



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

OTÍLIA MÔNICA ALVES BORGES

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO QUEIJO TIPO *COTTAGE*
ADICIONADO DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

FORTALEZA

2016

OTÍLIA MÔNICA ALVES BORGES

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO TIPO *COTTAGE* ADICIONADO DE
ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Socorro Vanesca Frota Gaban

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B733e Borges, Otilia Mônica Alves.
Elaboração e caracterização de queijo *cottage* adicionado de óleo de pequi (*Caryocar cariaceum Wittm.*) /
Otilia Mônica Alves Borges. – 2016.
73 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2016.
Orientação: Profa. Dra. Socorro Vanesca Frota Gaban.
1. Emulsificante. 2. Óleo de pequi. 3. Produto lácteo. 4. Queijo magro. I. Título.

CDD 664

OTÍLIA MÔNICA ALVES BORGES

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO TIPO *COTTAGE* ADICIONADO DE
ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Socorro Vanesca Frota Gaban (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Juliane Döering Gasparin Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Pesquisador Dr. Kirley Marques Canuto
Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)
Agroindústria Tropical

A Deus, pela vida.

Aos meus pais Maria Santa e Otacílio Borges,
pela dedicação e zelo com minha educação.

Ao meu filho, Carlos Levi, pela compreensão à
minha ausência.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades que me concedeu proporcionando conquistas.

Aos meus pais, Maria Santa e Otacílio Borges, pelos ensinamentos que me auxiliaram a enfrentar a vida.

Ao Carlos Wagner Oliveira, por ter cuidado do nosso filho na minha ausência.

À coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Prof.^a Dr.^a Dorasilvia Ferreira Pontes, pela motivação à realização deste trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Vanesca da Frota Gaban, pela disponibilidade e atenção em todas as etapas do mestrado.

À Prof.^a Dr.^a Juliane Döering Gasparin Carvalho, pela acolhida no Laboratório de Laticínios.

À Prof.^a Dr.^a Evânia Altino Figueiredo, pelo apoio na utilização do laboratório de microbiologia de alimentos, do qual é coordenadora.

Ao professor Dr. José Osvaldo Beserra Carioca, do Parque de Desenvolvimento Tecnológico (Padetec) laboratório de óleos, pelo apoio na realização das análises físico-químicas, químicas e físicas do óleo.

Ao pesquisador Dr. Kirley Marques Canuto e à técnica Dr.^a Tigressa Helena Soares Rodrigues, do laboratório de Multiusuário de Química da Embrapa Agroindústria Tropical, pelo suporte nas análises de cromatografia.

Ao analista Dr. Hilton César Rodrigues Magalhães, à técnica Dr.^a Ídila Maria da Silva, do laboratório de análise de alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, pela orientação e auxílio nas análises de perfil de textura e de proteínas.

Às amigas, Aline, Iana, Iane e Lucélia, pelo companheirismo e pela disponibilidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela possibilidade de execução deste trabalho.

Ao Laticínio Menbez, na pessoa de Gerson Eduardo Menezes Bezerra, pelo grande apoio no fornecimento e transporte de leite.

Aos amigos que ajudaram na realização da pesquisa e dos experimentos no Laboratório de Laticínios, Gabriel, Gleice, Layane, Paulo, Pedro e Ronyelly.

RESUMO

O pequi (*Caryocar coriaceum Wittm*) é um fruto de polpa oleaginosa encontrado na região do Cariri, no Ceará. O óleo extraído do fruto possui elevado teor de ácidos graxos insaturados, portanto pode ser empregado em alimentos a fim de substituir a gordura saturada de origem animal, como a encontrada nos lácteos. Este estudo teve como objetivo elaborar e caracterizar o queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi. Foram elaboradas 11 formulações conforme um planejamento experimental do tipo DCCR (Delineamento Composto Central Rotacional), com duas variáveis independentes e dois níveis (concentrações de óleo de pequi com 7 e 13% e concentrações de emulsificante de 1 e 2%), tendo como variável resposta o perfil de textura do queijo. O *dressing*, líquido cremoso que é adicionado ao queijo, foi constituído por leite fermentado, óleo de pequi e emulsificante. O produto final foi caracterizado por meio de análises físicas, químicas e físico-químicas (pH, acidez, gordura, proteína, umidade, cor e perfil de textura). Além disso, foi avaliada a atividade antimicrobiana do óleo de pequi contra os microrganismos *Staphylococcus aureus* (ATCC 27644), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella enteritidis* (IAL 1132) e *Listeria monocytogenes* (ATCC 1911), usando como controle positivo o antibiótico gentamicina. As matérias-primas utilizadas na elaboração dos produtos, leite e óleo de pequi, apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira. As concentrações de óleo de pequi e emulsificante nos níveis estudados apresentaram influência sobre os parâmetros de gordura, umidade, pH e cor do queijo tipo *cottage*. Na análise de perfil de textura, os parâmetros de coesividade e adesividade foram significativos, com modelos estatísticos válidos. Não foi observado efeito antimicrobiano do óleo, possivelmente porque sejam necessárias condições de extração do óleo voltadas para obtenção de compostos bioativos com capacidade antimicrobiana. Conclui-se que a elaboração de queijo *cottage* com adição de óleo de pequi e emulsificante produz um produto com características físicas, químicas e físico-químicas semelhantes às obtidas em outros estudos. Em adição, os queijos formulados apresentaram características que o classificaram como um produto desnatado e, ou magro que contem ácidos graxos insaturados. Por fim, o queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi traz benefícios a grupos de pessoas com restrição à gordura saturada, além ser de uma alternativa para utilização e valorização do fruto produzido na região do Cariri, no Ceará.

Palavras-chave: Emulsificante; Óleo de pequi; Produto lácteo; Queijo magro.

ABSTRACT

Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) is an oleaginous pulp fruit found in the Cariri region, in Ceará. The oil extracted from the fruit has a high content of unsaturated fatty acids, so it can be used in foods to replace saturated fat of animal origin, such as found in dairy products. This study aimed to elaborate and characterize cottage cheese added with pequi oil. Eleven formulations were prepared according to an experimental design of the CCRD type (Central Composite Rotational Design), with two independent variables and two levels (pequi oil concentrations with 7 and 13% and emulsifier concentrations of 1 and 2%), having as variable answer the texture profile of the cheese. The dressing, creamy liquid that is added to the cheese, consisted of fermented milk, pequi oil and emulsifier. The final product was characterized by physical, chemical and physicochemical analysis (pH, acidity, fat, protein, moisture, color and texture profile). In addition, the antimicrobial activity of pequi oil against the microorganisms *Staphylococcus aureus* (ATCC 27644), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella enteritidis* (IAL 1132) and *Listeria monocytogenes* (ATCC 1911) was evaluated, using the antibiotic gentamicin as positive control. The raw materials used in the preparation of the products, milk and pequi oil, were within the standards required by Brazilian legislation. The concentrations of pequi oil and emulsifier at the levels studied influenced the parameters of fat, moisture, pH and color of cottage cheese. In the texture profile analysis, the cohesiveness and adhesiveness parameters were significant, with valid statistical models. No antimicrobial effect of pequi oil was observed, possibly because oil extraction conditions are required to obtain bioactive compounds with antimicrobial capacity. It is concluded that the elaboration of cottage cheese with the addition of pequi oil and emulsifier produces a product with physical, chemical and physicochemical characteristics similar to those obtained in other studies. In addition, the formulated cheeses presented characteristics that classified it as a skimmed and/or low-fat product that contains unsaturated fatty acids. Finally, *cottage* cheese added from pequi oil brings benefits to groups of people with restriction to saturated fat, besides being an alternative for the use and valorization of the fruit produced in the Region of Cariri, in Ceará.

Keywords: Emulsifier; Pequi oil; Dairy product; Lean cheese.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Caryocar coriaceum</i> Wittm (pequizeiro)	15
Figura 2 - Extração do óleo de pequi (<i>Caryocar coriaceum</i>).....	25
Figura 3 - Elaboração do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	32
Figura 4 - Fluxograma de obtenção do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	33
Figura 5 - Cromatograma e espectros de massas dos ésteres metílicos dos ácidos graxos majoritários encontrados no óleo da polpa do pequi.....	41
Figura 6 - Superfície de resposta para a coesividade do queijo tipo <i>cottage</i> em função das concentrações de óleo de pequi e emulsificante.....	54
Figura 7 - Superfície de resposta e curvas de nível para a adesividade do queijo tipo <i>cottage</i> em função das concentrações de óleo de pequi e emulsificante.....	56
Figura 8 - Resultados da avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi depositado em poços e com controle positivo (antibiótico gentamicina) e negativo (sem antibiótico) sobre microrganismos.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual de ácidos graxos da polpa e da amêndoa de pequi*	17
Tabela 2 - Níveis das variáveis independentes do planejamento experimental.....	28
Tabela 3 - Ensaio do planejamento experimental para elaboração de queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	32
Tabela 4 - Formulações do <i>dressing</i>	31
Tabela 5 - Valores dos Ácidos Graxos, Área %, e IR encontrados no óleo de pequi	42
Tabela 6 - Valores médios dos índices de acidez, peróxido, iodo e de saponificação do óleo de pequi.....	42
Tabela 7 - Valores médios das análises físicas, químicas e físico-químicas do leite.....	45
Tabela 8 - Valores médios dos teores de proteína, gordura e umidade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	46
Tabela 9 - Valores de acidez e pH do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi	48
Tabela 10 - Valores médios dos parâmetros de cor do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	49
Tabela 11 - Perfil de textura das formulações de queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi emulsificante.....	51
Tabela 12 - Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a coesividade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi e emulsificante.....	52
Tabela 13 - Efeitos estimados para a coesividade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi e emulsificante.....	53
Tabela 14 - Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a adesividade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	55
Tabela 15 - Efeitos estimados para a adesividade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	55
Tabela 16 - Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a gomosidade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	58
Tabela 17 - Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a mastigabilidade do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	O pequizeiro (<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.)	14
2.1.1	<i>Características botânicas</i>	14
2.1.2	<i>O pequi</i>	15
2.1.3	<i>O óleo de pequi</i>	16
2.1.4	<i>Usos do pequi</i>	17
2.1.5	<i>Efeitos biológicos do pequizeiro</i>	18
2.2	Queijo tipo cottage	19
2.2.1	<i>Histórico e definição</i>	19
2.2.2	<i>Aspectos nutricionais</i>	20
2.2.3	<i>Processamento do queijo tipo cottage</i>	20
2.2.3.1	<i>Desnate e pasteurização do leite</i>	20
2.2.3.2	<i>Fermento láctico</i>	21
2.2.3.3	<i>Coagulação, lavagem da massa e dessoragem</i>	21
2.2.3.4	<i>Creme dressing</i>	22
2.2.4	<i>Legislação</i>	23
2.2.5	<i>Propriedades funcionais e tecnológicas do queijo cottage</i>	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	Extração do óleo da polpa do pequi	25
3.2	Análises químicas, físicas e físico-químicas do óleo de pequi	25
3.2.1	<i>Perfil dos ácidos graxos do óleo de pequi por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas</i>	26
3.2.2	<i>Determinação do índice de iodo pelo método de Wijs</i>	27
3.2.3	<i>Determinação do índice de saponificação</i>	27
3.2.4	<i>Determinação do índice de peróxido</i>	27
3.2.5	<i>Determinação da acidez</i>	28
3.3	Planejamento experimental do queijo tipo cottage adicionado de óleo de pequi	28
3.4	Processamento do queijo tipo cottage adicionado de óleo de pequi	29
3.4.1	<i>Matérias-primas e ingredientes</i>	29
3.4.2	<i>Etapas da elaboração do queijo tipo cottage adicionado de óleo de pequi</i>	30

3.5	Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite.....	34
3.5.1	<i>pH</i>	34
3.5.2	<i>Acidez (°D)</i>	34
3.5.3	<i>Densidade a 15 °C</i>	34
3.5.4	<i>Lipídios pelo método de Roesse-Gottlieb</i>	35
3.5.5	<i>Crioscopia</i>	36
3.5.6	<i>Extrato seco total (EST) por método indireto</i>	36
3.5.7	<i>Extrato seco desengordurado (ESD)</i>	36
3.6	Análises físicas, químicas e físico-químicas do queijo tipo <i>cottage</i>	36
3.6.1	<i>pH</i>	37
3.6.2	<i>Acidez titulável</i>	37
3.6.3	<i>Gordura pelo método de Gerber</i>	37
3.6.4	<i>Proteína</i>	37
3.6.5	<i>Umidade (secagem em estufa a 105°C)</i>	38
3.6.6	<i>Análise de cor</i>	38
3.6.7	<i>Perfil de textura</i>	38
3.7	Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi.....	39
3.8	Análise estatística.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Análises físicas, químicas e físico-químicas do óleo de pequi.....	40
4.1.1	<i>Perfil dos ácidos graxos do óleo de pequi por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas</i>	40
4.1.2	<i>Determinação do índice de iodo pelo método de Wijs, por saponificação, peróxido e acidez</i>	42
4.2	Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite.....	44
4.3	Análises físicas, químicas e físico-químicas do queijo tipo <i>cottage</i> adicionado de óleo de pequi.....	45
4.3.1	<i>Análises de gordura, proteína e umidade</i>	45
4.3.2	<i>Resultados e discussão das análises de acidez e pH</i>	47
4.3.3	<i>Resultados da análise de cor</i>	48
4.3.4	<i>Resultados e discussão da análise de perfil de textura</i>	50
4.3.4.1	<i>Coesividade</i>	52
4.3.4.2	<i>Adesividade</i>	54

4.3.4.3	<i>Gomosidade</i>	57
4.3.4.4	<i>Mastigabilidade</i>	58
4.3.4.5	<i>Elasticidade</i>	60
4.3.4.6	<i>Firmeza</i>	60
4.4	Resultados e discussão da avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi	61
5	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

O pequi é uma árvore oriunda do cerrado brasileiro e nordestino e de regiões circunvizinhas, como a região do Cariri, na Chapada do Araripe, mais especificamente nos limites dos estados do Pernambuco e do Ceará. Nessa área, a espécie encontrada é *Caryocar coriaceum*, que possui fruto oleaginoso com polpa, amêndoa e óleo. Ele é utilizado pela população como alimento e na medicina popular, apresentando grande importância econômica para a região (RIBEIRO *et al.*, 2014). A produção da extração vegetal do pequi no Brasil em 2015 foi de 18.866 toneladas, das quais 1.962 toneladas foram extraídas no Ceará; o estado tem destaque na produção nacional, ocupando o terceiro lugar em produção (IBGE, 2016).

Os óleos extraídos da polpa e da amêndoa do pequi possuem quantidade significativa de ácidos graxos insaturados (64,2% e 52,5%, respectivamente) e ácido oleico, encontrado majoritariamente em ambos (55,8% e 43,5%, respectivamente) (DE FIGUEIREDO, 2016). O óleo é rico em carotenoides (7,4mg/100g) e compostos fenólicos (209 de ácido gálico mg/g), e apresenta propriedades antioxidantes (LIMA *et al.*, 2007).

Estudos realizados com o pequi atestam que sua polpa, folha, casca e o óleo apresentam atividades biológicas. A polpa liofilizada (*Caryocar villosum*) reduziu danos ao DNA em células cardíacas, hepáticas, renais e da medula óssea de ratos (ALMEIDA *et al.*, 2012). O extrato das folhas mostrou efeito sobre formas promastigotas de *Leishmania amazonensis* e atividade bactericida (PAULA-JÚNIOR *et al.*, 2006), enquanto o extrato das cascas apresentou atividade contra o *Trypanosoma cruzi* em ratos (HERZOG-SOARES *et al.*, 2002). Já o óleo apresentou diversas atividades: antimicrobiana para *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis* e *Pseudomonas aeruginosa* (COSTA *et al.*, 2011); anti-aterogênica (AGUILAR, 2012); anti-inflamatória (SARAIVA *et al.*, 2011); e efeito hipocolesterolêmico, além de aumentar o HDL-colesterol (DE FIGUEIREDO, 2016).

A maioria das pesquisas desenvolvidas na área de tecnologia de alimentos tem reportado a utilização do óleo proveniente da espécie *C. brasiliense* na elaboração de diversos produtos como polpa liofilizada (SANTOS *et al.*, 2010), óleo para o consumo (BARBOSA *et al.*, 2009) e biscoitos (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2009). No entanto, há escassas referências sobre o processamento da espécie *C. coriaceum*, o que dificulta a sua valorização. Essa espécie, contudo, possui potencial agroindustrial, tendo em vista sua importância nutricional e relevante produção (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Dessa forma, é importante que sejam realizados estudos para um melhor aproveitamento do óleo do pequi como uma potencial matéria-prima.

O óleo do pequi da espécie *C. coriaceum* pode ser bastante atrativo se usado em formulações de produtos que tenham apelo nutritivo e saudável, como lácteos desnatados. Esses produtos são ricos em cálcio e vitaminas (PARÓDIA, 2010), se apresentam como alternativa para uma ingestão menos calórica, têm sido alvo do mercado de alimentos e despertam interesse em ser estudados. O queijo tipo *cottage* enquadra-se nessa categoria, pois é considerado magro e com possibilidade de variar sua formulação, incorporar gordura na quantidade desejada, mostra-se versátil com adição de ingredientes, como o óleo do pequi.

O *cottage* é um queijo de massa fresca, granulosa, preparado pela junção da coalhada seca do queijo com uma mistura cremosa (21CFR 133.128; Code of Federal Regulations, 2004). A coalhada é feita com leite pasteurizado e desnatado por coagulação ácida; deve ter textura sem ser muito firme, elástica ou dura (BODYFELT; POTTER, 2009). A mistura cremosa, conhecida como *dressing*, é constituída de creme de leite, leite e sal.

A produção do queijo *cottage* aumentou de 132,2 para 185,4 milhões de quilos em menos de vinte anos, entre o final da década de 80 e início dos anos 2000 (DRAKE; LOPETCHARAT; DRAKE, 2009). Acredita-se que o crescimento foi em função da sua baixa densidade energética, afinal pode ser usado como parte de um plano de redução de peso (HO, 2016). Em adição, é uma rica fonte proteica, em torno de 10% do produto (USDA, 2015).

Para atender um público crescente preocupado com a saúde, esta pesquisa estudou a substituição do creme de leite pelo óleo de pequi no *dressing* do queijo tipo *cottage*, composto principalmente por gordura saturada. No óleo de pequi, predominam ácidos graxos insaturados, que melhoram o perfil lipídico do sangue, pode ser uma opção de deixar o produto mais saudável ao substituir a fonte de gordura animal (SARAIVA, 2011).

Tendo em vista a valorização do óleo do pequi (*C. coriaceum*), considerando sua composição química, de ser dotado de compostos bioativos com atividade antimicrobiana (COSTA *et al.*, 2011), antioxidante (LIMA *et al.*, 2007) e a versatilidade do queijo *cottage* de incorporá-lo. Este estudo, tem como objetivo geral elaborar e caracterizar um queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi (*C. coriaceum*), por meio dos objetivos específicos que seguem: i) identificar o perfil dos ácidos graxos do óleo; ii) caracterizar as matérias-primas (óleo e leite) quanto aos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos; iii) avaliar se a adição de diferentes concentrações de óleo e emulsificante ao queijo tem influência sobre suas características físicas, químicas e físico-químicas; iv) estudar os efeitos do uso de diferentes concentrações de óleo e emulsificante sobre o perfil de textura do queijo; e v) verificar a atividade antimicrobiana do óleo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O pequizeiro (*Caryocar coriaceum* Wittm.)

As espécies conhecidas como pequizeiro pertencem à família *Caryocaraceae* de plantas angiospérmicas, plantas com flor da divisão *Magnoliophyta* e ordem *Malpighiales*. O gênero *Caryocar* engloba um total de 19 espécies que estão distribuídas nas Américas do Sul e Central, das quais 8 estão espalhadas pelo território brasileiro (OLIVEIRA, 1988). Dentre as espécies do gênero *Caryocar* destacam-se no Brasil: *C. brasiliense*, *C. villosum*, *C. coriaceum*, *C. cuneatum* e *C. glabrum* (ARAÚJO, 1995; PRANCE, SILVA, 2006; PAULA-JÚNIOR, 2006).

O pequizeiro da espécie *C. coriaceum* Wittm. é encontrado na região mais setentrional do Nordeste brasileiro, onde há a confluência dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, sobre a Chapada do Araripe. A sua altitude varia de 700 a 1.000 metros, com vegetação bastante diversificada, que muda de acordo com as condições climáticas da região, em que predomina (Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A região do Araripe constitui um local favorável para a produção do pequi em virtude de suas características geográficas, com clima mais úmido e chuvoso em relação a outras áreas do Nordeste (SOUSA JÚNIOR, 2012).

2.1.1 Características botânicas

O pequizeiro é uma planta perene, de porte arbóreo, com altura variando de 8 m a 15 m e tronco de até 2 m de diâmetro, revestido de casca escura e grossa. As folhas são compostas, trifolioladas, raramente monofolioladas; seus pecíolos medem de 1 cm a 21 cm de comprimento com estipelas ausentes. Os folíolos são de denteados a crenados, medem de 6,5 cm a 19,5 cm de comprimento por 4,1 cm a 15,4 cm de largura, obovais, ápice obtuso; os laterais com base desigual, pilosos, com nervuras salientes na face abaxial. As flores são protandras, actinomorfas, de esverdeadas a brancas, vistosas; medem de 50 mm a 75 mm de diâmetro, com numerosos estames brancos (CARVALHO, 2008). A árvore *C. coriaceum* Witt., suas folhas e seus frutos podem ser observados na Figura 1.

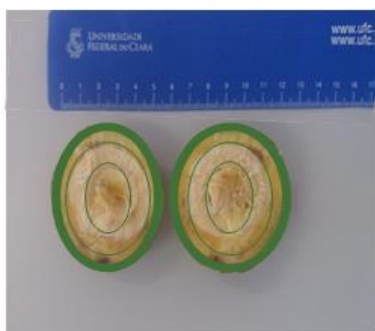
Figura 1 – *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequizeiro)



a)



b)



c)



d)

Fonte: Elaborado pelo autor

a) Árvore de *Caryocar coriaceum* Wittm (pequizeiro); b) folhas trifolias e fruto drupáceo; c) fruto com corte sagital; d) tronco com 2 m de diâmetro revestido de casca dura e grossa.

2.1.2 O pequi

O fruto do pequizeiro é drupáceo, ovoide, de consistência carnosa, com epicarpo de coloração verde-escura; mede cerca de 0,1 cm de espessura. O mesocarpo externo, de coloração verde-clara, oleaginoso, possui em média 0,8 cm de espessura. O mesocarpo interno, carnoso e de coloração amarelada, é oleaginoso, com forte odor característico e espessuras médias de 1

cm, que envolvem o endocarpo de textura lenhosa. O endocarpo é recoberto externamente por espinhos, que apresentam em média 0,5 cm de comprimento e ficam encravados na porção carnosa do mesocarpo; tem coloração castanho-escuro na parte externa e castanho-escuro metálica internamente, com 0,2 cm de espessura (SILVA; MEDEIROS-FILHO, 2006; PAULA-JÚNIOR, 2006).

Oliveira *et al.* (2009) realizaram um estudo sobre a caracterização física de frutos do pequi nativos da Chapada do Araripe e constataram, no que diz respeito às características morfológicas, que o fruto do pequi é constituído por 73% de casca, 10,5% de polpa e 16,5% de caroço; a amêndoa representa 1,9% e constitui 12,3% de parte comestível. O peso do fruto variou de 46,26 g a 140,23 g, com altura entre 43,32 cm e 62,75 cm, diâmetro maior entre 43,82 cm e 66,16 cm e menor entre 42,57 cm e 59,17 cm.

A polpa e a amêndoa do pequi apresentam, respectivamente, em sua composição em torno de 3% e 25% de proteínas, 33% e 51% de lipídeos, e 10% e 2% de fibras (LIMA *et al.*, 2007). Oliveira *et al.* (2010) demonstraram que o teor de carboidratos da polpa pode variar entre 13% e 22%, o de proteínas de 1% a 3% e o de lipídios de 15% a 35%. A polpa possui ainda uma quantidade considerável de fenólicos totais (209 mg /100 g) e de carotenoides (7,25 mg/100 g), que são compostos com elevada capacidade antioxidante (LIMA *et al.*, 2007). Já a amêndoa possui 122 mg/100 g de compostos fenólicos e 0,11 mg/100 g de carotenoides (LIMA *et al.*, 2007; MACHADO, MELLO, HUBINGER, 2013).

O fruto do pequi é considerado uma excelente fonte de vitaminas (C, E e do complexo B) e minerais (Fe, Zn, Cu e Mn) (LIMA *et al.*, 2007). A polpa e a amêndoa possuem em torno de 6,1 mg a 12 mg/100g de vitamina C, de 650 µg a 20.000 µg/100 g de vitamina A, de 10 µg a 30 µg/100 g de vitamina B1, de 360 µg a 463 µg/100 g de vitamina B2 e de 0,346 µg a 0,387 mg/100g de niacina (SANO; ALMEIDA, 1998).

2.1.3 O óleo de pequi

O pequi é aproveitado para a produção de óleo, complementando o trabalho na pós-colheita. Ele é extraído na safra e revendido na entressafra com maior valor de mercado (AUGUSTO; GÓES, 2007). O óleo, produzido de forma artesanal, é extraído por meio da fervura intensa do fruto sem casca em uma panela com água, por algumas horas, até a obtenção de um sobrenadante da parte gordurosa. Retira-se com uma colher a parte oleosa, que, aos poucos, sobe à tona na água, e dessa forma se extrai o óleo de pequi (FIGUEIREDO; MAIA; FIGUEIREDO, 1989).

O pequi possui quantidades elevadas de lipídios. Os rendimentos de extração dependem dos métodos utilizados. Lima *et al.* (2007) tiveram rendimento de 33,40% na polpa e 51,51% na amêndoa em composição centesimal em base úmida pelo método Soxhlet (AOAC, 1998). Na polpa, 37,97% dos lipídeos corresponderam aos saturados e 61,35% aos insaturados; na amêndoa, 47,17% corresponderam aos saturados e 52,48% aos insaturados (LIMA *et al.*, 2007). Em relação aos teores de ácidos graxos, tanto a polpa quanto a amêndoa apresentaram, respectivamente, predominância de ácido oleico, com 55,87% e 43,59%, seguido pelo ácido palmítico, com 35,17% e 43,76%, e esteárico, com 2,25% e 2,54%, respectivamente (LIMA *et al.*, 2007), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição percentual de ácidos graxos da polpa e da amêndoa de pequi*

ÁCIDOS GRAXOS	POLPA (%)	AMÊNDOA (%)
Ácido Láurico C12:0	0,04 ± 0,00	Nd
Ácido Mirístico C14:0	0,13 ± 0,01	0,046 ± 0,01
Ácido Palmítico C16:0	35,17 ± 0,27	43,76 ± 0,04
Ácido Palmitoleico C16:1	1,03 ± 0,00	1,23 ± 0,03
Ácido Esteárico C18:0	2,25 ± 0,04	2,54 ± 0,06
Ácido Oleico C18:1 Δ-9	55,87 ± 0,30	43,59 ± 0,16
Ácido <i>Cis</i> -vacênico C18:1 Δ -11	1,9 ± 0,08	1,38 ± 0,01
Ácido Linoléico C18:2	1,53 ± 0,02	5,51 ± 0,08
Ácido Linolênico C18:3	0,45 ± 0,00	0,09 ± 0,00
Ácido Araquídico C20:0	0,23 ± 0,00	0,20 ± 0,00
Ácido Gadoleico C20:1	0,27 ± 0,01	0,04 ± 0,00
Ácido Docosaexaenóico C22:6	Nd	0,19 ± 0,02
Total de saturados	37,97	47,17
Total de insaturados	61,35	52,48
Não identificados	0,68	0,35

Fonte: adaptado de LIMA *et al.*, 2007. Nd = não detectado

*valores expressos como média e desvio padrão da média.

2.1.4 Usos do pequi

O pequi apresenta um importante papel socioeconômico na Chapada do Araripe, embora sua safra ocorra entre os meses de dezembro e março (OLIVEIRA, 2010). O fruto é explorado de forma extrativista, envolvendo grupos familiares na atividade de coleta para usos na culinária local e na extração do óleo a partir da amêndoa ou polpa.

Apreciado por suas particularidades de aroma, sabor e cor, o fruto do pequi é consumido *in natura*, ou em diferentes elaborações culinárias, como sucos, sorvetes, licores,

geleias, farofas feitas a partir da castanha, doces, ou ainda em pratos tradicionais como arroz e cozido de carne, além de ser empregado em várias aplicações nas indústrias alimentícias, de cosméticos (emulsões cosméticas) e na extração do óleo (AMARAL,2014; GOMES, 2000; OLIVEIRA, 2006; PIANOVSKI *et al.*, 2008).

2.1.5 Efeitos biológicos do pequi

Embora seja evidente a importância econômica do pequi, visto que a comercialização do fruto pode representar até 80% da renda familiar dos produtores em regiões do cerrado (GOMES, 2000; OLIVEIRA, 2006), poucos são os estudos que atestam seus potenciais efeitos biológicos na saúde.

Há relatos do uso das diferentes partes do pequi na medicina popular para tratamento de algumas doenças (VIEIRA; MARTINS, 2000). O óleo extraído da polpa, misturado ao mel de abelha ou à banha de capivara, e as folhas são utilizados para o tratamento de bronquites, edemas, queimaduras, gripes, resfriados e como expectorante (ALMEIDA *et al.*, 1998; CHÉVES-POZO, 1997; VIEIRA; MARTINS, 2000).

Estudos científicos buscam comprovar algumas das propriedades biológicas já exploradas na medicina popular, assim como descobrir novas potencialidades do pequi. As folhas de *C. brasiliense* apresentam atividade antimicrobiana e bactericida (AMARAL *et al.*, 2014). Em outro estudo, o extrato hidroetanólico obtido das folhas demonstrou atividade leishmanicida e antioxidante (PAULA-JUNIOR *et al.*, 2006).

Estudos relacionados à genotoxicidade *in vivo* em polpa de pequi (*C. villosum*) e seu potencial em antigenotoxicidade à doxorubicina (DXR) induzida por danos no DNA, células do fígado, do rim, cardíacas e de medula óssea mostraram que a polpa foi capaz de reduzir significativamente o dano no DNA induzido por DXR. Nesse estudo, a polpa liofilizada foi administrada por gavagem durante 14 dias nas concentrações de 75 mg, 150 mg, 300 mg/kg p.c. (ALMEIDA *et al.*, 2012). Ferreira (2011) realizou ensaio de letalidade de artémia como um rastreio de teste de toxicidade para o óleo de pequi. Este apresentou atividade citotóxica (LD 50 µg / mL 827,62), o que sugere que ele deve ser usado com cautela.

De Figueiredo *et al.* (2016) verificaram efeitos anti-inflamatórios e hipolipemiantes de *Caryocar coriaceum* *in vivo* e *in vitro*. Os autores indicam seu potencial efeito cardioprotetor, já que a administração repetida do óleo melhorou o perfil lipídico de animais com dislipidemia, reduziu a inflamação e episódios associados a doenças cardiovasculares. Entretanto, Aguilar (2012) verificou que o óleo do pequi aumentou o colesterol total e acelerou

a formação de lesões ateroscleróticas avançadas, apesar de sua ação antioxidante em camundongos com ingestão de uma dieta média enriquecida com 7% de óleo de pequi durante 6 semanas. Para corroborar com esses estudos, Siekmeier *et al.* (2007) alertam que apesar do efeito protetor dos antioxidantes na redução do estresse oxidativo, o papel do óleo de pequi como ateroprotetor é ainda controverso em estudos *in vivo*.

A suplementação de 400 mg com óleo de pequi (*C. brasiliense*) por 14 dias na dieta de corredores foi capaz de reduzir a inflamação muscular, os danos causados no DNA nas células musculares e o estresse oxidativo (RIBEIRO *et al.*, 2013). Em outro estudo realizado pelo mesmo grupo de pesquisadores, a suplementação do óleo (400 mg por 14 dias) melhorou a anisocitose induzida pelo exercício em corredores, bem como a capacidade de transporte de oxigênio no sangue (MIRANDA-VILELA *et al.*, 2010).

Estudos demonstram ainda que o fruto e suas folhas são dotados de atividade antifúngica (PASSOS *et al.*, 2002), antitumoral (OLIVEIRA; GILBERT; MORS, 1968), antioxidante (ROESLER *et al.*, 2007; ROESLER *et al.*, 2008) e vasodilatadora (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

2.2 Queijo tipo *cottage*

2.2.1 Histórico e definição

O nome *cottage* significa casa de campo, que se relaciona com a sua origem, ou seja, é um queijo caseiro típico das vilas (FARKYE, 2004). A sua origem é incerta, apesar de muitos autores relatarem que ele possui origem britânica, em razão de ser bastante encontrado nos países anglo-saxões. Esse queijo teve a sua produção industrial iniciada entre 1915-1916 nos Estados Unidos (CLARK; POTTER, 2007); nos anos 2000, o queijo representou 8% de todo o queijo produzido nesse país (DAIRY PRODUCTS, 2002). Entretanto, segundo estudo de DRAKE (2009), nas últimas duas décadas, as vendas totais de queijo artesanal caíram 17%, apesar do aumento nas vendas de queijo *cottage* com baixo teor de gordura.

O *cottage* é um queijo macio, não curado e que possui partículas de coalhada relativamente uniformes. É definido como um queijo fresco, de textura granular, de cor branca, de sabor levemente ácido e salgado. Pode ser vendido como coalhada seca ou adicionado de um creme chamado de *dressing* (MELITO; DAMIANO, 2015), que fornece sabor e textura adicionais à massa.

2.2.2. Aspectos nutricionais

O *cottage* trata-se de um queijo que contém baixo teor de gordura, ele pode ser usado em dietas tanto de manutenção quanto de redução de peso corporal. Por apresentar baixo teor de sal, esse queijo pode ser consumido pelas pessoas que apresentam problemas de hipertensão, já que estas devem ingerir uma quantidade de sal não superior a 5 g por dia (1,7 g de sódio) de acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2008). O consumo médio do brasileiro é de 12 g diárias, ou seja, mais que o dobro da recomendação máxima.

O queijo tipo *cottage* apresenta o poder de saciedade semelhante à ingestão de ovo de galinha (MARSSET-BAGLIERI, 2015). Nesse estudo, a composição dos macronutrientes dos alimentos testados (omelete e queijo *cottage*) era semelhante, com 26 g de proteína, 21 g de gordura, 8 g de lactose e 1346 kJ (MARSSET-BAGLIERI, 2015). Tendo em vista que outros estudos demonstraram que a ingestão de ovo teria um poder de saciedade maior do que a ingestão de *croissant* ou cereal por indivíduos eutróficos, o consumo de queijo *cottage* seria um aspecto positivo em dietas de controle de peso (FALLAIZE *et al.*, 2013).

2.2.3 Processamento do queijo tipo *cottage*

2.2.3.1 Desnate e pasteurização do leite

O leite utilizado para a fabricação do queijo tipo *cottage* caracteriza-se pelo baixo teor de gordura, por isso ele é desnato. Posteriormente ao desnate, ocorre a pasteurização do leite, a qual é obrigatória para garantir a segurança alimentar, ao promover a destruição de microrganismos patogênicos. Essa etapa de produção do queijo *cottage* pode ser realizada à temperatura que alcança 72°C por 15 segundos, conhecida como pasteurização rápida (HTST, *High Temperature and Short Time*, ou seja, alta temperatura e curto tempo) ou à temperatura de 63°C por 30 minutos, também conhecida como lenta (LTLT, *Low Temperature Long Time*, ou seja, temperatura baixa por longo tempo) (BRASIL, 1996).

2.2.3.2 Fermento láctico

A elaboração do queijo tipo *cottage* pode ser feita a partir do leite pasteurizado desnatado e acidificado pela adição de uma cultura *starter* específica contendo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *L. lactis* subsp. *cremoris* (O-cultura). O creme *dressing* pode ser fresco ou adicionado de uma cultura produtora de diacetil (*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*) (ØSTERGAARD; EKLÖW; DALGAARD, 2014). Na produção de queijo, a propriedade mais importante de culturas *Lactococcus* é a capacidade de produzir ácido rapidamente. Outras propriedades, tais como tolerância ao sal e atividade proteolítica, são consideradas características importantes para justificar sua utilização (HANNON *et al.*, 2003). Além disso, também tem sido estudada a capacidade dessa cultura de produzir bacteriocinas (COTTER *et al.*, 2005), que aumentam a capacidade do controle de patógenos de origem alimentar, tais como *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* (DEEGAN *et al.*, 2006; GUINANE *et al.*, 2005).

2.2.3.3. Coagulação, lavagem da massa e dessoragem

A coagulação é um evento essencial no processo de fabricação do queijo e consiste na transformação do leite em gel (coágulo). O processo de coagulação pode ocorrer de quatro formas: adição de enzimas, introdução de microrganismos iniciadores, adição de substâncias ácidas e incorporação de substâncias ácidas no leite aquecido (FOX; MCSWEENEY, 2004).

O queijo *cottage* é obtido por coagulação ácida. A coagulação ácida pode ser realizada pela adição direta de ácido ou bactérias lácticas que produzem ácido láctico (FOX; MCSWEENEY, 2004). Essa coagulação ocorre devido à diminuição do pH até aproximadamente 4,6 pontos isoelétricos das caseínas, onde existe equivalência entre as cargas positivas e negativas da molécula. No ponto isoelétrico, existe um equilíbrio entre o número de cargas positivas e negativas, o que gera uma situação em que as forças de repulsão entre as moléculas de proteína e as forças de interação com o solvente são mínimas. Assim, as proteínas vão formando aglomerados que, cada vez maiores, tendem a precipitar.

A coagulação do leite por acidificação direta a quente se dá mais rapidamente, pois o pH em que ocorre a precipitação é maior que 4,6 devido à ação conjunta de calor e ácido (ORDÓÑEZ, 2005). Desse modo, quando o leite é tratado com ácido e calor, as caseínas e as proteínas do soro precipitam. Como as proteínas do soro são ricas em cistina (1,9% a 6,5%), a deficiência das caseínas nesse aminoácido é corrigida. A acidificação do leite aquecido resulta num precipitado de caseínas e proteínas desnaturadas do soro. Isso constitui uma vantagem,

não só do ponto de vista da nutrição (incorporação de cistina), como também econômico, já que as proteínas do soro correspondem a cerca de 0,6% do leite ou quase 20% do total de suas proteínas (VAN DENDER; SCHNEIDER, 2007).

O queijo tipo *cottage* no Brasil é fabricado geralmente por fermentação láctica com duração média de 16 horas para obtenção do coágulo. Isso significa que o queijo começa a ser fabricado em um dia e termina no outro. A produção do *cottage* normalmente demanda muito tempo, o que é visto como um problema, em virtude do longo período necessário para a coagulação, que inviabiliza a produção. Por esse motivo, as indústrias têm interesse na redução do tempo de processamento do queijo tipo *cottage*. Desse modo, a coagulação por acidificação direta do leite aquecido diminui o tempo de elaboração, aumenta o rendimento, elimina a manutenção de culturas lácticas e permite automatizar o processo, ao reduzir os custos de produção (VAN DENDER; SCHNEIDER, 2007).

Após a etapa de coagulação, na elaboração do queijo *cottage*, a massa apresenta acidez elevada, por isso é necessária a realização da etapa de lavagem com a finalidade de controlar o pH final do queijo. Após a lavagem da massa, ocorre a dessoragem para retirada de soro e água da lavagem remanescentes.

2.2.3.4 Creme dressing

O *dressing* é um líquido cremoso composto de creme de leite, o qual é adicionado no *cottage* com o objetivo de proporcionar melhor textura e sabor. A massa do queijo fica imersa no creme de leite e pode ser acrescida de espessante, estabilizante e fermentos lácticos (JOYNER; DAMIANO, 2015). A proporção de creme *dressing* adicionada à massa do queijo varia com a finalidade de se obter teor de gordura em torno 4% e umidade não maior que 80% (21CFR 133.128; Code of Federal Regulations, 2004). O estabilizante adicionado a esse creme é responsável por conferir ao queijo tipo *cottage* viscosidade, textura e estabilidade, além de promover uma melhor aderência do *dressing* à coalhada. Geralmente, o estabilizante é uma combinação de gomas, amidos, emulsificante e fosfato, cuja quantidade adicionada ao *dressing*, para que se obtenha a consistência desejada no produto, pode variar em função do conteúdo de gordura (DRAKE; LOPETCHARAT; DRAKE, 2009).

Recentemente, um estudo sugeriu que o uso combinado de diferentes hidrocoloides, como as gomas guar, xantana e de alfarroba, acrescentados no creme *dressing*, pode promover melhoria na estabilidade do queijo *cottage* durante sua estocagem, em comparação com o uso isolado desses elementos (JOYNER; DAMIANO, 2015).

2.2.4 Legislação

No Brasil, não existe legislação específica para o queijo tipo *cottage*. Em se tratando de queijos frescos elaborados com coalhada ácida, só existe Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade (RTIQ) no Brasil para queijo tipo *petit suisse* (Instrução Normativa n.º 53, de 29 de dezembro de 2000). O queijo *cottage* é definido nos Estados Unidos como um “Queijo mole não curado preparado misturando a coalhada seca do queijo *cottage* com uma mistura cremosa”. O teor de gordura láctea é inferior a 4% em peso do alimento acabado e não contém mais que 80% de umidade (21CFR 133.128; Code of Federal Regulations, 2004).

O *cottage* pode ser classificado como queijo, pois, segundo a Portaria n.º 146, de 7 de março de 1996, o queijo é definido como produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. O queijo tipo *cottage* encaixar-se-ia nas seguintes classificações: a) de acordo com o tempo de consumo, queijo fresco, o que está pronto para consumo logo após sua fabricação; b) considerando o conteúdo de matéria gorda no extrato seco, em percentagem, magro, quando contém entre 10,0 e 24,9%, ou desnatado, quando contém menos de 10,0%; e c) de acordo com o conteúdo de umidade, em percentagem, queijo de alta umidade (geralmente conhecido como de massa branda ou "mole") não inferior a 55,0%.

2.2.5 Propriedades funcionais e tecnológicas do queijo cottage

Os estudos relatados na literatura científica propõem-se, na maioria das vezes, a incorporar ao queijo tipo *cottage* ingredientes funcionais como agentes de conservação, com a finalidade de conferir propriedades benéficas à saúde e aumentar a vida útil dos produtos, e ingredientes com funções tecnológicas, como emulsificantes, espessantes, ácidos, cloreto de cálcio, que podem melhorar as características do produto (ARAÚJO *et al.*, 2010; ASENSIO; GROSSO; JULIANI, 2015; CALEJA *et al.*, 2015; MAKHAL; KANAWJIA; GIRI, 2014a, 2015; MAKHAL; GIRI; KANAWJIA, 2013). No geral, esse tipo de queijo apresenta alta

atividade água, baixo teor de sal (1,0-1,2%) e pH abaixo de 5,5 (ØSTERGAARD; EKLÖW; DALGAARD, 2014).

Em um estudo, foi elaborado um queijo tipo *cottage* com propriedades simbióticas com a finalidade de promover efeitos benéficos à saúde. A esse queijo foram incorporados o probiótico *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2B20 e a substância prebiótica inulina. Os ingredientes adicionados não alteraram as características físico-químicas e sensoriais do produto; além disso, o produto recebeu boa aceitação sensorial entre os provadores (ARAÚJO *et al.*, 2010). Caleja e colaboradores (2015) avaliaram a incorporação do pó e da infusão de erva-doce em queijo *cottage*. Como resultado, os autores observaram que a incorporação foi benéfica para o tempo de vida útil do queijo, além de agregar ao produto final potencial antimicrobiano e antioxidante.

Makhal, Kanawjia e Giri (2014a) estudaram o efeito do timol para conservação da qualidade do queijo tipo *cottage* e constataram que 40 ppm de timol aumentaram a vida útil do produto em 8 dias. Em outro estudo similar, foi observada a preservação da qualidade do queijo *cottage* orgânico pela adição de óleo essencial de orégano, o que levou à conclusão de que esse óleo diminui o processo de deterioração e prolonga a vida útil do produto (ASENSIO; GROSSO; JULIANI, 2015).

O queijo *cottage* obtido por meio de coagulação por acidificação direta do leite a quente (90°C/5 minutos), adicionado de 0,02% de cloreto de cálcio, apresentou 11,18% de aumento no rendimento, em comparação com a amostra-controle, sem prejudicar a qualidade do produto (MAKHAL; KANAWJIA; GIRI, 2015). Os mesmos autores verificaram em outro estudo que a adição de 0,015% de carragena acompanhada de tratamento térmico (90°C/5 min) aumentou o rendimento do queijo *cottage* em 13,6%. O aumento do rendimento foi devido à recuperação de proteínas do soro, resultante da coagulação por acidificação direta em combinação com aquecimento, e retenção de umidade no queijo, ocasionada pela adição de carragena (MAKHAL; GIRI; KANAWJIA, 2013).

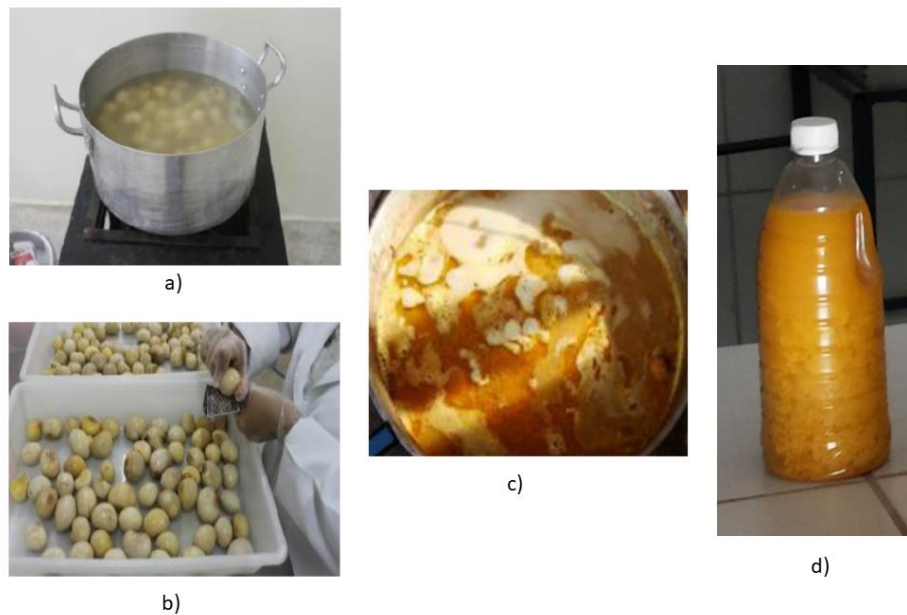
Os produtos que se apresentam como alternativa para uma ingestão menos calórica têm sido alvo da indústria de alimentos e despertam interesse de pesquisadores. O queijo tipo *cottage* enquadra-se nessa grupo, pois é considerado magro e com possibilidade de variar sua formulação, com adição de ingredientes probióticos ou prebióticos; mostra-se versátil e com potencial de ampliação de vendas no Brasil.

3 METODOLOGIA

3.1 Extração do óleo da polpa do pequi

Os frutos de *Caryocar coriaceum* Wittm. *in natura* foram coletados em janeiro de 2014, no município de Barbalha. Eles foram submetidos a aquecimento à temperatura de 98°C por 40 minutos para o amolecimento da polpa, visando facilitar a despolpa manual a partir do ralador, para assim separar o mesocarpo interno do endocarpo (Figura 2). Em seguida, a polpa obtida foi submetida a um cozimento intensivo com água, separando o óleo sobrenadante. O óleo foi aquecido à temperatura de 50°C em um recipiente metálico até que perdesse a opacidade devido à umidade (De FIGUEIREDO, 2016). Nesse processo, foram utilizados 300 frutos que pesaram 33,2 kg e renderam 4,7 kg da polpa do pequi para a obtenção de 1 litro de óleo.

Figura 2 – Extração do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum*)



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Aquecimento do fruto em água; b) remoção da polpa; c) aquecimento da polpa para retirada do óleo sobrenadante; d) envasamento do óleo.

3.2 Análises químicas, físicas e físico-químicas do óleo de pequi

As análises químicas, físicas e físico-químicas do óleo de pequi utilizado como matéria-prima foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais

da Embrapa Agroindústria Tropical e no Laboratórios de óleo do Parque de Desenvolvimento Tecnológico.

O óleo de pequi utilizado na elaboração das formulações do queijo tipo *cottage* foi submetido às análises de cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas, à determinação do índice de iodo, do índice de saponificação e do índice de peróxido e acidez, de acordo com metodologia recomendada pelo IAL (2008).

3.2.1 Perfil dos ácidos graxos do óleo de pequi por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas

Inicialmente, foi realizada a preparação dos ésteres metílicos e ácidos graxos para análise de CG-EM por meio da transesterificação. Para isso, preparou-se uma solução esterificante, na qual foram utilizados 3,3 gramas de NH_4Cl adicionados de 100 mL de metanol e 5 mL de H_2SO_4 . Posteriormente, foram pesados 30 mg do óleo em tubo para centrífuga. Foram adicionados 1 mL de hexano para solubilizar a amostra e mais 1,33 mL de solução de 0,5 mol de NaOH. A amostra foi aquecida em banho-maria à temperatura de 65°C a 70°C até a dissolução dos glóbulos de gordura, por 3 a 5 minutos. Em seguida, esfriou-se a amostra em água corrente. Adicionou-se 1,67 mL de solução esterificante. Agitou-se o tubo por 30 segundos. Este foi aquecido em banho-maria à temperatura de 65°C-70°C, por 5 minutos. Depois, o tubo foi esfriado em água corrente. Adicionou-se 1,33 mL de solução saturada de NaCl. O tubo, logo após, passou por agitação vigorosa em vortex por 30 segundos e foi acrescido de 1 mL de hexano. Por fim, colocou-se o material em funil de separação. Depois de separadas as fases, foi retirada a parte superior por meio de uma micropipeta automática e colocada em um vial. A amostra foi submetida à secagem. Reconstituiu-se a solução com hexano com grau CG (IAL, 2008). A amostra metilada foi submetida à análise instrumento CG-EM quadrupolo, modelo 7890/5977 (Agilent, Califórnia-EUA), com impacto de elétrons a 70 eV, coluna HP-5MS polimetilsiloxano (30 mm x 0,25 mm x 0,25 μm ; J&W Scientific Inc., Folsom, EUA), modo de injeção com divisão de fluxo de 1:50, durante toda a corrida de 33,7 min, gás carreador hélio com fluxo de 1,00 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ (6,8 psi) e velocidade linear constante de 36,17 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, temperatura do injetor de 250°C e temperatura da linha de transferência de 280°C. A programação do forno cromatográfico deu-se da seguinte maneira: temperatura inicial de 35°C com rampa de aquecimento de 15°C por 1 min até 180°C, seguida por rampa de aquecimento de 5°C por 1 min e 250°C por 10 min ao término da corrida (ADAMS, 2009). A identificação dos compostos foi realizada pela análise dos padrões de fragmentação exibidos

nos espectros de massas, e foi confirmada por comparação dos seus espectros de massas com aqueles presentes em base de dados (NIST – 147.198 compostos), bem como pela comparação dos seus índices de retenção, obtidos por injeção de uma mistura de padrões contendo uma série homóloga de alcanos C7-C30 com os de compostos conhecidos e dados da literatura (NIST, 2014).

3.2.2 Determinação do índice de iodo pelo método de Wijs

Inicialmente, o óleo de pequi foi filtrado em papel de filtro quantitativo de 125 mm. Posteriormente, pesou-se aproximadamente 0,25 g em frasco Erlenmeyer de 500 mL com tampa e foram adicionados 10 mL de tetracloreto de carbono. O volume de 25 mL de solução de Wijs foi transferido para o frasco Erlenmeyer contendo a amostra. Agitou-se cuidadosamente com movimento de rotação até completa homogeneização. A mistura ficou em repouso ao abrigo da luz e à temperatura ambiente por 30 minutos. Em seguida, adicionaram-se 10 mL da solução de iodeto de potássio a 15% e 100 mL de água recentemente fervida e fria. A amostra foi titulada com solução tiosulfato de sódio 0,1 mol até o aparecimento de uma fraca coloração amarela. O volume de 2 mL de solução indicadora de amido (1%) foi adicionado e a titulação continuou até o completo desaparecimento da cor azul. Uma determinação em branco foi preparada e se procedeu da mesma maneira para a amostra (IAL, 2008).

3.2.3 Determinação do índice de saponificação

A amostra foi filtrada em papel de filtro e pesada na quantidade de 5 g, de tal modo que sua titulação correspondesse de 45 a 55% da titulação do branco. O volume de 50 mL da solução alcoólica de KOH foi adicionado à amostra. Um branco foi preparado simultaneamente à amostra. O condensador foi conectado à amostra, deixando-se ferver suavemente até a completa saponificação (aproximadamente, uma hora). Em seguida, a amostra foi desconectada do condensador, adicionou-se 1 mL do indicador e se titulou com a solução de ácido clorídrico 0,5 mol até o desaparecimento da cor rósea (IAL, 2008).

3.2.4 Determinação do índice de peróxido

O óleo de pequi foi pesado na quantidade de $5 \pm 0,05$ g em frasco Erlenmeyer de 250 mL. A ele foram adicionados 30 mL da solução de ácido acético-clorofórmio 3:2, agitando-se até a dissolução da amostra. O volume de 0,5 mL da solução saturada de KI foi acrescentado e deixado em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Foram acrescentados 30 mL

de água e se titulou com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, com constante agitação, até que a coloração amarela tivesse quase desaparecido. Foi adicionado o volume de 0,5 mL de solução de amido indicadora, continuando a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul. Uma prova em branco foi preparada e titulada nas mesmas condições (IAL, 2008).

3.2.5 Determinação da acidez

Foram pesados 2 g da amostra em frasco Erlenmeyer de 125 mL e a eles adicionados 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra. Em seguida, duas gotas do indicador fenolftaleína foram acrescentadas para titulação com solução de hidróxido de sódio de 0,1 mol até o aparecimento da coloração rósea (IAL, 2008).

3.3 Planejamento experimental do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

O planejamento experimental realizado nesta pesquisa foi do tipo Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes e dois níveis. As variáveis independentes foram concentrações de emulsificante e óleo de pequi no *dressing*. e os níveis mínimo e máximo das variáveis independentes podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis das variáveis independentes do planejamento experimental

Variáveis independentes	Níveis				
	-1,42	-1	0	+1	+1,42
Concentração de óleo de pequi (%) – X ₂	5,76	7,0	10,0	13,0	14,24
Concentração de emulsificante (%) – X ₁	0,79	1,0	1,5	2,0	2,21

Fonte: Elaborado pelo autor.

As concentrações de emulsificante foram definidas segundo estudos que utilizaram concentrações semelhantes (MARUYAMA, 2006). Já as concentrações do óleo de pequi foram definidas segundo um estudo realizado por De Figueiredo (2016), o qual mostra que a ingestão de 0,5 g/kg/dia seria capaz de aumentar o HDL-c. A concentração máxima do óleo de pequi adicionado neste presente estudo foi de 14,24 g em 100g do queijo *cottage*. Tendo em vista que uma pessoa de 70 kg deveria ingerir 35 g de óleo de pequi diariamente para obter tal benefício no perfil lipídico, segundo o estudo de De Figueiredo (2016), a ingestão de 200 g de queijo *cottage* proporcionaria em média 81,37 % (28,48 g de óleo de pequi) desse valor.

O delineamento foi composto por 11 tratamentos, dos quais 4 são ensaios fatoriais, 4 ensaios axiais e 3 ensaios centrais (TABELA 3).

Tabela 3 – Ensaios do planejamento experimental para elaboração de queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Tratamento	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	X ₁	X ₂	Óleo de Pequi (%)	Emulsificante (%)
1	(-1)	(-1)	7,00	1,00
2	(-1)	(+1)	7,00	2,00
3	(+1)	(-1)	13,00	1,00
4	(+1)	(+1)	13,00	2,00
5	(-1,41)	(0)	5,76	1,50
6	(+1,41)	(0)	14,24	1,50
7	(0)	(-1,41)	10,00	0,79
8	(0)	(+1,41)	10,00	2,21
9	(0)	(0)	10,00	1,50
10	(0)	(0)	10,00	1,50
11	(0)	(0)	10,00	1,50

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos no planejamento experimental foram avaliados por meio do software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007). A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para testar a adequação dos modelos gerados mediante avaliação do coeficiente de determinação (R^2) e do teste F.

3.4 Processamento do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

3.4.1 Matérias-primas e ingredientes

O leite foi coletado logo após a ordenha e armazenado em tanque de resfriamento à temperatura de 4°C, em fazenda localizada no município de Morada Nova. O líquido foi acondicionado em recipientes plásticos e transportado em caixas isotérmicas ao Laboratório de Laticínios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, onde foi mantido congelado por -10°C até o uso em 7 dias.

O fermento láctico utilizado é composto por microrganismos mesófilos liofilizados (*Lactococcus lactis subsp. lactis* e *Lactococcus lactis subsp. cremoris*) da marca comercial Danisco. O preparo do fermento foi realizado de acordo com a recomendação do fabricante. Dessa forma, o envelope foi retirado do congelamento e mantido por 30 minutos em temperatura ambiente até a preparação. Em seguida, o pó foi diluído em 500 mL de leite desnatado UHT e dividido em 11 em porções de 45 mL, sob condições assépticas, e submetidos ao congelamento para posteriormente serem utilizados. O inóculo foi preparado no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

O emulsificante foi adquirido do fabricante Casa dos Ingredientes em embalagem de 1 kg. O produto é uma mistura composta de goma xantana, goma guar e carragena; foi armazenado em local seco e fresco e livre de contaminantes químicos e biológicos até sua utilização. Os ingredientes sorbato de potássio e cloreto de sódio foram adquiridos do fabricante Labsynth Produtos para Laboratório Ltda. O ácido láctico foi obtido da indústria Adicel Indústria e Comércio – Ingredientes para Indústrias de Alimentos.

3.4.2 Etapas da elaboração do queijo tipo cottage adicionado de óleo de pequi

O leite utilizado no processamento do queijo tipo *cottage* foi desnatado (0,23% de gordura) e pasteurizado (63°C/30 min). A elaboração do queijo tipo *cottage* (Figura 3) foi iniciada com o preparo da massa. O leite foi submetido a aquecimento, e ao atingir temperatura de 85°C, foi adicionado 1% de ácido láctico com relação ao volume do leite, enquanto a mistura era mexida lentamente. Após a incorporação do ácido, ocorreu a coagulação do leite, que foi aquecido até temperatura de 95°C, quando então foi retirada a fonte de calor. Em seguida, a massa foi deixada em repouso por 30 minutos. Logo após, a massa floculada foi dessorada com auxílio de peneira e lavada três vezes com água nas temperaturas de 20°C, 10°C e 5°C, respectivamente. Após a lavagem, a massa foi drenada e mantida em resfriamento a 4±1°C. No dia seguinte, preparou-se o *dressing*. O leite desnatado e pasteurizado foi aquecido a 30°C e submetido à fermentação por 4 horas com 10% de fermento láctico preparado anteriormente. Após a fermentação do leite, foram adicionados os ingredientes: emulsificante (1 a 2 %), óleo da polpa de pequi (7 a 13% do total do produto final), cloreto de sódio (3%) e sorbato de potássio (0,15%), os quais foram homogeneizados com auxílio de mixer por um minuto. As concentrações de emulsificante e óleo de pequi adicionadas variaram de acordo com os 11 tratamentos do planejamento experimental; já as concentrações de cloreto de sódio e sorbato de potássio foram as mesmas para todas as formulações do *dressing* e podem ser vistas na Tabela

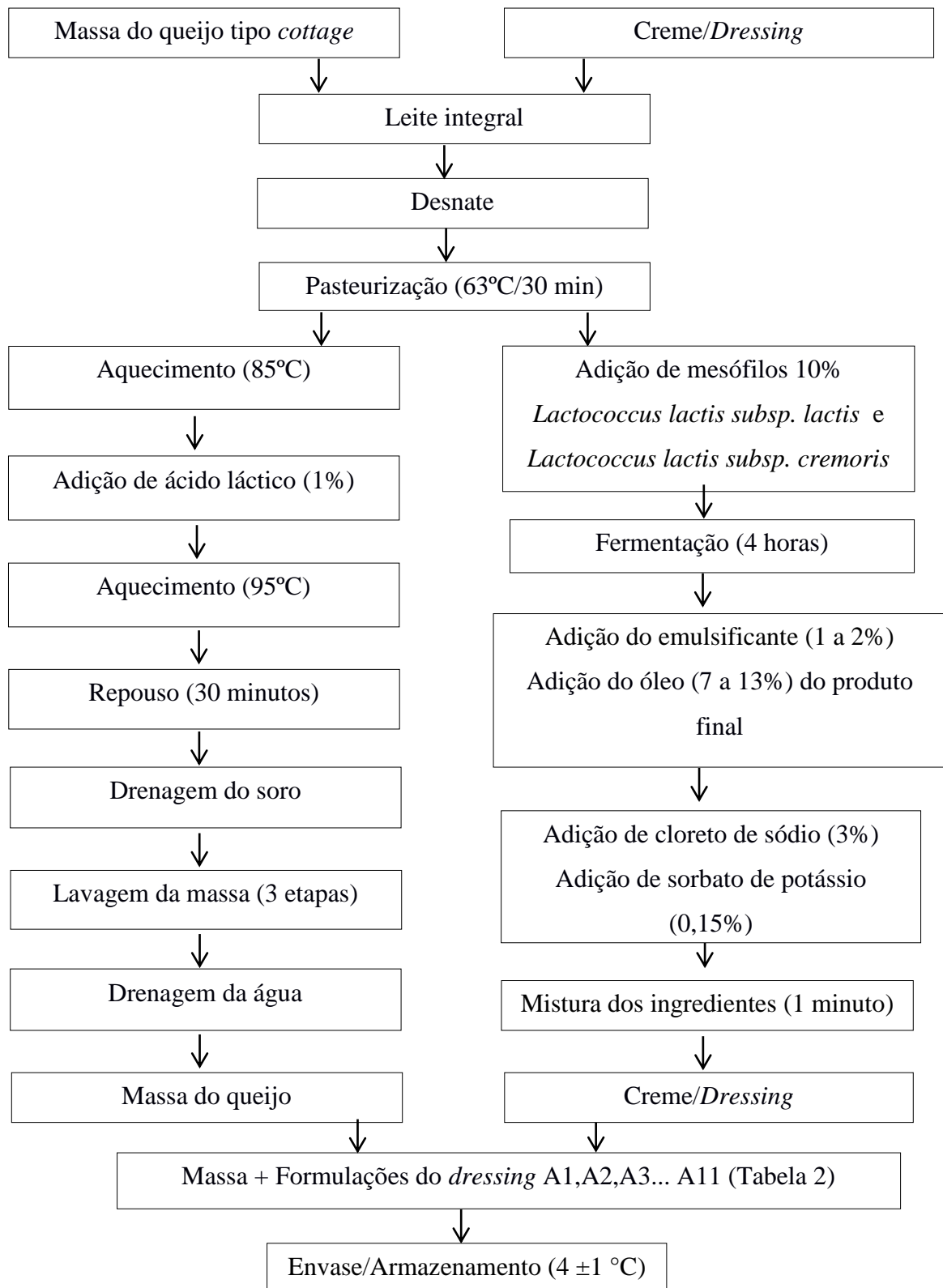
4. Para finalização do queijo tipo *cottage*, as diferentes formulações do *dressing* foram misturadas à massa na proporção de 1,4:1 (massa: *dressing*) e armazenadas em potes individuais sob resfriamento $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Figura 3).

Tabela 4 - Formulações do *dressing*

Tratamento	OP (g)	EM (g)	Sorbato de potássio (g)	Cloreto de sódio (g)	Leite fermentado (g)	Massa Dressing (g)
A1 (OP 7%; EM 1%)	30,24	1,80	0,27	5,40	142,29	180
A2 (OP 7%; EM 2%)	30,24	3,60	0,27	5,40	140,49	180
A3 (OP 13%; EM 1%)	56,16	1,80	0,27	5,40	116,37	180
A4 (OP 13%; EM 2%)	56,16	3,60	0,27	5,40	114,57	180
A5 (OP 5,75%; EM 1,5%)	24,84	2,70	0,27	5,40	146,79	180
A6 (OP 14,24%; EM 1,5%)	61,15	2,70	0,27	5,40	110,48	180
A7 (OP 10%; EM 0,79%)	43,20	1,42	0,27	5,40	129,71	180
A8 (OP 10%; EM 2,20%)	43,20	3,96	0,27	5,40	127,17	180
A9 (OP 10%; EM 1,5%)	43,20	2,70	0,27	5,40	128,43	180
A10 (OP 10%; EM 1,5%)	43,20	2,70	0,27	5,40	128,43	180
A11 (OP 10%; EM 1,5%)	43,20	2,70	0,27	5,40	128,43	180

Fonte: Elaborado pelo autor. OP: óleo de pequi; EM: emulsificante. (g): grama.

Figura 3 – Elaboração do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 – Fluxograma de obtenção do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi



Fonte: Elaborado pela autora

- a) Desnate do leite; b) tratamento térmico; c) coagulação ácida a quente do leite; d) massa do queijo; e) mistura dos ingredientes com mix: óleo de pequi, leite fermentado, cloreto de sódio, emulsificante e sorbato de potássio f) *dressing*; g) adição do *dressing* a massa e envase.

3.5 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite

As análises do leite utilizado como matéria-prima foram realizadas no Laboratório de Laticínios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. O leite utilizado na elaboração das formulações dos queijos tipo *cottage* foi submetido às seguintes análises: pH, acidez ($^{\circ}\text{D}$), densidade a 15°C , gordura, crioscopia, extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD), de acordo com metodologia do IAL (2008).

3.5.1 pH

O pH foi determinado utilizando-se potenciômetro da marca Tecnal, previamente calibrado. Mediram-se 10 mL do leite em Erlemeyer e, em seguida, introduziu-se o eletrodo diretamente na amostra homogeneizada (IAL, 2008).

3.5.2 Acidez ($^{\circ}\text{D}$)

Os 10 mL da amostra foram transferidos, com auxílio de uma pipeta volumétrica, para um béquer de 100 mL. Em seguida, adicionaram-se 5 gotas da solução de fenolftaleína (1 %) (m/v). A amostra foi mantida em homogeneização no momento da titulação com a solução de hidróxido de sódio 0,1 N ou $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, utilizando acidímetro de Dornic, até o aparecimento de uma coloração rósea. A leitura foi realizada com o resultado em graus Dornic (IAL, 2008).

3.5.3 Densidade a 15°C

O volume de 250 mL da amostra de leite, previamente homogeneizada e resfriada de 10 a 20°C , foi transferido para uma proveta de 500 mL. Em seguida, introduziu-se lentamente o lactodensímetro e o termômetro, com cuidado para não tocar nas paredes da proveta, e se procedeu à leitura da densidade e da temperatura. A densidade a 15°C foi expressa utilizando tabela específica para conversão da densidade lida pela temperatura para densidade a 15°C (IAL, 2008).

3.5.4 Lipídios pelo método de Roese-Gottlieb

Inicialmente, foi colocado um béquer de 150 mL por 1 hora em estufa a $102 \pm 2^\circ \text{C}$ para retirar a umidade. O mesmo foi deixado em repouso no dessecador até esfriar em seguida foi pesado e reservado para receber a gordura. 10 g de leite fluido desnatado foi pesado diretamente no frasco de Mojonnier. Após o preparo das amostras foi adicionado 2 mL de solução de amônia 25% (m/m) ao frasco de Mojonnier e misturado. A partir desse ponto, a análise foi conduzida imediatamente. Foram acrescentados 10 mL de álcool etílico P.A. e misturado cuidadosamente, deixando o líquido fluir entre os dois bulbos, inclinando o frasco de extração sem que o líquido atingisse a “boca”. Foram adicionadas 2 gotas de solução de vermelho congo a 1 % (m/v) e 25 mL de éter etílico e agitou-se o frasco de extração por 1 minuto com o frasco na posição horizontal e o bulbo menor voltado para cima em a agitação não excessiva. Posteriormente, 25 mL de éter de petróleo foram adicionados e agitado por 30 segundos. Os frascos de Mojonnier foram deixados em repouso por 30 minutos no seu suporte. O sobrenadante foi transferido para o béquer (preparado inicialmente), segurando o frasco de extração pelo bulbo menor. 5 mL de álcool etílico foram adicionados ao frasco de Mojonnier para evitar a formação de uma camada aquosa viscosa ou gelificada, visando de melhorar a precisão do método. Uma segunda extração foi conduzida usando 15 mL dos éteres etílico e de petróleo P.A. Em seguida, uma terceira extração, omitindo o uso do álcool foi realizada. O sobrenadante foi transferido para o béquer. Os solventes foram removidos, incluindo o álcool, por evaporação. O béquer foi levado para estufa a $102 + 2^\circ \text{C}$ por 1 hora com auxílio da tenaz metálica. O frasco foi retirado da estufa, deixado esfriar por aproximadamente 10 minutos e pesado. Repetiu-se esse procedimento até a massa ficar constante. 25 mL de éter de petróleo foram adicionados ao frasco para verificar se todo material foi solubilizado. O frasco foi aquecido levemente e agitado até que toda a gordura foi dissolvida. Após todo o material ser dissolvido, a massa da gordura foi calculada através da diferença entre a massa final do béquer contendo a gordura e a massa inicial do mesmo béquer. Um teste em branco foi conduzido substituindo a amostra por 10 mL da água (BRASIL, 2006).

O cálculo da gordura é obtido através da fórmula,

$$\% \text{ Gordura} = (m_1 - m_2) - (m_3 - m_4) \times 100 m_0$$

Onde: m_0 = massa da amostra, em gramas;

m_1 = massa do béquer com gordura (massa constante), em gramas;

m2 = massa inicial do béquer, em gramas.

m3 = massa do béquer usado no teste em branco, em gramas;

m4 = massa inicial do béquer usado no teste em branco ou, no caso de material insolúvel no éter de petróleo, massa do béquer com a massa do resíduo insolúvel, em gramas.

3.5.5 Crioscopia

O volume de 2 mL da amostra foi transferido para tubo específico do Crioscópio Eletrônico Digital, modelo MK 540L. Em seguida, o tubo foi introduzido no equipamento previamente calibrado. Efetuou-se a leitura após a emissão de um sinal sonoro. Após cada leitura, o sensor do equipamento foi lavado cuidadosamente com água e enxugado com papel absorvente (IAL, 2008).

3.5.6 Extrato seco total (EST) por método indireto

O valor do extrato seco total do leite foi verificado por meio da fórmula de Fleischmann (IAL, 2008):

$$\% \text{ de extrato seco} = 1,2 G + 2,665 \times \frac{(100 D - 100)}{D}$$

Onde G = n.º de g de gordura por cento m/v; D = densidade do leite a 15°C.

3.5.7 Extrato seco desengordurado (ESD)

O valor do extrato seco desengordurado (%) foi calculado por meio da subtração do valor da gordura (%) pelo valor de extrato seco total (%) da amostra (IAL, 2008).

3.6 Análises físicas, químicas e físico-químicas do queijo tipo cottage

As análises do queijo foram realizadas no Laboratório de Laticínios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. As análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas nas 11 formulações de queijo tipo *cottage* foram: pH, acidez titulável, gordura, proteína, umidade, cor e perfil de textura.

3.6.1 pH

O total de 10 g da amostra de queijo foi pesado em um béquer e diluído em 100 mL de água. A mistura foi agitada até que as partículas estivessem uniformemente suspensas. O pH foi determinado com o aparelho de marca Tecnal, modelo TEC-3MP, previamente calibrado (IAL, 2008).

3.6.2 Acidez titulável

Uma amostra de 10 g de queijo foi pesada e transferida para um balão volumétrico de 100 mL com álcool a 95%. O volume foi completado e deixado em contato por 6 horas. A mistura foi filtrada. Depois, a partir dela foi tomada uma alíquota, na qual foram adicionadas 5 gotas da solução de fenolftaleína; posteriormente, ela foi titulada com solução de hidróxido de sódio de 0,1 M até ser obtida a coloração rósea (IAL, 2008).

3.6.3 Gordura pelo método de Gerber

Foi pesada no copo do butirômetro 3 g da amostra de queijo. O volume de 5 mL de água a 30-40°C, 10 mL de ácido sulfúrico, 1 mL de álcool isoamílico e água morna foram adicionados até completar o volume do tubo. O butirômetro foi vedado, agitado e colocado em banho-maria a 63±2°C, durante 15 minutos. Depois de verificar que não restaram partículas sólidas, a mistura foi processada em centrífuga de Gerber da marca ITR, modelo 8BTR, por 5 minutos. A porcentagem de gordura foi lida diretamente na escala do butirômetro (IAL, 2008).

3.6.4 Proteína

Uma parcela de 0,5 g da amostra de queijo foi pesada em papel de seda e transferida para o balão de Kjeldahl (papel+amostra). O volume de 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica (Na_2SO_4 e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) foram adicionados ao balão. A mistura foi levada ao aquecimento em chapa elétrica, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido. A mistura foi aquecida por mais uma hora e depois reservada para esfriar. O material do balão foi transferido quantitativamente para o frasco de destilação, onde foram adicionadas 10 gotas do indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó. O balão foi ligado ao conjunto de destilação e a extremidade afilada do refrigerante foi mergulhada em 25

mL de ácido sulfúrico de 0,05 M, contido em frasco Erlenmeyer de 500 mL com 3 gotas do indicador vermelho de metila. No frasco contendo a amostra digerida adicionou-se solução de hidróxido de sódio a 30% até garantir um ligeiro excesso de base. A mistura foi aquecida até ebulição, em seguida destilada. O excesso de ácido sulfúrico foi titulado com solução de hidróxido de sódio de 0,1 M, usando vermelho de metila. O fator 6,38 foi considerado para a conversão de nitrogênio em proteína (IAL, 2008).

3.6.5 Umidade (secagem em estufa a 105°C)

A amostra foi pesada (2g) em cápsula de porcelana previamente tarada e aquecida durante 3 horas em estufa da marca Quimis, modelo SX-DTME. A amostra foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante (IAL, 2008).

3.6.6 Análise de cor

A medida da cor foi realizada por meio do colorímetro Minolta, modelo Croma Meter-300, utilizando-se o Sistema Cie L*a*b (Commission Internationale de l'Éclairage), por meio da leitura dos valores de L*, que representa a porcentagem de luminosidade, variando de preto (0%) a branco (100%); a*, que varia de verde (-a*) a vermelho (+a*); e b*, que varia de azul (-b*) a amarelo (+b*). As leituras foram feitas na superfície do queijo para todos os tratamentos em triplicata (CIE, 1986; WADHWANI, R.; MCMAHON, 2012).

3.6.7 Perfil de textura

As análises de determinação do perfil de textura (TPA) do queijo *cottage* utilizado foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical.

Para determinação do perfil de textura (TPA), as amostras de queijo foram analisadas à temperatura de 24°C. As análises foram realizadas em quintuplicata na Embrapa Agroindústria Tropical, no Laboratório de Análises de Alimentos, no texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems). Para análise, foi utilizado o probe P/25 (placa de compressão de 25 mm de diâmetro), com velocidade de 5 mm.s⁻¹, compressão de 5 mm da altura do queijo e tempo entre as duas compressões de 5 segundos. Foram avaliados os parâmetros mecânicos analisados foram coesividade (adimensional); adesividade (gfs); gomosidade (gf); mastigabilidade (gf); elasticidade (mm) e firmeza (gf).

3.7 Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi

O estudo foi realizado no laboratório de Microbiologia de Alimentos no departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Os testes antimicrobianos foram realizados para os microrganismos *S. aureus* ATCC 27664, *L. monocytogenes* ATCC 19115, *S. Enteritidis* IAL 1132 e *E. coli* ATCC 25922.

As cepas dos microrganismos foram recuperadas em caldo BHI antes de ser usadas. Em seguida, as cepas foram repicadas para um TSA (tryptic soy agar) suplementado com extrato de levedura para as cepas de *Listeria Monocytogenes* e TSA para os demais microrganismos. A partir de uma colônia isolada, foi feito o inóculo em caldo BHI (*brain heart infusion*), usado para as diluições.

O óleo de pequi foi utilizado nas concentrações de 1, 5, 7, 10, 20, 30 e 50% e 100%. A diluição do óleo foi feita a partir do uso de 4% de *tween* 80%, 4% de dimetilsulfóxido e água como diluentes. Quanto às cepas dos microrganismos usados nos testes, foram utilizadas por meio de diluição decimal seriada (10^{-1} até 10^{-7}) em água salina. Para a aplicação do método foram utilizadas placas com meio de cultura Muller Hinton suplementado com extrato de levedura para as cepas de *Listeria Monocytogenes* e Muller Hinton; para os demais microrganismos, os testes foram realizados em duplicatas.

Nas placas contendo os microrganismos foram feitas perfurações de 6 mm de diâmetro, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur. Em seguida, foram colocados 50 µL das diferentes concentrações do óleo em cada um dos poços formados pelas perfurações.

O controle positivo foi feito a partir de discos de antibiótico (gentamicina) e o controle negativo, de uma mistura dos diluentes *tween* 80%, dimetilsulfóxido e água destilada.

3.8 Análise estatística

Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão (DP). Os dados também foram enviados para análise de variância (Anova) e teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando software Statistica v.7 (STATSOFT, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do óleo de pequi

4.1.1 Perfil dos ácidos graxos do óleo de pequi por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas

De acordo com o perfil cromatográfico obtido por CG-EM, o óleo da polpa de pequi apresentou 63,63% em ácidos graxos insaturados e 37,36 % em ácidos graxos saturados (Tabela 5). Dentre os insaturados, o ácido graxo monoinsaturado oleico (18:1) foi o majoritário, com 62,61% (Figura 5). Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2010) e Sena Júnior *et al.* (2010), que observaram 57,15% e 55,79%, respectivamente, de ácido oleico em óleo de semente e óleo polpa de pequi. Os ácidos graxos monoinsaturados exercem efeito sobre a colesterolemia, assim como os ácidos graxos poli-insaturados, sem, no entanto, diminuírem o HDL-c e provocarem oxidação lipídica. Os ácidos graxos poli-insaturados possuem o inconveniente de acentuar a oxidação lipídica e diminuir o HDL-c quando utilizados em grande quantidade (SPOSITO *et al.*, 2007).

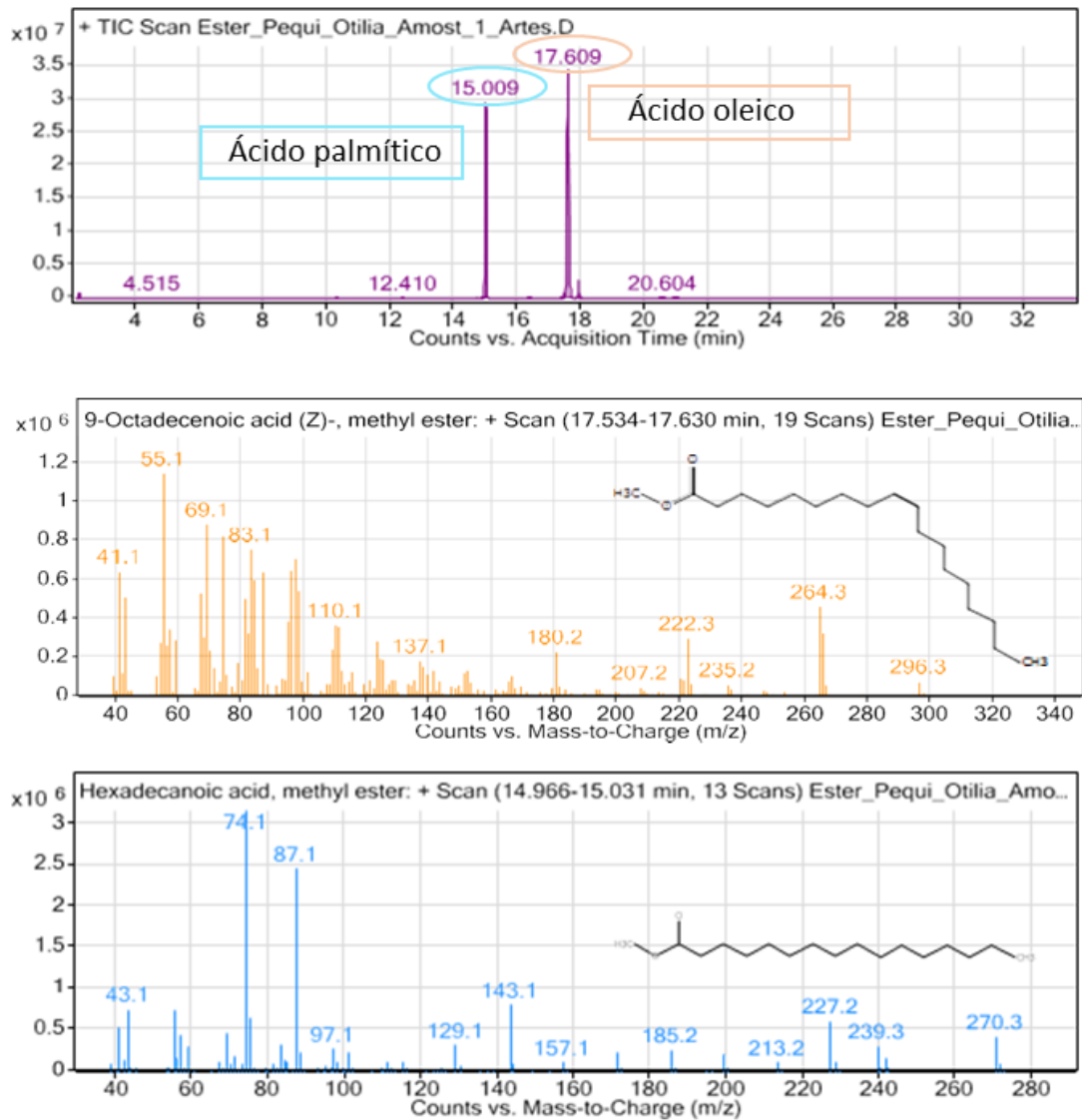
O óleo da polpa do pequi assemelha-se ao óleo de oliva pela composição de seus ácidos graxos insaturados, dos quais predomina o ácido oleico em sua constituição. Diversos efeitos antiaterogênicos relacionados ao consumo de azeite podem contribuir para explicar o baixo índice de mortes encontrado em alguns países mediterrâneos, quando comparados com países do Ocidente, apesar da elevada presença de fatores de risco para doenças coronárias (COVAS, 2007).

O ácido graxo saturado majoritário encontrado foi o ácido palmítico (33,4%), seguido do ácido esteárico (2,87%) e do ácido eicosanoico (Tabela 5). Saraiva *et al.* (2011) encontraram valor similar para o ácido palmítico na mesma espécie em estudo: 34,18%. Estudos referentes a outra espécie de pequi, *C. brasiliense*, mostraram resultados maiores para a concentração de ácido palmítico em investigação de perfil cromatográfico: 41,78% (MIRANDA-VARELA, 2010) e 35,17 % (LIMA, *et al.*, 2007), em comparação com a espécie em estudo, *C. coriaceum* (Figura 5).

O ácido palmítico, predominante no *C. brasiliense*, é um dos ácidos graxos mais aterogênicos e é amplamente ligado à hipertrigliceridemia e à hipercolesterolemia (KHROURI *et al.*, 2007). Isso explicaria o perfil lipídico mais aterogênico, talvez porque a proporção de ácidos graxos monoinsaturados no óleo de pequi (*C. brasiliense*) não pareceu ser suficiente para

neutralizar os efeitos deletérios da gordura saturada nos lipídios séricos em estudos realizados por Aguilar *et al.* (2012). Ao contrário, no estudo de De Figueiredo *et al.* (2016), o óleo de pequi da espécie *C. coriaceum* apresentou melhora no perfil lipídico, com elevação do HDL-c, efeitos semelhantes aos vistos com azeite de oliva.

Figura 5 – Cromatograma e espectros de massas dos ésteres metílicos dos ácidos graxos majoritários encontrados no óleo da polpa do pequi



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Cromatograma dos ácidos graxos majoritários encontrados no óleo da polpa do pequi; b) espectro de massas (ácido oleico); c) espectro de massas (ácido palmítico).

Tabela 5 – Valores dos Ácidos Graxos, Área %, e IR encontrados no óleo de pequi

Ácidos graxos	Área % Relativa (percentual de ácidos graxos)	IR ^{exp}	IR ^{lit}
Ácido Laurico C12:0	0,01	1527	1528
Ácido Mirístico C14:0	0,01	1791	1725
Ácido Palmítico C16:0	33,40	2010	1933
Ácido Linoleico C18:2	0,95	2153	2099
Ácido Oleico C18:1	62,61	2164	2101
Ácido Esteárico C18:0	2,87	2189	2128
Ácido Gadoleico C20:1	0,08	2343	2287
Ácido Eicosanoico C20:0	0,05	2369	2302
Total saturados	36,37		
Total insaturados	63,63		
Total	100		

Fonte: Elaborado pelo autor.

IR^{exp}: Índice de retenção do experimento obtido em coluna HP-5 MS;

IR^{lit}: Índice de retenção literatura (NIST, 2014; ADAMS, 2009; DE FIGUEIREDO *et al.*, 2016).

4.1.2 Determinação do índice de iodo pelo método de Wijs, por saponificação, peróxido e acidez

Na Tabela 6, encontram-se os valores médios e o desvio padrão das características químicas do óleo de pequi, estudados junto com os parâmetros sugeridos pela Resolução n.º 482, de 23 de setembro de 1999, que dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais (BRASIL, 1999).

Tabela 6 – Valores médios dos índices de acidez, peróxido, iodo e de saponificação do óleo de pequi

Requisitos	Óleo de Pequi	Valor de referência preconizado pela Legislação*
Índice de acidez (mg KOH/g)	1,67 ± 0,01	2
Índice de peróxido (mEq O ₂ /kg)	0,63 ± 0,00	10
Índice de iodo (g I ₂ /100g)	60,11 ± 0,04	-
Índice de saponificação (mg KOH/g)	200,55 ± 1,34	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

*(BRASIL, 1999).

A acidez e o índice de peróxidos são os principais parâmetros que refletem a qualidade de um óleo. Alterações verificadas nesses parâmetros do óleo de pequi podem ser ocasionadas pela elevada quantidade de ácidos graxos de cadeia curta presentes no produto, que, segundo Garcia *et al.* (2007), conferem menor estabilidade ao óleo.

A decomposição da gordura pela lipase é acelerada por luz e calor, com formação de ácidos graxos livres que causam sabor e odor desagradáveis ao produto. Dessa forma, a presença desses compostos em óleos é indesejável. O índice de acidez é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio requerido para neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de óleo (CECCHI, 2003). Portanto, quanto maior o índice de acidez de um óleo, maior o percentual de ácidos graxos livres, o que implica pior qualidade.

Os resultados médios do índice de acidez encontrados no óleo de pequi foram de 1,67 mg KOH/g, apresentando acidez menor que o máximo permitido pela legislação para óleo refinado, que é de 2 mg KOH/g (BRASIL, 1999). Barbosa *et al.* (2009) avaliaram a qualidade do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) adquirido no mercado e entre os produtores no estado de Minas Gerais. Os autores observaram valores médios de acidez na faixa de 0,65 a 2,62 mg KOH/g.

A rancidez oxidativa é uma das principais causas de deterioração de óleos e gorduras. A determinação do índice de peróxido é um dos métodos mais utilizados para estimar o estado de oxidação desses produtos (CECCHI, 2003). O índice de peróxido, de acordo com a legislação brasileira, não pode ser superior a 10 mEqO₂/kg para óleos e gorduras refinadas (BRASIL, 1999).

Os valores encontrados para o óleo de pequi analisado estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação vigente, visto que apresentou 0,63 mEq O₂/kg, indicando baixo índice de oxidação. Barbosa *et al.* (2009) observaram valores para esse parâmetro variando entre 1,94 e 4,71 mEqO₂/kg. Aquino *et al.* (2009) estudaram os parâmetros físico-químicos do óleo de pequi para os diferentes tratamentos de secagem e encontraram o menor índice de peróxido (1,24 mEqO₂/kg) em condições de secagem de 40°C por 19 horas. Os valores obtidos pelos autores citados são superiores aos observados neste trabalho, o que sugere uma melhor qualidade do óleo de pequi avaliado.

A determinação do índice de saponificação indica a quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular, e é inversamente proporcional ao peso molecular dos ácidos graxos presentes (CECCHI, 2003). Em termos alimentares, quanto maior o índice de saponificação, melhor será o óleo para alimentação. A queda do índice de saponificação, o aumento dos teores de acidez titulável e o índice de peróxido do óleo de pequi indicam a

ocorrência de reações de hidrólise dos ácidos graxos durante o armazenamento (RIBEIRO, 2012). O valor médio encontrado no óleo de pequi analisado foi de 200,55mg KOH/g, maior que o valor observado por Barbosa *et al.* (2009), que foi de 100,7 a 101,1mg KOH/g, o que indica uma melhor qualidade do óleo analisado nesta pesquisa.

A medida da insaturação de óleos é importante para sua classificação e para o controle de alguns processamentos. O método mais utilizado é a medida do índice de iodo, o qual baseia-se no fato de que o iodo e outros halogênios são adicionados numa dupla ligação da cadeia insaturada de ácidos graxos (CECCHI, 2003). Dessa forma, quanto maior a quantidade de insaturações, maior será a capacidade de absorção de iodo pelo óleo. O resultado médio de índice de iodo encontrado no óleo de pequi foi de 60,11 g I₂/100g. Teores semelhantes foram observados por Oliveira *et al.* (2011), que encontraram 62,0g I₂/100g. Esse valor, ao ser comparado com valores de índice de iodo encontrados em óleo de coco (7,5 a 10,5 g I₂/100g) e azeite de oliva (80 a 88 g I₂/100g), indica que o óleo de pequi possui mais insaturações que o óleo de coco e menos insaturações que o azeite de oliva (CECCHI, 2003).

4.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite

Os resultados das análises de acidez, gordura, pH e crioscopia realizadas no leite cru (Tabela 7) desnatado utilizado como matéria-prima foram comparados com os valores estabelecidos pela Instrução Normativa n.º 62, de 29 de dezembro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. De acordo com as médias obtidas, o leite mostrou-se adequado para utilização nas formulações quando comparado com os valores estabelecidos pela referida legislação (BRASIL, 2011).

Na elaboração de queijo tipo *cottage* realizada por Dutra, Furtado e Abreu (2009), os autores obtiveram valores similares na análise da matéria-prima para a maioria dos requisitos médios de acidez (16%), gordura, pH (6,7) e extrato seco total (8,81%).

O teor de gordura do leite para a fabricação do queijo *cottage* é uma característica importante, visto que é um queijo desnatado (ØSTERGAARD; EKLÖW; DALGAARD; 2014). O teor de gordura médio do leite utilizado na fabricação do queijo *cottage* neste trabalho foi de 0,23 %. Makhal, Kanawjia e Giri (2015) utilizaram leite desnatado com teor de gordura médio de 0,03%. Os dois estudos encontram-se em acordo com a legislação que preconiza que o leite desnatado deve possuir teor de gordura, no máximo, de 0,50%.

A crioscopia média encontrada para o leite avaliado foi de -0,535°H, logo está dentro da faixa exigida pela legislação (-0,530 a -0,550°H). A crioscopia é importante para

avaliar a qualidade do leite, pois pode auxiliar na detecção de adulteração do leite com água ou outros componentes. No caso de adição de água, a crioscopia fica mais alta, de modo que o valor se aproxima do ponto de congelamento da água (SANTOS; FONSECA, 2007), e quando são adicionados compostos sólidos, a crioscopia diminui.

A determinação da densidade serve como método de detecção de fraudes no leite quanto à desnatação ou adição de água, apesar de não ser um teste conclusivo, pois leites com alto teor de gordura apresentam valores de densidade menor em virtude da baixa densidade das gorduras (TRONCO, 2008).

Tabela 7 – Valores médios das análises físicas, químicas e físico-químicas do leite

Requisitos	Leite desnatado	Instrução Normativa n.º 62*
Acidez (g de ácido láctico/100g)	0,17 ± 0,00	0,13 a 0,18
Gordura (%)	0,23 ± 0,06	Máximo 0,50
pH	6,60 ± 0,00	-
Crioscopia (°H)	-0,535 ± 0,57	- 0,530 a -0,550
Densidade a 15°C (g/ml)	1,035 ± 0,001	1,028 a 1,034
Extrato seco total (%)	9,29	-
Extrato seco desengordurado (%)	9,06	Mínimo 8,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Brasil (2011).

4.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

4.3.1 Análises de gordura, proteína e umidade

Os resultados dos teores de gordura indicaram que as formulações nas quais foram adicionadas as mesmas quantidades desse macronutriente, ou seja, as amostras A1 e A2 (que continham ambas 7 % de óleo de pequi) comparadas com as amostras A3 e A4 (com 13% de óleo de pequi cada), com as amostras A5 (com 5,75%), A6 (com 14,24%) e amostras A7, A8, A9 e A10 (com 10% de óleo de pequi cada), diferiram estatisticamente no nível de 5% entre os grupos (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios dos teores de proteína, gordura e umidade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Formulações	Gordura (n=3)	Proteína (n=5)	Umidade (n=3)
A1(OP 7%; EM 1%)	7,48 ± 0,01 ^d	19,70 ± 0,34 ^a	68,93 ± 0,24 ^c
A2(OP 7%; EM 2%)	7,58 ± 0,01 ^d	21,02 ± 1,71 ^a	65,18 ± 0,47 ^a
A3(OP 13%; EM 1%)	13,33 ± 0,20 ^c	18,81 ± 1,02 ^a	62,44 ± 0,31 ^f
A4(OP 13%; EM 2%)	13,16 ± 0,03 ^c	20,61 ± 1,69 ^a	61,94 ± 0,11 ^{ef}
A5(OP 5,75%; EM 1,5%)	5,66 ± 0,03 ^b	21,26 ± 0,78 ^a	68,18 ± 0,06 ^c
A6(OP 14,24%; EM 1,5%)	14,35 ± 0,08 ^a	19,53 ± 0,91 ^a	61,17 ± 0,55 ^e
A7(OP 10%; EM 0,79%)	10,46 ± 0,46 ^f	18,48 ± 0,90 ^a	62,39 ± 0,32 ^f
A8(OP 10%; EM 2,20%)	10,09 ± 0,03 ^f	18,80 ± 1,38 ^a	66,54 ± 0,24 ^d
A9(OP 10%; EM 1,5%)	10,46 ± 0,40 ^f	18,56 ± 0,72 ^a	66,47 ± 0,46 ^d
A10(OP 10%; EM 1,5%)	10,47 ± 0,37 ^f	18,58 ± 0,49 ^a	61,92 ± 0,19 ^{ef}
A11(OP 10%; EM 1,5%)	10,88 ± 0,03 ^f	18,75 ± 0,34 ^a	64,06 ± 0,01 ^b

Fonte: Elaborado pelo autor.

A: amostra; OP: óleo de pequi; EM: emulsificante. Os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra (a, b, c, d, e, f) não diferem estatisticamente entre si, na mesma coluna, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Os teores médios de gordura das formulações de queijo tipo *cottage* variaram entre 5,66 e 14,35%. O queijo simbiótico elaborado por Araújo *et al.* (2010), com microrganismo probiótico e inulina, apresentou teores de gordura no produto final de 1,00%. Já no trabalho de Paródia (2010), que avaliou formulações de queijo tipo *cottage* com diferentes concentrações de gordura e inulina, os valores médios encontrados variaram entre 0,42% e 3,90%. Em todos os estudos anteriormente citados, os teores de gordura verificados são inferiores aos valores observados neste trabalho. Deve-se ressaltar que isso se deve à adição intencional do óleo de pequi, que confere ao produto final maior teor de lipídios.

Entretanto, apesar da adição do óleo, os queijos elaborados podem ser classificados como desnatado e magro, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos (BRASIL, 1996). Dessa maneira, de acordo com esse regulamento, as formulações A1, A2 e A5 poderiam ser classificadas na categoria de queijo desnatado por apresentarem valores de gordura não superior a 10% do seu peso total. Já as demais formulações, A4, A6, A7, A8, A9, A10 e A11, que continham teores de gordura entre 10,09% e 14,35%, poderiam ser caracterizadas como queijo magro.

Os valores médios de proteínas encontrados nos queijos analisados variaram de 19,70 a 18,75 %. Makhal, Kanawjia e Giri (2015) observaram em seu estudo valores similares para proteína que variam entre 18,83 e 18,58%. Os valores de proteínas não apresentaram diferenças significativas entre si no nível de 5%. Houve um aumento no teor de quantidade de proteínas no queijo nas amostras A5 e A2, mas não significativo. Estas continham uma maior quantidade de leite e uma menor quantidade de óleo, o que provavelmente causou um aumento no teor de proteínas.

Os valores de umidade encontrados nas formulações variaram aproximadamente de 61,00 a 69,00%. Observou-se que, na maioria dos casos, quanto maior o percentual de óleo utilizado, menor o teor de umidade. Por exemplo, a amostra A6 continha a quantidade mais elevada de óleo de pequi (14,24%), apresentando um teor de umidade de 61,17%. Em contrapartida, a amostra A5, com menor percentual de óleo (5,75 %), apresentou teor de umidade de 68,18 %. As amostras A3, A4, A7 e A10 não apresentaram diferença significativa entre si, bem como as amostras A6, A10 e A4 e as amostras A8 e A9. Já todas as demais apresentavam entre si diferença no nível de significância de 5%.

Makhal, Kanawjia e Giri (2014a) estudaram a eficácia do timol para estender a vida útil do queijo tipo *cottage* elaborado por coagulação pela adição de ácido e detectaram teor de umidade variando de 72,90% a 73,10%. Em outra pesquisa realizada pelos mesmos autores (MAKHAL; KANAWJIA; GIRI, 2015), que avaliaram o efeito da adição de cloreto de cálcio sozinho e em combinação com tratamento térmico nas características do queijo tipo *cottage*, observaram valores de umidade na faixa de 74,35% a 74,80%. Já Araújo *et al.* (2010) encontraram o teor médio de umidade em um queijo *cottage* simbiótico de 81,01%.

Nas formulações de queijo estudadas neste trabalho, foram observados valores médios de umidade inferiores aos encontrados pelos autores mencionados, o que pode ser explicado pela adição do óleo de pequi, que variou de 5,75% a 14,24%, aumentando o teor de gordura e, conseqüentemente, diminuindo a umidade do produto.

4.3.2 Resultados e discussão das análises de acidez e pH

Os valores médios de acidez encontrados foram em torno de 0,22 a 0,35%; houve diferença significativa entre a maioria dos valores encontrados (Tabela 9). A amostra A5, que continha menor percentual de óleo de pequi (5,75%), apresentou menor acidez ($0,22 \pm 0,04\%$), enquanto a amostra A6, com maior percentual de óleo em sua composição (14,24%), apresentou acidez média de $0,31 \pm 0,01\%$. A acidez do óleo encontrada foi em torno de 1,7 mg KOH/g,

que provavelmente influenciou a acidez final do queijo, de acordo com os resultados obtidos, existe uma relação entre a quantidade de óleo de pequi e o nível de acidez detectado.

Tabela 9 – Valores de acidez e pH do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Formulações (%)	Acidez (n=3) (%)	pH (n=3)
A1(OP 7%; EM 1%)	0,27 ± 0,00 ^{bc}	4,73 ± 0,081 ^{ce}
A2(OP 7%; EM 2%)	0,27 ± 0,01 ^{bc}	4,74 ± 0,012 ^{ce}
A3(OP 13%; EM 1%)	0,27 ± 0,01 ^{bc}	4,64 ± 0,020 ^{bd}
A4(OP 13%; EM 2%)	0,27 ± 0,00 ^{bc}	4,76 ± 0,015 ^{ce}
A5(OP 5,75%; EM 1,5%)	0,22 ± 0,04 ^c	4,63 ± 0,040 ^{bd}
A6(OP 14,24%; EM 1,5%)	0,31 ± 0,01 ^{ab}	4,76 ± 0,015 ^{ce}
A7(OP 10%; EM 0,79%)	0,26 ± 0,02 ^{bc}	4,71 ± 0,010 ^{de}
A8(OP 10%; EM 2,20%)	0,35 ± 0,01 ^a	4,67 ± 0,021 ^{de}
A9(OP 10%; EM 1,5%)	0,25 ± 0,02 ^{bc}	4,82 ± 0,055 ^{ac}
A10(OP 10%; EM 1,5%)	0,25 ± 0,03 ^{bc}	4,87 ± 0,021 ^a
A11(OP 10%; EM 1,5%)	0,27 ± 0,01 ^{bc}	4,87 ± 0,006 ^a

Fonte: Elaborado pelo autor.

A: amostra; OP: óleo de pequi; EM: emulsificante. Os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra (a, b, c, d, e, f) não diferem estatisticamente entre si, na mesma coluna, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

O estudo realizado por Asensio, Grosso e Juliani (2015), avaliando a preservação do queijo tipo *cottage* a partir do óleo essencial de orégano, observou acidez média de 0,40 %. O queijo tipo *cottage* adicionado de timol, estudado por Makhal, Kanawjia e Giri (2014ab), apresentou valor de acidez variando de 0,61% a 0,62%. Já o queijo simbiótico avaliado por Araújo *et al.* (2010) apresentou valor médio de acidez de 0,25%, próximo aos valores encontrados nas formulações estudadas nesta pesquisa (0,22% a 0,35%).

As formulações A1 e A2, com baixas concentrações de óleo e diferentes concentrações de emulsificante, não apresentaram diferença significativa para pH, e a amostra com mais alto teor de óleo (A6) não diferiu de A1 e A2 ($p < 0,05$). Valores semelhantes foram encontrados por Araújo *et al.* (2010), que encontraram valor de pH 4,75%.

4.3.3 Resultados da análise de cor

Os dados das análises de cor do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi são apresentados na Tabela 10. O sistema utilizado foi o CIELab, que representa os resultados de luminosidade L* de 0 a 100, que varia do preto ao branco; croma a* de -60 a +60, que varia do

verde ao vermelho; e croma b^* de -60 a +60, que varia do azul ao amarelo (CIE, 1986; WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J., 2012).

Tabela 10 – Valores médios dos parâmetros de cor do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Formulações	L^*	a^*	b^*
A1(OP 7%; EM 1%)	86,34 ± 0,04 ^{cd}	-4,16 ± 0,01 ^b	23,23 ± 0,03 ^{cdf}
A2(OP 7%; EM 2%)	85,65 ± 0,01 ^{ef}	-4,45 ± 0,01 ^d	25,97 ± 2,87 ^{be}
A3(OP 13%; EM 1%)	85,14 ± 0,06 ^a	-4,23 ± 0,03 ^b	27,73 ± 0,05 ^{ab}
A4(OP 13%; EM 2%)	84,44 ± 0,10 ^b	-4,30 ± 0,01 ^{efg}	28,72 ± 0,01 ^a
A5(OP 5,75%; EM 1,5%)	86,54 ± 0,07 ^c	-4,26 ± 0,02 ^{bef}	22,28 ± 0,08 ^{cd}
A6(OP 14,24%; EM 1,5%)	85,46 ± 0,06 ^f	-4,34 ± 0,01 ^{defg}	29,23 ± 0,07 ^a
A7(OP 10%; EM 0,79%)	86,22 ± 0,03 ^d	-3,57 ± 0,09 ^a	22,01 ± 0,28 ^d
A8(OP 10%; EM 2,20%)	85,66 ± 0,13 ^e	-4,41 ± 0,03 ^{dg}	25,62 ± 0,93 ^{bef}
A9(OP 10%; EM 1,5%)	87,10 ± 0,05 ^g	-4,48 ± 0,04 ^c	24,72 ± 0,17 ^{cef}
A10(OP 10%; EM 1,5%)	87,29 ± 0,07 ^g	-4,31 ± 0,04 ^{efg}	24,41 ± 0,06 ^{def}
A11(OP 10%; EM 1,5%)	87,09 ± 0,03 ^g	-4,35 ± 0,05 ^{dfg}	25,09 ± 0,13 ^{bef}

Fonte: Elaborado pelo autor.

A: amostra; OP: óleo de pequi; EM: emulsificante. Os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra (a, b, c, d, e, f, g) não diferem estatisticamente entre si, na mesma coluna, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

De acordo com as análises, as amostras A3, A4 e A6, que continham, respectivamente, 13, 13 e 14,24% de óleo de pequi, ou seja, as maiores quantidades de óleo, apresentaram valores de L^* correspondentes a 85,14%, 84,44% e 85,46%, respectivamente. Esses valores foram os menores encontrados para o L^* ; são indicativos de coloração mais escura. De maneira semelhante, avaliou-se a estabilidade de um molho de pequi durante 300 dias, armazenado à temperatura ambiente ($24 \pm 2^\circ\text{C}$). Observou-se tendência de aumento linear, porém não significativa ($p < 0,05$) da luminosidade L^* com o tempo de armazenamento variando de 46,46 aos 60 dias a 56,83 aos 300 dias. A tendência de incremento dos valores de L^* provavelmente se deve à formação de pontos escuros na etapa inicial do processamento, que, com o tempo de armazenamento, ao sedimentarem gradativamente, afetaram a luminosidade (SOUSA *et al.*, 2012).

Para a coordenada a^* , obtiveram-se nas análises valores negativos próximos ao zero, indicando que houve aproximação com a tonalidade verde. A amostra que revelou menor quantidade de emulsificante (A7: 0,79% emulsificante) apresentou o menor valor para essa

coordenada, o que sinaliza uma diferença significativa no nível de 5% comparada a todas as demais coordenadas.

Os resultados para a coordenada b^* apresentaram valores entre 22,01 e 29,24, o que indica maior proximidade com a cor amarela. Os maiores valores de croma b^* foram obtidos pelas amostras A3, A4 e A6, que continham maior concentração de óleo de pequi (13 a 14,24%). Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2010) com a polpa de pequi, que mostraram um valor médio de croma b^* igual a 27,89, o que corresponde a uma polpa amarelo claro. Vera *et al.* (2005) encontraram para espécie *C. brasilienses* valores maiores de b^* entre 72,21 e 95,64 e polpa de coloração mais amarelada.

Souza (2014), em estudos sobre a elaboração de molho à base de pequi, constatou para a coordenada b^* valor inicial de 10,81, e no final do tempo de armazenamento do produto, ou seja, após 300 dias, o valor aumentou para 13,82. A predominância da cor amarela encontrada nas amostras que continham mais óleo de pequi é causada pela presença de carotenoides, visto que eles apresentam valor médio de 7,25 mg/100 g na polpa, conferindo cor amarelada (LIMA *et al.*, 2007). Os carotenoides são precursores de vitamina A e podem contribuir para a prevenção de doenças degenerativas musculares, catarata e doenças cardiovasculares. (BAENA, 2015). Um estudo apontou relação entre câncer de mama e carotenoides. Os autores verificaram que níveis séricos dos carotenoides (β -caroteno, criptoxantina, luteína + zeaxantina, licopeno e retinol) de mulheres com câncer de mama foram significativamente menores do que os dos pacientes controle (KIM,2001).

4.3.4 Resultados e discussão da análise de perfil de textura

A textura das 11 formulações de queijo tipo *cottage* elaboradas foi avaliada quanto aos parâmetros de firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (Tabela 11). Para Makal, Kanawjia e Giri (2014b), a análise de perfil de textura é uma opção usada para monitorar as propriedades em termos de adesividade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e firmeza.

Tabela 11 – Perfil de textura das formulações de queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi emulsificante

Tratamento	Coabilidade	Adesividade (gfs)	Gomosidade (gf)	Mastigabilidade (gf)	Elasticidade (mm)	Firmeza (gf)
A1 (OP 7%; EM 1%)	0,513 ± 0,04 ^{ab}	-28,65 ± 3,81 ^{cd}	188,07 ± 14,14 ^{bcd}	178,14 ± 6,93 ^{bcd}	0,95 ± 0,03 ^d	388,20 ± 30,08 ^{bc}
A2 (OP 7%; EM 2%)	0,593 ± 0,01 ^{bcd}	-99,70 ± 18,00 ^a	363,21 ± 52,61 ^{efg}	337,70 ± 46,71 ^{ef}	0,93 ± 0,01 ^{cd}	611,58 ± 82,19 ^f
A3 (OP 13%; EM 1%)	0,487 ± 0,05 ^{abc}	-56,79 ± 2,78 ^{bc}	217,10 ± 41,79 ^{cde}	182,49 ± 4,94 ^{bcd}	0,85 ± 0,05 ^{bc}	442,45 ± 43,11 ^{bcd}
A4 (OP 13%; EM 2%)	0,466 ± 0,04 ^a	-122,06 ± 31,35 ^a	140,72 ± 15,54 ^{abc}	126,11 ± 3,66 ^{abc}	0,90 ± 0,02 ^{bcd}	301,68 ± 14,37 ^b
A5 (OP 5,75%; EM 1,5%)	0,540 ± 0,06 ^{abc}	-47,88 ± 5,99 ^{bc}	233,16 ± 44,91 ^{cde}	206,95 ± 0,62 ^{cde}	0,89 ± 0,00 ^{bcd}	455,00 ± 7,25 ^{bcd}
A6 (OP 14,24%; EM 1,5%)	0,511 ± 0,04 ^{abcd}	-58,10 ± 0,93 ^{bc}	291,36 ± 53,09 ^{def}	238,84 ± 9,62 ^{cdef}	0,82 ± 0,02 ^{ab}	537,22 ± 70,10 ^{cdef}
A7 (OP 10%; EM 0,79%)	0,595 ± 0,06 ^{cde}	-11,58 ± 7,00 ^d	712,32 ± 137,61 ^h	670,39 ± 49,24 ^g	0,94 ± 0,05 ^d	915,95 ± 126,41 ^g
A8 (OP 10%; EM 2,20%)	0,562 ± 0,03 ^{abcd}	-50,75 ± 3,40 ^{bc}	223,53 ± 9,34 ^{cde}	213,33 ± 9,05 ^{cde}	0,95 ± 0,00 ^d	398,11 ± 3,01 ^{bcd}
A9 (OP 10%; EM 1,5%)	0,633 ± 0,02 ^{de}	-48,29 ± 6,61 ^{bc}	404,45 ± 38,69 ^{fg}	304,11 ± 1,74 ^{def}	0,75 ± 0,03 ^a	551,51 ± 36,36 ^{def}
A10 (OP 10%; EM 1,5%)	0,675 ± 0,01 ^e	-57,73 ± 2,48 ^{bc}	447,73 ± 27,84 ^g	380,83 ± 36,09 ^f	0,85 ± 0,06 ^{bc}	570,01 ± 31,70 ^{ef}
A11 (OP 10%; EM 1,5%)	0,641 ± 0,02 ^{de}	-63,89 ± 6,94 ^b	357,12 ± 23,22 ^{efg}	299,20 ± 15,85 ^{def}	0,84 ± 0,03 ^b	474,83 ± 21,03 ^{cdef}

Fonte: Elaborado pelo autor

OP: óleo de pequi

EM: emulsificante

(gf): grama força

4.3.4.1 Coesividade

A coesividade é definida pela força das ligações internas que compõem o corpo do produto (FOX; MCSWEENEY, 2004). Essa mensuração da interação entre as moléculas é importante, porque influencia o dessoramento durante o armazenamento.

A análise de variância (Anova) foi realizada a fim de verificar a significância da regressão e da falta de ajuste pelo teste F e pelo coeficiente de determinação R^2 (Tabela 12). Observou-se que o modelo reduzido para coesividade foi significativo no nível de 95% de confiança, pois o $F_{\text{calculado}}$ da regressão foi maior que o F_{tabelado} . Notou-se também que o $F_{\text{calculado}}$ da falta de ajuste foi menor do que o F_{tabelado} , indicando que os dados estão bem ajustados ao modelo obtido. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado para o modelo reduzido foi de 0,8420, o que significa que o modelo apresentado explicou 84,20% da variação dos dados da pesquisa.

Tabela 12 – Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a coesividade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi e emulsificante

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	0,042	2	0,020985	21,32	4,46
Resíduo	0,008	8	0,000984		
Falta de ajuste	0,007	6	0,001147	2,31	19,33
Erro puro	0,001	2	0,000497		
Total	0,050	10			

Fonte: Elaborado pelo autor
% variação explicada (R^2) = 0,8420

Os efeitos significativos para coesividade do queijo tipo *cottage* foram os efeitos quadráticos do óleo de pequi e do emulsificante. Os efeitos significativos avaliados foram aqueles que apresentaram p-valor menor do que o nível de confiança estabelecido de 95% ($p \leq 0,05$) (Tabela 13).

Tabela 13 – Efeitos estimados para a coesividade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi e emulsificante

Fatores	Efeito estimado	Erro Puro	t (2)	p-valor
Média	0,649578	0,012875	50,45267	0,000393
Óleo (%) (L)	-0,021494	0,015765	-1,36339	0,305948
Óleo (%) (Q)	-0,146927	0,018745	-7,83818	0,015890
Emulsificante (%) (L)	0,011711	0,015794	0,74144	0,535668
Emulsificante (%) (Q)	-0,090327	0,018853	-4,79105	0,040910
Óleo (%) x Emulsificante (%)	-0,064000	0,022301	-2,86983	0,103000

Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo reduzido proposto para representar a coesividade do queijo tipo *cottage* em função da adição do óleo e do emulsificante é descrito na Equação 1.

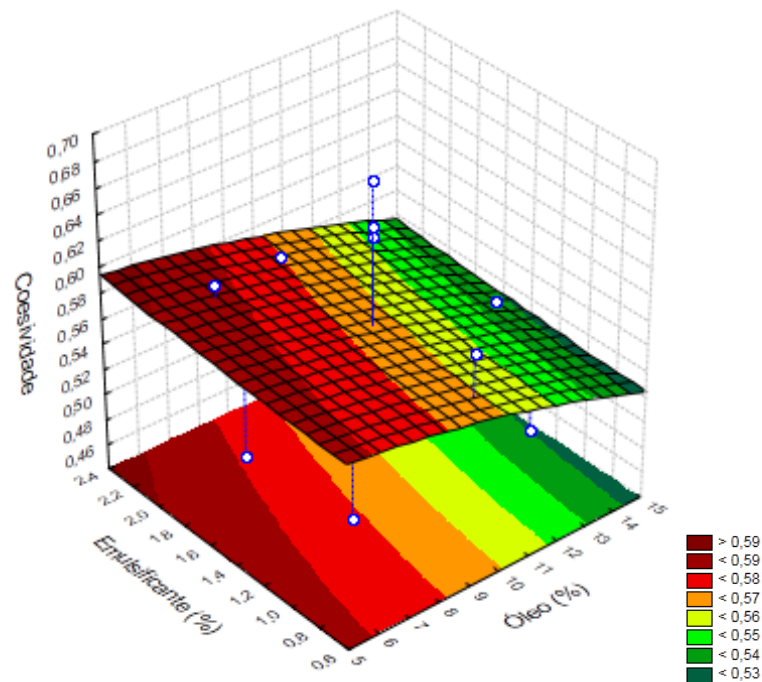
$$C = 0,5890 - 0,0003(OP)^2 + 0,0021(EM)^2 \quad \text{[Equação 1]}$$

Em que C = Coesividade; OP = Óleo de pequi (%); EM= Emulsificante (%).

Foi usado o modelo reduzido, porque a Anova do modelo completo não foi significativa, ou seja, o F_{tabelado} foi maior que o $F_{\text{calculado}}$ na regressão.

O gráfico de superfície de resposta quadrática (Figura 6) confirma os efeitos estudados. Pode-se constatar aumento da coesividade à medida que se diminuiu a concentração de óleo de pequi, além da elevação da concentração de emulsificante nas formulações. A alta coesividade é apropriada para o queijo *cottage*, pois não permite que ele contenha soro na sua superfície. Conhecer essa tendência de comportamento ajuda a melhor entender as características do produto. Os maiores valores para coesividade (>0,59) foram obtidos pelas formulações A2 (óleo de pequi 7,00%; emulsificante 2%) e A5 (óleo de pequi 5,75%; emulsificante 1,50%). Em contrapartida, os menores valores para esse parâmetro (>0,55) foram obtidos pelas formulações A3 (óleo de pequi 13%; emulsificante 1%), A4 (óleo de pequi 13%; emulsificante 2,00%) e A6 (óleo de pequi 14,24%; emulsificante 1,50%). Na análise de Tukey para esse parâmetro, foi observada também uma tendência de diminuição da coesividade quando se aumentava a concentração de óleo de pequi.

Figura 6 – Superfície de resposta para a coesividade do queijo tipo *cottage* em função das concentrações de óleo de pequi e emulsificante



Fonte: Elaborado pelo autor

Esse comportamento foi verificado em formulações com elevados teores de óleo de pequi, A3 (13,00%) e A4 (13,00%), que resultaram em valores de coesividade mais baixos (0,487 e 0,466). Resultados similares foram obtidos por Buriti *et al.* (2008), que estudaram a textura de um queijo fresco cremoso probiótico e encontraram para coesividade valores entre 0,499 e 0,487 no 14º e no 21º dias após a preparação. Já Maruyama *et al.* (2007) encontraram para coesividade na elaboração do queijo *petit suisse* probiótico, um queijo fresco, valores inferiores (0,368 e 0,340) no 1º e no 21º dias após sua elaboração comparados aos do presente estudo. Lobato-Calleros *et al.* (2007) formularam um queijo fresco adicionando 14,80% de óleo de canola e encontraram coesividade 0,600, valor próximo a este estudo, no qual a adição de 14,24% óleo de pequi correspondeu a uma coesividade de 0,540. Estudos referentes à análise de textura em queijos *cottage* são bastante escassos; por isso, outros queijos que também são frescos e cremosos foram utilizados na presente discussão.

4.3.4.2 Adesividade

A adesividade pode ser definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície de um alimento e a superfície de outros materiais com os quais tem contato, por exemplo, os dentes, o palato e a língua (FOX; MCSWEENEY, 2004).

A análise de variância (Anova) foi realizada para verificar a significância do modelo e da falta de ajuste pelo teste F e pelo coeficiente de determinação R^2 (Tabela 14). Foi possível observar que o modelo reduzido para adesividade foi significativo no nível de 95% de confiança ($F_{\text{calculado}}$ da regressão foi maior que o F_{tabelado}). Além disso, a falta de ajuste não foi significativa, pois o $F_{\text{calculado}}$ foi menor que o F_{tabelado} , confirmando a validade do modelo. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado para o modelo reduzido foi de 0,5264, ou seja, o modelo apresentado explicou 52,64 % da variação dos dados da pesquisa.

Tabela 14 – Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a adesividade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	4814,14	1	4814,143	10,00	5,12
Resíduo	4331,24	9	481,2485		
Falta de ajuste	4207,62	7	601,0886	9,73	19,35
Erro puro	123,62	2	61,80839		
Total	9145,38	10			

Fonte: Elaborado pelo autor
% variação explicada (R^2) = 0,52640

A adesividade do queijo tipo *cottage* apresentou como único efeito significativo o efeito linear do emulsificante ($p \leq 0,05$), o qual exibiu valor negativo, indicando relação inversa com o parâmetro de adesividade, ou seja, à medida que a concentração de emulsificante aumentou, a adesividade do queijo diminuiu (Tabela 15).

Tabela 15 – Efeitos estimados para a adesividade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Fatores	Efeito estimado	Erro Puro	t(2)	p-valor
Média	-56,4349	4,538865	-12,4337	0,006406
Óleo (%) (L)	-15,5179	5,557625	-2,7922	0,107901
Óleo (%) (Q)	-13,2896	6,608250	-2,0111	0,182006
Emulsificante (%) (L)	-49,1402	5,568027	-8,8254	0,012597
Emulsificante (%) (Q)	7,5319	6,646437	1,1332	0,374682
Óleo (%) x Emulsificante (%)	1,3960	7,861831	0,1776	0,875420

Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo reduzido para o óleo de pequi proposto para representar a adesividade do queijo tipo *cottage* em função da adição do óleo e do emulsificante é descrito na Equação 2.

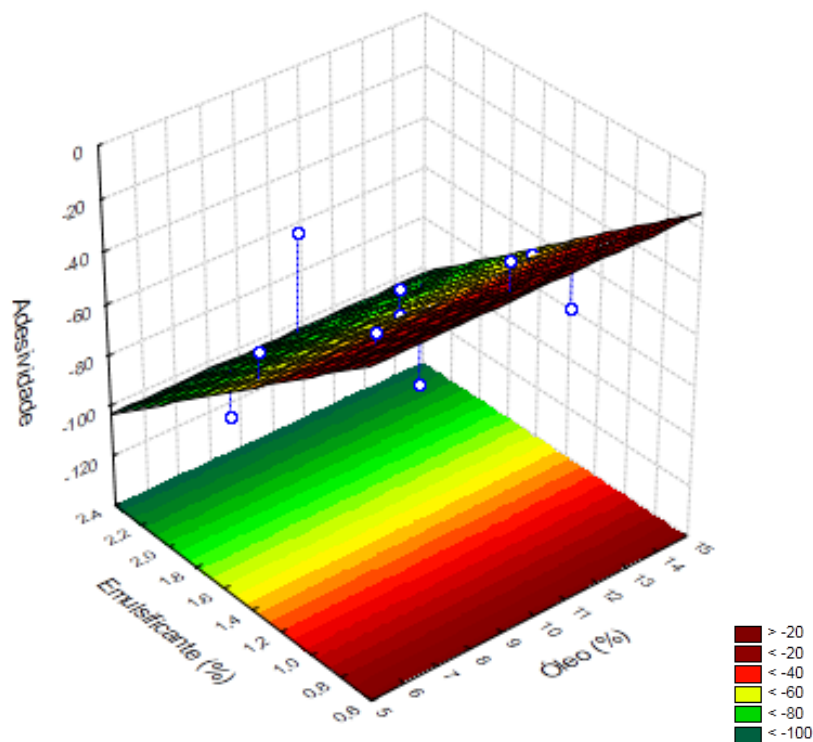
$$A = 15,36 - 49,26 (EM) \quad \text{[Equação 2]}$$

Em que A = Adesividade; EM= Emulsificante (%).

Foi usado o modelo reduzido, porque a Anova do modelo completo não foi significativa, ou seja, o F_{tabelado} foi maior que o $F_{\text{calculado}}$ na regressão.

Por meio do gráfico de superfície de resposta quadrática (Figura 7) foi possível visualizar os efeitos das concentrações de óleo de pequi e emulsificante sobre a adesividade do queijo tipo *cottage*. Da mesma maneira, verificou-se que a variável resposta adesividade foi influenciada apenas pela concentração de emulsificante. Observou-se que a menor concentração de emulsificante (0,79%) resultou em maior adesividade (>-20); do mesmo modo, a menor adesividade (<-100) foi obtida pela formulação com maior concentração de EM (2,20%).

Figura 7 – Superfície de resposta e curvas de nível para a adesividade do queijo tipo *cottage* em função das concentrações de óleo de pequi e emulsificante



Fonte: Elaborado pelo autor

Os menores valores para adesividade foram encontrados para as amostras A2 e A4, que continham elevadas quantidades de emulsificante (2,00%). Nos pontos centrais presentes nas formulações elaboradas neste trabalho, que foram três, com quantidade de óleo de pequi igual a 10% e emulsificante a 1,5%, foram encontrados valores de adesividade iguais a -48,29, -57,73 e -63,89 gfs . Esse resultado corrobora o obtido por Lobato-Calleros *et al.*(2006), que encontraram adesividade variando entre -44 e -68 gfs .

As amostras A1 e A7, que continham menores quantidades de emulsificante (1,00% e 0,79%), apresentaram maiores valores para adesividade, -28,65 e -11,58gfs, respectivamente. Parodia (2010) caracterizou o perfil de textura quanto ao parâmetro adesividade em queijo *cottage* simbiótico. O autor detectou valores maiores para adesividade entre -0,50 e -3,00 gfs, que podem estar relacionados à ausência do emulsificante, que não foi utilizada nesse queijo. Igualmente, os autores Fritzen-Freire *et al.* (2010) observaram valores entre 9 e 26 gfs em queijo minas frescal.

4.3.4.3 Gomosidade

Gomosidade é a energia necessária para desintegrar um alimento, tornando-o apto à deglutição (FOX; MCSWEENEY, 2004). Os valores obtidos para esse parâmetro variaram de 188,07 a 712,32 gf. Valores para gomosidade dentro dessa faixa foram encontrados em um estudo de elaboração de queijo fresco cremoso com probiótico após o primeiro dia de fabricação, observando-se o valor para a gomosidade de 290 gf (BURITI; CARDELLI; SAAD, 2008). Entretanto, Makhal, Kanawjia e Giri (2014b), quando pesquisaram o efeito de uma única cultura láctica (*Lactococcus lactis* subs. *lactis biovar. diacetylactis*) bem como um conjunto de lácticas (*L. lactis subsp. lactis*; *L. lactis subsp. cremoris*; *lactococcus lactis subs. lactisbiovar. diacetylactis*) sobre a elaboração do queijo tipo *cottage*, encontraram valores inferiores aos encontrados neste estudo que variavam entre 35 e 37 gf .

Em pesquisa desenvolvida por Buriti *et al.* (2005), ocorreu aumento da gomosidade em queijo adicionado de ácido láctico e *L. acidophilus*, bem como em queijo somente elaborado com ácido láctico. Os queijos adicionados de culturas probióticas *L. acidophilus* mais culturas *starter* tipo O apresentaram diminuição nos valores de dureza, caracterizando-se como queijos com textura mais frágil. Os autores atribuíram essa diminuição na dureza ao aumento da proteólise no armazenamento e conseqüente diminuição da gomosidade, já que esta é derivada do parâmetro de textura (dureza) (BURITI; ROCHA; SAAD, 2005).

As amostras que continham iguais concentrações de emulsificante (1,50%) e diferentes concentrações de óleo de pequi, as quais variaram de 5,75% a 14,24%, ou seja, mínimo e máximo dos seus teores, apresentaram gomosidade de 233,16 gf a 291,36 gf, propriedade que aumentou junto com a gordura. Makhal, Kanawjia e Giri (2014b) também evidenciaram aumento da gomosidade com aumento da gordura. Os autores identificaram valores de 18 a 24% no teor de gordura e também observaram aumento da gomosidade.

Em relação ao emulsificante, verificou-se que as amostras que continham o mesmo teor de óleo e diferentes concentrações de emulsificante, amostras A7 e A8, com menor e maior quantidade de emulsificante, respectivamente, apresentaram os maiores valores de gomosidade. Os pontos centrais do delineamento, identificados como A9, A10 e A11, com 10,00% de óleo de pequi e 1,50% de emulsificante, não diferiram estatisticamente entre si.

Por meio da análise de variância (Anova) realizada para verificar a significância da regressão, observou-se que o modelo para gomosidade do queijo *cottage* não foi significativo no nível de 95% de confiança, pois o $F_{\text{calculado}}$ da regressão foi menor que o F_{tabelado} . Além disso, o coeficiente de determinação (R^2) encontrado para o modelo foi de 0,4087, ou seja, o modelo explicou apenas 40,87% da variação dos dados experimentais (Tabela 16). Portanto, com base no teste F e na avaliação do coeficiente de determinação, o modelo não foi considerado válido. Tabela 16 – Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a gomosidade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	105254,50	2	52627,25	2,76	4,46
Resíduo	152297,81	8	19037,23		
Falta de ajuste	148189,45	6	24698,24	12,02	19,33
Erro puro	4108,36	2	2054,18		
Total	257552,31	10			

Fonte: Elaborado pelo autor
% variação explicada (R^2) = 0,4087

4.3.4.4 Mastigabilidade

A mastigabilidade é a energia necessária para se mastigar um alimento sólido em um estado ideal de deglutição (FOX; MCSWEENEY, 2004). Os resultados encontrados para esse parâmetro foram menores nas amostras A3, A4 e A6, que possuíam maiores concentrações de óleo de pequi (13,00%, 13,00% e 14,24%). Os valores médios das formulações para a

mastigabilidade variaram entre 178,14 e 380,83 gf . Entretanto, apenas um valor fugiu dessa faixa, encontrado na amostra A7 (670,39 gf), que continha a menor quantidade de emulsificante (0,79%).

Um queijo fresco formulado por Buriti *et al.* (2005) apresentou resultados de mastigabilidade muito próximos aos obtidos neste estudo; os autores utilizaram na formulação ácido láctico e *L. acidophilus*, observando valores para mastigabilidade entre 161,00 e 289,00 gf. Em outro estudo, Makhal, Kanawjia e Giri (2014b) encontraram a faixa de 180 a 280,00 gf para mastigabilidade em queijo tipo *cottage*.

As formulações revelaram tendência de diminuir a força utilizada na mastigabilidade quando se colocava mais óleo. Isso se deve à facilidade de mastigar com o aumento da quantidade de óleo de pequi adicionada. De maneira semelhante se comportou um queijo fresco contendo óleo de canola (LOBATO-CALLEROS *et al.*, 2006). Os autores observaram diminuição da mastigabilidade com o aumento da adição de óleo. No presente estudo, houve variação dos valores em função do emulsificante e de gordura.

A análise de variância (Anova) foi realizada para verificar a significância da regressão. Observou-se que o modelo proposto para mastigabilidade do queijo *cottage* não foi significativo no nível de 95% de confiança ($F_{\text{calculado}}$ da regressão foi menor que o F_{tabelado}). Além disso, o coeficiente de determinação (R^2) encontrado para o modelo foi de 0,1802, ou seja, o modelo explicou apenas 18,02% da variação dos dados experimentais (Tabela 17). Dessa forma, o modelo não foi considerado válido para o parâmetro de mastigabilidade.

Tabela 17 – Análise de variância (Anova) do modelo de regressão para a mastigabilidade do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F tabelado
Regressão	39870,81	1	39870,81	1,98	5,12
Resíduo	181346,99	9	20149,67		
Falta de ajuste	177155,97	7	25308,00	12,08	19,35
Erro puro	4191,02	2	2095,511		
Total	221217,81	10			

Fonte: Elaborado pelo autor
% variação explicada (R^2) = 0,1802

4.3.4.5 Elasticidade

Elasticidade é a taxa na qual um material deformado retorna à sua forma original depois que a força de deformação é removida (FOX; MCSWEENEY, 2004).

Nos resultados obtidos para esse parâmetro, verificou-se que houve diferença significativa entre as amostras no nível de 5% de significância; entretanto, não foi observada relação entre as amostras indicando comportamento específico. A variação da elasticidade neste trabalho foi de 0,75 mm a 0,95 mm. Valores médios para elasticidade dentro dessa faixa foram encontrados por Makhal, Kanawjia e Giri (2014b), quando avaliaram queijo tipo *cottage*, obtendo resultados de 0,74 mm a 0,77 mm.

Em pesquisa realizada por Lobato-Calleros *et al.* (2006), que variaram o percentual de óleo nas 10 formulações elaboradas, 8 estavam entre 6,80% e 13,40%, na mesma faixa observada neste estudo. Apenas 2 estavam fora da faixa do presente estudo (0,10% e 14,88%). Os autores não observaram diferença significativa para o parâmetro elasticidade quando se aumentou ou diminuiu a quantidade de óleo adicionada nos queijos. O mesmo ocorreu na elaboração de um queijo minas frescal produzido com cultura probiótica *Bifidobacterium Bb-12* com e sem ácido láctico realizada por Fritzen-Freire, *et al.* (2010); não foi encontrada diferença significativa para o parâmetro elasticidade.

A elasticidade não apresentou efeitos significativos, indicando que as concentrações das variáveis independentes estudadas nesta pesquisa, óleo de pequi e emulsificante, não influenciaram na variável resposta elasticidade.

4.3.4.6 Firmeza

Firmeza é a força dada a uma deformação (FOX; MCSWEENEY, 2004). Os valores obtidos para a firmeza do queijo tipo *cottage* variaram de 301,68 gf, na amostra A4, a 915 gf, na amostra A7, que continha menor quantidade de emulsificante (0,79%).

Lobato-Calleros *et al.* (2006), avaliando a firmeza, obtiveram resultados dentro da faixa desta pesquisa (391 a 711 gf). Entretanto, Makhal, Kanawjia e Giri (2014b) relataram em seus estudos valores mais baixos (63 a 71 gf) para firmeza do queijo *cottage*. Parodia (2010) também observou em sua pesquisa com queijo *cottage* resultados inferiores na faixa de 172,30 a 68,90 gf.

Maruyama *et al.* (2006), ao avaliarem o parâmetro firmeza, encontraram também valores abaixo dos obtidos nesta pesquisa, 170,80 gf. O estudo foi realizado em função da

adição de carragena, goma guar e goma xantana em *petit suisse*, um queijo de coagulação ácida. Esses componentes também fizeram parte da composição do emulsificante adicionado no queijo tipo *cottage* deste trabalho. Os polissacarídeos, como carragena e goma xantana, são comumente adicionados a produtos lácteos com a função de desempenhar funções que podem variar de espessantes, estabilizantes a agentes de geleificação, trazendo benefícios como melhoria da firmeza, prevenção da sinerese, além de conferir boa estabilidade e consistência adequada (ÜNAL; METIN; ISIKLI, 2003).

Os resultados encontrados para firmeza são considerados altos quando comparados a outros queijos tipo *cottage*, que podem estar relacionados aos baixos teores de umidade do produto, provavelmente influenciados pelos de ácido láctico utilizado para atingir o pH desejado da massa do queijo tipo *cottage*, que deixaram os grãos ressecados, dando maior firmeza.

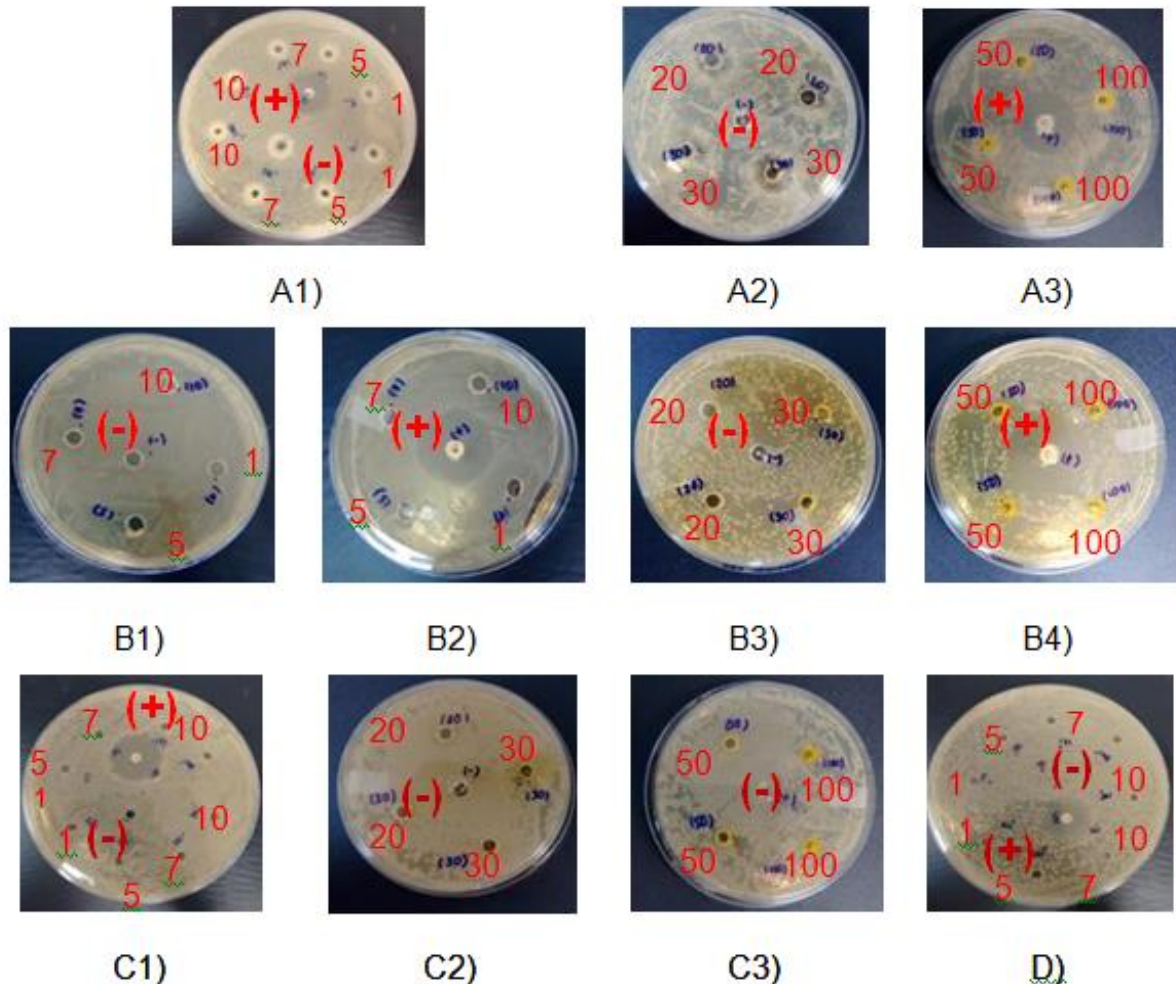
De acordo com os resultados, não houve relação entre a concentração de óleo de pequi utilizada e os valores de firmeza. As amostras que continham concentrações iguais de emulsificante 1,50% e diferentes concentrações de óleo de pequi, que variaram de 5,75% a 14,24%, ou seja, mínimo e máximo dos seus teores, apresentaram firmeza de 455,00 a 537,22 gf, o que não indicou diferença estatística no nível de significância de 5%.

A variável resposta firmeza não apresentou efeitos significativos para as concentrações de óleo de pequi e emulsificante estudados nesta pesquisa. Isso sugere que o delineamento utilizado não detectou influência das variáveis independentes sobre a variável resposta firmeza.

4.4 Resultados e discussão da avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi

Não foi observada sensibilidade dos microrganismos utilizados *Staphylococcus aureus* (ATCC 27644), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella enteritidis* (IAL 1132), *Listeria monocytogenes* (ATCC 1911) frente ao óleo de pequi, devido à ausência de formação de halo de inibição, mesmo em sua concentração original (sem diluição). O controle realizado com antibiótico gentamicina (Figura 8) permite verificar que houve inibição de crescimento dos microrganismos em estudo observado pelo halo quando utilizado o antibiótico controle, o que não foi observado no óleo de pequi.

Figura 8 – Resultados da avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pequi depositado em poços e com controle positivo (antibiótico gentamicina) e negativo (sem antibiótico) sobre microrganismos



Fonte: elaborado pelo autor

A1) Controle (+; -) de *S. aureus* com óleo de pequi nas concentrações 1,5,7 e 10%; A2) Controle (-) *S. aureus* com óleo de pequi nas concentrações 20 e 30 %; A3) Controle (+) *S. aureus* com óleo de pequi nas concentrações 50 e 100% B1) Controle(-) Placas com *L. monocytogenes* com óleo de pequi nas concentrações 1,5,7 e 10%; B2) Controle(+) Placas com *L. monocytogenes* com óleo de pequi nas concentrações 1,5,7 e 10%; B3) Controle(-) Placas com *L. monocytogenes* com óleo de pequi nas concentrações 20 e 30% ; B4) Controle(+) Placas com *L. monocytogenes* óleo de pequi nas concentrações 50 e 100% C1) Controle (+;-) *S. Enteretidis* óleo de pequi nas concentrações 1,5,7 e 10%; C2) Controle (-) *S. Enteretidis* com óleo de pequi nas concentrações 20 e 30 %; C3) Controle(-) *S. Enteretidis* com óleo de pequi nas concentrações 50 e 100% ; D) Controle (+;-) de *E.coli* com óleo de pequi nas concentrações 1,5,7, e 10%.

A avaliação do efeito antimicrobiano do óleo de pequi foi realizada com o objetivo de esclarecer tal efeito, visto que os estudos científicos publicados até o presente são controversos. Um estudo anteriormente realizado com óleo da polpa de pequi da mesma espécie apresentou efeito antimicrobiano para *Staphylococcus aureus* (ATCC12692), *Salmonella choleraesuis* (ATCC13314), e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC15442), nas concentrações de

2, 5 e 10% de óleo da polpa do pequi. Entretanto, Ferreira *et al* (2011) observaram que o óleo de pequi da espécie *C. brasiliense* não apresentava inibição do crescimento microbiano frente aos microrganismos *Staphylococcus aureus* e *E. coli*.

Zheng *et al.* (2005) sugerem ainda que o composto ácido oleico, presente em elevadas quantidades no pequi, apresenta efeito antimicrobiano. No mesmo estudo, os autores verificaram que o ácido oléico inibe a biossíntese de ácidos graxos em bactérias por meio da inibição da enzima enoil-[proteína carreadora de acila] redutase (FABI), um componente essencial da síntese bacteriana (YAZDANKHAH *et al.*, 2006). A enzima FABI inativada impede a biossíntese de ácidos graxos para o crescimento e o funcionamento de células bacterianas. A atividade de FABI-inibidoras dos ácidos graxos está correlacionada com a atividade antibacteriana. A inibição dessa via afeta as outras vias biossintéticas dependentes, como as de fosfolípidos, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, que constituem a parede celular (NELSON; COX, 2004).

Um estudo realizado por Hinton e Ingram (2000) constatou atividade antimicrobiana no ácido oleico. Este reduziu as populações de flora bacteriana sobre a pele de aves. Nesse trabalho, em que amostras de pele de aves foram lavadas em 10% de solução de ácido oleico, verificou-se que houve uma redução significativa do número de bactérias aeróbias *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* e *Enterococos*.

Uma investigação com foco em condições de extrações adequadas para extração eficiente de compostos bioativos com potencial antimicrobiano do óleo do pequi poderia gerar resultados mais assertivos conforme constatado em outros estudos aqui referenciado. Assim, seria possível realizar a utilização do óleo do pequi com fins de aumentar o tempo de vida de prateleira do produto, em termos de sua conservação frente a microrganismos, além da atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que é possível adicionar óleo de pequi (*Caryocar coriaceum Wittm.*) no queijo tipo *cottage*. O óleo de pequi, junto com o emulsificante, influencia os parâmetros de gordura, umidade, pH, cor, adesividade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade. No presente estudo, não foi identificado efeito antimicrobiano do óleo de pequi, possivelmente porque sejam necessárias condições de extração do óleo focadas para obtenção de compostos bioativos com capacidade antimicrobiana.

O perfil dos ácidos graxos presentes no óleo do pequi adicionado nas formulações dos queijos tipo *cottage* apresentou maior percentual de ácidos graxos insaturados, dos quais o ácido oleico era o componente majoritário; tais propriedades permitiram classificar esses produtos como queijos magros ou desnatados. Dessa forma, sugere-se que o queijo formulado no presente estudo seja indicado para grupos que apresentem restrição quanto ao consumo de gordura, principalmente saturada, sobretudo por oferecer benefícios no tratamento de doenças crônico-degenerativas. Por fim, o estudo da elaboração do queijo tipo *cottage* adicionado de óleo de pequi e emulsificante é uma alternativa para uso e valorização do fruto produzido na região do Cariri cearense, resultando em um produto saudável e com maior valor agregado.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured, 2009.

AGUILAR, E. C. *et al.* Paradoxical effect of a pequi oil-rich diet on the development of atherosclerosis: balance between antioxidant and hyperlipidemic properties. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, [s.l.], v. 45, p. 601-609, 2012.

ALMEIDA, M. R. *et al.* Antigenotoxic effects of piquiá (*Caryocar villosum*) in multiple rat organs. **Plant Foods for Human Nutrition**, [s.l.], v. 67, n. 2, p. 171-177, 2012.

ALMEIDA, S. P. *et al.* **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

AMARAL, L. F. B. *et al.* *Caryocar brasiliense* supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidante properties useful for personal care products. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s.l.], v. 14, n. 73, 2014.

AQUINO, L. P. *et al.* Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) na qualidade do óleo extraído. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 354-357, abr./jun. 2009.

ARAÚJO, E. A. *et al.* Development of a symbiotic Cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. **Journal of Functional Foods**, [s.l.] v. 2, n. 1, p. 85-87, 2010.

ARAÚJO, F. D. A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): an economically valuable of central Brazilian Cerrados. **Economic Botany**, Bronx, v. 49, n. 1, p. 40-48, 1995.

ASENSIO, C. M.; GROSSO, N.R.; JULIANI, H. R. Quality preservation of organic Cottage cheese using oregano essential oils. **LWT – Food Science and Technology**, [s.l.], v. 60, n. 2, p. 664-671, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16. th ed. Arlington: AOAC, 1998. v.1

AUGUSTO, L.G.S.; GÓES, L. Integrated understanding for health surveillance in a forest environment: the case of the Araripe Plateau in Ceará State, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, sup. 4, p. S549-S558, 2007.

BAENA, Renato Corrêa. Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais. **Diagn Tratamento**, [s.l.], v. 20, n. 1, p. 17-21, 2015.

BARBOSA, E. A. *et al.* Análise da qualidade do óleo de pequi produzido e comercializado no município de Januária-MG, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 3314-3318, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa Nº 68, de 12 de Dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 8-8, 2006.

BODYFELT, F.W.; POTTER, D. Potter. Sensory evaluation of creamed cottage cheeses. *In*. CLARK, M.; COSTELLO, M. A.; DRAKE, F. Bodyfelt (Ed.). **The Sensory Evaluation of Dairy Products**. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 167-190, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set., p. 82-87, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Aprova o regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, o regulamento técnico de identidade do leite cru refrigerado, o regulamento técnico de identidade e qualidade do leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta do leite cru refrigerado e seu transporte a granel, em conformidade com os anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, seção 1, n. 251, 30 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BURITI, F. C. A.; CARDELLI, H. R.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s.l.], v. 44, n. 1, jan./mar. 2008.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, [s.l.], v. 15, p. 1279-1288, 2005.

CALEJA, L. B. *et al.* Foeniculum vulgare Mill. as natural conservation enhancer and health promoter by incorporation in Cottage cheese. **Journal of Functional Foods**, [s.l.], v. 12, p. 428-438, jan. 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Ver. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*):** uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no norte de Minas Gerais. 1997. 100 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/32031>. Acesso em: 4 dez. 2016.

CLARK, S; POTTER, D. E. Cottage chesse. *In*: HUI, H. (Ed.). **Handbook of food products manufacturing**. Hoboken: John Wiley & Sons. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470113554.ch26>. Acesso em: 8 jul. 2015.

CODE of Federal Regulations - Title 21 - Food and Drugs. [S.l.], 2004. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/medical-device-databases/code-federal-regulations-title-21-food-and-drugs>. Acesso em: 3 mar. 2015.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE (CIE). **Colorimetry**. 2. th ed. Vienna: CIE Publication, 1986.

COSTA, José G. M. *et al.* Antibacterial properties of pequi pulp oil (*Caryocar coriaceum*–*Wittm.*). **International Journal of Food Properties**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 411-416, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942910903207744>. Acesso em: 24 jan. 2016.

COTTER, P. D.; HILL, C.; ROSS, R. P. Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nature Reviews Microbiology*, [s.l.], v. 3, p. 777-788, 2005.

COVAS, M. I. Olive oil and the cardiovascular system. **Pharmacological Research**, [s.l.], v. 55, p. 175–186, 2007.

DAIRY PRODUCTS. United States Department of Agriculture. USA: National Agriculture Statistics Service, 2002.

DE FIGUEIREDO, Patrícia Rosane Leite *et al.* *Caryocar coriaceum* Wittm.(Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro. **Journal of ethnopharmacology**, [s.l.], v. 191, p. 87-94, 2016.

DEEGAN, L. H. *et al.* Bacteriocins: biological tools for biopreservation and shelf-life extension. **International Dairy Journal**, [s.l.], v.16, p. 1058–1071. 2006.

DRAKE, S. L.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M. A. Comparison of two methods to explore consumer preferences for Cottage cheese. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v. 92, p. 5883-5897, 2009.

FALLAIZE, R. *et al.* An insight into the public acceptance of nutrigenomic-based personalised nutrition. **Nutrition Research Reviews**, [s.l.], v. 26, p. 39-48, 2013.

FARKYE, N. Y. Cheese technology. **International Journal of Dairy Technology**, [s.l.], v. 57, n. 2/3, p. 91-98, 2004.

FERREIRA, B. S. *et al.* Comparative Properties of Amazonian Oils Obtained by Different Extraction Methods. **Molecules**, [s.l.], v. 16, n. 12, p. 5875–5885, 13 jul. 2011.

FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T. Propriedades físicoquímicas e composição dos ácidos graxos da fração lipídica da polpa e amêndoa do piqui (*Caryocar coriaceum Wittm*). **Revista de Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 20, n. 1/2, p. 135-139 jun./dez. 1989.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. Cheese: an overview. *In*: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 3. ed. San Diego: Elsevier, 2004.

FRITZEN-FREIRE, Carlise B.; MÜLLER, Carmen M. O.; LAURINDO, João B.; AMBONI, Renata D. de M.; PRUDÊNCIO, Elane S. The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas Frescal cheese. **International Journal of Dairy Technology**, [s.l.], n. 4, v. 63, p. 561-568, nov. 2010.

GARCIA, C. C. *et al.* Thermal stability studies of some Cerrado plant soils. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, [s.l.], v. 87, n. 3, p. 645-648, 2007.

GOMES, C. J. Extrativismo e biodiversidade: o caso da fava d'anta. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v 27, p. 66-69, 2000.

GUINANE, C. M. *et al.* Microbial solutions to microbial problems; lactococcalbacteriocins for the control of undesirable biota in food. **Journal of Applied Microbiology**, [s.l.], v. 98, 1316-1325, 2005.

HANNON, J. A. *et al.* Use of autolytic starter system to accelerate the ripening of Cheddar cheese. **International Dairy Journal**, [s.l.], v. 13, p. 313-323, 2003.

HERZOG-SOARES, J. D. *et al.* Atividade tripanocida in vivo de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão vedadeiro) e *Caryocar brasiliensis* (pequi). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, n. 12, p. 11-15, 2002.

HINTON JR., A.; INGRAM, K.D. Use of oleic acid to reduce the population of the bacterial flora of poultry skin. **Journal of Food Protection**, [s.l.], v. 63, p. 1282 – 1286, 2000.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/16/0?ano=2015&tipo=ranking&indicador=21632>. Acesso em 2 jan 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1.ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JOYNER, H. S.; DAMIANO, H. Influence of various hydrocolloids on Cottage cheese cream dressing stability. **International Dairy Journal**, [s.l.], v. 51, p. 24-33, dec. 2015.

KHOURI, Juliana *et al.* Anticlastogenic potential and antioxidant effects of an aqueous extract of pulp from the pequi tree (*Caryocar brasiliense Camb*). **Genetics and Molecular Biology**, [s.l.], v. 30, n. 2, p. 442-448, 2007.

KIM, Mi Kyung; AHN, Sei Hyun; LEE-KIM, Yang Cha. Relationship of serum α -tocopherol, carotenoids and retinol with the risk of breast cancer. **Nutrition Research**, [s.l.], v. 21, n. 6, p. 797-809, 2001.

LIMA, A. *et al.* Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, dez. 2007.

LOBATO-CALLEROS, C.; REYES-HERNANDEZ, J.; BERISTAIN, I. C.; HORNELAS-URIBE, Y.; SANCHEZ-GARCIA, J.E.; VERNON-CARTER, E.J. Microstructure and texture of White fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. **Food Res. Int.**[s.l.], v. 40, p. 529-537, may. 2007.

MACHADO, Mariana T. C; MELLO, Beatriz C. B. S; HUBINGER, Miriam D. Study of alcoholic and aqueous extraction of pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) natural antioxidants and extracts concentration by nanofiltration. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 117, n. 4, p. 450-457, 2013.

MAKHAL, S.; KANAWJIA, S. K.; GIRI, A. Process for improving the quality of direct acidified Cottage cheese. **International Journal of Dairy Technology**, [s.l.], v. 67, n. 4, p. 530-538, 2014b.

MAKHAL, S.; KANAWJIA, S. K.; GIRI, A. Role of calcium choride and heat tretment singly and in combnation on improvement of the yield of direct acidified Cottage chesse. **Journal of food Science Technology**, [s.l.], v. 52, n. 2, p.535-541, 2015.

MAKHAL, S.; KANAWJIA, S. K.; GIRI, A. Effectiveness of thymol in extending keeping quality of Cottage cheese. **Journal of Food Science and Technology**, [s.l.] v. 51, p. 2022-9, 2014a.

MAKHAL, S.; GIRI, A.; KANAWJIA, S. K. Effect of κ -carrageenan and tetrasodium pyrophosphate on the yield of direct acidified Cottage cheese. **Journal of Food Science and Technology**, [s.l.], v. 50, p. 1200-5, 2013.

MARSSET-BAGLIERI, A. *et al.* The satiating effects of eggs or Cottage cheese are similar in healthy subjects despite differences in postprandial kinetics. **Appetite**, [s.l.], v. 90, p. 136-43, 2015.

MARUYAMA, L. Y. *et al.* Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 386-393, abr.-jun. 2006.

MELITO, H. S. J.; DAMIANO, H. Influence of various hydrocolloids on Cottage cheese cream dressing stability. **International Dairy Journal**, [s.l.], v. 51, p. 24–33, dez. 2015.

MIRANDA-VILELA, A. L. *et al.* Dietary carotenoid-rich oil supplementation improves exercise-induced anisocytosis in runners: influences of haptoglobin, MnSOD (Val9Ala), CAT (21A/T) and GPX1 (Pro198Leu) gene polymorphisms in dilutional pseudoanemia (“sports anemia”). **Genetics and Molecular Biology**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 359-367, 2010.

NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 4 ed. New York, W. H. Freeman, 2004.

NIST Chemistry Webbook. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/chemistry>>. Acesso em: 27 nov. 2015.

OLIVEIRA, E. **Exploração de espécies nativas como uma estratégia de sustentabilidade socioambiental - o caso do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em Goiás**. 2006. 294 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

OLIVEIRA, E. N. A. *et al.* Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 2, jul./dez. 2011.

OLIVEIRA, K. A. K. B. **Variabilidade genética entre e dentro de populações de pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb)**. 1998. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.

OLIVEIRA, L. M. *et al.* Endothelium-Dependent Vasorelaxant Effect of Butanolic Fraction from *Caryocar brasiliense* Camb. Leaves in Rat Thoracic Aorta. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [s.l.], v. 2012, p. 1–9, 2012.

OLIVEIRA, M. E. B. *et al.* Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 114–125, mar. 2010.

OLIVEIRA, M. E. B. *et al.* Caracterização física de frutos do pequi nativos da chapada do Araripe-CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, dez. 2009.

OLIVEIRA, M. L. M. *et al.*, In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* Wittm. seeds. **Journal of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 129, p. 214-219, 2010.

OLIVEIRA, M. M.; GILBERT, B; MORS, W. B.; Triterpenes in *Caryocar Brasiliense*, In: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 4, p. 451-452. 1968.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. Porto Alegre: Atmed, 2005. v. 2.

ØSTERGAARD, N. B.; EKLÖW, A.; DALGAARD, P. Modelling the effect of lactic acid bacteria from starter- and aroma culture on growth of *Listeria monocytogenes* in Cottagecheese. **International Journal of Food Microbiology**, [s.l.], v. 188, n. 1, p. 15-25, oct. 2014.

PARODIA, C. G. **Desenvolvimento de queijo Cottage simbiótico**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

PASSOS, X.S.; SANTOS, S.C.; FERRI, P.H.; FERNANDES, O.F.L.; FREITAS PAULA, T.; GARCIA, A.C.F.; SILVA, M.R.R. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [s.l.], v.35, n.6, p.623-627, 2002.

PAULA-JUNIOR, W. *et al.* Leishmanicidal, antibacterial, and antioxidant activities of *Caryocar brasiliense* Cambess leaves hydroethanolic extract. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, [s.l.], v. 16, p. 625-630, 2006.

PIANOVSKI, A. R. *et al.* Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, 2008.

PRANCE, G. T. SILVA, M. F. Flora da reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Caryocaraceae. Rodriguésia**, Belém, [s.l.], v. 57, n. 2, p. 155-157, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/7S6NLYhvJPChf84ZG3WncMN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 jan. 2016.

RIBEIRO, Daiany Alves *et al.* Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 155, n. 3, p. 1522-1533, 2014.

RIBEIRO, I. F. *et al.* The Influence of Erythropoietin (EPO T → G) and α -Actinin-3 (ACTN3 R577X) Polymorphisms on Runners' Responses to the Dietary Ingestion of Antioxidant Supplementation Based on Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.): A Before-After Study. **Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics**, [s.l.], v. 6, n. 6, p. 283–304, 2013.

RIBEIRO, Milton Cosme *et al.* Influence of the extraction method and storage time on the physicochemical properties and carotenoid levels of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oil. **Food Science and Technology**, [s.l.], v. 32, p. 386-392, 2012.

ROESLER, R. *et al.* Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, Londres, v. 110, p. 711–717, 2008.

ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53- 60, 2007.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri, SP: Manole, 2007. 314 p.

SANTOS, P. *et al.* Avaliação físico-química e sensorial do Pequi (*Caryocar brasiliensis* camb.) submetido à desidratação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.2, p.115-123, 2010.

SARAIVA, R. A. *et al.* Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. **Journal of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 136, p.504-510, 2011.

SENA JÚNIOR, D. M. *et al.* Physicochemical and spectroscopical investigation of Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) pulp oil. **Grasas y aceites**, [s.l.], v. 61, n. 2, p. 191-196, abr.-jun. 2010.

SIEKMEIER, R.; STEFFEN, C.; MÄRZ, W. Role of oxidants and antioxidants in atherosclerosis: results of in vitro and in vivo investigations. **Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics**, [s.l.], v. 12, p. 265-282, 2007.

SILVA, M. A. P.; MEDEIROS-FILHO, S. Morfologia de fruto, semente e plântula de piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista de Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 320-325, 2006.

SOARES JÚNIOR, M. S. *et al.* Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 98-104, 2009.

SOUSA JÚNIOR, J. R. **Conhecimento e manejo tradicional de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Departamento de Biologia - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 2012.

SOUZA, J. P. *et al.* Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) armazenado à temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 425-432, jun. 2014.

SPOSITO, A. C. *et al.* IV Brazilian guidelines for dyslipidemia and atherosclerosis prevention: Department of Atherosclerosis of Brazilian Society Cardiology. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 88, suppl 1, p. 2-19, 2007.

STATSOFT. STATISTICA for Window – Computer programa manual. Versão 7.0 Tulsa: Statsoft Inc. 2007.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2008.

ÜNAL, B.; METIN, S.; ISIKLI, N. D. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yogurt. **International Dairy Journal**, [s.l.], v.13, p. 909– 916, 2003.

VAN DENDER, A.G.F.; SCHNEIDER, I.S. Fabricação de “Queijo Branco” visando ao melhor aproveitamento do leite ácido. **Infobibos**, [s.l.], 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/QueijoBranco/index.htm. Acesso em: 19 nov. 2015.

VIEIRA, R. F.; MARTINS, M. V. M. Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado. Uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 3, n.1, p. 13-36, 2000.

WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of dairy science**, [s.l.], v. 95, n. 5, p. 2336-2346, 2012.

YAZDANKHAH, S.P.; SCHEIE, A.A.; HOIBY, E.A.; LUNESTAD, B.T.; HEIR, E.; FOTLAND, T.O.; NATERSTAD, K.; KRUSE, H.. "Triclosan and antimicrobial resistance in bacteria: An overview", **Microbial Drug Resistance-Mechanisms Epidemiology and Disease**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 83-90. 2006.

ZHENG, C.J.; YOO, J.S.; LEE, T.G.; CHO, H.Y.; KIM, Y.H.; KIM, W.G. Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids. **FEBS Letters** 2005, [s.l.], p. 579, 5157–5162, 2005.