda de Aquecimento

Para calcular o calor sensível de aquecimento necessário de cada etapa foi utilizada a Equação 1. Os cálculos são mostrados a seguir, fazendo referência aos mesmos índices utilizados no cálculo da demanda de refrigeração. Também são considerados 10% de perda de energia para o meio externo devido a trocas térmicas com o ambiente.

2) Para 100 L de sorvete são necessários os seguintes aquecimentos, considerando o C_p da pré base (gema + açúcar) igual a uma média ponderada entre o C_p da gema (C_p gema de ovo = 3,05 kJ/kg.K (ASHRAE, 2006)) e o C_p do açúcar, gerando C_p pré base = 2,35 kJ/kg.K:

$$Q_{S1} = 1,1 \times (25 \times 3,93 \times (65 - 20)) = 4863,4 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_{S2} = 1,1 \times (22,5 \times 2,35 \times (65 - 20)) = 2617,3 \frac{kJ}{100L}$$

$$Q_{S3} = 1,1 \times (10 \times 3,42 \times (80 - 20)) = 2257,2 \frac{kJ}{100L}$$

- 3) Para 100 L de iogurte grego são necessários os seguintes aquecimentos:

$$Q_{I1} = 1,1 \times (113,3 \times 3,93 \times (65 - 20)) = 22040,8 \frac{\text{kJ}}{100L}$$

$$Q_{I2} = 1,1 \times (10 \times 3,42 \times (80 - 20)) = 2257,2 \frac{\text{kJ}}{100L}$$

4) Para produzir 10 kg de barras de cereal, os aquecimentos necessários são:

$$Q_{B1} = 1,1 \times (1,67 \times 2,52 \times (60 - 20)) = 185,2 \frac{\text{kJ}}{10kg}$$

5) Para produzir 2 kg de frutas secas, os calor sensível é calculado pela Equação 1 e o calor latente é calculado pela Equação 2, considerando que a entalpia de vaporização da água a 75 °C é de 2320 kJ/kg.

$$Q_{FS1} = 1,1 \times (12 \times 4,2 \times (76,6 - (-24))) = 5577,2 \frac{\text{kJ}}{2kg}$$

$$Q_{FS2} = 10 \times 2320 = 23200 \frac{\text{kJ}}{2kg}$$

A energia total necessária para aquecimento por dia é calculada a seguir. Assim como na demanda de refrigeração, a demanda de aquecimento é calculada em kJ/dia ao invés de kW, mas também é calculada em kWh/dia devido ao aquecimento ser todo feito por resistências elétricas.

$$Q_A = \sum N \times Q = 4 \times Q_S + 3 \times Q_I + 4 \times Q_B + 6 \times Q_{FS} = 62998,3 \frac{\text{kJ}}{\text{dia}} = 17,5 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}}$$

Para calcular a demanda de energia elétrica da fábrica é necessário calcular o gasto pelos motores de mistura (Equação 3). Considerando que o preço cobrado pela CEEE no ano de 2016 para indústrias é de aproximadamente R\$ 0,64/kwh incluindo os impostos (valor retirado de www.ceee.com.br), é possível calcular o custo monetário da demanda de aquecimento e da energia elétrica dos motores da fábrica. A seguir são feitos os cálculos da energia elétrica utilizada pelos motores de mistura, a estimativa da energia elétrica total e o seu custo.

Equação 3: Energia = número de equipamentos x tempo x potência

$$E_M = \sum N \times T \times P$$

$$E_M = N_S \times T_{\text{Sorvete}} \times P + N_I \times T_{\text{Iogurte}} \times P + N_B \times T_{\text{Barra}} \times P + N_C \times T_{\text{Calda}} \times P$$

$$E_M = 4 \times 130 \times 60 \times 220 + 3 \times 40 \times 60 \times 220 + 1 \times 30 \times 60 \times 220 + 1 \times 10 \times 60 \times 220$$

$$E_M = 8.844 \frac{\text{kJ}}{\text{dia}} = 2,45 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}}$$

Em média, um sistema de refrigeração possui uma eficiência energética entre 30% e 40% (LEIDENFROST et al., 1980). Dessa forma é possível estimar também os gastos com a refrigeração da seguinte forma:

$$E_{Refrigeracao} = \frac{Q_R}{\eta} = \frac{272829}{0,35} = 779511,4 \frac{\text{kJ}}{\text{dia}} = 216,5 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}}$$

$$E_{Total} = E_{Aquecimento} + E_{Refrigeracao} + E_M = 236,45 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}}$$

$$\text{Custo} = \text{Energia} \times \frac{\text{Preço}}{\text{kWh}} = 19,95 \text{ kWh} \times \frac{\text{R\$ } 0,64}{\text{kWh}} = \frac{\text{R\$ } 151,33}{\text{Dia}} = \frac{\text{R\$ } 3329,22}{\text{Mês}}$$

Os resultados nesta seção obtidos serão discutidos na seção seguinte. Entretanto, é possível notar que o objetivo principal do trabalho de determinar a viabilidade da inclusão da framboesa em produtos alimentícios do cotidiano da população já foi atingido. Além disso, os valores estimados para os gastos com energia elétrica são razoáveis.

5 Discussão

Neste trabalho, foram estudados a relevância da framboesa no contexto mundial, bem como seus benefícios a saúde. Mostrou-se que em diversos países europeus e nos Estados Unidos a framboesa é consumida em grande escala, mas que no Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, ela é produzida, mas não recebe o crédito devido e é pouco consumida.

Os compostos presentes na framboesa oferecem inúmeros benefícios ao corpo humano. Estudos mostram seus efeitos antioxidantes, anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, anti-HIV, entre outros. Portanto, fica claro o imenso potencial da framboesa para a produção de alimentos funcionais, que, além de nutrir, fortalecem o corpo contra doenças.

Foi projetada uma empresa que tanto planta framboesas quanto produz alimentos funcionais utilizando as framboesas plantadas, focando na inserção dessas frutas na dieta rio grandense de forma prazerosa e saudável. Essa empresa produz sorvetes, iogurtes, barras de cereal e frutas secas, alimentos muito inseridos no cotidiano da população.

O projeto contou com uma análise mássica e energética considerando uma empresa de pequeno porte. Foram analisados os processos de produção utilizando os insumos de mais alta qualidade sem o uso de aditivos químicos e conservantes. Foi analisada a interação entre as linhas de produção, as demandas de aquecimento e refrigeração de cada processo e a produtividade de cada linha.

Não foi possível utilizar tecnologias de aproveitamento energético devido a escala diminuta da fábrica. Seria possível estudar formas de aproveitar o calor liberado em uma linha no aquecimento de outra linha, assim como a refrigeração caso o projeto contemplasse uma empresa de grande porte.

A análise dos balanços de massa e energia mostrou que é viável o projeto. A análise técnica estruturou o processo produtivo de cada produto e suas interações, resumizando o conjunto no fluxograma de processo. Pelo balanço de massa foi possível o diagnóstico da quantidade de equipamentos necessários para produzir o volume proposto de alimentos. O balanço de energia, no entanto, permitiu a inspeção da energia necessária no projeto e a determinação das etapas mais energeticamente custosas, dando oportunidade para futuras otimizações.

O balanço de energia culminou numa rápida avaliação de boa parte dos custos da energia envolvida. Essa avaliação evidenciou que os custos monetários com aquecimento e motores elétricos são bastante modestos se vistos da perspectiva de uma fábrica, mesmo de pequeno porte. Outrossim, durante o trabalho foram expostos alguns custos pontuais, como, por exemplo, o custo do terreno e de alguns equipamentos principais. Se somados todos os custos e analisados os retornos esperados, tudo indica que o projeto seja bastante viável economicamente.

6 Conclusões

Primeiramente, este estudo identificou as propriedades funcionais da framboesa e seus benefícios a saúde. Foi mostrado que existe produção desta fruta no Rio Grande do Sul e que a planta é adaptada e produtiva em solo brasileiro. Analisou-se que esta fruta não faz parte da alimentação diária da população, mesmo da parcela que busca por alimentos saudáveis, mostrando uma demanda mal suprida.

O estudo concluiu, portanto, que é possível introduzir a framboesa na dieta da população em alimentos cotidianos, adicionando um diferencial saudável e de sabor agradável, e não apenas produtos sabor framboesa sem as propriedades bioativas. Ademais, o projeto mostra que é viável sob o de vista técnico a inclusão da framboesa nos processos de fabricação dos produtos estudados. Isso pode ser aplicado tanto em empresas alimentícias existentes que já produzam estes alimentos quanto pode ser aplicado na criação de uma nova empresa, como focado neste trabalho.

Em ambos os casos, na criação de uma empresa ou na aplicação em uma empresa existente, a análise econômica é muito importante. A análise energética e econômica deste trabalho indica o projeto que seja economicamente viável. Portanto, é seguro dizer que este trabalho atingiu seu objetivo de estudar a viabilidade da aplicação da framboesa em uma empresa alimentícia com a finalidade de incluir na alimentação esta fruta rica em antocianinas e elagitaninos.

Existem ainda oportunidades para trabalhos futuros, como um projeto preliminar da fábrica, bem como uma análise econômica mais aprofundada. É possível também realizar uma análise de mercado como forma de estudar a aceitação dos produtos pelo público alvo, bem como desenvolver melhor a marca e o logo da empresa.

7 Referências

- ABIS. Estatística - Produção e consumo de Sorvetes no Brasil. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html>. Acesso em: 26/10/2016.
- AFONSO, I. M.; HES, L.; MAIA, J. M.; MELO, L. F. Heat transfer and rheology of stirred yoghurt during cooling in plate heat exchangers. **Journal of Food Engineering**, v. 57, n. 2, p. 179–187, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. **Diário Oficial da União**, 1978.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. **Diário Oficial da União**, 1997.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União**, p. 2–6, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RDC nº 275/2002. **Diário Oficial da União**, 2002.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União**, 2005.
- ANCOS, B. DE; GONZALEZ, E. M.; CANO, M. P. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2000.
- ASHRAE. THERMAL PROPERTIES OF FOODS. **ASHRAE Handbook-Refrigeration (SI)**, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18522024>>. .
- BARROTE, I. **A Framboesa**. Senhora da Hora, 2014.
- BIDLACK, J.; JANSKY, S. **Stern's Introductory Plant Biology: Ninth Edition**. McGraw-Hill Higher Education, 2013.
- BURGUES, A. Geograph. Disponível em: <<http://www.geograph.org.uk/photo/2505600>>. Acesso em: 18/10/2016.
- FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S.; LAW, C. L.; MUJUMDAR, A. S. Drying of Exotic Tropical Fruits: A Comprehensive Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 2, 2011.
- FOLMER, F.; BASAVARAJU, U.; JASPARS, M.; et al. Anticancer effects of bioactive berry compounds. **Phytochemistry Reviews**, 2014.
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Cork: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1998.

- FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 318–324, 2006.
- FUNT, R. C.; HALL, H. K. **Raspberries**. 2013.
- GOFF, H. D. 65 Years of ice cream science. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 7, p. 754–758, 2008.
- GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. New York: Springer, 2013.
- GONZÁLEZ, E. M.; ANCOS, B. DE; CANO, M. P. Preservation of raspberry fruits by freezing: Physical, physico-chemical and sensory aspects. **European Food Research and Technology**, 2002.
- GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. **Trends in Food Science and Technology**, v. 56, 2016.
- HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 163–187, 2010.
- HOLTON, T.; CORNISH, E. Genetics and Biochemistry of Anthocyanin Biosynthesis. **The Plant cell**, 1995.
- HUMMER, K. E. Rubus pharmacology: Antiquity to the present. **HortScience**, v. 45, n. 11, 2010.
- KULA, M.; MAJDAN, M.; GŁÓD, D.; KRAUZE-BARANOWSKA, M. Phenolic composition of fruits from different cultivars of red and black raspberries grown in Poland. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 52, p. 74–82, 2016. JOUR, . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088915751630134X>>. .
- KUMAR, R.; BHAYANA, S.; KAPOOR, S. The role of functional foods for healthy life: Current perspectives. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 6, n. 3, 2015.
- KWAK, N. S.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1: The development of a regulatory concept. **Food Control**, 2001.
- LEE, W. J.; LUCEY, J. A. Formation and physical properties of yogurt. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 9, 2010.
- LEIDENFROST, W.; LEE, K. H.; KORENIC, B. Conservation of energy estimated by second law analysis of a power-consuming process. , v. 5, n. 1, 1980.
- LI, A.-N.; LI, S.; ZHANG, Y.-J.; et al. Resources and biological activities of natural polyphenols. **Nutrients**, v. 6, n. 12, 2014.
- LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B. C. Yogurt as probiotic carrier food. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 1, p. 1–17, 2001.
- LUPPOLD, D. Getting Our Children to Eat More Fruits and Vegetables. **American Journal of Lifestyle Medicine**, 2013.

- MARIANO, N. Cultivo de frutas vermelhas vira opção econômica em Vacaria. **Zero Hora**, 2013. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/economia/noticia/2013/02/cultivo-de-frutas-vermelhas-vira-opcao-economica-em-vacaria-4045028.html>>. .
- MARWAHA, S. S.; KENNEDY, J. F. Whey—pollution problem and potential utilization. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 23, n. 4, p. 323–336, 1988.
- MEJIA-MEZA, E. I.; YÁÑEZ, J. A.; DAVIES, N. M.; CLARY, C. D. Dried Raspberries: Phytochemicals and Health Effects. . p.161–174, 2013. Blackwell Publishing Ltd.
- MEJIA-MEZA, E. I.; YÁÑEZ, J. A.; REMSBERG, C. M.; et al. Effect of dehydration on raspberries: polyphenol and anthocyanin retention, antioxidant capacity, and antiadipogenic activity. **Journal of food science**, v. 75, n. 1, p. H5-12, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20492178>>. Acesso em: 15/11/2016.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de Outubro de 2007. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, v. 2007, p. 16, 2007. Disponível em: <<http://http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instrucao-normativa-n-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>>. .
- MINTEL. Intel Market Size. Disponível em: <<http://www.mintel.com/mintel-market-sizes>>. .
- MOHSENIN, N. N. **Thermal Properties of Food and Agricultural Materials**. 1980.
- NEGOITA, M.; CATANĂ, L.; CATANA, M.; et al. **Testing the behaviour to processing of some raspberry cultivars**. 2012.
- NEUTZLING, M. B.; ROMBALDI, A. J.; AZEVEDO, M. R.; HALLAL, P. C. Factors associated with fruit and vegetable intake among adults in a southern Brazilian city | Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no sul do Brasil. **Cadernos de Saude Publica**, v. 25, n. 11, 2009.
- NIJHUIS, H. .; TORRINGA, H. .; MURESAN, S.; et al. Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n. 1, p. 13–20, 1998.
- OLIVEIRA, P. B. DE; VALDIVIESSO, T.; ESTEVES, A.; MOTA, M.; FONSECA, L. L. DA. A planta de framboesa: morfologia e fisiologia. , p. 1–38, 2007.
- Pixabay. .Disponível em: <<https://pixabay.com/en/raspberry-red-market-food-healthy-1260048/>>. Acesso em: 18/10/2016.
- POJER, E.; MATTIVI, F.; JOHNSON, D.; STOCKLEY, C. S. The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 5, p. 483–508, 2013.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VACARIA. Dados Gerias - Vacaria. Disponível em: <<http://www.vacaria.rs.gov.br/vacaria/dados-gerais>>. Acesso em: 12/11/2016.

PRIOR, R. L.; SINTARA, M.; CHANG, T. Multi-radical (ORACMR5) antioxidant capacity of selected berries and effects of food processing. , v. 6, n. 2, p. 159–173, 2016. IOS Press.

RAO, A. V.; SNYDER, D. M. Raspberries and human health: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2010.

RASEIRA, M.; GONÇALVES, E.; TREVISA, R.; ANTUNES, L. Aspectos técnicos da cultura da framboeseira. **Embrapa**, p. 1–24, 2004.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, n. 12, p. 3875–3883, 1991. Pergamon.

SCHWAB, W. Mit Züchtung, Geduld und Molekularbiologie. Disponível em: <<http://www.organische-chemie.ch/chemie/2010/sep/erdbeeren.shtm>>. Acesso em: 21/10/2016.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. **Appetite**, 2008.

SLAVIN, J. L.; LLOYD, B. Health benefits of fruits and vegetables. **Advances in nutrition (Bethesda, Md.)**, 2012.

SMERIGLIO, A.; BARRECA, D.; BELLOCCO, E.; TROMBETTA, D. Chemistry, Pharmacology and Health Benefits of Anthocyanins. **Phytotherapy Research**, 2016.

SOPADE, P. A.; HALLEY, P. J.; D'ARCY, B. R. Specific heat capacity of Australian honeys from 35 to 165c as a function of composition using differential scanning calorimetry. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 30, n. 2, p. 99–109, 2006.

SOUKOULIS, C.; FISK, I. D.; BOHN, T. Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: Conceptualization and overview of quality and storage stability. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, 2014.

SOUKOULIS, C.; PANAGIOTIDIS, P.; KOURELI, R.; TZIA, C. Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2641–2654, 2007.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends in Food Science and Technology**, 2004.

TSUDA, T. Dietary anthocyanin-rich plants: Biochemical basis and recent progress in health benefits studies. **Molecular Nutrition and Food Research**, 2012.

USDA. Dietary Guidelines for Americans. **Department of Agriculture U.S. Department of Health and Human Services**, 2010.

VICENTINI, A.; LIBERATORE, L.; MASTROCOLA, D. Functional foods: Trends and development of the global market. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, n. 2, 2016.

VILLAMOR, R. R.; DANIELS, C. H.; MOORE, P. P.; ROSS, C. F. Preference Mapping of Frozen and Fresh Raspberries. **Journal of Food Science**, 2013.

WLFO COMMODITY STORAGE MANUAL. Blackberries & Raspberries. , 2008. Disponível

em: <<http://www.gcca.org/wp-content/uploads/2012/09/Blackberries.pdf>>. .

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; et al. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 11, p. 4069–4075, 2006.

XU, H.-X.; WAN, M.; DONG, H.; BUT, P. P.-H.; FOO, L. Y. Inhibitory activity of flavonoids and tannins against HIV-1 protease. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 23, n. 9, 2000.

ZAFRA-STONE, S.; YASMIN, T.; BAGCHI, M.; et al. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 51, n. 6, p. 675–683, 2007.

ZAMORA-ROS, R.; KNAZE, V.; LUJÁN-BARROSO, L.; et al. Estimated dietary intakes of flavonols, flavanones and flavones in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) 24 hour dietary recall cohort. **British Journal of Nutrition**, v. 106, n. 12, p. 1915–1925, 2011.