



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DEFUMAÇÃO DO QUEIJO COALHO UTILIZANDO A DEFUMAÇÃO
LÍQUIDA E UM PROTÓTIPO DE UM MINI DEFUMADOR

Amanda de Lucena Pedral

São Cristóvão-SE
Outubro/2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DEFUMAÇÃO DO QUEIJO COALHO UTILIZANDO A DEFUMAÇÃO
LÍQUIDA E UM PROTÓTIPO DE UM MINI DEFUMADOR

Amanda de Lucena Pedral

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**.

Orientadora: Dr^a Alessandra Almeida Castro

Co-orientador: Dr. Antônio Márcio Barbosa Júnior

Agência Financiadora: CAPES

São Cristóvão-SE

Outubro/2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEFUMAÇÃO DO QUEIJO COALHO UTILIZANDO A DEFUMAÇÃO
LÍQUIDA E UM PROTÓTIPO DE UM MINI DEFUMADOR

Autora: Amanda de Lucena Pedral

Orientadora: Dr^a Alessandra Almeida Castro Pagani

Co-orientador: Dr. Antônio Márcio Barbosa Júnior

Dissertação aprovado em 25 de outubro de 2014 pela banca examinadora constituída por:

Prof^a. Dr^a. Alessandra de Almeida Castro Pagani
Orientador - PROCTA/UFS

Prof. Dr. Álvaro Alberto de Araújo
Examinador Interno - PROCTA/UFS

Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva
Examinador Externo - NUPETRO /UFS

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

P371d Pedral, Amanda de Lucena
Defumação do queijo coalho utilizando a defumação líquida e
um protótipo de um mini defumador / Amanda de Lucena Pedral ;
orientadora Alessandra Almeida Castro. – São Cristóvão, 2014.
80 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –
Universidade Federal de Sergipe, 2014.

Tecnologia de alimentos. 2. Queijo de coalho. 3. Queijos - Conservação. I.
Castro, Alessandra Almeida, orient. II. Título.

CDU 664.8.034:637.334.3

VITAE DO CANDIDATO

Amanda de Lucena Pedral, filha de Ana Lúcia de Lucena Pedral e José Wellington de Carvalho Pedral, nascida em 27 de outubro de 1988 na cidade de Salvador - Bahia.

Em fevereiro de 2011, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) na cidade de Ilhéus-Bahia.

Em setembro de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Sergipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre me guiando e por todas as conquistas concedidas.

Aos meus pais Ana e Wellington pelo amor incondicional, apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos Rafael e Rodrigo pelo amor e amizade.

Aos meus familiares em especial à minha vó Josefa pelo apoio e carinho.

Ao meu Noivo Max pelo amor e companheirismo.

À minha orientadora Professora Dr.^a Alessandra Almeida Castro Pagani, pelo exemplo de profissional, confiança e orientação. Serei eternamente grata por todo apoio e ensinamentos.

Às minhas amigas do mestrado Anne, Carol, Juliana, Surya, Vanessa e Alaiza por todo apoio e amizade. Vocês foram essenciais durante essa jornada.

Ao Laticínio Natville pelo patrocínio dos queijos coalho e embalagens utilizadas para o desenvolvimento do projeto, incentivando e apoiando a pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A todos os funcionários, alunos e professores do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos que me ajudaram a desenvolver esse trabalho.

Ao professor Dr. Antônio Marcio e toda sua equipe do LMA por terem me acolhido e orientado.

À equipe do LAF por toda a ajuda concedida.

A todos que direta ou indiretamente me auxiliaram durante o período de mestrado.

DEFUMAÇÃO DO QUEIJO COALHO UTILIZANDO A DEFUMAÇÃO LÍQUIDA E UM PROTÓTIPO DE UM MINI DEFUMADOR

RESUMO

O Brasil possui uma variedade de queijos produzidos de forma artesanal que tem características diferenciadas de acordo com a região em que esse queijo é produzido. Na região Nordeste, o principal queijo artesanal é o queijo coalho que se destaca por ser um produto típico do sertão nordestino sendo muito utilizado entre as iguarias da culinária da região. A defumação convencional é um método usado desde a remota antiguidade para conservação de alimentos, atualmente, entende-se por defumação o processo de expor o alimento à fumaça proveniente de madeiras aromáticas. Quando realizada em temperaturas inferiores a 30°C é chamada de defumação a frio, e de defumação a quente caso a temperatura seja maior que 30°C. Com essa técnica surge um aroma, sabor e coloração típicos dos produtos defumados onde também pode produzir efeito preservativo. A defumação convencional está sendo substituída cada vez mais pelo emprego de aromatizante líquido de fumaça ou “fumaça líquida” como também é conhecida. O aromatizante líquido de fumaça é utilizado para substituir vapores de fumaça naturais como um meio de desenvolver características de cor e sabor de produtos defumados e também como antioxidante e bactericida. O objetivo deste trabalho foi desenvolver o queijo coalho defumado a partir da defumação líquida e utilizando um mini defumador, com a finalidade de obter um novo produto, verificando as mudanças físicas, químicas, aceitação sensorial e avaliar a presença de Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA). Utilizando o queijo coalho industrial realizou-se os processos de defumação convencional utilizando um mini defumador e defumação líquida, utilizando a fumaça líquida. Os queijos coalho defumados foram armazenadas por 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo em expositores a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$. As análises físico-químicas demonstraram diferenças significativas durante o armazenamento nos parâmetros de umidade, pH, acidez, fenóis e na cor. Em relação à análise de perfil de textura, as amostras apresentaram diferenças significativas nos parâmetros dureza e mastigabilidade, onde apresentaram correlação positiva entre esses dois parâmetros. As análises sensoriais indicaram que os produtos tiveram boa aceitabilidade e o queijo defumado utilizando o mini defumador obteve melhor intenção de compra. Apesar de o queijo coalho ser um queijo semigordo ou gordo e os HPA possuírem comportamento lipofílico, não foram encontrados indícios de HPA nas amostras analisadas. Conclui-se que com a utilização da defumação, tanto com o mini defumador quanto com a fumaça líquida, agregou valor ao queijo coalho, sendo possível desenvolver um novo produto, com características organolépticas e nutricionais positivas, sendo sensorialmente bem aceitos pelos consumidores e com ausência de compostos cancerígenos.

Palavras-Chaves: Queijo coalho, mini defumador e defumação líquida.

SMOKING COALHO CHEESE USING LIQUID SMOKING AND PROTOTYPE OF A MINI SMOKER

ABSTRACT

Brazil has a variety of cheeses produced by handmade which has different characteristics according to the region where this cheese is produced. In the Northeast, the main artisan cheese is the coalho cheese that stands out for being a typical product of the northeastern hinterland is much used among the culinary delicacies of the region. Conventional smoking is a method used since antiquity for food preservation, currently, it is understood by smoking the process of exposing food to smoke from aromatic woods. When performed at temperatures below 30 ° C is called cold curing, hot curing and if the temperature is greater than 30 °C. With this technique an aroma, flavor and color typical of smoked products which can also produce preservative effect arises. Conventional smoking is being increasingly replaced by the use of liquid smoke flavoring or "liquid smoke" as it is also known. The liquid smoke flavoring is used to replace natural smoke vapors as a means to develop flavor and color characteristics of smoked as well as an antioxidant and bactericidal products. The aim of this study was to develop the coalho cheese smoked from the liquid smoking and using a mini smoker, in order to obtain a new product, checking physical chemical changes, sensory acceptance and evaluate the presence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). Using industrial coalho cheese was held conventional processes using a mini smoker smoking and liquid smoking using the liquid smoke. The smoked curd cheeses were stored for 28 days in packs of high density polyethylene in vacuum exhibitors at 5 ± 1 ° C. The physico-chemical analyzes showed significant differences in the parameters during storage of moisture, pH, acidity, phenols and color. Regarding the texture profile analysis, the samples showed significant differences for hardness and chewiness, which showed a positive correlation between these two parameters. Sensory analysis indicated that the products had good acceptability and the smoked cheese using the mini smoker got best purchase intent. Although the coalho cheese be a semigordo or fat cheese and PAH possess lipophilic behavior, no evidence of PHA were found in the samples analyzed. We conclude that the use of smoking, both with mini smoker as with liquid smoke, added value to coalho cheese, it is possible to develop a new product, with positive organoleptic and nutritional characteristics, and sensory acceptability by consumers and absence of carcinogenic compounds

Key Words: Cheese coalho, mini smoker and liquid smoking.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
SUMÁRIO	iv
ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO.	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2. 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	4
3.1. Leite	4
3.2. Queijos	5
3.2.1. Aspectos gerais	5
3.2.2. Historia do queijo	8
3.3. Queijo coalho	9
3.3.1. Aspectos gerais	9
3.3.2. Fabricação do queijo coalho	11
3.3.3. Produção e consumo	13
3.4. Defumação	14
3.5. Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	17
3.5.1. Aspectos gerais	17
3.5.2. Toxicidade	20
3.6. Compostos fenólicos	22
3.7. Textura	25
4. METODOLOGIA	27
4.1. Montagem do equipamento (Mini Defumador)	27
4.1.1. Estrutura do Mini Defumador	27
4.2. Matéria-prima	29
4.3. Defumação do queijo coalho	29

4.3.1. Delineamento experimental	29
4.3.2. Defumação Convencional no Mini Defumador	30
4.3.3. Defumação Líquida	30
4.4. Embalagem e armazenamento	31
4.5. Análises físico-químicas	32
4.5.1. Teor de umidade	32
4.5.2. Atividade de água	32
4.5.3. Cinzas ou minerais	32
4.5.4. Potencial hidrogeniônico (pH)	32
4.5.5. Acidez total titulável	33
4.5.6. Lipídeos	33
4.5.7. Proteínas	33
4.5.8. Determinação de compostos fenólicos	33
4.5.9. Cor	34
4.6. Análise sensorial	35
4.6.1. Teste de aceitabilidade	35
4.6.2. Teste de intenção de compra	36
4.7. Análise estatística	37
4.8. Perfil de textura instrumental	37
4.9. Análise de HPA	38
4.9.1. Método de Extração	40
4.9.2. Separação e Identificação dos HPA	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1. Análises físico-químicas	42
5.2. Análise sensorial	52
5.3. Análise de HPA	54
5.4. Análise de textura	54
6. CONCLUSÃO	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Principais componentes da fumaça e suas ações correspondentes	15
Tabela 2. Classificação dos HPA.	21
Tabela 3. Características microbiológicas do aroma líquido de fumaça	30
Tabela 4. Condições otimizadas para separação dos HPA por CLAE.	40
Tabela 5. Características físico-químicas do queijo coalho in natura e após os processos de defumação utilizando o mini defumador e a defumação líquida.	42
Tabela 6. Teor de umidade dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	47
Tabela 7. Teor de cinzas dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	48
Tabela 8. Valor de pH dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	48
Tabela 9. Valor de acidez titulável dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	49
Tabela 10. Teor de lipídeos dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	49
Tabela 11. Teor de fenóis dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	50
Tabela 12. Parâmetro de cor L^* dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.	50
Tabela 13. Parâmetro de cor a^* dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de Tabela	51

14. Parâmetro de cor b* dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo	51
Tabela 15. Médias das notas de caeitação para sabor, textura, cor e aceitação global das amostras de queijo coalho defumado no mini defumador e queijo coalho com defumação líquida.	52
Tabela 16. Médias dos parâmetros de textura do queijo coalho in natura e após os processos de defumação utilizando o mini defumador e a defumação líquida.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processamento do queijo coalho industrial (linha contínua) e artesanal (linha tracejada) fabricado no Nordeste (ANDRADE, 2006).	12
Figura 2. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. Nesta figura estão os 16 HPAs prioritários em estudos ambientais (EPA, 1986).	19
Figura 3. Estrutura do benzo[a]pireno mostrando a região de baía.	20
Figura 4. Mecanismo ilustrativo da toxicidade do benzo[a]pireno. (Baseado em Locatelli, 2006).	22
Figura 5. Estrutura do mini defumador.	27
Figura 6. Câmara de defumação aberta	27
Figura 7. Câmara de defumação fechada e com amostras de queijo coalho	28
Figura 8. Queijo coalho in natura (A) e imerso em fumaça líquida (B).	31
Figura 9. Embalagens de polietileno de alta densidade esterilizadas em câmara ultravioleta.	31
Figura 10. Esquema tridimensional para medição de cores CIELAB 1976 (HANDPRINT, 2005)	34
Figura 11. Ficha utilizada para a análise sensorial do queijo coalho defumado.	36
Figura 12. Posicionamento da probe para análise de TPA (Texture Profile Analysis- Análise do perfil de textura).	38
Figura 13. Fluxograma básico do processo de extração de HPA.	39
Figura 14. Histograma da aceitação dos queijos defumados.	53
Figura 15. Histograma da intenção de compra dos queijos defumados.	53

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo da tecnologia de alimentos é garantir ao consumidor o abastecimento de alimentos nutritivos e saudáveis, tanto de origem animal, quanto de origem vegetal e mineral. Os produtos de origem animal normalmente são extremamente perecíveis, como por exemplo, o leite e seus derivados, fazendo-se necessário à aplicação de métodos que possam aumentar a vida de prateleira destes alimentos tornando-os mais próximos ao consumidor (COELHO et al., 2009).

Leite é o fluido secretado pelas glândulas mamárias de fêmeas mamíferas, contém quase todos os nutrientes necessários para sustentar a vida. Desde os primórdios da humanidade, o leite de vacas, cabras e ovelhas são utilizados para alimentação (BELITZ et al., 2009). Os produtos lácteos são alimentos de alto valor nutricional, muito presentes na dieta do brasileiro, onde a qualidade do leite utilizado como matéria prima, é um fator fundamental para a produção desses derivados lácteos, como iogurtes, queijos e outros (NASSU et al., 2010).

O queijo é um produto fresco ou maturado obtido por separação do soro depois da coagulação do leite (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005), este se destaca entre os derivados lácteos pelo alto teor de proteínas e outros nutrientes (ROSSI et al., 2010). A fabricação de queijos tem sido utilizada ao longo do tempo como uma forma de preservação do leite. O processo básico de fabricação é comum a quase todos os tipos de queijos, entretanto, variações na origem do leite, nas técnicas de processamento e no tempo de maturação dão origem à imensa variedade conhecida (ANDRADE, 2006).

Dentre as variedades de queijos, o queijo coalho destaca-se por ser um produto típico do sertão nordestino sendo muito utilizado entre as iguarias da culinária da região. Esse tipo de queijo possui grande popularidade sendo encontrado em todos os estados nordestinos, como também em outras regiões, como a sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

A origem do seu nome é devido ao fato desse queijo ter sido produzido tradicionalmente com leite coagulado pela ação de coalho animal, extraído do abomaso de pequenos animais como bezerros e cabritos. Apesar de ser fabricado por empresas fiscalizadas por órgãos oficiais, a produção desse tipo de queijo ainda é muito realizada no meio rural e sem fiscalização, onde geralmente é utilizado o leite cru. O queijo

coalho é um produto de vida de prateleira reduzida, necessitando do emprego de algum processo para preservar sua qualidade durante o armazenamento (PAGANI et al., 2012).

A defumação convencional é um método usado desde a remota antiguidade para conservação de alimentos. Antigamente penduravam-se pedaços de carnes nas chaminés e a fumaça, além de conservar, lhes dava um aroma especial. Atualmente, entende-se por defumação o processo de expor o alimento à fumaça proveniente de madeiras aromáticas. Quando realizada em temperaturas inferiores a 30°C é chamada de defumação a frio, e de defumação a quente caso a temperatura seja maior que 30°C.

O processo de defumação permite uma maior desidratação do produto, permitindo a deposição de substâncias fenólicas formadas, que possuem efeito antioxidante, reduzindo a rancidez lipídica dos alimentos. Com essa técnica surge um aroma, sabor e coloração típicos dos produtos defumados e também pode produzir efeito preservativo.

Entretanto, pesquisas revelam a presença de substâncias carcinogênicas como os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA) em produtos defumados pelo método convencional, onde se utiliza altas temperaturas (OLIVEIRA, 2012).

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são substâncias formadas em processos de combustão e pirólise de matérias orgânicas, como por exemplo, a madeira e são amplamente distribuídas no ambiente, constituindo um grupo considerado altamente carcinogênico ou genotóxico (MARQUES et al., 2009).

A defumação de alimentos por meio da impregnação de fumaça na defumação convencional está sendo substituída cada vez mais pelo emprego de aromatizante líquido de fumaça ou “fumaça líquida” como também é conhecida. O aromatizante líquido de fumaça é utilizado para substituir vapores de fumaça naturais como um meio de desenvolver características de cor e sabor de produtos defumados e também como antioxidante e bactericida. Além disso, a defumação utilizando o aromatizante líquido de fumaça possui uma série de vantagens como a diminuição de compostos cancerígenos, redução da poluição do ar e eliminação da carga residual de serragem (OLIVEIRA, 2012).

O Mini Defumador gera uma pequena quantidade de fumaça densa, que em contato com o alimento transfere aromas defumados sutis, característicos da madeira ou das ervas aromáticas queimadas em seu cachimbo. No processo convencional o

alimento fica em contato com a fumaça muitas vezes por horas, com o desenvolvimento de um mini defumador, este vai gerar uma fumaça densa a temperaturas inferiores a 30° C. Devido ao seu desenho ele consome quantidades muito pequenas de serragem e permite a adição de ervas aromáticas para uma combinação infinita de novos aromas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver o queijo coalho defumado a partir da defumação líquida e utilizando um mini defumador.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o queijo coalho defumado utilizando um mini defumador e a defumação líquida, quanto as características físicas e químicas.
- Avaliar a presença de HPA nos queijos coalho defumados.
- Avaliar a aceitação sensorial do queijo coalho defumado por meio da defumação líquida e defumação no mini defumador.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Leite

De acordo com a Instrução Normativa 51 “Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda” (BRASIL, 2002). Segundo Ordóñez-Pareda et al. (2005), o leite é a secreção das glândulas mamárias de fêmeas mamíferas e sua função natural é a alimentação dos mamíferos recém-nascidos.

Segundo o seu modo de produção, o leite é classificado de acordo com a sua composição, requisitos físico-químicos e biológicos. São classificados em leite tipo A, B ou C. Essas denominações são determinadas a partir da contagem de microrganismos presentes no leite. Possui grande importância na alimentação humana, devido ao seu elevado valor nutritivo, pois é uma excelente fonte de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais (VENTURINI et al., 2007). O Ministério da Saúde do Brasil, através de seu Guia Alimentar, recomenda o consumo diário de três porções de leite e/ou derivados, sendo essa quantia suficiente para atender 75% das necessidades diárias de cálcio (BRASIL, 2005).

O leite é composto em média, por 87,3% de água e 12,7% de sólidos totais, que são distribuídos em 3,3 a 3,5% de gordura, 3,5 a 3,8% de proteínas totais, 0,7% de minerais, 4,9% de lactose e vitaminas (SGARBIERI, 2005).

O principal carboidrato do leite é a lactose, sendo o seu componente mais abundante. A lactose é um dissacarídeo formado por galactose e glicose, compõe em torno de 54% do total de sólidos não gordurosos do leite (MATTILA & SAARELA, 2003; ABREU, 2005). A lactose tem grande importância para a tecnologia de produtos lácteos, é utilizada por microorganismos para produção de produtos lácteos fermentados, como o iogurte (PFLANZER et al., 2008) e a sua cristalização é importante para o controle da qualidade do leite condensado e o doce de leite, pois cristais maiores que 16 μm são perceptíveis pelo paladar humano (ABREU, 2005).

As proteínas do leite podem ser classificadas de acordo com suas propriedades físico-químicas e estruturais em caseínas, proteínas do soro, proteínas das membranas

dos glóbulos de gordura e enzimas e fatores de crescimento. As proteínas do leite são muito valorizadas, pois apresentam excelentes propriedades nutritivas, tecnológicas e funcionais, devido a sua composição, contendo aminoácidos que atendem à maioria das exigências fisiológicas do ser humano (SGARBIERI; ABREU, 2005).

A gordura é o componente do leite que mais oscila e é constituída, em sua maioria, por triglicerídeos (99%). Possui a forma de glóbulos sendo revestida por uma membrana composta por fosfolipídios e proteínas. Os principais ácidos graxos são o mirístico, palmítico, esteárico, oléico e o butírico, sendo estes responsáveis pelo aroma de ranço da gordura do leite, porém podem contribuir para o aroma desejável de alguns tipos de queijo (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005; ARAÚJO, 2008).

No leite, as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) aparecem associadas ao componente graxo do leite e perdem-se com a eliminação da gordura, a vitamina A encontra-se na forma de beta-caroteno e proporciona o tom amarelado da gordura do leite. Em algumas espécies que possuem a capacidade de transformar todo beta-caroteno em vitamina A, como no caso da búfala, o leite é totalmente branco. O leite também é uma importante fonte de vitaminas hidrossolúveis do complexo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6) e cianocobalamina (B12), essas vitaminas podem ser isoladas a partir do soro do leite, por isso, seu conteúdo reduz-se no processo de elaboração de queijos. É rico em elementos químicos como potássio (K), o cálcio (Ca), cloreto (Cl), fósforo (P), sódio (Na), enxofre (S) e magnésio (Mg) (LUQUET, 1985; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005; BELITZ et al., 2009).

3.2. Queijos

3.2.1. Aspectos gerais

Queijos são produtos derivados do leite, ricos em proteínas de alto valor biológico, cálcio, fósforo, zinco, iodo, selênio, vitaminas e oligoelementos e são produzidos a partir de diferentes tipos de leites e de diferentes processos de produção (FILHO et al., 2012).

Segundo a Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Queijo é “o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite

reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, enzimas específicas de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e materiais corantes” A legislação complementa essa definição, reservando o nome queijo exclusivamente para produtos cuja base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de outra origem (BRASIL, 1996).

A fabricação de queijos consiste em uma série de operações desde a produção do leite até o último dia de maturação e expedição para o mercado. A qualidade do leite influencia diretamente a qualidade do queijo, sendo necessário um rígido controle de qualidade durante todas as fases de processamento (PIETROWSKI et al., 2008).

O processo geral da elaboração do queijo compreende diversas etapas: seleção do leite, pasteurização, adição do cultivo iniciador, formação da coalhada, corte da coalhada, cocção da coalhada, agitação da coalhada, dessoramento, moldagem, prensagem, salga e maturação (OLIVEIRA, 1986; ORDÓÑEZ-PAREDA et al., 2005).

Embora o processo básico de fabricação de queijos seja comum a quase todos, podemos obter produtos muito heterogêneos, que diferem amplamente uns dos outros, na forma e também em suas características sensoriais. Essa diversidade é devido às diferentes manipulações aplicadas à coalhada e os microrganismos presentes na massa (ORDÓÑEZ-PAREDA et al., 2005). As variações na origem do leite, nas técnicas de processamento e as condições de maturação também influenciam nessa imensa variedade conhecida, cerca de 1 000 tipos.

A cor dos queijos está intimamente ligada à gordura do leite e, por isso, é sujeita a variações sazonais que são corrigidas pela adição de corantes. No caso de queijos azuis, ou seja, aqueles com mofo esverdeado é comum adicionar-se clorofila à massa para que esta adquira uma coloração pálida, contrastante com a do mofo. Queijos amarelos, como o queijo prato, podem ser corados com urucum (PERRY, 2004).

O queijo é um dos produtos mais suscetíveis a contaminações microbianas, devido aos diversos processos envolvidos na sua fabricação, como a pasteurização do leite, coagulação, dessoragem, enformagem, salga e maturação. Além disso, pode ocorrer uma contaminação cruzada durante o processamento, armazenamento ou transporte desse alimento. O queijo pode se tornar inaceitável ou até mesmo impróprio

para o consumo em razão dessas contaminações, aliadas às alterações decorrentes que podem ocorrer no produto (ROSSI et al., 2010).

Os queijos podem ser classificados de acordo com as características decorrentes do tipo de coagulação, do tipo de leite utilizado, do teor de gordura, do tipo de casca, do tempo de cura, da consistência da pasta, entre outras características.

Segundo o Regulamento Técnico de Identificação e Qualidade de Queijos, anexado a Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura. Os queijos são classificados de acordo com o conteúdo de matéria gorda no extrato seco e o conteúdo de umidade.

De acordo com o conteúdo de matéria gorda no extrato seco, em porcentagem, os queijos classificam-se em:

- Extra Gordo ou Duplo Creme: quando contenham o mínimo de 60%
- Gordos: quando contenham entre 45,0 e 59,9%
- Semigordos: quando contenham entre 25,0 e 44,9%
- Magros: quando contenham entre 10,0 e 24,9%
- Desnatados: quando contenham menos de 10,0%

De acordo com o conteúdo de umidade, em porcentagem, os queijos classificam-se em:

- Queijo de baixa umidade (geralmente conhecidos como queijo de massa dura): umidade de até 35,9%.
- Queijos de média umidade (geralmente conhecidos como queijo de massa semidura): umidade entre 36,0 e 45,9%.
- Queijos de alta umidade (geralmente conhecido como de massa branda ou “macios”): umidade entre 46,0 e 54,9%.
- Queijos de muita alta umidade (geralmente conhecidos como de massa branda ou “mole”): umidade não inferior a 55,0% (BRASIL, 1996).

O mercado de queijos no Brasil cresceu nos últimos dez anos. Essa expansão está relacionada com o aumento da produção nacional de leite, da qual a indústria queijeira absorve cerca de 1/3, ao aumento do consumo de queijos como ingredientes nas

indústrias alimentícias, em pratos prontos e em lanches, ao aumento da renda interna que permite um maior acesso da população a uma quantidade maior de itens de consumo e a um aumento da oferta da indústria brasileira de queijos de melhor qualidade e de maior variedade. O consumo de queijos per capita no Brasil é de 4,5 Kg/ano, enquanto na Argentina o consumo é de 11,5 Kg/ano. Entre os queijos mais consumidos estão os tipo mussarela, prato, requeijão, minas frescal e ralado. Já no Nordeste, os mais consumidos são mussarela, queijo coalho e ralado (ABIQ, 2011).

3.2.2. História do Queijo

A história do queijo remonta ao berço da civilização antiga (6000-7000 a.C.), na região entre os rios Tigres e Eufrates. Estudos arqueológicos revelaram que provavelmente a descoberta deste alimento tenha sido por acaso. Há por exemplo desenhos de cabras sendo conduzidas ao pasto com alguns sacos de pele pendurados em tumbas egípcias nos anos de 100 a.C. Por serem um meio adequado para armazenamento de líquidos, acreditava-se que estes sacos poderiam ser usados para guardar e transportar leite. Por causa do intenso calor da região, os açúcares do leite eram fermentados, resultando, em contato com enzimas presentes no couro, em uma coalhada que por causa da agitação resultante do transporte se romperia, separando então o soro do que foi chamado de queijo primitivo (salgado).

Na Europa, os gregos teriam sido os primeiros a produzi-los a partir do leite de cabras e ovelhas e a incorporá-los em seus cardápios. Existem referências ao queijo nos tempos bíblicos e Homero (1184 a.C.) faz referência a queijos elaborados em cavernas a partir do leite de cabras e ovelhas. Os primeiros coagulantes do leite foram os coalhos de lebre e cabrito, mas também se utilizava o leite de égua e vinagre. Há também relatos da aplicação de defumação em queijos utilizando lenhas. Até o fim do século XVIII, eram as fazendas e os monastérios que mantinham a receita da “arte” de fabricação do queijo que era passada de mãe para filha ou pelo costume da produção diária. Isto levava a erros de interpretação, o que acabou por originar novos tipos de queijos e ao final desse século foi que teve início o estudo científico da fabricação do queijo. No século XIX, deu-se a grande disseminação no consumo do queijo, que saiu da esfera exclusiva da produção artesanal para a industrial, o processo de pasteurização foi

fundamental neste evento. Apesar de atualmente grande parte do comércio queijeiro se basear no queijo de leite de vaca, fabrica-se também grande quantidade de queijo a partir de leite de ovelha, cabra e búfala. (PERRY, 2004; FOX et al., 2004; CHALITA et al., 2009).

3.3. Queijo Coalho

3.3.1. Aspectos gerais

O Brasil possui uma variedade de queijos produzidos de forma artesanal que tem características diferenciadas de acordo com a região em que esse queijo é produzido. Na região Nordeste, o principal queijo artesanal é o queijo coalho (FONTENELE et al., 2010).

A produção de queijo coalho existe há mais de 150 anos com a chegada do gado bovino trazido pelos Portugueses. O nome coalho é devido ao uso do coalho natural em sua fabricação, que ocorre principalmente nos estados do Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, onde se destaca entre os queijos artesanais (SEBRAE, 2008)

O queijo coalho é obtido pela coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação, é um queijo de média a alta umidade, de massa semi-cozida ou cozida apresentando um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0% e 60,0%. Sensorialmente deverá apresentar consistência semi-dura, elástica; textura macia, compacta; cor branca, amarelada e uniforme; sabor brando, ligeiramente ácido, podendo ser salgado; odor ligeiramente ácido lembrando massa coagulada; casca fina, sem trinca, não bem definida; presença de algumas olhaduras pequenas ou sem olhaduras; formato e peso variáveis. Pode ser comercialmente encontrado na forma de barras ou espetado no palito. O leite poderá ser integral ou padronizado e devera obrigatoriamente ser pasteurizado (BRASIL, 2001). Uma das principais características do queijo coalho é a firmeza depois de assado.

A textura “borrachuda”, que não derrete ao ser assado e o sabor levemente ácido são algumas características do queijo coalho que são muito apreciadas pelos consumidores (PAGANI et al., 2012). O produto industrializado é comercializado na forma de espetinhos simples, com orégano, em pedaços, como parte de receitas culinárias e em peças de até 3,5 Kg. No nordeste, especialmente nas praias, este tipo de queijo é tradicionalmente consumido em fatias, na forma de espetinhos grelhados na brasa, como tira-gosto, diferentemente do tipo de preparação feita em domicílio, em geral, grelhado em chapas ou frigideiras comuns (ANDRADE, 2006; CAVALCANTE et al., 2007).

As organizações que processam queijos coalho na região nordestina são caracterizadas por pequenas unidades industriais com baixo padrão tecnológico e pouca padronização quanto às características dos seus produtos dividindo-se basicamente em dois segmentos; o das indústrias, fiscalizadas por órgãos oficiais, e o das pequenas unidades artesanais, localizadas, principalmente, no meio rural, sem fiscalização. Sabe-se da existência de numerosas unidades de produção caseira e de fazendas produtoras, por esta razão torna-se possível afirmar que a maioria dos queijos coalho elaborados nessa região tem sua origem ligada à fabricação artesanal. Suas técnicas de produção provêm de tradições enraizadas, persistindo até hoje em todas as regiões produtoras (FILHO et al., 2012).

A utilização de leite de boa qualidade e técnicas de higiene é fundamental para a produção do queijo coalho de qualidade, porém, em alguns lugares, o leite ainda é obtido sob condições higiênico-sanitárias insatisfatórias e em consequência, apresenta elevado número de microrganismos, o que representa um risco à saúde da população, principalmente quando consumido sem tratamento térmico. Por isso, cuidados higiênicos desde a ordenha até a obtenção do produto final devem ser empregados (SANTANA et al., 2008).

Quando elaborado a partir de leite cru por pequenos produtores e sem os cuidados de higiene necessários, o queijo coalho não apresenta segurança microbiológica e padronização da qualidade. Dessa forma, a depender das condições de fabricação e da sua riqueza em nutrientes, o produto torna-se um possível veículo de contaminantes, destacando-se entre as questões de saúde pública (MENESES et al 2012).

O queijo coalho industrializado, comercializado nos supermercados, possui uma vida de prateleira em torno de 60 dias, é armazenado até 10 °C em bandeja de Poliestireno expandido com filme de PVC ou Polietileno a vácuo.

3.3.2. Fabricação do queijo coalho

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001) o processo de elaboração do queijo coalho possui como características distintivas: coagulação em torno de 40 minutos, corte e mexedura da massa, remoção parcial do soro, aquecimento da massa com água quente ou vapor indireto até obtenção de massa semicozida (até 45°C) ou cozida (entre 45° e 55°C), adição de sal (cloreto de sódio) à massa, se for o caso, prensagem, secagem, embalagem e estocagem em temperatura média de 10 - 12°C normalmente até 10 (dez) dias. Esse queijo poderá ser também elaborado a partir de massa crua (sem aquecimento).

A diversificação da metodologia para a manufatura do queijo coalho pode ser constatada na produção de vários fabricantes. O processamento desses produtos não se encontra bem definido, o que leva à falta de padronização dos queijos coalho comercializados (NASSU et al., 2003). A fabricação artesanal em pequenas queijarias quase sempre é realizada com leite cru (ANDRADE, 2006; COELHO et al., 2009).

O processamento do queijo coalho artesanal e industrial fabricados no Nordeste é mostrado na Figura 1, onde se observa que o fluxograma de produção em algumas etapas é diferenciado, refletindo nas características do produto final.

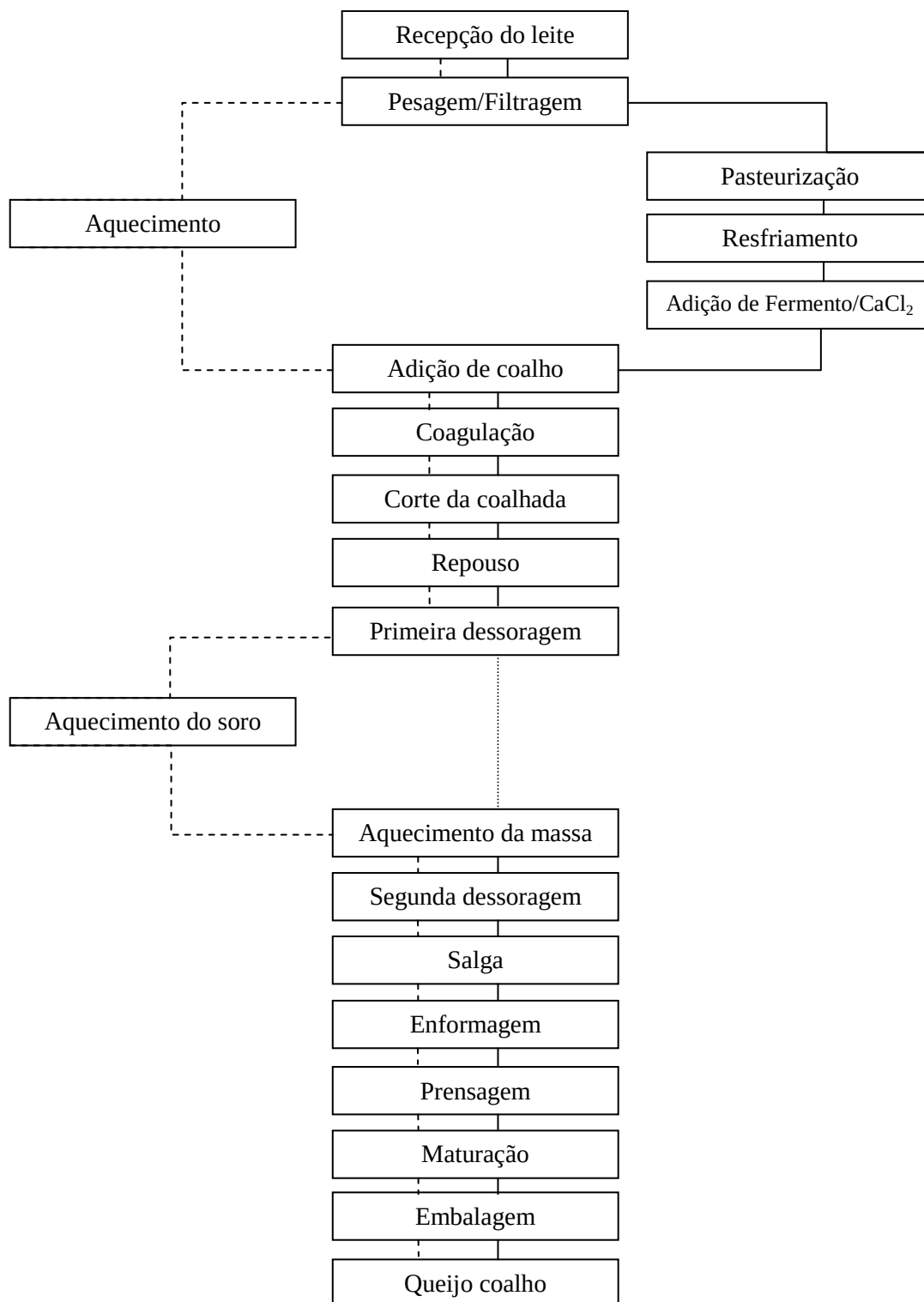


Figura 1. Fluxograma do processamento do queijo coalho industrial (linha contínua) e artesanal (linha tracejada) fabricado no Nordeste (ANDRADE, 2006).

3.3.3. Produção e consumo

No Nordeste do Brasil a maior parte da produção de queijo coalho é obtida por meio da produção artesanal em pequenas e médias queijarias, sendo realizada por agricultores familiares. Este tipo de produção está inserido no mercado informal, por não cumprir a legislação vigente. A produção artesanal é importante no meio rural nordestino, pois, constitui a renda principal ou na complementação da renda das famílias (ARAÚJO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010; MENEZES, 2011; FILHO et al., 2012).

A forma original de produção pressupõe a utilização de leite de vaca cru, coalho industrializado e sal, sem adição de fermentos. Seu processo de fabricação possibilita que seja cozido, assado ou frito sem derreter (SEBRAE, 2008). Com as melhorias na padronização da sua tecnologia e fabricação com leite pasteurizado, atualmente a sua produção e consumo têm aumentado muito nos últimos anos principalmente na região sudeste (PAULA et al., 2012)

A quantificação da produção artesanal não consta em estatísticas oficiais, no entanto, existem muitas unidades de produção caseira e de fazendas produtoras de queijo coalho, que permite constatar que a maioria do queijo coalho elaborado no Nordeste tem sua origem ligada à fabricação artesanal (ANDRADE, 2006). Existe no Nordeste cerca de 2,2 milhões de pequenos e médios produtores de lácteos, destes cerca de 85% trabalham com o queijo (SEBRAE, 2008).

Em Sergipe a produção de queijo coalho inicialmente, era destinada ao consumo doméstico. A partir da década de 1970, a pecuária em Sergipe, localizada principalmente no Agreste e Sertão, teve seu crescimento acelerado aumentando a produção de queijo coalho, que adquiriu algumas inovações, permitindo o aumento da sua comercialização. Essas inovações estão relacionadas, primeiramente, à adoção de coalho industrial, seguida da redução do período de maturação, de modo a atender a demanda do mercado consumidor. O queijo coalho produzido artesanalmente em Sergipe não apresenta padronização na forma, seu peso varia entre um e dois quilos. Em Aracaju, é comum encontrar, nas vias públicas do centro comercial, pequenas estruturas de madeira (“bancas”), em que é comercializando o produto. Nas feiras livres,

realizadas nos bairros da cidade e no Mercado Central da cidade também ocorrem a comercialização do queijo coalho artesanal (MENEZES, et al., 2010).

3.4. Defumação

A defumação é uma técnica antiga de conservação, porém tem sido utilizada atualmente como um artifício para melhorar os alimentos, uma vez que atua modificando os atributos sensoriais como odor, sabor, coloração e textura, além disso, pode estender a vida útil do produto, devido aos efeitos combinados da salga, cocção, secagem e deposição de substâncias químicas bactericidas presentes na fumaça, como fenóis, aldeídos e ácidos orgânicos (SOUZA et al., 2004; SILVA, 2010).

Esse processo tecnológico é aplicado em muitos alimentos e seus objetivos principais são o aprimoramento do aroma e do sabor, a preservação do alimento, a criação de novos produtos, melhoramento da cor e proteção contra oxidação. A fumaça, seja direto da madeira ou na forma líquida, contém fenóis, álcoois, ácidos orgânicos, carbonilas, hidrocarbonetos e gases. A defumação possui propriedades antimicrobianas que derivam das atividades de alguns ingredientes da fumaça e do calor (JAY, 2005).

A aplicação da fumaça e a combinação de fatores físicos e químicos são importantes para alcançar o êxito na preparação de defumados, sendo necessário também um controle rigoroso de cada uma das etapas (GONÇALVES & PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; RIBEIRO, 2009).

A defumação dos alimentos é realizada pela impregnação de essências aromáticas que se desprendem da combustão lenta da madeira, que deve ser cuidadosamente escolhida. Podem ser defumados queijos, peixes, carnes e aves com intenção de lhes conferir sabor e contribuir para o aumento do prazo de validade. (LOPES, 2007).

Os métodos ou tipos de defumação variam de acordo com os produtos desejados, tipos de defumadores, madeiras utilizadas, entre outros. Existem duas formas de defumação convencional, a defumação a quente ou a frio, que varia de acordo com a alteração da temperatura da câmara de defumação (defumador) utilizada. A defumação a quente consiste na exposição das peças diretamente à fumaça produzida pela queima de madeira bruta ou serragem, levando apenas algumas horas, na defumação a frio

(temperatura não deve exceder a 30°C) a fumaça é produzida fora da câmara de defumação, sendo conduzida ao seu interior por um duto flexível ou por uma serpentina obtida geralmente da combustão de serragem, sendo destinada a embutidos e pode durar alguns dias (ROCCO, 1996; SOUZA et al., 2004).

A principal função da defumação a quente é proporcionar aroma, sabor e cor característicos, com melhores qualidades sensoriais. A defumação a frio é muito utilizada para introduzir características com funções preservativas devido ao maior tempo de exposição do alimento à fumaça quando comparada à defumação a quente. Também há outras formas de defumação como a defumação líquida, que está sendo muito utilizada atualmente e a defumação eletrostática (SOUZA et al., 2004).

Segundo Ribeiro (2005) o conhecimento da composição da fumaça é importante para o estudo do desenvolvimento do sabor e cor e para o entendimento das propriedades antioxidantes e bacteriostáticas dos alimentos defumados. A Tabela 1 apresenta os principais componentes da fumaça e suas características.

Tabela 1. Principais componentes da fumaça e suas ações correspondentes.

Produtos	Ação
Álcool metílico	Antisséptica
Ácido pirolenhoso	Diminui o pH e com o metanol produz ésteres
Ácido carbônico	Não atua
Anidrido carbônico	Não atua
Aldeídos	Antisséptica
Cetonas	Antisséptica
Ésteres	Aromatizante
Fenóis e cresóis	Antisséptica e aromatizante; Desenvolvem a cor caramelo característica
3,4 benzopireno e 1 2,5,6 fenantreno	Considerados carcinogênicos e aparecem em temperaturas altas de combustão

Fonte: HUSS et al. (2003).

A fumaça proveniente da defumação convencional atua inibindo o crescimento microbiano, retardando a oxidação das gorduras e fornecendo aroma aos alimentos, ela é obtida pela combustão incompleta de vários materiais como a madeira, serragem e carvão. A madeira ou a serragem ideal para o processo de defumação são as pirolenhosas. As resinosas produzem substâncias voláteis que conferem sabor e odor inconveniente ao alimento, não sendo utilizadas para a defumação (EVANGELISTA, 2000).

A defumação constitui um processo de conservação porque atua no alimento através da perda de água que junto com a ação dos constituintes da fumaça proporciona uma barreira física e química ao alimento, dificultando assim, a penetração e a atividade dos microrganismos no interior do mesmo, formando uma película protetora, devido à desidratação que ocorre na superfície do produto (EVANGELISTA, 2000; RAMIRES, 2008; SANTANA, 2013).

Diversas pesquisas detectaram a presença de substâncias carcinogênicas como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em produtos defumados pelo método convencional. O principal HPA presente em produtos defumados é o 3,4 benzopireno (OLIVEIRA, 2012).

A defumação convencional vem sendo substituída pela defumação líquida, em muitos alimentos industrializados com sabor e aroma de defumados, pois essa apresenta menor risco para a saúde humana, algumas preparações ainda contêm certa quantidade de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, porém estas não possuem o composto cancerígeno benzopireno (JAY, 2005; MARQUES et al., 2009).

O âmbito de aplicação das fumaças líquidas é muito amplo, sendo principalmente utilizadas em carnes (bovina, suína e aves), pescado e queijo, podendo-se estender, por sua grande versatilidade, a uma grande variedade de alimentos que tradicionalmente não se defumam, como: temperos, sopas, vegetais enlatados, ou condimentos (GONÇALVES & PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998)

Constitui um dos mais rápidos métodos de defumação sendo um processo de imersão dos alimentos em soluções de aroma de fumaça natural (RIBEIRO, 2009)

A composição da fumaça líquida comercial é muito variável, pois depende principalmente da fonte de fumaça (madeira utilizada). Informações sobre os componentes que constituem a fumaça líquida são muito importantes para estabelecer

relações entre suas propriedades sensoriais com a estabilidade de sua estocagem e com o produto final defumado (GONÇALVES & PRENTICE-HERNÁNDEZ 1998; SANTANA, 2013).

Os benefícios da solução de aroma de fumaça natural são diversos, dentre eles minimização da poluição do ar (como medida primária) e minimização da carga de serragem lançada no esgoto; eliminação dos riscos de fogo e /ou explosão; Controle uniforme da cor e sabor do defumado; simplificação da limpeza e manutenção das condições de defumação; eliminação da presença de elementos carcinogênicos nos produtos defumados; aumento da produtividade com redução dos custos do processo; possui propriedades antioxidantes e bacteriostáticas (RIBEIRO, 2009; SANTANA, 2013).

A defumação de queijo coalho ainda é um assunto pouco estudado. Sabe-se que ela atua melhorando os atributos sensoriais como sabor, cor e aroma, além de aumentar a vida útil do produto. As técnicas de defumação podem variar de acordo com cada produto. Este processo de submeter o queijo a compostos bactericidas, oriundos da fumaça, pode estar associado a outros tratamentos, como: a condimentação e a salga, que irão favorecer tanto na conservação quanto nas características organolépticas do produto (COELHO et al., 2009).

3.5. Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA)

3.5.1. Aspectos gerais

Substâncias tóxicas podem contaminar o organismo humano por meio de inúmeras reações químicas que ocorrem na produção de alimentos. A formação destas substâncias tóxicas pode ocorrer de diferentes maneiras principalmente quando os produtos são submetidos a altas temperaturas. Dentre os compostos tóxicos que podem ser formados através dos processamentos aplicados aos alimentos destacam-se os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA) (MARQUES et al, 2009).

Uma variedade de alimentos, tanto de origem vegetal quanto de origem animal, pode ser contaminada pelos Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos. Essa contaminação ocorre em decorrência de diversos fatores, causando prejuízos á saúde

dos consumidores. Devido a sua importância, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para o melhor conhecimento a respeito das fontes e formas de contaminação dos alimentos, para o desenvolvimento e aprimoramento de métodos para extração, detecção, identificação e quantificação dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e as consequências para a população da ingestão de produtos contaminados (SANTOS, 2012).

Os HPA são compostos químicos formados por átomos de carbono e hidrogênio, arrançados na forma de dois ou mais anéis aromáticos. Devido às várias posições que estes anéis aromáticos podem se ligar entre si e à possibilidade da fusão de um número variável de anéis. Existe mais de 100 HAP reconhecidos (JACQUES et al., 2007). Segundo a Environment Protection Agency (EPA) 16 HPA são considerados importantes no monitoramento ambiental de poluentes orgânicos prioritários: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)pireleno, criseno, dibenzo(a,h) antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno (1,2,3- c,d) pireno, naftaleno e pireno (EPA, 1986), representados na Figura 2.

Os HPA podem ser originados por fontes naturais, como emissões vulcânicas e biosíntese por algas, ou por fontes antropogênicas, que representam a principal via de produção, como, por exemplo, queima de florestas, atividades industriais e atividades residenciais (CARMARGO & TOLEDO, 2002; BETTIN & FRANCO, 2005).

Quatro fontes principais são responsáveis pela contaminação dos alimentos; fontes naturais (queimadas em florestas, processos geoquímicos); poluição ambiental (contaminação do solo e da água); materiais de embalagens e alguns tipos de processos tecnológicos. Dentre os processamentos de alimentos em que ocorre produção de HPA os principais são a defumação, a secagem direta com madeira ou carvão, como por exemplo, o churrasco, e a torrefação (CAMARGO & TOLEDO, 2002; TFOUNI et al., 2007; MARQUES et al., 2009).

Esses compostos são formados durante a combustão incompleta de substâncias orgânicas (CAMARGO et al., 2006; JACQUES et al., 2007).

A pirólise e a pirossíntese são os dois principais mecanismos que ocorre a formação destes compostos. Em temperaturas elevadas, as ligações carbono-hidrogênio e carbono-carbono são quebradas onde são formadas moléculas pequenas e radicais

livres (pirólise). Por sua vez, estes compostos combinam-se originando moléculas maiores e mais estáveis (pirossíntese), que são resistentes à degradação térmica. Os HPA podem sofrer pirossínteses originando estruturas mais complexas com anéis aromáticos condensados (ARAÚJO, 2008; MARQUES et al., 2009; CASTRO, 2010).

Os HPA são encontrados em diferentes alimentos, como, maionese margarinas, produtos lácteos, chá, café, frutas, vegetais, produtos defumados, açúcar, cereais, água, alimentos grelhados, entre outros. A presença destes ocorre em diferentes níveis de contaminação, demonstrando que não há um padrão de contaminação por estes compostos (TFOUNI et al., 2007).

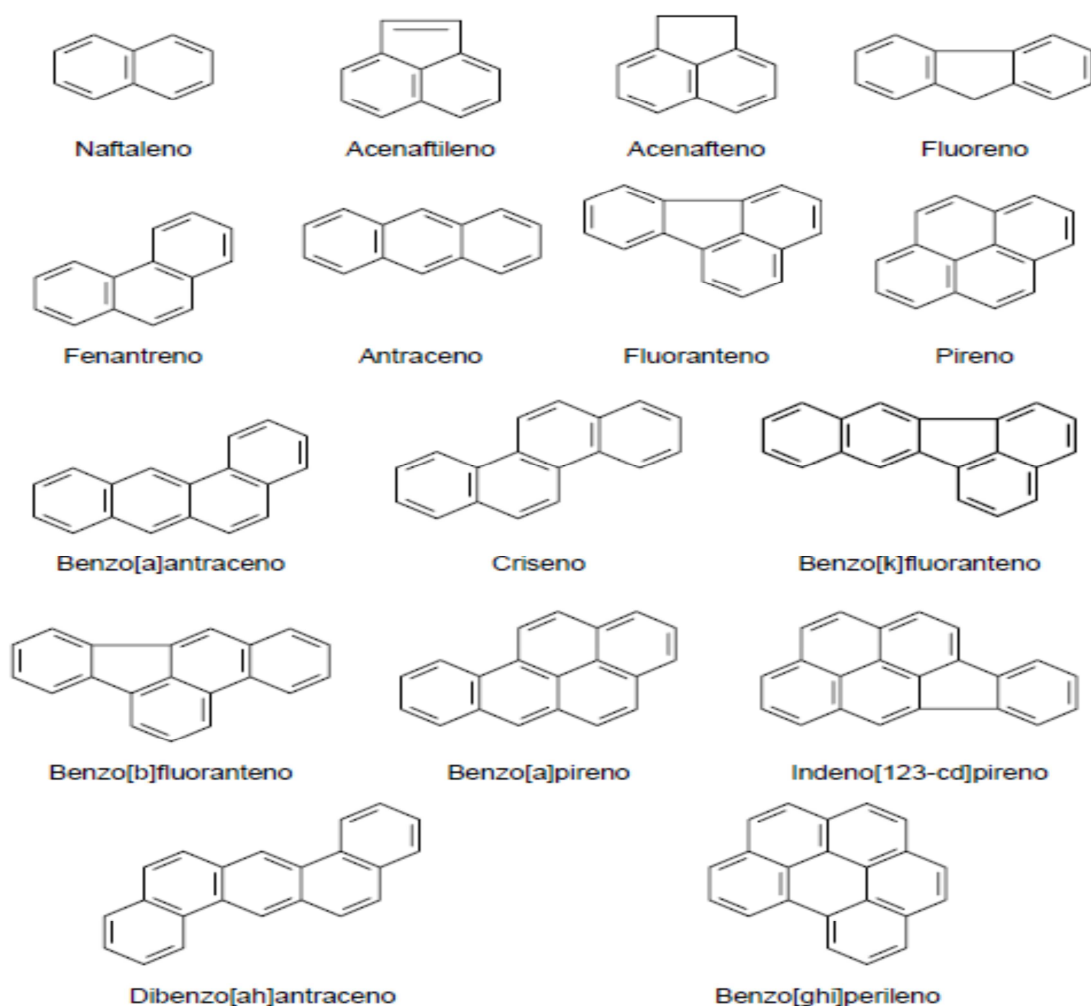


Figura 2. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. Nesta figura estão os 16 HPAs prioritários em estudos ambientais (EPA, 1986).

A composição e a quantidade dos HPA produzidos nos alimentos dependem das condições de reação, quantidade de ar e temperatura. A formação desses compostos é favorecida pela queima da matéria orgânica em altas temperaturas variando de 500 a 900°C, principalmente acima de 700°C (CAMARGO et al., 2006). As misturas de HPA, resultantes de uma combustão, são muito complexas contendo diferentes níveis de concentração. A complexidade e a composição das misturas dependem das suas fontes emissoras (CASTRO, 2010).

A legislação brasileira estabelece teor máximo de B(a)P apenas para aroma de fumaça (0,03 µg/Kg de produto final) (BRASIL, 2007) e para água para consumo (0,7 µg/L) (BRASIL, 2004). Na Áustria, Alemanha e Polônia, o limite permitido de B(a)P em carnes defumadas é 1 µg/Kg e este valor é usado como referencia para avaliar a contaminação de outros alimentos (SOUSA & NASCIMENTOS, 2010). É importante ressaltar que de acordo com o Comitê Científico da Alimentação Humana, da Comunidade Européia (CE), os níveis de HPA e de B(a)P nos alimentos devem ser reduzidos a concentrações tão baixas quanto possível. (CEC, 2005).

3.5.2 Toxicidade

Os aspectos toxicológicos dos HPA estão relacionados com a estrutura do composto. É necessário que a estrutura apresente uma região de baía (LOCATELLI, 2006; MEIRE et al., 2007), representado na Figura 3.

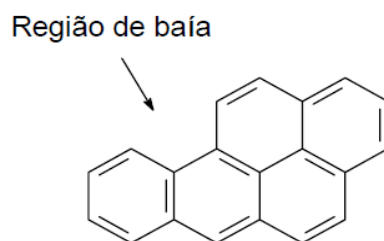


Figura 3. Estrutura do benzo[a]pireno mostrando a região de baía.

Os HPA são classificadas em cinco grupos diferentes, de acordo com sua toxicidade e potencial cancerígeno ao homem pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC, 2002)

- Grupo 1 – a substância é cancerígena ao homem;
- Grupo 2A – a substância é provavelmente cancerígena ao homem;
- Grupo 2B – a substância é possivelmente cancerígena ao homem;
- Grupo 3 – a substância não é cancerígena ao homem;
- Grupo 4 – a substância provavelmente não é cancerígena ao homem.

Tabela 2. Classificação dos HPA.

Composto	Classificação
Naftaleno	2B
Acenaftileno	Não classificado
Acenafteno	Não classificado
Fluoreno	3
Fenantreno	3
Antracendo	3
Fluoranteno	3
Pireno	3
Benzo[a]antraceno	2A
Criseno	3
Benzo[k]fluoranteno	2B
Benzo[b]fluoranteno	2B
Benzo[a]pireno	2A
Indenol[1,2,3-c,d]pireno	2B
Dibenzo[a,h]antraceno	2A
Benzo[g,h,i]perileno	3

Fonte: IARC (2002).

A contaminação por HPA pode ocorrer de diversas formas, podendo ser através da inalação do ar poluído, absorção dérmica, ingestão de água ou alimento defumado contaminado, entre outros. Os HPA são lipossolúveis na membrana celular e são absorvidos através do trato gastrointestinal, pulmões e pele. São distribuídos pelo

organismo e encontrados em praticamente todos os órgãos internos, principalmente em órgãos ricos em lipídeos (JACQUES et al., 2007; SANTOS, 2012).

São biotransformados pelas enzimas hepáticas em compostos epóxidos que possuem propriedades carcinogênicas e mutagênicas, ligando-se covalentemente às macromoléculas celulares (incluindo o DNA) e causando erros de replicação e mutações. Há evidências de que outras reações intermediárias também são geradas por um processo de oxidação, o que pode resultar em instabilidade química na alquilação do DNA, levando ao processo mutagênico (LOCATELLI, 2006; MEIRE et al., 2007; MARQUES et al., 2009).

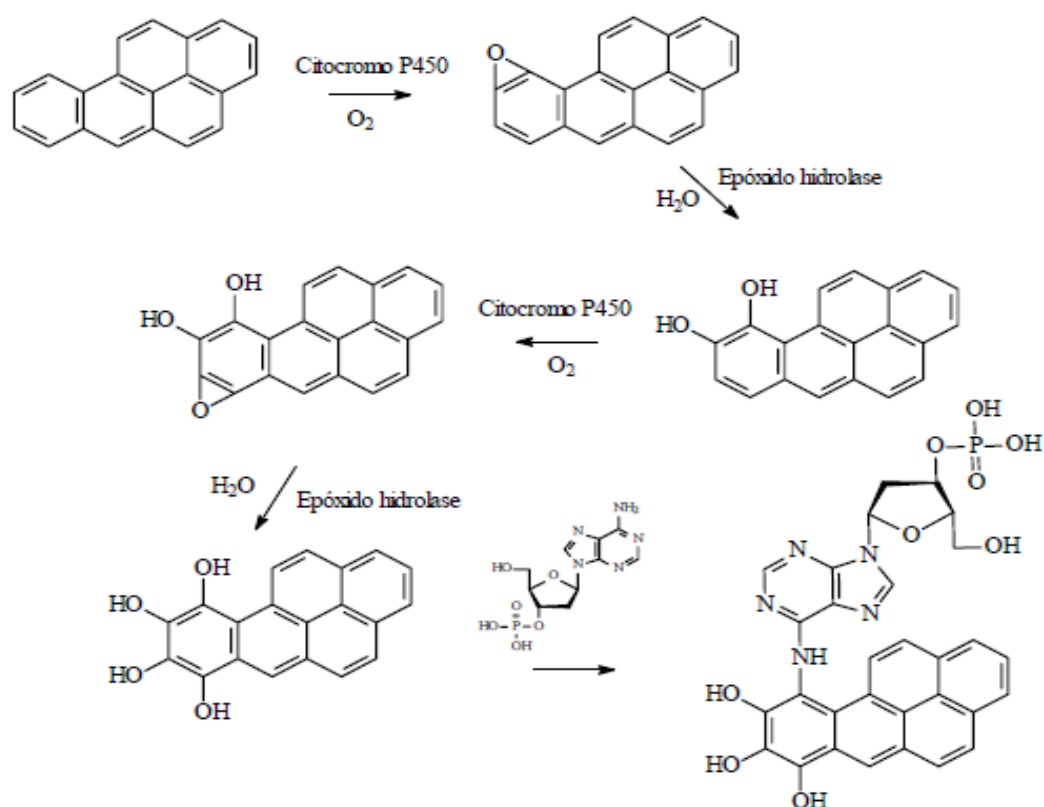


Figura 4. Mecanismo ilustrativo da toxicidade do benzo[a]pireno. (Baseado em Locatelli, 2006).

3.6. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são oriundos do metabolismo secundário dos vegetais e incluem uma diversidade de estruturas que apresentam, pelo menos, um anel aromático

contendo grupamentos hidroxilas. Podem ser classificados segundo a ocorrência no reino vegetal, podendo ser distribuídos amplamente ou de distribuição restrita. Dentre os distribuídos amplamente estão os derivados dos ácidos benzóico e cinâmico, cumarinas, flavonóides, taninos e ligninas, enquanto que, dentre os de distribuição restrita estão os fenóis simples, antraquinonas, xantonas e naftoquinonas. São classificados também de acordo com o tipo de esqueleto principal, C6 correspondente ao anel benzênico e Cx à cadeia substituinte com x átomos de carbono, como por exemplo, os fenóis simples e as benzoquinonas –C6 e os flavonóides e isoflavonoides – C6-C3-C6 (ARAÚJO, 2011).

São naturalmente encontrados em muitos alimentos e bebidas derivados de plantas, sendo importantes para as características de cor, aroma e sabor. Esses compostos estão associados às propriedades antioxidantes e o consumo regular por meio da dieta alimentar, desses compostos, tem sido associado a efeitos benéficos para a saúde humana (SEQUEIROS, 2009).

Essas substâncias agem como antioxidantes, pois possuem habilidade em doar hidrogênio ou elétrons e possuem radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, principalmente de ácidos graxos e de óleos. A classe dos fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavonóides, tocoferóis, são exemplos de compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante (OLIVEIRA et al., 2009; BERNARDES et al., 2011)

A oxidação dos alimentos pode ser evitada através da modificação das condições ambientais na qual esse alimento está inserido e por meio da utilização de substâncias antioxidantes que possuam a característica de impedir ou diminuir as reações oxidativas. Os antioxidantes podem inibir a oxidação de diversos substratos, desde moléculas simples a polímeros e biosistemas complexos. Eles atuam por meio de dois mecanismos, inibindo a formação de radicais livres que possibilitam a etapa de iniciação; e eliminando os radicais importantes na etapa de propagação, como alcóxido e peróxido, ocorrendo a doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas que interrompe a reação em cadeia. Os antioxidantes fenólicos atuam como neutralizadores de radicais e quelantes de metais, possuem a capacidade de agir na etapa de iniciação e propagação do processo oxidativo. Os produtos que são formados através da ação destes antioxidantes são relativamente estáveis, devido ao anel aromático presente nessas

substâncias. Os compostos fenólicos e alguns dos seus derivados são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica. Entre a grande diversidade de compostos fenólicos, destacam-se os flavonóides, ácidos fenólicos, taninos e os tocoferóis como os antioxidantes mais comuns de origem natural (SEQUEIROS, 2009; PORTO, 2010).

Dentre os alimentos que possuem a presença dos compostos fenólicos, podemos citar os produtos defumados. A operação de defumação consiste na destilação destrutiva da madeira através da ação do calor, onde ocorre o desprendimento de compostos voláteis (SZENTTAMÁSY et al., 1993), a complexidade dessas substâncias depende da temperatura e tempo de reação, composição, umidade da madeira, entre outros. As madeiras são compostas por três componentes principais, celulose, hemicelulose e lignina, que são decompostos em ácidos, aldeídos da celulose e fenóis da lignina (SILVA, 2010).

Os fenóis e aldeídos dão aroma e sabor específico aos produtos defumados e evitam a oxidação dos lipídios e juntamente com os ácidos orgânicos são os principais responsáveis pela inibição do desenvolvimento dos microrganismos, pois possuem ação bactericida e bacteriostática atuando na conservação dos alimentos prolongando assim sua vida de prateleira (OGAWA & MAIA, 1999; FEIDEN et al., 2009; RINCÓN et al., 2011; PÖHLMANN et al., 2012).

As substâncias fenólicas dominantes encontradas na fumaça da defumação são o guaiacol, 4-metilguaiacol, siringol, eugenol e trans-isoeugenol (PÖHLMANN et al., 2012) esses compostos desempenham um papel importante na percepção do sabor defumado e a sua deposição no alimento depende das condições de defumação (CARDINAL et al., 2006). Dentre essas características podemos citar a madeira, pois madeiras leves podem ser queimadas em velocidade mais rápida e temperatura mais baixa, resultando em fumaça com compostos fenólicos mais leves e por consequência produz aroma também mais leve. A queima de madeiras mais duras tem velocidade mais baixa e é executada em temperaturas mais altas. Este processo gera compostos mais pesados e com características sensoriais mais robusta (SILVA, 2010).

3.7. Textura

Textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades mecânicas, estruturais e superficiais dos alimentos, identificadas pelos sentidos da visão, audição, tato e sinestésicas (SZCZESNIAK, 2002; SOUZA et al., 2011). De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993).

Nos alimentos, os atributos de textura desempenham um papel importante nas decisões de compra e consumo, sendo um dos atributos dominantes na preferência dos consumidores, por isso diversos métodos instrumentais têm sido desenvolvidos para determinar as propriedades de textura dos alimentos. Esses métodos instrumentais constituem uma alternativa para a avaliação de textura, fornecendo dados instrumentais que podem estar relacionados com a descrição sensorial (LASSOUED et al., 2008; SOUZA et al., 2011). Dentre os métodos de avaliação da textura instrumental a Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) possui destaque e é aplicada com eficiência em muitas análises de alimentos. A TPA instrumental emprega sucessivas forças deformantes ao corpo de prova, simulando a ação de compressão e corte dos dentes durante a mastigação (BOURNE, 1978).

Dentre os diversos parâmetros da TPA, os principais são a dureza, que é a força necessária para atingir uma dada deformação; coesividade que se caracteriza pela força das ligações internas que compõem o corpo do alimento (adimensional); elasticidade, capacidade que uma amostra, após deformação, retorna à sua forma original quando a força aplicada é retirada; gomosidade que é a energia requerida para se desintegrar um alimento semissólido a ponto de ser engolido. É considerado um parâmetro secundário obtido a partir dos parâmetros primários de dureza e coesividade; adesividade é a quantidade de força requerida para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e as superfícies com as quais este entra em contato; mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um alimento sólido até o ponto de ser engolido. É considerado um parâmetro secundário obtido a partir dos parâmetros primários de gomosidade e elasticidade (MOREIRA, 2011; SILVA, 2013).

As propriedades físicas do queijo (textura, derretimento e cor) são influenciadas pela composição inicial do leite, processos de fabricação e condições de maturação. Os principais fatores que influenciam estas propriedades são as condições das partículas de caseína no queijo e a extensão da proteólise (LUCHEY, 2003, JUNIOR, 2012).

A textura da massa do queijo tem importância vital tanto na comercialização como no consumo, pois a massa é à base das particularidades mais importantes de um queijo, pois exerce função determinante na sua forma, tamanho, peso e na sua conservação (durabilidade e tipo de maturação), na diferenciação do próprio tipo (massa mole, semidura ou dura) e na apreciação da sua qualidade, assim como sua viscoelasticidade (JUNIOR, 2012).

4. METODOLOGIA

4.1. Montagem do equipamento (Mini Defumador)

Esse experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Alimentos (LAA), do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA/UFS.

4.1.1. Estrutura do Mini Defumador

Foi montado um mini defumador obtendo a seguinte estrutura:

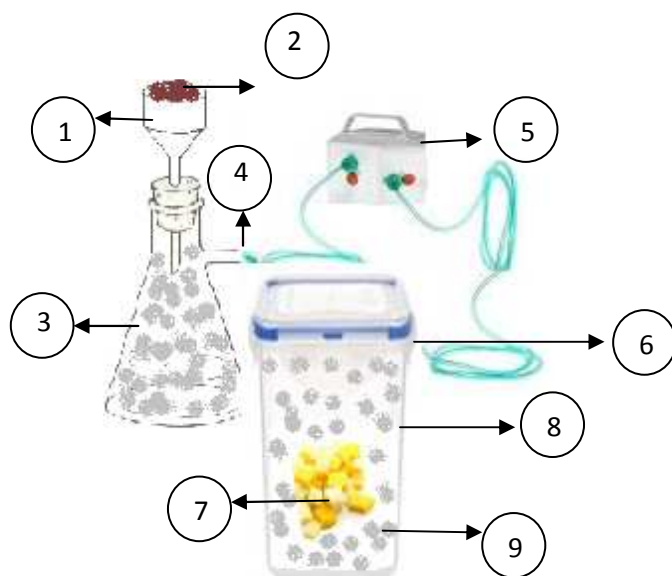


Figura 5. Esboço do mini defumador

- 1- Suporte para o pó de serra
- 2- Pó de serra
- 3- Recipiente de coleta de vapores (Fumaça)
- 4- Saída de vapor (Fumaça)
- 5- Compressor
- 6- Entrada de vapores (Fumaça de defumação)
- 7- Amostras (queijo coalho)
- 8- Câmara de defumação
- 9- Vapores (Fumaça de defumação)

Através do esboço mostrado na figura 5 foi confeccionado e montado o mini defumador de vidro conforme as figura 6 e 7.



Figura 6. Câmara de defumação aberta

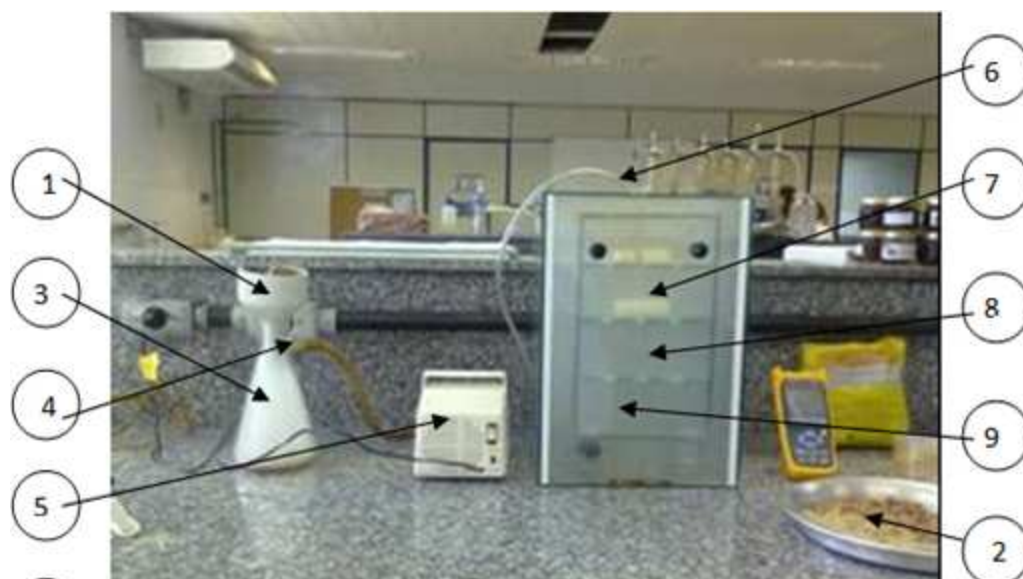


Figura 7. Câmara de defumação fechada e com amostras de queijo coalho

- 1- Suporte para colocar o pó de serra
- 2- Pó de serra
- 3- Câmara de coleta de vapores (Fumaça)
- 4- Saída de vapor (Fumaça)
- 5- Compressor
- 6- Entrada de vapores (Fumaça de defumação)
- 7- Amostras (queijo coalho)
- 8- Câmara de defumação
- 9- Vapores (Fumaça de defumação)

Com o equipamento montado e funcionando adequadamente foi realizado testes com amostras de queijo coalho.

4.2. Matéria-prima

Para a realização dos experimentos utilizou-se o queijo coalho industrial onde todas as amostras foram provenientes do mesmo lote de fabricação, fornecidos pelo Laticínio Natville, localizado na cidade de Glória – SE, que possui o Serviço de Inspeção Federal (SIF).

As amostras foram divididas em retângulos com 14 cm de comprimento, 6,5 cm de largura e 1,5 cm de altura e aproximadamente 164 gramas (Figura 8 (A)).

4.3. Defumação do queijo coalho

4.3.1. Delineamento experimental

Foram realizados dois processos de defumação: utilizando o mini defumador descrito na Figura 6 e 7 e a defumação líquida utilizando o aromatizante líquido de fumaça. Foram definidas, inicialmente, concentrações diferentes de aromatizante líquido de fumaça e tempos diferentes para a defumação utilizando o mini defumador, por meio de testes sensoriais de ordenação com 60 provadores.

Para a defumação líquida, o queijo coalho foi processado em três concentrações: 0,5%, 1,0% e 1,5% e para o queijo coalho defumado por meio do mini defumador realizou-se três tempos: 2, 4 e 6 minutos. Após a realização dos testes, padronizou-se a concentração de 1% de aromatizante líquido de fumaça (fumaça líquida) e o tempo de 4 minutos no mini defumador.

4.3.2. Defumação Convencional no Mini Defumador

No processo de defumação utilizando o mini defumador, foi utilizado pó de serra de madeira não resinosa e orégano para a combustão e geração da fumaça. Os queijos foram expostos à fumaça por 4 minutos, sendo que as superfícies, de cima e a de baixo, foram expostas por 2 minutos cada.

Para aferir a temperatura da fumaça, utilizou-se o termopar na câmara de defumação onde foi observada que a temperatura dentro da câmara manteve-se constante em torno de 28,5°C, indicando um processo de defumação a frio.

4.3.3. Defumação Líquida

No processo utilizando a defumação líquida utilizou-se a fumaça líquida na concentração de 1%, as amostras ficaram em imersão por 45 minutos conforme a figura 8 (B).

A fumaça líquida, utilizada neste trabalho, foi da empresa “Tres Valle - Argentina”. O produto consiste em um aroma de fumaça líquido, termorresistente, hidrossolúvel, obtido pela combustão parcial de madeiras selecionadas com posterior condensação em água e filtração, possuindo as características microbiológicas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características microbiológicas do aroma líquido de fumaça.

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	
Coliformes a 35°C	Ausência NMP/mL
Coliformes a 45°C	Ausência NMP/mL
<i>Escherichia coli</i>	Ausência /mL

Fonte: Especificação técnica do produto fornecida pela Empresa “Tres Valle -Argentina”.



(A)

(B)

Figura 8. Queijo coalho in natura (A) e imerso em fumaça líquida (B)

4.4. Embalagem e armazenamento

Após serem defumados, os queijos foram armazenados sob refrigeração a 5 ± 1 °C em embalagens esterilizadas de polietileno de alta densidade a vácuo por um período de 28 dias.

A esterilização foi realizada utilizando raios ultravioletas por 30 minutos, 15 minutos em cada superfície da embalagem (Figura 9).



Figura 9. Embalagens de polietileno de alta densidade esterilizadas em câmara ultravioleta.

4.5. Análises físico-químicas

Foram realizadas análises para a caracterização físico-química do queijo coalho in natura e após os diferentes tipos de defumação, defumação líquida e defumação convencional no mini defumador. Durante 28 dias, a cada 7 dias, realizou-se as análises físico-químicas nos queijos defumados armazenados, para avaliar o comportamento dos mesmos.

4.5.1. Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem direta em estufa a 105°C até peso constante, seguindo o método 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.5.2. Atividade de água

A atividade de água (a_w) foi determinada por leitura direta no termo-higrômetro AQUA-LAB digital, modelo CX-2 (Decagon Devices Inc., EUA), com temperatura controlada de $25\text{ C} \pm 0,1^\circ\text{C}$.

4.5.3. Cinzas ou minerais

Foi utilizado o método de incineração em mufla segundo metodologia descrita pelo método 900.02 da (A.O.A.C, 1994). As pesagens foram realizadas em balança analítica (Tecnal) com precisão 10^{-4} kg até a obtenção de peso constante.

4.5.4. Potencial hidrogeniônico (pH)

Para determinação do pH foi utilizado o método Potenciométrico seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005,017/IV). O pH foi medido em potenciômetro da marca Tecnopon, modelo MPA-210, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C . Foram pesados 5g da amostra diluídas com o auxílio de 50 mL de água e observada a leitura do pH dada pelo aparelho.

4.5.5. Acidez total titulável

O teor de acidez foi determinado pelo método de acidez titulável, por titulação com NaOH 0,1M de acordo com o método N° 22.058 da Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1984) e expressa em porcentagem de ácido láctico por 100g de amostra.

4.5.6. Lipídeos

Os lipídeos foram determinados utilizando o método Bligh Day (AOAC, 1984).

4.5.7. Proteínas

As proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl modificado (037/IV), Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

4.5.8. Determinação de compostos fenólicos

Os fenóis totais foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Ragazzi e Verinesi (1973). O extrato analisado foi obtido a partir de 5 g do queijo coalho macerado e homogeneizado com água destilada e, em seguida, filtrado por meio de gaze em balão volumétrico de 50 mL.

Para a determinação dos teores de fenóis foi adicionado 0,5 mL do extrato, 2 mL de Folin (0,02N) e 2 mL da solução aquosa de Na_2CO_3 a 10% em tubo de ensaio. O conteúdo foi homogeneizado em vortex e em seguida repousou por 30 minutos no escuro. Logo em seguida, com auxílio de uma cubeta de vidro, a amostra do tubo de ensaio foi colocada para ser realizada a leitura. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 765 nm.

Os teores de fenóis totais foram calculados utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico nas concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g/ml}$. Os resultados foram expressos em μg de ác. gálico/100 g.

4.5.9. Cor

A aferição da coloração foi realizada na superfície dos queijos para avaliar a mudança que ocorreu após o processamento

Para essa análise, utilizou-se o sistema CIELAB 1976 (COMISSÃO INTERNACIONAL DE ILUMINANTES) atualmente apresenta a maior aceitação, pois é o mais indicativo da percepção sensorial (ALONSO-SALCES et al., 2005). Este sistema mede o grau de luminosidade (L^*), que é a relação entre a luz refletida e absorvida, cromaticidade vermelha/verde ($\pm a^*$) e cromaticidade amarela/azul ($\pm b^*$). A cor, representada no sistema de coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*), mostra variáveis dependentes e de difícil interpretação, quando avaliadas separadamente. As leituras da cor serão obtidas através do colorímetro Color Meter Minolta 200b (Figura 10).

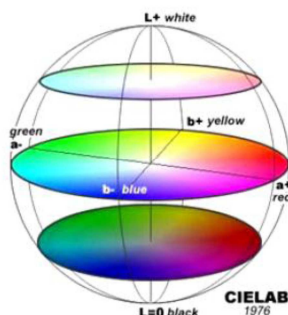


Figura 10. Esquema tridimensional para medição de cores CIELAB 1976 (HANDPRINT, 2005).

A localização das cores das amostras no espaço colorimétrico e até mesmo a estatística não são suficientes para expressar se as diferenças de cor são possíveis de serem distinguidas visualmente, mas estas diferenças podem ser calculadas pelas distancias entre dois pontos no espaço tridimensional (ΔE) definido pelos parâmetros a^* , b^* e L^* . Matematicamente, o parâmetro colorimétrico ΔE é descrito pela equação (1):

$$(1) \quad \Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde:

ΔL^* =positivo mais claro

ΔL^* =negativo mais escuro

Δa^* =positivo mais vermelho (menos verde)

Δa^* =negativo mais verde (menos vermelho)

Δb^* =positivo mais amarelo (menos azul)

Δb^* = negativo mais azul (menos amarelo)

A variação de luminosidade (ΔL^*) indica uma coloração mais escura, a variação do parâmetro Δa^* indica a coloração mais avermelhada e o parâmetro Δb^* apresenta uma coloração mais azulada. Para a diferença de cor utilizamos a tabela da norma DIN 6174 (1979) que estabelece relação aos valores de ΔE para a percepção do olho humano. De modo geral, diferenças de cor em duas amostras justapostas, podem ser distinguidas em valores de ΔE de 0,2-0,5 (SILVA et al., 2007).

4.6. Análise sensorial

As amostras de queijo coalho defumado foram analisadas sensorialmente por meio do teste de aceitabilidade e intenção de compra, após os diferentes processos de defumação. Os testes foram realizados com sessenta provadores não treinados, selecionados de forma aleatória, dentre alunos, funcionários e professores da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

As amostras foram servidas sequencialmente aos provadores, sob delineamento de blocos completos balanceados com relação à ordem de apresentação das amostras, em copos descartáveis codificados, acompanhadas com água mineral para ser consumida entre cada amostra, diminuindo a interferência da nota no momento da análise.

4.6.1. Teste de aceitabilidade

O teste de aceitabilidade foi realizado com os atributos sabor, textura, cor, aroma e aceitação global. Esses atributos foram avaliados com escala hedônica de 7 (sete) pontos, sendo o valor 1 correspondendo a “desgostei muito”, o valor 2 “desgostei moderadamente”, o valor 3 “desgostei ligeiramente”, o valor 4 “nem gostei/nem desgostei”, o valor 5 “gostei ligeiramente”, o valor 6 “gostei moderadamente”, o valor 7 “gostei muito” (Figura 11).

4.6.2. Teste de intenção de compra

O teste de intenção de compra foi realizado com escala hedônica de 5 (cinco) pontos, sendo o valor 1 correspondente a “certamente eu não compraria”, o valor 2 “possivelmente eu não compraria”, o valor 3 “talvez eu compraria/talvez não”, o valor 4 “provavelmente eu compraria” e o valor 5 “certamente eu compraria” (Figura 11).

Nome: _____

Data: _____ Idade: _____

Você está recebendo duas amostras de queijo coalho defumado. Por favor, avalie da esquerda para direita cada amostra e indique na escala abaixo quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

7 gostei muito
6 gostei moderadamente
5 gostei ligeiramente
4 nem gostei/nem desgostei
3 desgostei ligeiramente
2 desgostei moderadamente
1 desgostei muito

Amostra	Valor
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____

Responda, dando notas de acordo com a escala abaixo sobre o quanto você gostou de cada atributo desse produto.

7 gostei muito
6 gostei moderadamente
5 gostei ligeiramente
4 nem gostei/nem desgostei
3 desgostei ligeiramente
2 desgostei moderadamente
1 desgostei muito

	Amostra	
	_____	_____
O que você achou do sabor?	_____	_____
O que você achou da textura?	_____	_____
O que você achou da cor?	_____	_____
O que você achou do aroma?	_____	_____

Comentários: _____

Responda a seguir qual seria a sua intenção de compra em relação aos produtos.

	Amostra	
	_____	_____
Certamente eu compraria	()	()
Provavelmente eu compraria	()	()
Talvez eu compraria / talvez não	()	()
Provavelmente eu não compraria	()	()
Certamente eu não compraria	()	()

Comentários: _____

Figura 11. Ficha utilizada para a análise sensorial do queijo coalho defumado

4.7. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de significância utilizando o programa estatístico Assistat (Assistência Estatística), versão 7.6 beta, 2011. Gráficos também foram desenvolvidos utilizando-se o programa Excel 2007.

4.8. Perfil de textura instrumental

O perfil de textura instrumental das amostras foi obtido pelo método de TPA (Texture Profile Analysis - Análise do Perfil de Textura) utilizando o texturômetro modelo CT3, Brookfield. As análises foram realizadas com amostras de 3,5 cm de altura, 5 cm de largura e 6 cm de comprimento. As amostras foram mantidas em refrigeração, em temperatura de 5°C, sendo retiradas 30 minutos antes para as análises. Utilizou-se a probe TA4/100, de formato cilíndrico de plástico acrílico, com 35 mm de diâmetro. As condições de teste foram: (1) velocidade pré-teste = 1,0 mm/seg; (2) velocidade de teste = 1,0 mm/seg; (3) velocidade pós-teste = 1,0 mm/seg; (4) distância de compressão = 15 mm, equivalente a 50% de compressão; (5) força de contato = 10,0gf. Os parâmetros de interesse gerados pelo perfil de textura foram dureza, coesividade, mastigabilidade e elasticidade (KRAMER & SZCZESNIAK, 1973).

A probe foi posicionada no centro geométrico da amostra, conforme pode ser visualizado na Figura 12.



Figura 12. Posicionamento da probe para análise de TPA (Texture Profile Analysis- Análise do perfil de textura).

4.9. Análise de HPA

4.9.1. Método de Extração

O método utilizada na análise de HPA do queijo coalho defumado (Figura 13), baseia-se nos princípios da saponificação, desagregação, separação e concentração e nas metodologias utilizadas por Santos (2012).

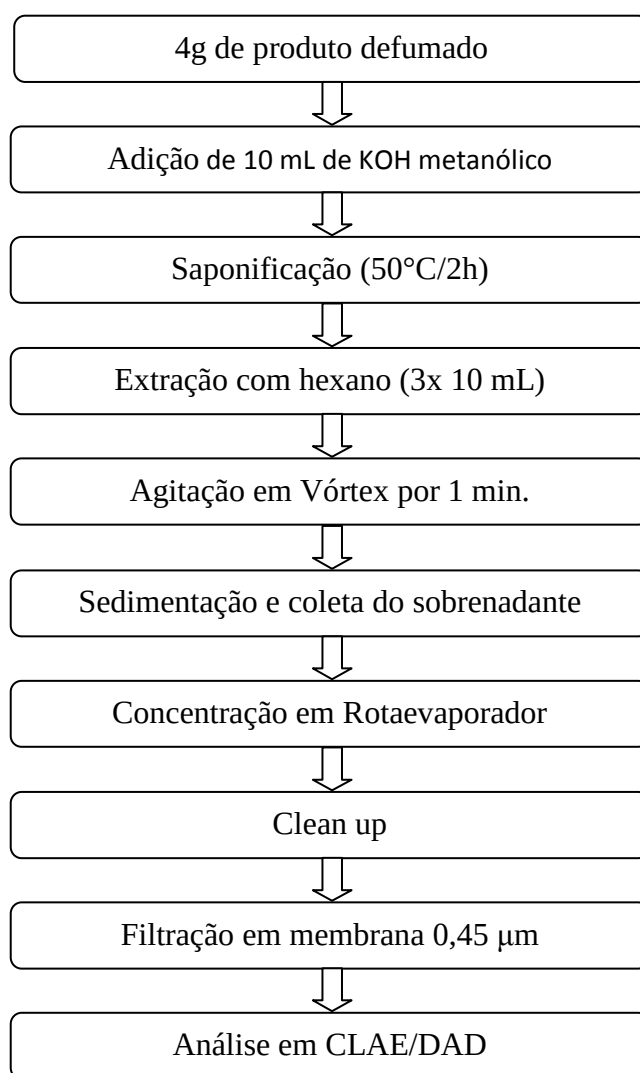


Figura 13. Fluxograma básico do processo de extração de HPA.

Clean up

Para a limpeza do extrato obtido após o processo de extração, uma coluna cromatográfica de vidro foi recheada com sílica gel (70-230 Mesh) e sulfato de sódio anidro PA.

Primeiramente, o sulfato de sódio anidro foi aquecido a 120°C/30 min e a sílica a 800°C/1h, ambos em mufla, visando ativá-los e eliminar toda a umidade presente nos mesmos. Em seguida, a sílica foi desativada a 15% com água destilada, para evitar uma maior degradação dos HPA durante o processo de limpeza, a partir de então, a coluna foi recheada com 1,5g de sílica gel e 0,5g de sulfato de sódio anidro na base e no topo da coluna, para reter a umidade presente nas amostras. Preparada a coluna, a mesma foi submetida ao processo de condicionamento eluindo 5 mL de ciclohexano, para que as partículas de sílica se acomodem na coluna. Só então o extrato foi aplicado à coluna, a fração eluída com 30 mL de ciclohexano, recolhida em vidro âmbar e armazenada em freezer para posterior conclusão da análise dos HPA presentes no extrato.

4.9.2. Separação e Identificação dos HPA

Os HPA extraídos foram separados por sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) utilizando coluna cromatográfica C18 e uma mistura de metanol e água em várias composições como fase móvel. No processo de otimização do método o fluxo da fase móvel foi mantido a 0,7 mL/min. Na Tabela 4 estão detalhadas as condições utilizadas na separação dos HPA.

Tabela 4. Condições otimizadas para separação dos HPA por CLAE.

Sistema Cromatográfico	Descrição		
Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência	Marca <i>Shimadzu</i> LC-20AT		
Detector	UV-VIS/DAD		
Comprimento de onda	254 nm		
Coluna	C18 (250mm x 4,6mm, 5µm) Marca <i>Varian</i>		
Sistema Gradiente	Tempo (min)	Metanol (%)	H2O (%)
	0	30	70
	12	50	50
	22	75	25
	32	85	15
	40	95	5
	50	100	0
	55	85	15
	60	75	25
	65	50	50
	70	30	70
	75	STOP	STOP
Tempo total da corrida	75 min.		
Volume de injeção	10µL		
Fluxo	0,7mL/ min		
Estação de tratamento de dados	<i>Software LCSolution (Shimadzu)</i>		

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análises físico-químicas

Na Tabela 5 são apresentadas as médias dos parâmetros físico-químicos do queijo coalho in natura industrial e dos queijos defumados por meio do mini defumador e da defumação líquida. Diferenças significativas foram observadas nos parâmetros de umidade, atividade de água, cinzas, pH, proteínas, fenóis e cor.

Tabela 5. Características físico-químicas do queijo coalho in natura e após os processos de defumação utilizando o mini defumador e a defumação líquida.

Parâmetros	In Natura* Industrial	Mini* Defumador	Defumação* Líquida
Umidade (%)	45.47 ^a	39.83 ^b	44.95 ^a
Atividade de água (aw)	0.958 ^a	0.925 ^b	0.954 ^a
Cinzas (%)	4.41 ^b	5.21 ^a	3.98 ^b
pH	6.33 ^a	5.26 ^b	5.33 ^b
Acidez (%)	0.22 ^a	0.24 ^a	0.19 ^a
Lipídios (%)	25.42 ^a	25.07 ^a	21.64 ^a
Proteínas (%)	23.10 ^c	23.90 ^b	25.10 ^a
Fenóis (ácido gálico/100g)	822.54 ^a	803.59 ^{ab}	738.88 ^b
Cor			
L*	78.90 ^a	72.16 ^a	70.50 ^a
a*	+5.36 ^b	+4.56 ^b	+9.56 ^a
b*	+18.86 ^b	+27.23 ^a	+29.93 ^a

* Valores médios das repetições, médias iguais na mesma linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey.

Os valores médios de umidade para todas as amostras de queijos coalho encontram-se em acordo com as especificações do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho, o qual estabelece a média de 39 a 54,9% de umidade (BRASIL, 2001). Sendo todas as amostras classificadas como queijo de média a alta umidade (BRASIL, 1996).

Foi observada uma redução no teor de umidade do queijo coalho do mini defumador, comparado ao queijo coalho in natura e o da defumação líquida. Essa

diminuição está relacionada com a fumaça utilizada no processo à temperatura de 28,5°C, ocorrendo assim uma desidratação da amostra, pois segundo Lopes (2007) a fumaça tem um efeito conservante que, associado ao calor, resulta na redução da umidade, essencial no controle do desenvolvimento de microrganismos. O teor de umidade do queijo coalho com fumaça líquida não diferiu significativamente do teor do queijo in natura.

O comportamento da umidade do presente estudo foi semelhante ao observado por Evangelista (2011) ao comparar queijo coalho de leite caprino in natura com queijo coalho de leite caprino submetido à defumação tradicional e à defumação líquida.

Em pesquisa realizada em queijos coalho no estado da Paraíba, Freitas et al. (2013) reportaram um teor médio de umidade 43,72% e 49,25% e Filho et al. (2012) ao analisarem diferentes queijos coalho no estado de Pernambuco encontraram teor de 46,91%, corroborando com os resultados observados no queijo in natura do presente estudo. A umidade interfere na atividade de água e no metabolismo dos microrganismos, interferindo na textura, no sabor e no aroma (FILHO et al., 2012).

A atividade de água encontrada no produto in natura foi de 0,958, Sousa et al., (2014) encontraram em queijos coalho in natura industriais produzidos em diferentes estados do Nordeste o valor médio entre 0,911 e 0,963, valores semelhantes também foram reportados por Andrade (2006) em queijo coalho industrializado no Ceará e Vidal (2011). A atividade de água determina a água disponível para a realização das reações bioquímicas e crescimento dos microrganismos, a maioria tem um crescimento ótimo em valores entre 0,98 e 0,995 de atividade de água. Esse parâmetro é importante para determinar se o alimento é perecível (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005). Com relação às amostras defumadas, de acordo com a Tabela 5, observou-se que no mini defumador a atividade de água foi mais baixa (0,925) comparada à defumação líquida (0,954) a qual não diferiu significativamente do queijo coalho in natura (0,958). Essa diferença significativa apresentada na amostra do mini defumador é devido à perda de água decorrente da defumação.

O percentual de cinzas dos queijos coalho in natura e o da defumação líquida não diferiram significativamente, cujos valores médios foram de 4,41% e 3,98%,

respectivamente. Entretanto, observa-se uma diminuição no teor de cinzas após a defumação líquida, essa diferença está relacionada com o processo da defumação líquida, onde os queijos ficaram em imersão por 45 minutos e segundo Tonelotto et al. (2010), muitos minerais são solúveis em água, os alimentos preparados por muito tempo em imersão perdem minerais. O queijo do mini defumador apresentou um aumento no teor de cinzas que está relacionado à perda de umidade durante o processo de defumação. Mamede et al. (2010) estudando a composição química de queijos coalho industrializados, obtiveram valor de cinzas de 2,99% para amostra de queijo coalho, valor um pouco inferior ao queijo in natura da presente pesquisa porém reportaram também, valor de 4,3% para outra amostra de queijo coalho analisada, valor semelhante ao encontrado nesse estudo. Evangelista (2011) reportou uma leve redução no teor de cinzas do queijo da defumação líquida e aumento no teor dos queijos defumados por meio da defumação convencional, semelhante ao encontrado no presente estudo.

Os resultados observados para a análise de acidez, em ácido láctico, não apresentaram uma variação significativa entre os tratamentos. Foram encontrados os valores médio de 0,22%, 0,24% e 0,19% para o queijo coalho in natura, queijo coalho do mini defumador e queijo coalho da defumação líquida, respectivamente. O teor de acidez do queijo coalho in natura foi maior que o reportado por Sousa et al. (2014) que encontraram um valor para o queijo industrial de 0,16%, no entanto, Perez (2005) encontrou valores de acidez para o queijo coalho industrializado de Campinas, variando de 0,18 a 0,50% corroborando com os resultados observados. A acidez é proveniente da produção de ácido láctico a partir da degradação da lactose pelas bactérias lácticas e tem influência direta no pH e na dessoragem dos queijos durante a fabricação e na fase inicial da cura (FURTADO, 2008).

Segundo Andrade (2006) a análise de determinação de pH é de elevada importância para queijos, pois irá influenciar na textura, na maturação e na atividade microbiana. Após os tratamentos de defumação, ocorreu uma acentuada redução nos valores médios do pH dos queijos coalho, foi verificado o pH de 6,33 para o queijo in natura, 5,26 para o queijo do mini defumador e 5,33 para o queijo da defumação líquida (Tabela 5), houve diferença significativa entre as amostras in natura e as defumadas

após os tratamentos aplicados. O processo de defumação influencia no pH, pois os ácidos orgânicos depositados, nos alimentos, abaixam-lhe o pH (LOPES, 2007). Laguna et al (2008) reportaram também uma diminuição no valor de pH, na análise de queijo coalho fabricado com leite de cabra e defumado, onde o pH do queijo in natura foi de 5,68 e após a defumação convencional foi de 5,15. Aguiar et al. (2013) constatou valor de 5,5 a 5,7 para pH de queijo coalho caprino defumado.

Em relação ao queijo in natura, Gomes et al. (2013) reportaram para queijo coalho industrial do Rio Grande do Norte média de 6,6, valor superior ao encontrado nesta pesquisa, entretanto, o resultados de pH apresentado foi similar ao reportado por Mamede (2010).

Os resultados para lipídios dos queijos analisados nesta pesquisa não apresentaram diferença significativa, os valores médios variaram de 21,64% a 25,42. Gomes et al. (2013) reportaram uma média dos percentuais de lipídios de 25,52%. Andrade (2006) reportou valor médio de 24,83% e Laguna et al. (2008) encontraram teor de de 23,5%. Os valores da presente pesquisa corroboram com os percentuais observados pelos autores supracitados. O teor de gordura é responsável pela maciez dos queijos e exerce função importante na cor, consistência e sabor final (VIDAL, 2011).

A porcentagem de proteínas para o queijo in natura foi de 23,10. Andrade et al (2007) obteve resultado semelhante em amostras de queijo coalho industrial, com variação entre 21,08% e 23,50%. Esse mesmo autor encontrou valores mais baixos, com médias entre 20,16 e 21,81% para as amostras artesanais.

Observou-se diferença significativa entre as amostras de queijo após o processo de defumação, ocorrendo um leve aumento no teor do queijo coalho do mini defumador (23,90%) e aumento mais acentuado no queijo coalho da defumação líquida (25,10%). Evangelista (2011) não observou diferença significativa entre o queijo coalho e o queijo coalho da defumação líquida, porém reportou aumento do teor de proteína para os queijos coalho das defumações convencional e Laguna et al (2008) reportaram aumento no teor das proteínas de 31,98% (queijo in natura) para 33,04% após a defumação convencional. Laguna et al (2009) obtiveram um valor médio de proteína de 23,90%, valor semelhante ao queijo do mini defumador apresentado na presente pesquisa.

Segundo Lopes (2007) a solubilidade e o comportamento eletroforético das proteínas são afetados pela defumação, que modifica alguns grupos funcionais, como por exemplo, as sulfidrilas. No processo de defumação convencional ocorre uma desnaturação desejada das proteínas onde as reações dos constituintes da fumaça com as proteínas se manifestam, principalmente, na camada superficial formando a casca característica do produto defumado.

Os compostos fenólicos derivados da madeira conferem atributos sensoriais desejáveis para queijo. Os principais compostos fenólicos no queijo defumado são guaiacol, fenol, o eugenol e o siringol (O'CONNEL et al., 2001).

O teor de fenóis encontrado no queijo coalho in natura foi de 822,54 µg ácido gálico/100g, não diferindo significativamente do queijo do mini defumador, porém tal valor foi maior que o teor encontrado no queijo da defumação líquida (Tabela 5). A redução do teor de fenol ocorrida na defumação líquida pode estar relacionada com a composição da fumaça líquida, que depende do tipo de madeira e a forma utilizada para a elaboração da mesma. A atividade antimicrobiana da fumaça líquida está relacionada com as concentrações de fenol, uma alta concentração de fenóis corresponde a frações com fortes propriedades antimicrobianas (LINGBECK et al., 2014).

Para a análise de cor, a coordenada L* determina a luminosidade, sendo a capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando em uma escala de zero a cem, quanto maior o seu valor mais claro o objeto. A coordenada a* refere-se à variação das cores verde (de -60 a 0) ao vermelho (de 0 a + 60), enquanto o b* varia do azul (de -60 a 0) ao amarelo (de 0 a + 60). Analisando os valores obtidos para a coordenada L* não se constatou diferenças significativas entre as amostras, entretanto o queijo in natura apresentou um valor de L* mais alto em comparação com os defumados, sendo mais claro que os demais. Em relação ao queijo da defumação líquida (70,50) o valor encontrado foi menor que o da defumação no mini defumador (72,16), devido ao contato direto com a fumaça líquida, onde o queijo coalho tornou-se mais escuro, essa modificação foi visível durante o experimento.

Os valores da coordenada a* positivo, indicando a intensidade da cor vermelha, variaram significativamente, sendo que a defumação líquida (+9,56) apresentou uma

coloração mais intensa que as demais, devido á cor da fumaça líquida utilizada. Com relação ao valor b* positivo, indicando a intensidade da cor amarela, as amostras que passaram pelo processo de defumação obtiveram valores maiores comparados ao in natura. Comportamento semelhante foi reportado por Evangelista (2011).

Os resultados das análises físico-químicas dos queijos defumados armazenados por 28 dias em embalagem de polietileno de alta densidade a vácuo estão apresentados nas tabelas seguintes.

Tabela 6. Teor de umidade dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 28 dias em embalagem de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	39.83 ^{bA}	42.382 ^{bA}	42.02 ^{bA}	41.07 ^{aA}	40.77 ^{aA}
Defumação líquida	44.95 ^{aA}	45.14 ^{aA}	44.19 ^{aAB}	43.77 ^{aAB}	41.69 ^{aB}

* Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey.

Em relação ao teor de umidade, o queijo coalho do mini defumador não apresentou diferença significativa durante os 28 dias de armazenamento, observou-se uma estabilidade no teor de umidade dessa amostra. Já o queijo da defumação líquida apresentou diferença significativa a partir do 14º dia de armazenamento, constatando-se uma redução de 7,2% na umidade durante o armazenamento o que indica que ocorreu perda de água do produto para o meio durante o período de armazenamento. Segundo Azeredo (2012) um alimento perderá água (na forma de vapor) quando sua umidade relativa for superior à do ambiente. As consequências mais comuns da perda de umidade em alimentos são a perda de peso, com prejuízo à textura, como ocorre com carnes frescas e com queijos. Em estudo com queijos defumados comerciais, Luz (2013) obteve a média de umidade de 46,77% para queijos provolone comerciais sendo semelhantes à classificação do queijo coalho (BRASIL, 2001).

Tabela 7. Teor de cinzas dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	5.21 ^{aA}	5.19 ^{aA}	5.25 ^{aA}	5.08 ^{aA}	4.94 ^{aA}
Defumação líquida	4.00 ^{bA}	4.18 ^{bA}	3.92 ^{bA}	4.15 ^{aA}	4.15 ^{bA}

* Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey.

Em relação ao teor de cinzas observa-se na Tabela 7 que não houve diferenças significativas durante o armazenamento de 28 dias, tanto no queijo da defumação no mini defumador quanto no queijo da defumação líquida, porém ao comparar os dois processos de defumação, foi constatada diferença significativa em todos os períodos, exceto no 21º dia. Essa diferença está relacionada ao teor de cinzas inicial das amostras, sendo divergentes de acordo com o tipo de defumação que foi aplicada.

Tabela 8. Valor de pH dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	5.26 ^{aAB}	5.26 ^{aAB}	5.20 ^{aAB}	5.50 ^{aA}	5.10 ^{aB}
Defumação líquida	5.33 ^{aA}	5.30 ^{aA}	5.06 ^{aAB}	5.13 ^{bAB}	4.86 ^{bB}

* Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey.

Durante o período de armazenamento de 28 dias foi constatada uma redução nos valores médios do pH nas amostras de queijo coalho defumado. O queijo coalho defumado por meio do mini defumador obteve uma redução de 3% e por meio da defumação líquida uma redução de 8%. A redução do pH foi acompanhada pela evolução da acidez titulável (Tabela 9). Essas variações, de pH e acidez, podem ser atribuídos à degradação da lactose residual que pode ocorrer em queijos armazenados.

Favati et al. (2007) também reportaram uma redução no pH de queijo provolone ao longo do armazenamento de 60 dias, resultado que corrobora com o da presente pesquisa. Luz (2013) relatou uma média de pH de 5,4, um pouco acima dos valores encontrados nessa pesquisa. No 21º dia de armazenamento observou-se um leve aumento no pH tanto do queijo do mini defumador quanto do queijo da defumação líquida, esse aumento pode estar relacionado com a liberação de compostos

nitrogenados de caráter básico decorrentes de uma degradação proteica proveniente de proteases nativas do leite (OLIVATO et al, 2006; DORES, 2007).

Tabela 9. Valore de acidez titulável dos queijos defumado no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	0.24 ^{aC}	0.30 ^{aBC}	0.31 ^{bB}	0.34 ^{aB}	0.52 ^{bA}
Defumação líquida	0.19 ^{aD}	0.28 ^{aC}	0.42 ^{aB}	0.43 ^{aB}	0.59 ^{aA}

* Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey

Os valores de acidez titulável aumentaram durante o armazenamento dos queijos dos distintos processos de defumação utilizados no experimento, ocorrendo diferença significativa nos períodos estudados e no 14^a e 28^o dias do armazenamento entre o queijo do mini defumador e queijo da defumação líquida.

Observa-se na Tabela 8 e 9 que a evolução da acidez foi acompanhada pela redução correspondente do pH. Os ácidos orgânicos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade do alimento (VICENZI, 2004).

Tabela 10. Teor de lipídios dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida, armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	25.07 ^{aA}	22.97 ^{aA}	22.03 ^{aA}	20.98 ^{aA}	20.19 ^{aA}
Defumação líquida	21.64 ^{aA}	20.29 ^{aA}	20.93 ^{aA}	19.24 ^{aA}	19.24 ^{aA}

*Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey

Em relação ao teor de lipídios, as amostras não diferiram significativamente. Entretanto, observa-se uma diminuição no seu teor ao longo do armazenamento, 19,46% e 11% para o queijo do mini defumador e da defumação líquida, respectivamente. Tal diminuição pode ser atribuída ao fato de que os lipídios presentes em alimentos podem sofrer oxidação ou degradação hidrolítica, sendo uma das principais causas do ranço (SANGALETTI et al., 2009), porém por se tratar de um produto defumado, os fenóis presentes na fumaça, por serem antioxidantes, possuem ação de retardar a oxidação das gorduras evitando o sabor de ranço (LOPES, 2007).

Laguna et al (2008) encontraram teor de lipídios de 25% em queijo defumado por meio da defumação convencional, semelhante ao encontrado na presente pesquisa para amostra do mini defumador e Luz (2013) reportou teor de 28,4%, teor mais elevado que os da presente pesquisa, entretanto, apesar de ser um queijo defumado, o queijo provolone possui algumas características diferentes do queijo coalho.

Tabela 11. Teor de fenóis dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	803.59 ^{aD}	1008.82 ^{aC}	1591.17 ^{aA}	1264.37 ^{aB}	905.55 ^{aCD}
Defumação líquida	738.88 ^{bB}	919.28 ^{aB}	1194.44 ^{bA}	1214.70 ^{aA}	889.86 ^{aB}

*Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey.

De acordo com a Tabela 11, durante o período de armazenamento foi constatado um aumento no teor de fenóis de 22% na amostra defumada por meio do mini defumador e 20,4% na amostra defumada utilizando a fumaça líquida, ocorrendo diferenças significativas nos períodos analisados. Tal aumento pode estar relacionado com a perda de exsudado dos queijos o armazenamento, resultando em uma concentração do teor de fenóis. No 28º dia observou-se uma redução no teor de fenóis, que está associada ao tempo de armazenamento, ocorrendo à degradação dos mesmos.

Tabela 12. Parâmetro de cor L* dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a $5\pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	72.16 ^{aAB}	75.73 ^{aA}	78.10 ^{aA}	76.16 ^{aA}	66.70 ^{aB}
Defumação líquida	70.50 ^{aA}	70.50 ^{bA}	73.26 ^{bA}	69.20 ^{bA}	64.23 ^{bB}

*Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey

Para o parâmetro L* verifica-se na Tabela 12 que as amostras apresentaram um aumento nos valores médios até o 14ª dia de armazenamento, seguidos de uma redução, denotando um escurecimento. Provavelmente esse escurecimento é devido à degradação dos pigmentos que ocorre durante o armazenamento. O escurecimento é normalmente

associado com mudanças nas características reológicas com o aumento na viscosidade do produto (NORBERT, 2006).

Tabela 13. Parâmetro de cor a* dos queijos defumados no mini defumador e na defumação líquida armazenados a 5±1°C durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Amostras	Armazenamento (dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	4.56 ^{bA}	4.60 ^{bA}	4.66 ^{bA}	5.26 ^{bA}	4.56 ^{bA}
Defumação líquida	9.56 ^{aA}	8.23 ^{aA}	7.40 ^{aA}	7.96 ^{aA}	7.23 ^{aB}

*Valores médios das repetições, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey

A coordenada a*, do queijo coalho do mini defumador, não diferiu significativamente não reduzindo seu valor ao final do armazenamento, entretanto, o queijo da defumação líquida, reduziu seu valor de a*, ocorrendo uma perda de 24,4% dos pigmentos avermelhados.

Tabela 14. Parâmetro de cor b* dos queijos defumados no mini defumador e na fumaça líquida armazenados a 5±1°C durante 28 dias em embalagens de polietileno de alta densidade a vácuo.

Tratamento	Tempo (Dias)				
	0	7	14	21	28
Mini defumador	27.23 ^{aAB}	20.93 ^{bC}	21.36 ^{bBC}	22.03 ^{bBC}	32.90 ^{bA}
Defumação líquida	29.93 ^{aB}	28.63 ^{aB}	27.36 ^{aB}	27.56 ^{aB}	36.96 ^{aA}

De acordo com a Tabela 14, foi verificado que ao final do armazenamento dos queijos defumados, ocorreu um aumento no valor médio da coordenada de cromaticidade b* de 20,8% no queijo defumado no mini defumador e de 23,5% no queijo defumado utilizando a fumaça líquida, demonstrando uma coloração amarela mais intensa, que está associada à degradação dos pigmentos.

5.2. Análise sensorial

O painel sensorial foi formado por 60 provadores não treinados e selecionados aleatoriamente. A faixa etária foi de 15 a 53 anos. O gênero feminino apresentou maior percentual com 63,4% e o masculino 36,6%.

Na Tabela 15 estão os dados do teste de aceitação dos queijos após os diferentes tipos de defumação. Verificou-se que houve diferença significativa no parâmetro sabor

e aroma do queijo defumado com fumaça líquida em relação ao defumado no mini defumador. Não houve diferença significativa na aceitação global, entretanto comparando as medias verificou-se que o queijo defumado no mini defumador obteve uma melhor nota (5,58). Evangelista (2011) estudando queijo coalho com leite caprino em diferentes tipos de defumações reportou boa aceitabilidade para os mesmos.

Tabela 15. Médias das notas de aceitação para sabor, textura, cor, aroma e aceitação global das amostras de queijo coalho defumado no mini defumador e queijo coalho com defumação líquida.

PARÂMETROS	Mini Defumador	Defumação líquida
Sabor	5.36 ^a	4.85 ^b
Textura	5.88 ^a	5.50 ^a
Cor	5.83 ^a	5.36 ^a
Aroma	5.21 ^a	4.83 ^b
Aceitação Global	5.58 ^a	5.03 ^a

* Escala variando de 7 (gostei muito) a 1 (desgostei muito)

**As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

De acordo com a Figura 14 constatou-se que os queijos defumados foram bem aceitos, uma vez que as médias das notas atribuídas no teste de aceitabilidade apresentaram valores em torno de 5 e 6 equivalentes aos termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

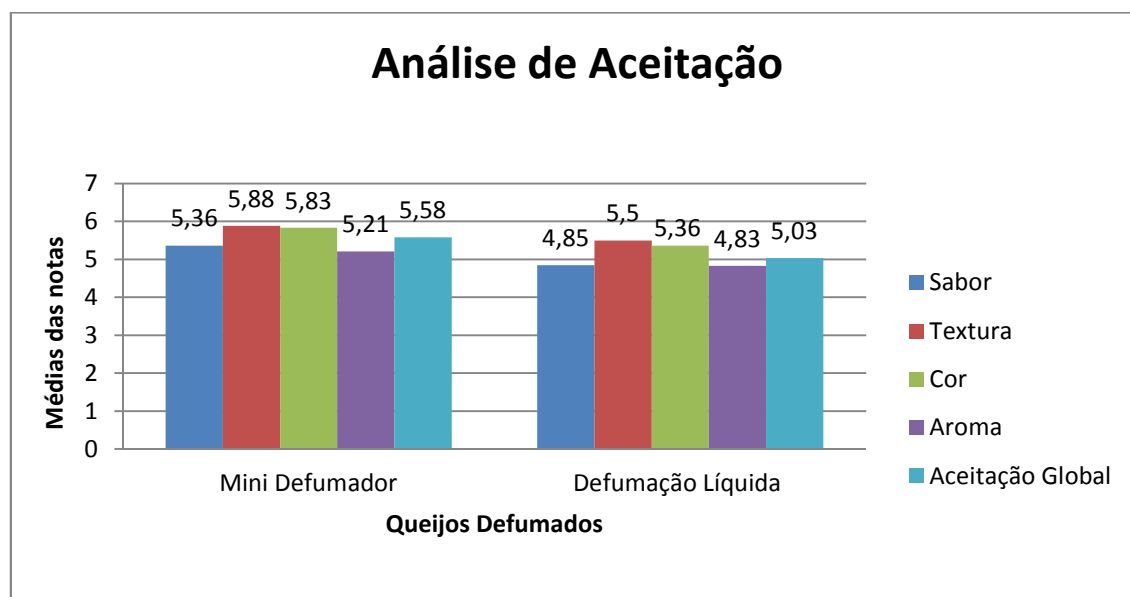


Figura 14. Histograma da aceitação dos queijos defumados.

Em relação à intenção de compra dos provadores, o queijo coalho defumado no mini defumador apresentou melhores resultados, uma vez que 35% certamente comprariam e 28% provavelmente comprariam. O queijo coalho defumado na defumação líquida 32% dos provadores certamente comprariam e 21,6% provavelmente não comprariam. Coelho et al. (2009) na avaliação sensorial de queijo coalho defumado reportou que 36% dos provadores possivelmente compraria o produto.

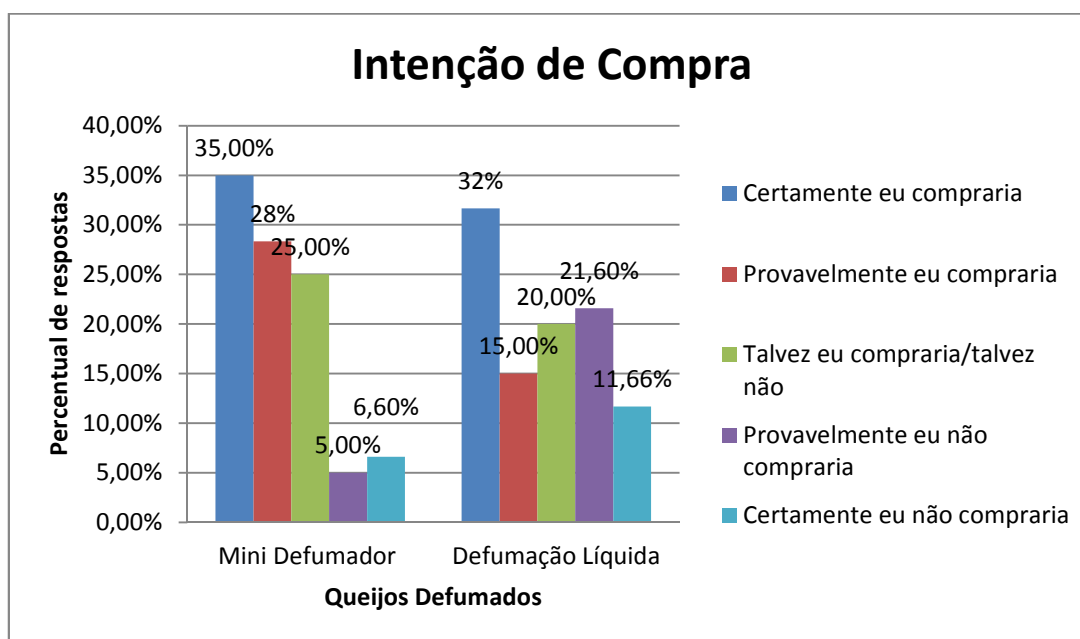


Figura 15. Histograma da intenção de compra dos queijos defumados.

5.3. Análise de HPA

Apesar de o queijo coalho ser um queijo semigordo ou gordo e os HPA possuírem comportamento lipofílico, não foram encontrados indícios de HPA nas amostras analisadas. Sendo assim, as os queijos coalhos defumados por meio da defumação convencional utilizando o mini defumador por 4 minutos e por meio da defumação líquida a 1% em imersão durante 45 minutos não representam risco à saúde do consumidor. Santana (2013) ao estudar tomates defumados por defumação líquida à 4% e por defumação convencional utilizando um protótipo do mini defumador por 15 minutos reportou a presença de fenantreno nas amostras analisadas, diferente do que foi

encontrado no presente estudo, provavelmente devido às diferentes amostras utilizadas e aos diferentes tempos e concentrações utilizados nos referenciados estudos, sendo que tanto a defumação no mini defumador quanto a defumação líquida, da presente pesquisa, foram realizados em tempos e concentrações menores. Santos (2012) ao analisar a concentração de HPA em produtos defumados comercializados, detectou antraceno, benzo(a)antraceno e benzo(a)pireno, sendo que os dois primeiros não são considerados cancerígenos ao homem e os dois últimos são cancerígenos, de acordo com a IARC (2002). Luz (2013) em estudo com diferentes tipos de queijos defumados comercializados, reportaram a presença de HPA, incluindo o benzo(a)pireno. Os produtos defumados comercializados passam por um tempo maior e com temperaturas maiores de defumação, predispondo à presença dos HPA.

Em relação à concentração de HPA em alimentos, a Comissão da Comunidade Européia em 2005 estabeleceu o nível máximo de benzo(a)pireno em alguns alimentos como: peixes, óleos e gorduras (2,0 µg/kg), crustáceos, carnes e peixes defumados (5,0 µg/kg), moluscos bivalves (10,0 µg/kg) e alimentos infantis (1,0 µg/kg) (CEC, 2005), porém no Brasil, ainda não há legislação que estabeleça esses níveis máximos de concentração, apenas em aromatizantes/aromas de fumaça que determina concentração máxima de 0,03µg/kg de benzo(a)pireno no alimento final (BRASIL, 1999).

5.4. Análise de textura

Na Tabela 16 estão apresentados os valores médios para os atributos da Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) (dureza, mastigabilidade, coesividade e elasticidade) do queijo coalho in natura a após os distintos processos de defumação.

Tabela 16. Médias dos parâmetros de textura do queijo coalho in natura e após os processos de defumação utilizando o mini defumador e a defumação líquida.

Parâmetros	In Natura* Industrial	Mini* Defumador	Defumação* Líquida
Dureza (N)	239,43 ^a	205,96 ^b	201,02 ^c
Mastigabilidade (mJ)	2.261,3 ^a	1.852,7 ^b	1.908,1 ^b
Coesividade (gf)	0,64 ^a	0,60 ^a	0,64 ^a
Elasticidade	0,32 ^a	0,30 ^a	0,32 ^a

* Médias iguais na mesma linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tuckey

Através da análise dos dados da Tabela 16, pode-se inferir que os queijos coalho apresentaram diferenças significativas para o atributo dureza. Ao comparar com o queijo in natura, observa-se uma redução de 13,9% na dureza do queijo do mini defumador e de 16% na dureza do queijo da defumação líquida, constatando que os processos de defumação afetaram significativamente essas propriedades nos queijos.

A dureza do queijo sugere uma idéia da firmeza do alimento, sendo o maior valor de dureza (mais firme) apresentado pelo queijo coalho in natura. O queijo coalho com fumaça líquida apresentou menor dureza, seguido do queijo coalho defumado no mini defumador (Tabela 16). Essa diminuição na dureza no queijo na defumação líquida está associada ao líquido utilizado no processo de defumação, onde o queijo absorve essa fumaça líquida assumindo uma textura menos firme, por sua vez, o queijo do mini defumador, apesar de ocorrer uma perda na umidade, esta não é suficiente para tonar o queijo mais firme, pois o processo de defumação no mini defumador é rápido.

A dureza é uma propriedade sensorial definida como a força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares e instrumentalmente, como a força necessária para atingir determinada deformação (JUNIOR, 2012; SILVA, 2013).

Foi verificada a existência de diferenças significativas entre o queijo coalho in natura e os defumados em relação ao atributo mastigabilidade (Tabela 16), constatando-se que o queijo coalho in natura possui maior exigência de energia para ser desintegrado (mastigabilidade). O queijo coalho da defumação líquida e o queijo coalho do mini defumador não apresentaram diferenças significativas entre si, estes apresentaram uma redução média de 16% na mastigabilidade em relação ao queijo in natura.

Os valores de mastigabilidade dos queijos coalho apresentaram correlação positiva com a dureza, onde o queijo coalho mais duro, o in natura, apresentou maior mastigabilidade, enquanto que os defumados, com valores de dureza menor, exigiram menor energia para desintegrá-los ao ponto da deglutição. A mastigabilidade é a energia necessária para mastigar uma amostra até estar pronta para engolir (JUNIOR, 2012). Esse atributo é o resultado do produto dos parâmetros dureza, coesividade e elasticidade, sendo uma propriedade secundária do TPA (SILVA, 2013).

Conforme pode ser observado na Tabela 16, as amostras de queijo coalho in natura e as defumadas não apresentaram diferenças significativas quanto à coesividade, ou seja, todas as amostras apresentaram a mesma força de ligações internas que compõem o corpo do produto, e assim a mesma resistência à desintegração estrutural.

Em relação ao parâmetro elasticidade, não houve diferenças significativas após os processos de defumação, ou seja, tanto a defumação convencional quanto a defumação líquida não alteraram a capacidade da amostra em retorna à sua forma original após compressão.

6. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que a utilização dos diferentes tipos de defumação, líquida e convencional, no queijo coalho, afetaram significativamente as características físico-químicas do produto in natura, em relação ao teor de umidade, atividade de água, cinzas, acidez, pH, fenóis, proteínas e cor.

Durante os 28 dias de armazenamento verificou-se diferenças significativas nos parâmetros umidade, pH, acidez, fenóis e cor, sendo necessário um estudo da vida de prateleira do produto, análises sensoriais e microbiológicas durante o armazenamento para verificar a vida de prateleira do produto.

Em relação à análise de perfil de textura, através da análise de TPA, foi possível verificar diferenças significativas nos parâmetros de dureza e mastigabilidade, que apresentaram correlação positiva, o queijo coalho com maior dureza, apresentou maior mastigabilidade.

Verificou-se que é possível agregar valor ao coalho, utilizando as técnicas de defumação líquida e convencional, por meio de um mini defumador, uma vez que a análise sensorial dos queijos coalho demonstrou boa aceitabilidade e boa intenção de compra do produto.

A ausência de HPA, demonstra que os processos de defumação são seguros em relação aos compostos cancerígenos, para a defumação do queijo coalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, p.8, 1993.

ABREU, L. R. **Leite e Derivados, Caracterização Físico-Química, Qualidade e Legislação**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2005. 151p.

AGUIAR, R. A. C.; ARAÚJO, S. C. B.; FROTA, A. R. A.; LAGUNA, L. E.; BENEVIDES, S. D. Avaliação das características físico-químicas, microbiológicas e de composição do queijo de coalho caprino maturado e defumado. In: Encontro de Iniciação Científica da EMBRAPA Caprinos e Ovinos, 2., 2013, Sobral. **Resumos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2013. p. 12-13. 2013.

ALONSO-SALCES, R. M.; GUYOT, S.; HERRERO, C.; BERRUETA, L. A.; DRILLEAU, J.F.; GALLO, B.; VICENTE, F. Chemometric classification of Basque and French ciders based on their total polyphenol contents and CIELAB parameters. *Food Chemistry*, v.91, nº.1, p. 91-98, 2005.

ANDRADE, A. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. (Dissertação de Mestrado) 2006.

ANDRADE, A. A.; RODRIGUES, M. C. P.; NASSU, R. T.; NETO, M. A. S. Determinações de nitrogênio e índice de maturação de queijo de coalho. In: XV Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2007, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza:ENNAL, 2007.

ARAÚJO, C. R. R. **Composição química, potencial antioxidante e hopolipedêmico da farinha da casca de *Myrciaria cauliflora* (JABUTICABA)**. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. (Dissertação de Mestrado). 2011.

ARAÚJO, J. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4ª ed. Viçosa: editora UFV, 2008. 335p.

ARAÚJO, M. C. G.; SANTOS, R. A.; SILVA, C. P. A.; CIRILO, R. L.; CIRILO, R. L.; MARQUES, R. C. P. Análise sensorial e teste de aceitação do queijo de coalho produzido com leite cru e pasteurizado na cidade de Currais Novos. *Holos*, v. 4, p. 20-25. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS (ABIQ). **Avanços e perspectivas da indústria brasileira de queijos**. 2011. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/imprensa_ler.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17>. Acessado em: 01/05/2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14 ed. Arlington: A.O.A.C., 1984, 1141p.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2 ed. revista e ampliada. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 326 p.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Food Chemistry*. 4 ed. revised and extended. Springer. 2009. 1070 p.

BERNARDES, N. R.; TALMA, S. V.; SAMPAIO, S. H. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de campos dos Goytacazes RJ. *Perspectivas Online. Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 1, nº. 1, p. 53-59, 2011.

BETTIN, S. M.; FRANCO, D. W. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) em aguardentes. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 25, nº. 2, p. 234-238, abr./jun. 2005.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. *Food Technology*, v.32, n.7, p.62–66, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos **Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos**. Diário Oficial da União. 1996

BRASIL. **Regulamento técnico sobre aditivos aromatizantes/aromas**. Resolução nº 104, 17/05/1999. Diário Oficial da União, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga**, Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 51 de 18 de Setembro de 2002. **Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 02, de 15 de janeiro de 2007. **Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes**. Brasília: Ministério da Saúde. 2007.

CHALITA, M. A. N.; SILVA, R. O. P.; PETTI, R. H. V.; PETTI, R. H. V.; SILVA, C. R. L. Algumas considerações sobre a fragilidade das concepções de qualidade no mercado de queijos no Brasil. *Informações Econômicas*, v. 39, nº. 6, jun. 2009.

CAMARGO, M. C. R.; TFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; MENEGÁRIO, T. F.; TOLEDO, M. C. F. Determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) em guaraná em pó (*Paullinia cupana*). *Tecnol. Aliment.*, v. 26, nº. 1, p. 230-234, jan./mar. 2006.

CAMARGO, M. C. R.; TOLEDO, M. C. F. Chá-mate e café como fontes de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) na dieta da população de Campinas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 22, nº. 1, p. 49-53, jan./abr. 2002.

CARDINAL, M.; CORNET, J.; SÉROT, T.; BARON, R. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. *Food Chemistry*, v. 96, nº. 1, p.137–146, 2006.

CASTRO, D. M. O. **Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente. Universidade do Porto.** Porto. (Tese de Doutorado) 2010.

CAVALCANTE, J. F. M.; ANDRADE, N. J.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F.; PINTO, C. L. O.; ELARD, E. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura lática endógena. *Revista ciência e tecnologia de alimentos*. v. 27, nº.1, p. 205-214, jan./mar. 2007.

CEC – The Commission of the European Communities. **Commission Regulation (EC)** No 208/2005 of 4 February 2005. Official Journal of European Union, 8.2.2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/index_en.htm> Acesso em: 01/07/2014.

COELHO, M. I. S.; SILVA, V. O.; COELHO, M. C. S. C.; LIMA, M. S.; SILVA FILHO, E. D. Avaliação sensorial do queijo tipo coalho defumado. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. 2009, Belém. **Anais.** Belém – PA. 2009.

DORES, M. T. **Queijo minas artesanal da canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração.** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (Dissertação de Mestrado) 2007

EVANGELISTA, I. P. A. **Desenvolvimento do queijo tipo coalho caprino defumado.** Universidade Federal da Paraíba. Bananeiras (Dissertação de Mestrado) 2011.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2000. 652 p.

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - EPA. **Quality criteria for water.** EPA 440/5-86-001. US Environmental Protection Agency, Washington, DC. 1986.

FAVATI, F.; GALGANO, F.; PACE, A. M. Shelf-life evaluation of portioned Provolone cheese packaged in protective atmosphere. *LWT*, v. 40, p. 480–488. 2007

FEIDEN, A.; MASSAGO, T.; WILSON ROGÉRIO BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; ZORZO, A. L.; WEIRICH, C. E. Rendimento e análise bromatológica do Lambari do rabo vermelho *Astyanax sp F* (Pisces: characidae) submetido ao processo de defumação. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, nº. 4, p. 859-866, out./dez. 2009.

FILHO, J. R. F.; FILHO, J. S. S.; ARCANJO, H. G. S.; OLIVEIRA, H. B.; LINO, F. R. L.; BEZERRA, J. I. L.; SILVA, J. J. P. Avaliação dos parâmetros físico-químicos do queijo coalho artesanal produzido em Calçado – PE. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 6, nº. 1, p. 722-729, 2012.

FONTENELE, M. A.; BASTOS, M. do S. R.; OLIVEIRA, W. da S.; OLIVEIRA, O. M. A. B.; XAVIER, M. L. de S. Indicadores físico-químicos de queijo coalho produzidos nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2010, Salvador. **Resumos**. Salvador, 2010.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. v 1: General Aspects. 3ªEd. Elsevier Ltd., 2004, 617p.

FREITAS, W. C.; TRAVASSOS, A. E. R.; MACIEL, J. F. Avaliação microbiológica e físico-química de leite cru e queijo de coalho produzidos no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.15, n.1, p.35-42, 2013.

FURTADO, M. R. A. Caracterização histórica, tecnologia de fabricação, características físico-químicas, sensoriais, perfil de textura e comercialização do queijo reino. Universidade Federal de Lavras. Lavras (Tese de Doutorado) 2008.

GOMES, R. A.; MEDEIROS, U. K. L.; SILVA, F. A. P. Levantamento da disponibilidade e caracterização físico-química de queijos artesanais e industriais produzidos e comercializados no município de Currais Novos/RN. In: IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. 2013, Currais Novos. **Artigo**. Currais Novos, 2013.

GONÇALVES, A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 18, n. 4, oct./dec., 1998.

HANDPRINT. Modern color models. Disponível em: www.handprint.com/HP/WCL/color7.html#CIELAB>. Acesso em: 04/ abril 2014.

HUSS, H. H.; GRAM, L. Assessment and management of seafood safety and quality. Rome. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2003.

IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER). **Complete List of Agents, Mixtures and Exposures Evaluated and Their Classification**. 2002. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>>. Acesso em: 22/05/2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ª ed. São Paulo: IAL, 2005.

JAY, J. M. Microbiologia de Alimentos. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2005, 712 p.

JACQUES, R. J. S.; BENTO, F. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; CAMARGO, F. A. O. Biorremediação de solos contaminados com Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos *Ciência Rural*, v.37, nº.4, jul/ago, 2007.

JÚNIOR, W. R. P. **Efeito do congelamento do leite de cabra obtido em diferentes estágios de lactação sobre a qualidade de queijo minas frescal**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga (Dissertação de Mestrado) 2012.

KUBOTA, N. Phenolic content and L-phenylalanine ammonia-lyase activity in peach fruit. In: **Modern methods of plant analysis - fruits analysis**. New York: Springer-Verlag, p.81-94, 1995.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. Processamento do Queijo de Coalho Fabricado com Leite de Cabra Maturado e Defumado. *Comunicado Técnico*, 90. Prática e Processo Agropecuário. On line. EMBRAPA. Dez./2008.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S.; SANTOS, K. M. O.; BENEVIDES, S. D. Processamento do queijo andino caprino maturado e defumado. *Comunicado Técnico*, 105. Prática e Processo Agropecuário. On line. EMBRAPA. Dez./2009.

LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. *Journal of Cereal Science*, v. 48, n. 1, p. 133-143, 2008.

LINGBECK, J. M.; CORDERO, P.; O'BRYAN, C. A.; JOHNSON, M. G.; RICKE, S. C.; CRANDALL, P. C. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*. v. 97, p. 197–206. 2014.

LOCATELLI, M. A. F. **Investigação sobre a emissão e caracterização dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) na bacia do rio Atibaia**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas (Dissertação de Mestrado) 2006.

LOPES, R. L. T. **Conservação de alimentos**. Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2007.

LUCEY, J. A., JOHNSON, M. E.; HORNE, D. S. Invited review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, v.86, n.23, p.2725–2743, set., 2003.

LUQUET, F. M. **O leite. Do úbere à fábrica de laticínios**. v.1, Portugal:Europa-América Ltda, 1985, 447p.

LUZ, R. L. F. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) em queijos defumados e em queijos assados em churrasqueiras**. Universidade Federal de Lavras. Lavras (Dissertação de Mestrado). 2013.

MAMEDE, M. E. O.; VIANA, A. C.; SOUZA, A. L. C.; FARIAS, S. A. O.; ARAUJO, P. A. Estudo das características sensoriais e da composição química de queijo de coalho industrializado. *Rev Inst Adolfo Lutz*. v. 69, n. 3, p.364-370. 2010.

MARQUES, A. C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. *Rev. Nutr.*, v. 22, nº. 2, p. 283-293, mar./abr. 2009.

MATTILA, S. T.; SAARELA, M., eds. **Functional dairy products**. Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead, p. 395, 2003 (Woodhead Publishing in Food Science and Technology).

MEIRE, R. O.; AZEREDO, A.; TORRES, J. P. M. T. Aspectos ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. *Oecol. Bras.*, v.11 nº. 2, p. 188-201, 2007.

MENESES, R. B.; CARDOSO, R. C. V.; GUIMARÃES, A. G.; GÓES, J. A. W.; SILVA, S. A.; ARGOLO, S. V. O comércio de queijo de coalho na orla de Salvador, Bahia: Trabalho infantil e segurança de alimentos. *Rev. Nutr.*, v. 25, nº. 3, p. 381-392, maio/jun. 2012.

MENEZES, S. S. M.; CRUZ, F. T. C.; MENASCHE, R. Queijo de Coalho e Queijo Artesanal Serrano: Identidades de produtores e de consumidores associadas a atributos de qualidade. In: VIII Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural. 2010. Porto de Galinhas, **Anais...** Porto de Galinhas. 2010.

MENEZES, S. S. M. Queijo de coalho: Tradição cultural e estratégia de reprodução social na região nordeste. *Revista de Geografia (UFPE)* v. 28, nº. 1, p. 40-56. 2011.

MOREIRA, C, P, M. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para queijos Estudo de Caso: Queijos da Beira Interior**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa (Dissertação de Mestrado) 2011.

NASSU, R. T.; ARAÚJO, R. S.; GUEDES, C. G. M.; ROCHA, R. G. A. Diagnóstico das Condições de Processamento e Caracterização Físico-Química de Queijos Regionais e Manteiga no Rio Grande do Norte. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. EMBRAPA. 2003.

NASSU, R. T.; LIMA, J. R.; ANDRADE, A. A. Caracterização físico-química e análise sensorial de queijo de coalho produzido no Rio Grande do Norte. *Rev. Higiene Alimentar*, v. 24 nº. 186/187, p. 43-45, jul./agost. 2010.

NORBERT, R. B. M. Desenvolvimento e viabilidade técnica de fondue de queijo longa vida. Instituto Mauá de Tecnologia São Caetano (Dissertação de Mestrado) 2006.

O'CONNELL, J.E.; FOX, P.F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*. v. 11, p. 103–120. 2001.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca – Ciência de tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, v.1, p. 429, 1999.

OLIVATO, J. B.; MALI, M.; GROSSMANN, M. V. E. Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 27, n. 1, p. 81-88, jan./mar. 2006.

OLIVEIRA, D. B.; PESSANHA, N. N. C.; BERNARDES, N. R.; SILVA, W. D.; MUZITANO, M. F.; OLIVEIRA, D. R. Extrato dos frutos de *Cereus Fernambucensis*: Atividade Antioxidante e Inibição da Produção de Óxido Nítrico (NO) por Macrófagos. *Interscienceplace*, v. 2, nº. 7, maio./junho, 2009.

OLIVEIRA, F. E. M.; MACHADO, T. F.; BORGES, M. de F.; PORTO, B. C.; SOUSA, C. T. Isolamento e caracterização fenotípica de Coliformes Termotolerantes e *Staphylococcus* Coagulase positivo veiculados pelo queijo coalho. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Salvador. Resumos... Salvador 2010.

OLIVEIRA, J. K. **Defumação líquida em camarão cinza (*litopenaeus vannamei*): Avaliação das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em função da forma de embalagem e tempo de estocagem**. Universidade Federal de Sergipe, (Dissertação de Mestrado) 2012.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: Fundamentos Tecnológicos**. São Paulo, Brasil, Ed. Ícone, 1986. 146p.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos**. Vol. 2. Alimentos de Origen Animal. Porto Alegre. Artmed, 2005. 279 p.

PAGANI, A. A. C.; SANTANA, M. M.; ALEXANDRE, A. P. S.; SILVA, E. A. S.; SILVA, G. F. Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo de coalho. *Revista GEINTEC*. v. 3, nº. 1, p. 41-47. 2012.

PAULA, J. C. J.; ALMEIDA, F. A.; PINTO, M. S.; RODRIGUES, T. F.; SOBRAL, D.; MACHADO, G. M. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea fermentada. *Rev. Inst. Latic*. “Cândido Tostes”, v.388, nº. 67, p. 25-33, set./out. 2012.

PEREZ, R. M. Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo coalho comercializado no município de Campinas. Universidade Estadual de Campinas. Campinas (Dissertação de Mestrado) 2005.

PERRY, K. S. P. QUEIJOS: ASPECTOS QUÍMICOS, BIOQUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS. *Quim. Nova*, v. 27, nº. 2, p. 293-300, 2004.

PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; GIGANTE, M. L. Revisão: Efeito do processamento por alta pressão hidrostática nas características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais do leite. *Braz. J. Food Technol.*, v. 11, nº. 4, p. 241-251, out./dez., 2008.

PIETROWSKI, G. A. M.; RANTHUM, M.; CROZETA, T.; JONGE, V. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo tipo mussarela comercializado na cidade de Ponta Grossa, Paraná. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindústria*. v. 02, nº. 2, p. 25-31, 2008.

PÖHLMANN, M.; HITZEL, A.; SCHWÄGELE, F.; SPEER, K.; JIRA, W. Contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in Frankfurter-type sausages depending on smoking conditions using glow smoke. *Meat Scienc*, v. 90, p. 176-184, 2012.

PORTO, R. G. C. L. **Composição química e determinação de fenólicos totais e atividade antioxidante em polpa de semente de Jenipapo. (*Genipa americana* L.).** Universidade Federal do Piauí. Teresina. (Monografia) 2010.

RAGAZZI, E., VERONESE, G. Quantitative analysis of phenolics compounds after thin-layer chromatographic separation. *J. Chromatogr.* v. 77, p. 369-375. 1973

RAMIRES, D. G. **Valor agregado ao cachara *Pseudoplatystoma fasciatum*: Efeito da sazonalidade e da defumação.** Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2008. (Dissertação de Mestrado).

RIBEIRO, C. F. A. **Processamento de Piraíba (*Brachyplatystom filamentosum*): Desidratação osmótica, Defumação e Secagem.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas. (Dissertação de Mestrado) 2009.

RIBEIRO, S. C. A. **Estudo do Processo de Desidratação Osmótica e Secagem de Fíles de Mapará (*Hypophthalmus edentatus*).** Universidade Estadual de Campinas (Tese de Doutorado) 278p. 2005.

RICÓN, A. A.; PINO, V.; AYALA, J. H.; AFONSO, A. M. Headspace-single drop microextraction (HS-SDME) in combination with high-performance liquid chromatography (HPLC) to evaluate the content of alkyl- and methoxy-phenolic compounds in biomass smoke. *Talanta*, v. 85, nº. 3, p. 1265–1273, 2011.

ROCCO, S. C. **Embutidos, Frios e Defumados.** Serviço de Produção de Informação - SPI. Brasília. DF. 1996. 98p.

ROSSI, E. M.; ZILLI, D.; SCAPIN, D.; ROZA-GOMES, M. F.; GELINSKI, J. M. L. N. Avaliação da qualidade microbiológica de queijos Minas Frescal comercializados em

supermercados da região Extremo-Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Evidência*, v. 10 nº. 1-2, p. 105-114, jan./dez., 2010.

SANGALETTI, N.; PORTO, E.; CANNIATTI BRAZACA, S. G.; YAGASAKI, C. A.; DEA, R. C. D.; SILVA, M.V. Estudo da vida útil de queijo Minas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 29, n. 2, p. 262-269, abr./jun. 2009.

SANTANA, M. M. **Estudo do processamento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) defumado: Avaliação das características físico-químicas e sensoriais.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão (Dissertação de Mestrado) 2013.

SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, nº. 6, p. 1517-1522, 2008.

SANTOS, P. L. **Desenvolvimento de produto defumado a base de camarão: Uma investigação quanto a presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão (Dissertação de Mestrado) 2012.

SEQUEIROS, R. C. P. **Aplicação de novas metodologias analíticas no estudo de compostos fenólicos em matrizes alimentares.** Universidade de Lisboa. Faculdade de Ciências. Lisboa. (Dissertação de Mestrado) 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Queijos nacionais.** Relatório completo. Estudos de mercado SEBRAE/ESPM. 2008

SGARBIERI, V. C. Revisão: Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. *Brazilian Journal of food technology*, v. 8, nº 1, p. 43-56, 2005.

SILVA, J. H. **Aspectos tecnologicos relacionados à fabricação de bacon.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (Monografia) 2010.

SOUSA, M. M.; NASCIMENTO, V. L. V. Benzo(a)pireno em alimentos. *Revista ACTA Tecnológica*, v. 5, nº. 1, p.124-138, jan/jun, 2010.

SILVA, R. A.;PETTER, C. O.;SCHNEIDER, I. A.H. Avaliação da perda da coloração artificial de agatas. REM: R.Esc. Minas, v.60, n.3, p.477-482, 2007.

SILVA, W. S. **Comportamento mecânico do queijo de coalho tradicional, com carne seca, tomate seco e orégano armazenados sob refrigeração.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga (Dissertação de Mestrado) 2013.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. M.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; KRONKA, S. N. Defumação da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé:

Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. *R. Bras. Zootec.*, v.33, nº. 1, p. 27-36, 2004.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; GOMES, U. J. CARNEIRO, J. J. S. Avaliação e definição do perfil de textura ideal de queijo *petit suisse*. *Rev. Inst. Latic.* “Cândido Tostes”, v. 66, nº 382, p. 48-53, set./out. 2011.

SZENTTAMÁSY, E. R.; BARBOSA, S. M. V. B.; OETTERER, M.; MORENO, I. A. M. Tecnologia do pescado de água doce: Aproveitamento do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Sci. Agric.*, v. 50, nº. 2, p. 303-310, jun./set. 1993.

SZCZESNIAK, A. S.; KRAMER, A. **Texture measurements of foods**. Ed. Reidel Publishing Company, Boston, USA p. 175, 1973.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, v.13, n.4, p. 215–225, jun. 2002.

TFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P; TOLEDO, M. C. F. Efeito do processamento na contaminação de cana-de-açúcar e derivados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 27, nº. 1, p. 76-82, jan./mar. 2007.

TONELOTTO, A.; BRUNO NASCIMENTO, B.; VENTURE, G.; NETO, G.; LESSA, L.; ANTUNES, R.; NAYARA, T. **Determinação do teor de cinzas**. Etec Trajano Camargo. Limeira. 2010.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do Leite. *Boletim Técnico*. Universidade Federal do Espírito Santo. 2007.

VIDAL, R. H. L. **Diagnóstico regional do processo de queijo coalho comercializado em Natal/RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal (Dissertação de Mestrado) 2011.

VICENZI, R. **Apostila de Bromatologia**. Ijuí: Ed. Da UNIJUI - Departamento de Ciências da Saúde, 79 p. 2004.