



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

**AYRTON SENNA FERNANDES FERREIRA**

**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAIS DO QUEIJO**  
**DE COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ**

**FORTALEZA**

**2018**

AYRTON SENNA FERNANDES FERREIRA

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAIS DO QUEIJO DE  
COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Juliane Döering Gasparin Carvalho.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F439a Ferreira, Ayrton Senna Fernandes.  
Aspectos físico-químico, microbiológico e sensoriais do queijo de coalho defumado com borra de café /  
Ayrton Senna Fernandes Ferreira. – 2018.  
82 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Profa. Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho.

1. Benzo[a]pireno. 2. Delineamento Composto Central (DCC). 3. Microbiológico. I. Título.

CDD 664

---

AYRTON SENNA FERNANDES FERREIRA

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAIS DO QUEIJO DE  
COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ

Dissertação apresentado ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Prof(o). Dr(o). José Maria Correia da Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr(o). Rinaldo dos Santos Araújo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

A Deus e a minha mãe, uma grande guerreira.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo as inúmeras realizações que o mesmo proporciona na minha vida, além de colocar as pessoas certas em meu caminho.

À Universidade Federal Ceará (UFC) e ao Departamento de Engenharia de Alimentos, por oportunizar a realização de um sonho de ingressar em uma pós-graduação. E ao programa de Pós-graduação de Ciências e Tecnologia dos Alimentos- PPGCTA.

A minha mãe, Maria, por sua dedicação inabalável durante anos de lutas, por sempre ser positiva, mesmo em momentos de dificuldades, sempre acreditou no meu sucesso.

A minha esposa Josilene, por estar sempre ao meu lado, em momentos de adversidade e provações, seu apoio foi de fundamental importância para realização dessa conquista.

Ao meu irmão Antonio Ângelo, por incentivos e gestos de confiança no meu trabalho.

A professora Juliane Döring Gasparin Carvalho, por sua orientação, por sua cobrança, pelo apoio imensurável, além da disponibilidade de ser minha orientadora, sua ajuda foi fundamental.

Ao professor Dr. Rinaldo dos Santos Araújo pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho e a todos os técnicos e bolsistas do Laboratório de Tecnologia Química do IFCE – Campus Fortaleza.

Aos professores do PPGCTA pelos conhecimentos repassados e por todos os norteamentos necessários, para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao DEAL, em especial aos Laboratórios de Laticínios no nome das técnicas, Gizele e Lívia, aos técnicos do Laboratório de Controle de Qualidade, a técnica do Laboratório de Análise Sensorial e aos técnicos do Laboratório de Cereais.

À Escola Estadual de Ensino Profissional Professor Plácido Aderaldo Castelo por ceder o espaço para realização de uma das etapas do meu trabalho.

“Faça. Ou não faça. Não existe a tentativa”.  
Star Wars

## RESUMO

Com o avanço das técnicas de produção de alimentos, bem como os mais diversos preparos, a tecnologia em alimentos, torna-se fator diferencial para produção de alimentos inovadores e com diferentes padrões de aceitação. O queijo de Coalho culturalmente do nordeste do Brasil é um produto que gera renda para pequenas famílias e grandes indústrias, apresenta características sensoriais marcantes, torna-o comum ao paladar das pessoas, influenciando diretamente a percepção e a identidade do produto. Fatores como a sua conservação, pode ser influenciado por apresentar grande quantidade água. Alguns processos tecnológicos poderiam favorecer a sua conservação, como a defumação. O objetivo desse trabalho foi submeter o queijo de Coalho elaborado, ao processo de defumação a frio, utilizando a fumaça da borra de café. Para investigar as características físicas, químicas e físico-químicas, utilizou-se Delineamento Composto Central (DCC)  $2^2$  (fatorial) e um ponto central para avaliar os tratamentos de defumação, utilizando com variáveis independentes o tempo de defumação ( $X_1$ ) e quantidade de borra de café ( $X_2$ ). Todas as análises foram realizadas em triplicatas: pH, umidade, Aa, proteína, gordura, cinzas, cloretos e cor para coordenadas ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ), além da determinação de benzo[a]pireno. As amostras T1, T4 e T5 foram submetidas a análises microbiológicas e sensoriais. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey 5% ( $p \leq 0,05$ ). Foram avaliados os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes e aplicada análise de variância (ANOVA). A defumação apresentou efeito significativo ao nível de 10% ( $p \leq 0,1$ ) para análise de cor, em relação às coordenadas  $b^*$  e  $L^*$ . As amostras para dos tratamentos T1, T4 e T5, apresentam a segurança alimentar através de análises microbiológicas (*Salmonella*, *estafilococos coagulase* positiva e coliformes a 45 °C). Nenhuma amostra apresentou quantidade de benzo[a]pireno para o limite de detecção. Com base na análise sensorial, a amostra T4 apresentou rejeição para os termos sabor e sabor residual. O análise de ordenação preferência realizado não apresentou diferença significativa pelo teste Friedman, entre as amostras selecionadas.

**Palavras-chaves:** Benzo[a]pireno. Delineamento Composto Central (DCC). Microbiológico.



## ABSTRACT

With the advancement in food production techniques, as well as the most diverse preparations, food technology becomes a differential factor for the production of innovative foods with different standards of acceptance. Culturally Coalho cheese from northeastern Brazil is a product that generates income for small families and large industries, presents remarkable sensorial characteristics, makes it common to the palate of the people, directly influencing the perception and the identity of the product. Factors such as its conservation can be influenced by presenting large amount of water. Some technological processes could favor its conservation, such as smoking. The objective of this work was to submit the elaborated Coalho cheese, to the process of cold smoking, using the smoke of the coffee draff. To investigate the physical, chemical and physico-chemical characteristics, we used Central Compounding Design (CCD) 2<sup>2</sup> (factorial) and a central point to evaluate the smoking treatments, using with independent variables the time of smoking (X1) and quantity of coffee grounds (X2). All analyzes were performed in triplicates: pH, moisture, Aa, protein, fat, ash, chlorides and color for coordinates (a \*, b \* and L \*), as well as benzo[a]pyrene determination. Samples T1, T4 and T5 were submitted to microbiological and sensorial analyzes. The averages obtained were compared by Tukey's test 5% ( $p \leq 0.05$ ). The effects of the independent variables on the dependent variables were evaluated and analysis of variance (ANOVA). The smoking had a significant effect at the level of 10% ( $p \leq 0.1$ ) for color analysis, in relation to the coordinates b\* and L\*. Samples for T1, T4 and T5 treatments present food safety through microbiological analyzes (Salmonella, estafilococos coagulase positive and coliform at 45 °C. No sample showed a quantity of benzo [a] pyrene at the detection limit. Based on the sensory analysis, the T4 sample showed rejection for the terms flavor and residual taste. Preference order analysis did not show significant difference by the Friedman test, among the selected samples.

**Key-words:** Benzo[a]pyrene. Central Compound Design (CCD). Microbiological.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Produção de queijo de Coalho.....	23
Figura 02 – Estruturas químicas de 16 HPAs considerados poluentes prioritários pela Agência de Proteção Ambiental - EPA e metabólicos hidroxilados do pireno e fluoranteno.....	28
Figura 03 – Ciclos da obtenção do grão de café beneficiado (grão cru).....	31
Figura 04 – Defumador portátil utilizado no processo de defumação das amostras de queijo de Coalho empregando borra de café.....	36
Figura 05 – Fluxograma de produção de queijo de Coalho.....	37
Figura 06 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente pH, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	47
Figura 07 – Valores preditos versus valores observados para variável dependente pH.....	48
Figura 08 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente pH, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	49
Figura 09 – Valores preditos versus valores observados para variável dependente umidade.....	50
Figura 10 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente Aa, para os queijos de Coalho defumado com borra de café...	51
Figura 11 – Gráfico de contorno para variável dependente Aa, em relação aos queijos de Coalho defumado com borra de café.....	51
Figura 12 – Valores preditos versus valores observados para variável dependente Aa...	52
Figura 13 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável dependente proteína, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	53
Figura 14 – Valores preditos versus valores observados para variável dependente proteína.....	53
Figura 15 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente gordura, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	54
Figura 16 – Gráfico de contorno para variável dependente gordura.....	55

Figura 17 – Gráfico de valores preditos e observados para a variável dependente gordura.....	55
Figura 18 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável dependente cinzas, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	56
Figura 19 – Valores preditos versus valores observados para variável dependente cinzas.....	56
Figura 20 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares variável independente cloretos (%), para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	57
Figura 21 – Valores observados versus valores preditos para variável dependente cloretos (g/100 g).....	58
Figura 22 – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares variável independente a* (A), b* (B) e L* (C), para os queijos de Coalho defumado com borra de café.....	60
Figura 23 – Valores preditos vs Valores observados para variáveis dependentes a* (A), b* (B) e L* (C).....	61
Figura 24 – Gráfico de contorno para os parâmetros de variável dependentes de cor *b (A) e L* (B).....	62
Figura 25 – Perfil dos participantes da análise sensorial de queijo de Coalho defumado com borra de café.....	64
Figura 26 – Distribuição dos provadores por frequência de consumo de produtos lácticos, queijo Coalho e produtos defumados.....	65
Figura 27 – Distribuição dos provadores por grau de gostar de produtos derivados de leite e de produtos defumados.....	65
Figura 28 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo cor do queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	67
Figura 29 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	67
Figura 30 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aroma para queijo de Coalho defumado com borra de café para os tratamentos T1, T4 e T5.....	68

Figura 31 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	69
Figura 32 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor residual para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	69
Figura 33 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo textura para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	70
Figura 34 – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência global para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	71
Figura 35 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação de aroma de defumado ideal do queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.....	72
Figura 36 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação de cor (ideal) do queijo de Coalho defumado com borra de café para os tratamentos T1, T4 e T5.....	72
Figura 37 – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da atitude de compra para os queijos de Coalho defumado (T1, T4 e T5).....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 –	Composição média do queijo de Coalho.....	22
Tabela 02 –	Conteúdo de HPAs em alguns ambientes e sua taxa de absorção.....	28
Tabela 03 –	Composição de polissacarídeos da borra do café obtido por pré-tratamento alcalino (PA).....	34
Tabela 04 –	Níveis das variáveis independentes a serem aplicadas no processo de defumação do queijo de Coalho com borra de café.....	39
Tabela 05 –	Valores codificados para as variáveis independentes.....	39
Tabela 06 –	Avaliação da qualidade do leite cru resfriado usado para produção do queijo de Coalho.....	45
Tabela 07 –	Características físico-químicas das amostras de queijo de Coalho defumados e não defumados com diferentes quantidades de borra de café e tempo de exposição e não defumada.....	45
Tabela 08 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para parâmetro pH.....	47
Tabela 09 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro umidade.....	48
Tabela 10 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro Aa.....	51
Tabela 11 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro proteína.....	52
Tabela 12 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro gordura.....	54
Tabela 13 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro cinzas.....	55
Tabela 14 –	Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro cloretos.....	57
Tabela 15 –	Análise de variância (ANOVA) para variáveis dependentes a*, b* e L*.....	59
Tabela 16 –	Teor de Benzo[a]pireno determinado nas amostras de queijo de Coalho.....	63
Tabela 17 –	Características microbiológicas para os queijos defumados com borra de café (T1, T4 e T5) e a amostra em branco (controle).....	63

Tabela 18 – Valores médios e desvios-padrões para a avaliação da aceitação dos queijos de Coalho defumado com borra de café para os tratamentos T1, T4 e T5.....	66
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Matéria-prima para produção do queijo de Coalho.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1</b>	<i>Leite.....</i>	<i>18</i>
<b>2.1.2</b>	<i>Características do leite.....</i>	<i>18</i>
<b>2.1.3</b>	<i>Microrganismos de interesse do leite.....</i>	<i>20</i>
<b>2.2</b>	<b>Queijo de Coalho.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Produção do queijo de Coalho.....</i>	<i>22</i>
<b>2.2.2</b>	<i>Microbiologia do queijo de Coalho.....</i>	<i>23</i>
<b>2.2.3</b>	<i>Coagulação.....</i>	<i>23</i>
<b>2.3</b>	<b>Defumação.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1</b>	<i>Defumação de queijos.....</i>	<i>26</i>
<b>2.4</b>	<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4.1</b>	<i>Benzo[<i>a</i>]pireno.....</i>	<i>28</i>
<b>2.5</b>	<b>Café.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.1</b>	<i>Composição do Café.....</i>	<i>30</i>
<b>2.5.2</b>	<i>Processamento do Café.....</i>	<i>31</i>
<b>2.5.2.1</b>	<i>Torrefação.....</i>	<i>31</i>
<b>2.5.2.2</b>	<i>Moagem.....</i>	<i>32</i>
<b>2.5.3</b>	<i>Transformações do café durante o processamento.....</i>	<i>32</i>
<b>2.5.4</b>	<i>Borra de café.....</i>	<i>33</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Material.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Análise da qualidade do leite.....</i>	<i>37</i>
<b>3.2.2</b>	<i>Elaboração do queijo de Coalho.....</i>	<i>37</i>
<b>3.2.3</b>	<i>Planejamento experimental para o processo de defumação dos queijos de Coalho elaborados e defumação.....</i>	<i>38</i>
<b>3.2.4</b>	<i>Análises físicas, químicas físico-químicas dos queijos de Coalho defumados.....</i>	<i>40</i>
<b>3.2.4.1</b>	<i>Umidade.....</i>	<i>40</i>
<b>3.2.4.2</b>	<i>Atividade de água (Aa).....</i>	<i>40</i>
<b>3.2.4.3</b>	<i>Análise instrumental de cor (a*, b* e L*).....</i>	<i>41</i>

3.2.4.3	<i>Gordura, pH, Acidez, cinzas e cloretos</i> .....	41
3.2.4.4	<i>Proteínas</i> .....	41
3.2.4.5	<i>Determinação de benzo[a]pireno em queijo Coalho defumado com borra de café</i> .....	41
3.2.4.6	<i>Procedimento analítico para determinação de benzo[a]pireno em queijo de Coalho defumado com borra de café</i> .....	42
3.2.5	<i>Análises microbiológicas</i> .....	42
3.2.6	<i>Análise sensorial</i> .....	43
3.2.7	<i>Análise estatística</i> .....	44
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
4.1	<b>Características da qualidade do leite</b> .....	45
4.2	<b>Características físico-químicas para os queijos de Coalho defumados com borra de café</b> .....	45
4.2.1	<i>pH</i> .....	45
4.2.2	<i>Umidade (%)</i> .....	47
4.2.3	<i>Atividade de água (Aa)</i> .....	50
4.2.4	<i>Proteína (%)</i> .....	52
4.2.5	<i>Gordura (%)</i> .....	53
4.2.6	<i>Cinzas (%)</i> .....	55
4.2.7	<i>Cloretos (%)</i> .....	56
4.2.8	<i>Parâmetro colorimétrico para as coordenadas a*, b* e L*</i> .....	58
4.3	<b>Teor de Benzo[a]pireno nas amostras de queijo</b> .....	62
4.4	<b>Características microbiológicas de queijos de Coalho defumados com borra de café</b> .....	63
4.5	<b>Características sensoriais dos queijos de Coalho defumados com borra de café</b> .....	63
4.5.1	<i>Perfil dos provadores</i> .....	64
4.5.2	<i>Avaliação e aceitação das amostras de queijo de Coalho defumado com borra de café</i> .....	66
4.5.3	<i>Ideal de aroma defumado e cor dos queijos de Coalho</i> .....	71
4.5.4	<i>Atitude de compra dos provadores para as amostras de queijo de Coalho</i> .....	72
4.5.5	<i>Ordenação-preferência dos queijos de Coalho</i> .....	73
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	74
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	82
	<b>APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO QUEIJO DE COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ</b> .....	83



## 1 INTRODUÇÃO

O queijo de Coalho é um produto brasileiro bastante consumido no Nordeste por possuir características variadas. Seus atributos sensoriais chamam a atenção por sua boa aceitação, tornando esse produto parte integrante da cultura regional, devido a sua produção simples, podendo ser artesanal, favorecendo a fixação do homem ao campo, fortalecendo a agricultura familiar. Sua formulação se dar pela coagulação enzimática do leite podendo ser adicionado cultura lática específica.

Este tipo de queijo apresenta característica que o diferencia como: a consistência semidura e elástica, textura compacta e macia, podendo apresentar algumas olhaduras mecânicas, de coloração branca amarelada uniforme, sabor brando, ligeiramente ácido e ainda, médio a alto teor de umidade e variando de semigordo a gordo (BRASIL, 2001).

O produto em questão, por apresentar simplicidade na elaboração, mantém um sabor suave, mas marcante, tornando-o produto ímpar. Esse fator pode degastar a visão do produto para o mercado, favorecendo a formação pré-conceitos, deixando o produto com baixa qualidade gastronômica.

Os queijos por apresentarem o teor de umidade muito alto tendem a ser meio de multiplicação dos microrganismos. Processos que auxiliam a diminuir esse teor, tornam-se importantes para segurança alimentar, promovendo a diferenciação e a abertura de novos mercados. As características do queijo de Coalho permitem a sua condimentação e aplicação de processos de conservação, como a defumação.

A técnica de defumação, embora seja antiga na conservação de alimentos tem sido utilizada frequentemente, como artifício para melhorar a qualidade produtos alimentícios, uma vez que promove mudanças nas características sensoriais como odor, sabor, coloração e textura. O êxito na preparação de defumados depende da aplicação da fumaça e da combinação de fatores físicos e químicos, sendo necessário o controle rigoroso das etapas da defumação (SOUZA et al., 2004).

Esse processo é amplamente utilizado na produção e preservação de derivados de origem animal. Sua ação ocorre pela penetração de substâncias fenólicas provenientes da fumaça. No entanto, esses compostos podem apresentar efeitos tóxicos aos seres humanos. A fumaça tem várias ações sobre o queijo como: a sua dessecação superficial, coagulação das proteínas pela condensação de formaldeído e de fenóis e a deposição de material resinoso, além do efeito químico e bacteriológico (VAKH et al., 2017; YUAN et al., 2017).

Como consequência indesejada do processo citado anteriormente, a defumação leva a possibilidade de gerar Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs), devido a pirólise incompleta. Esses grupos de agentes químicos demonstraram ser cancerígenos e mutagênicos. Os HAPs pesados contêm até cinco ou mais anéis aromáticos fundidos e têm maior estabilidade e toxicidade, podendo ser destacado, o benzo[a]pireno (BaP), agente cancerígeno para os seres humanos (MALARUT, et al., 2017).

Novos materiais podem ser utilizados na produção da fumaça para defumação. Esses materiais por sua vez, podem ser provenientes de diversas fontes. Favorecendo até mesmo o reaproveitamento de materiais antes descartados.

Um possível material seria a borra de café, um resíduo da indústria de alimentos e ambientes domésticos, pode ser utilizada como matéria-prima inovadora para produção de fumaça. Esse material basicamente é descartado, sem ser reaproveitado. Sendo o seu uso uma alternativa viável no processo de defumação de queijos.

Com a proposta de influenciar positivamente as características sensoriais do queijo de Coalho, o objetivo desse trabalho foi submeter o produto elaborado, ao processo de defumação a frio, utilizando a fumaça gerada pela combustão da bora de café.

Diante disso, os objetivos específicos foram: avaliar a influência da defumação com borra de café nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do queijo de Coalho; investigar a presença de benzo[a]pireno resultante do processo de defumação; e observar os efeitos resultantes da variação da quantidade de borra de café e tempo de exposição utilizados no processo de defumação.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Matéria-prima para produção do queijo de Coalho

#### 2.1.1 – Leite

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. O leite é uma matéria-prima de elevado valor nutritivo. A partir dele é possível obter derivados com diferentes características. Devido a sua alta atividade de água, riqueza de nutrientes, entre outros fatores é um alimento bastante perecível. Com o fim da segunda guerra mundial e o desenvolvimento industrial no Brasil, o crescimento dos centros urbanos possibilitou o desenvolvimento das indústrias de laticínios, gerando a busca por alternativas que melhorassem a produção, impulsionada pelo aumento da demanda (RANA et al., 2018; BRASIL, 2011).

Apesar do crescimento das cidades, e o distanciamento dos produtores de leite da zona urbana consumidora, o leite ainda era entregue de porta em porta, transportado em latões. Algumas indústrias de beneficiamento e distribuição de leite começaram a surgir, a partir da década de 20, oferecendo leite processado por tratamento térmico, a pasteurização. A existência do leite pasteurizado só foi possível graças à invenção dos sistemas de refrigeração, pois estes ajudavam a prolongar o tempo de conservação (TARI et al., 2018).

#### 2.1.2 Características do leite

O leite é composto por diferentes substâncias, como: gordura, proteínas, lactose, sais minerais, vitaminas e água, e sua composição varia com a espécie, raça, estágio de lactação, variação durante a ordenha, alimentação do animal, entre outros (GONZALEZ, 2001).

A sua composição proteica total reúne várias proteínas específicas, sendo a caseína a mais importante. Esta representa 85% das proteínas lácteas. As caseínas se agregam formando glóbulos insolúveis, as micelas. As demais proteínas do leite se encontram na forma solúvel. As caseínas são altamente digestíveis no intestino e são fontes de aminoácidos de alta qualidade (SERHAN et al., 2016; XIANG et al., 2015).

Outro composto de bastante interesse é a lactose, a mesma é o principal açúcar do leite. A lactose é um dissacarídeo redutor composto pelos monossacarídeos D-galactose e D-

glicose unidas por uma ligação glicosídica do tipo  $\beta$ -1,4. A lactose não está totalmente em dissolução no leite, pois cerca de 11% do açúcar é encontrado ligado à proteínas. Em relação à solubilidade, a lactose é um açúcar pouco solúvel, cerca de dez vezes menos que a sacarose (RODRIGUES et al., 2012).

Esse composto pode influenciar no sabor, pois o carboidrato citado não é tão doce quanto outros dissacarídeos, como a sacarose, ou aos monossacarídeos, frutose e glicose. A lactose é um açúcar muito estável. A degradação térmica ocorre durante os tratamentos térmicos do leite nos quais a lactose decomposta dá origem a compostos ácidos: ácidos orgânicos, hidroximetil furfural, aldeídos, álcool e redutonas (WEI; GAO, 2016).

Esses compostos são reativos e podem dar origem a pigmentos escuros, levando ao escurecimento químico (caramelização). Em altas temperaturas (110 a 150°C) por longos períodos (10 a 20 min), ocorre reação de Maillard (entre aminoácidos e açúcares redutores), que resulta em escurecimento do leite (formação de melanoidinas), alterando o sabor (sabor de cozido) e o odor e reduzindo o valor nutritivo em decorrência da perda de aminoácidos essenciais, sobretudo lisina e triptofano (RODRIGUES et al., 2012).

Mais um fator que se deve destacar é a matéria lipídica do leite que é formado por uma complexa mistura, constituída por cerca de 99,5% de compostos lipídicos simples, lipídios complexos e ácidos graxos livres e 0,5% de composto lipossolúveis como colesterol, hidrocarbonetos, vitaminas lipossolúveis e alguns álcoois. O triglicerídeo é principal componente do leite correspondendo a 98 % da gordura do leite. O triglicerídeo é composto por três ácidos graxos ligados covalentemente a uma molécula de glicerol. A gordura é o principal responsável pela textura e pelo sabor do leite e de seus derivados. É responsável pela lubrificação e confere a sensação de cremosidade percebida na boca. A gordura do leite serve como fonte de energia e como meio de transporte para vitaminas lipossolúveis, sendo um alimento com funções benéficas na alimentação humana (LI et al., 2018).

O leite de consumo ou o leite utilizado na indústria de laticínios, no processamento de diferentes produtos, podem ter diferentes teores de gordura e, por isso, têm diferentes classificações. Leite integral contém toda a gordura original do leite e o teor normalmente varia de 3 a 4%. Leite padronizado contém  $3,2 \pm 0,2\%$ . Leite semidesnatado contém 0,6 a 2,9%. Leite desnatado contém no máximo 0,5% de gordura (BRASIL, 2011).

Além dos macros nutrientes, temos elementos em menor quantidades, mas que não deixam de influenciar as propriedades desse alimento. Por sua vez o cálcio e fósforo são os principais minerais encontrados no leite e são essenciais para a estrutura dos ossos e dentes. Eles estão associados à estrutura das micelas de caseína condicionando a estabilidade na fase

coloidal. O leite está em equilíbrio osmótico com o sangue e a pressão osmótica do leite. Potássio (K), sódio (Na) e o cloro (Cl) junto com a lactose favorecem a entrada de água na célula epitelial mamária para formar o leite e controla o volume de leite produzido. A quantidade de ferro encontrada no leite é pequena, mas se encontra sob forma prontamente utilizável pelo organismo (MARTINI et al., 2017).

O leite apresenta todas as principais vitaminas e estas se dividem em dois grupos as lipossolúveis e as hidrossolúveis. Sendo as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K encontradas basicamente na gordura do leite. A maioria das vitaminas hidrossolúveis são sintetizadas pelos microorganismos no rúmen. O leite é rico em vitaminas A, tiamina e colabamina e é pobre em vitamina C e D (GABBI et al., 2013).

Fora todos os outros componentes, temos a água que constitui, em volume, o principal componente do leite, sendo em média responsável por 87,5% de sua constituição e que influi sensivelmente na densidade do produto. É essencial para o crescimento microbiano e constitui o meio de dispersão da matéria viva. A velocidade das reações de deterioração e de alteração dos alimentos depende de sua estrutura e do seu coeficiente de atividade de água (Aa) (NASCIMENTO et al., 2010).

### ***2.1.3 Microrganismos de interesse do leite***

A qualidade da maioria dos produtos lácteos está diretamente relacionada com a qualidade microbiana do leite cru utilizado como matéria-prima. Dependendo da temperatura, condições e tempo da estocagem do leite, vários grupos de microrganismos podem passar por um período de crescimento intensivo, produzindo altas concentrações de enzimas, particularmente lipases e proteinases. Dentre esses grupos destacam-se os microrganismos psicrotróficos que embora sejam destruídos pela esterilização, produzem enzimas proteolíticas e lipolíticas resistentes ao calor (PALUDETTI et al., 2018).

Outra classe de bactérias importantes para o leite e a qualidade dos seus derivados são as bactérias lácticas e ácido lácticas por apresentarem efeitos benéficos e deletérios. A ação deletéria se deve a produção de ácido láctico, a partir da fermentação da lactose, reduzindo o pH, e assim pode provocar a precipitação das caseínas. Algumas bactérias lácticas são importantes para elaboração de diversos produtos derivados do leite (Ordóñez, 2005).

Como visto anteriormente a microbiota do leite pode apresentar bactérias esporuladas principalmente dos gêneros *Bacillus* e *Clostridium*. A presença de bactérias de origem fecal no leite indica que a obtenção e manipulação do leite tiveram condições de higiene

deficientes. Algumas bactérias patogênicas são sensíveis à pasteurização (METZGER et al., 2018).

Uma elevada carga de microrganismos mesófilos, psicotróficos e/ou termófilos no leite, através do seu desenvolvimento, degradam constituintes ou produzem substâncias capazes de alterar as propriedades físico-químicas, importantes na manutenção do produto. Matérias-primas de algum modo alteradas experimentarão, quando houver o processo por esterilização comercial ou subsequente armazenamento e comercialização, alterações irreversíveis, modificando e comprometendo a qualidade do produto, ressaltando-se que grande parte das proteínas solúveis é representada pelas albuminas e globulinas, de conhecida sensibilidade térmica (ORDONEZ, 2005).

## **2.2 Queijo de Coalho**

Entende-se por queijo de coalho, o queijo que se obtém por 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. O queijo de coalho é um queijo de média a alta umidade, de massa semi-cozida ou cozida que apresenta um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35% e 60%. O mesmo é obtido com leite de qualidade, podendo ser integral ou pasteurizado, conteúdo de matéria gorda em torno de 3%, adição de coalho ou enzimas coagulantes. Os ingredientes opcionais podem ser cloreto de cálcio, cultivo de bactérias lácticas, sólidos de origem láctica, condimentos e especiarias, além do cloreto de sódio (BRASIL, 2001).

Por volta dos 150 anos da colonização é que surgiu a fabricação do queijo de coalho, de forma artesanal e que, ainda hoje, se mantêm o padrão artesanal, com sua fabricação ocorrendo na maioria das vezes em pequenas propriedades rurais ou em pequenas queijarias urbanas ou rurais. Entre tantas diversidades de queijo encontra-se o de coalho, que por suas características apresenta grande aceitação comercial, e por consequência, amplamente consumido pela população nordestina. Este quadro tem garantido que a sua produção represente um meio de subsistência para diversas famílias, de forma direta ou indireta, assumindo grande impacto econômico (KAMINARIDES et al., 2015).

Conforme a Instrução Normativa (IN) nº 30, o queijo de coalho é obtido pela coagulação do leite por meio de coalho ou enzimas apropriadas, complementadas ou não pela ação de bactérias lácticas selecionadas, devendo ser comercializado 10 dias após a fabricação, respeitando-se a regulamentação própria para sua identidade e requisitos mínimos de qualidade.

Este tipo de queijo apresenta as seguintes características: consistência semidura e elástica, com textura compacta e macia, podendo apresentar algumas olhaduras mecânicas, de coloração branca amarelada uniforme, sabor brando, ligeiramente ácido, lembrando massa de queijo coagulado. Possui, ainda, de médio a alto teor de umidade, variando de semigordo a gordo, permitindo ser condimentado com especiarias desidratadas e defumados (BRASIL, 2001).

Na **Tabela 01**, observa-se o valor médio da composição físico-químico, de queijo de Coalho comercializado na cidade de Barreiros – PE.

**Tabela 01** – Composição média do queijo de coalho.

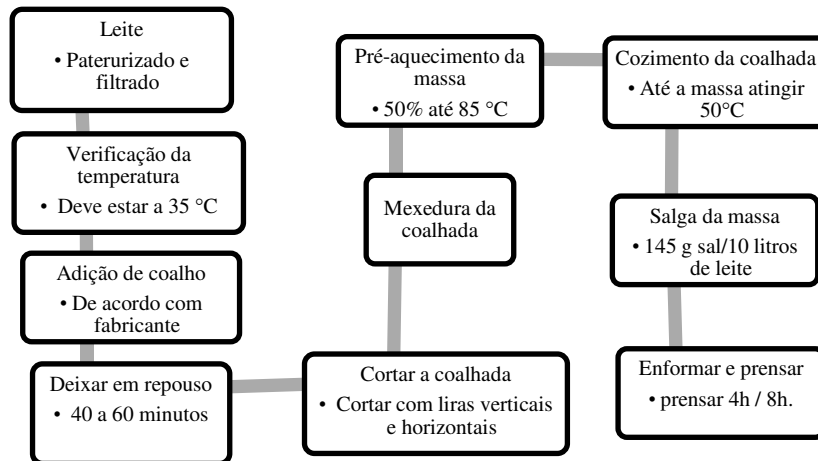
<b>Parâmetros</b>	<b>Média e Desvio padrão</b>
<b>Umidade (%)</b>	36,37 ± 6,02
<b>Acidez (%)</b>	1,47 ± 0,74
<b>Cloretos (%)</b>	2,00 ± 0,21
<b>Extrato Seco (%)</b>	63,56 ± 6,13
<b>Cinzas (%)</b>	4,31 ± 0,65

Fonte: Ferreira e Filho (2008).

### **2.2.1 Produção do queijo de Coalho**

Segundo Brasil (2001), a consistência do mesmo deve ser semidura, elástica, com textura compacta, macia. A cor do produto deve branco amarelado uniforme. Seu sabor é brando, ligeiramente ácido, podendo ser salgado, com odor ligeiramente ácido, lembrando massa coagulada. A crosta do mesmo deve ser fina, sem trinca, não sendo usual a formação de casca bem definida. Apresentando algumas olhaduras.

Na **figura 01** está ilustrado o fluxograma de produção de queijo de coalho artesanal.

**Figura 01** – Produção de queijo de Coalho.

Fonte: EMBRAPA, (2017).

### 2.2.2 Microbiologia do queijo de Coalho

O queijo de Coalho apresenta umidade média, variando de 36% a 46% de umidade (BRASIL, 2001b). De acordo com a classificação do queijo em relação ao teor de umidade, Resolução nº 12 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, estabelece que os queijos de média umidade devem ser submetidos às análises microbiológicas de contagem de coliformes a 45°C de  $5 \times 10^3$  NMP/g, de *Staphylococcus coagulase positiva* (máximo de  $10^3$  UFC/g), pesquisa de *Salmonella* sp (ausência em 25g) e de *Listeria monocytogenes* (ausência em 25g) (BRASIL, 2001a).

### 2.2.3 Coagulação

O passo inicial na fabricação da maioria das variedades de queijo envolve a hidrólise enzimática de uma das proteínas do leite, a  $\kappa$ -caseína. A enzima envolvida é chamada de coalho. Durante a fase primária, a  $\kappa$ -caseína é clivada por coalho na ligação Phe105 – Met106, resultando em uma redução tanto da carga negativa líquida quanto da repulsão estérica, de tal forma que as micelas alteradas pelo coalho, tornam-se suscetíveis à agregação e, após uma fase de defasagem uma rede de gel tridimensional é formada. Historicamente, o coalho foi extraído do quarto estômago de bezerros jovens, mas hoje existem várias outras formas, incluindo a quimosina recombinante, que é produzida por vários organismos geneticamente modificados. A reação de coagulação envolve duas fases: a fase enzimática primária envolvendo a hidrólise da  $\kappa$ -caseína e a reação de agregação secundária que envolve a associação de micelas que têm a maioria de seus peptídeos de  $\beta$ -caseína hidrolisados por coalho.



A coagulação do leite pelo coalho é muito afetada pelas condições ao meio, como temperatura, pH e teor de cálcio, e por diferenças genéticas que afetam a composição geral do leite (GREGERSEN e LUCEY, 2015).

De acordo García et al. (2012), a coagulação do leite é um dos passos mais importantes no processo de fabricação do queijo, pois determina as propriedades finais do queijo. A diferença na degradação da matriz proteica como resultado dos agentes utilizados no processo de coagulação afeta as mudanças que ocorrem no rendimento, na textura do queijo (elasticidade, fragilidade, adesividade, dureza, gomosidade e mastigabilidade) e no desenvolvimento de sabores (especialmente gosto amargo), através da produção de peptídeos hidrofóbicos e da hidrólise de caseínas.

### **2.3 Defumação**

A defumação é um processo de aplicação, no alimento, da fumaça produzida pela combustão incompleta de algumas madeiras, ou outros materiais, objetiva conferir aroma, sabor e cor característicos e prolongar a vida útil. Geralmente fazem parte do processo a secagem inicial, a deposição da fumaça e a secagem adicional e/ou cozimento do produto (LIGBECK et al., 2015).

Segundo Vakh et al. (2017) o processo de defumação é amplamente utilizado para a produção e preservação de produtos cárneos. A mesma é capaz de penetrar as substâncias geradas, nos produtos de cárneos. Uma consequência desejada da defumação é a formação de substâncias fenólicas. Embora as substâncias fenólicas sejam importantes para as propriedades sensoriais dos produtos que passam por esse processo, elas podem causar efeitos tóxicos e carcinogênicos em humanos.

Até o processo mais simples de defumação, o produto será processado e colocado em câmaras pré-aquecidas com carvão ou lenha a eletricidade ou gás e a madeira é colocada no mesmo ambiente para a geração de fumaça. Após a deposição da fumaça diretamente no produto, o aquecimento completa o processo. É evidente que neste processo, o alimento fica exposto a todos os componentes da fumaça, tenham ou não estas, as funções desejadas (SIKORSKI, 2016).

Existem dois tipos de defumação a quente e a frio, que são diferenciadas pela temperatura empregada durante o processo. A defumação a frio é a mais indicada para queijos, pois a gordura do queijo ajuda a reter compostos aromáticos da fumaça e evita a deformação do mesmo, além de exercer a função de conferir sabor e odor agradáveis e estender a

durabilidade do produto. A defumação a frio ocorre a temperaturas entre 40 e 55°C e os produtos permanecem de duas a vinte e quatro horas. Já na defumação a quente, a temperatura atingida é de 60°C, durante noventa minutos e, depois passa a 100-120°C durante quatro a seis horas. As peças devem ser penduradas no defumador, mantendo-se certa distância entre elas, bem como da parede, a fim de garantir a circulação de fumaça e calor (EL-OBEID et al., 2018).

Produtos defumados de origem animal, tem a sua vida de prateleira aumentada, além de ajuda a atingir características sensoriais desejáveis. Defumar pelo método convencional é um processo de difícil controle e uma fonte significativa de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs). Atualmente, os aromas de origem da defumação constituem uma alternativa tecnológica mais segura aos métodos tradicionais. Dependendo de sua composição, alguns aromas da fumaça podem ajudar a melhorar a qualidade ou características sensoriais, enquanto outros contribuem para uma melhor qualidade higiênica (MARTÍNEZ et al., 2018).

De acordo com Schwet (2009), as propriedades dos compostos da fumaça podem ser divididas em hidrófilas e lipófilas, há diferentes formas de reagir com a carne. A umidade da superfície tem uma influência grande na deposição da fumaça. Por exemplo, a proporção de fenóis na superfície úmida pode ser 10 vezes maior que numa superfície seca. Os processos físicos de absorção e dissolução são decisivos na absorção de fumaça. Na defumação ocorrem reações químicas com proteínas, em particular os grupos  $-NH^2$  livres, que reagem com os componentes da fumaça produzindo uma reticulação e endurecimento do colágeno da tripa nos embutidos.

De acordo com a importância do efeito no alimento, os componentes químicos da fumaça podem ser agrupados em 4 grandes grupos: ácidos, fenólicos, carbonílicos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (ITAL, 2003).

- a) Ácidos - o componente principal no grupo dos ácidos é o ácido acético e os mesmos contribuem para a coagulação das proteínas, na superfície do produto. Somado ao efeito da secagem formam a retícula ou pele.
- b) Fenóis - os fenóis são responsáveis pelo aroma e sabor de defumados e possuem ação antioxidante e bacteriostática.
- c) Carbonilas - os compostos carbonílicos são importantes no desenvolvimento da cor característica, castanho dourada brilhante na superfície dos produtos defumados. A cor é conferida pela reação não enzimática, entre as carbonilas e os grupos aminas das proteínas.
- d) Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA) – o principal composto do grupo é o 3,4-benzopireno que tem ação cancerígena. As quantidades nos

alimentos variam desde traços não-quantificáveis a várias centenas de ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  do alimento). As quantidades geradas na fumaça dependem da tecnologia utilizada para gerá-la. Em um produto obtido por defumação tradicional 60 a 75 % de benzopirenos são encontrados na superfície (ITAL, 2003).

### ***2.3.1 Defumação de queijos***

A defumação como permite atribuir uma personalidade aos queijos, promovendo um aumento nos padrões sensoriais. O processo de defumação de queijos ocorre em faixa de 30 até 50 °C, diferentes de produtos cárneos. A boa defumação de um queijo está intimamente ligada com o uso da fumaça, além de padrões químicos e físicos (GUILLÉN et al., 2011)

De acordo Rehman et al. (2003), nos queijos o uso do processo de defumação é a modificação do sabor e aromas, implementando tecnologias já existentes. Na execução desse processo existem diversas reações promovidas pela queima do material para produção da fumaça. Mudança nos atributos como: tonalidade (caramelo), sabor (associado ao tipo de composto utilizado na combustão), perda de umidade, formação de compostos bactericidas e crosta do queijo.

### ***2.3.2 – Madeira para defumação de queijos***

Nesse processo tradicional e muitas vezes artesanal, o uso de material correto para a formação da fumaça da defumação, promove toda uma apreciação do produto. Geralmente selecionar preferencialmente serragem bem fina ou carvão secos oriundos de madeira com elevado teor de celulose, seleção de serragem oriunda de madeira não resinosas (madeiras resinosas e macias normalmente, como o pinus ou peroba mica afetam negativamente o resultado final principalmente na formação de sabores desagradáveis) ou ainda há aproveitamento de madeira que tenham sido pintadas ou envernizadas (SALDAÑA et al., 2018)

A utilização de madeiras de árvores frutíferas como macieiras, amendoeiras, pessegueiro, cítricas combinadas ou não com ervas aromáticas, sempre secas, para obtenção da serragem, é uma boa escolha. Cita-se por exemplo, a serragem da cerejeira que proporciona uma tonalidade rósea-dourada (SIKORSKI, 2016).

### ***2.3.3 – Ponto ideal de defumação dos queijos***

O efeito da defumação pode ser obtido pelo aspecto físico coloração (mais claro ou mais escuro, amarelo ouro ao caramelo escuro); fator este está diretamente relacionado com o tipo de madeiras e sua capacidade de pigmentação. Esta característica deve ser definido por meio de análises físicas (coordenadas para as cores  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ), químicas e físico-químicas (pH, acidez, determinação de compostos voláteis de baixo e alto peso molecular) (LIGBECK et al., 2015).

O período em que o queijo ira ser submetido a no defumador também é outra variável que deve ser estudada, correlacionando com a coloração final. Quanto maior o tempo de contato do queijo com a fumaça do defumador, maior será a impregnação dessa fumaça na crosta do produto, proporcionando um ponto final desejado (VAKH et al., 2017).

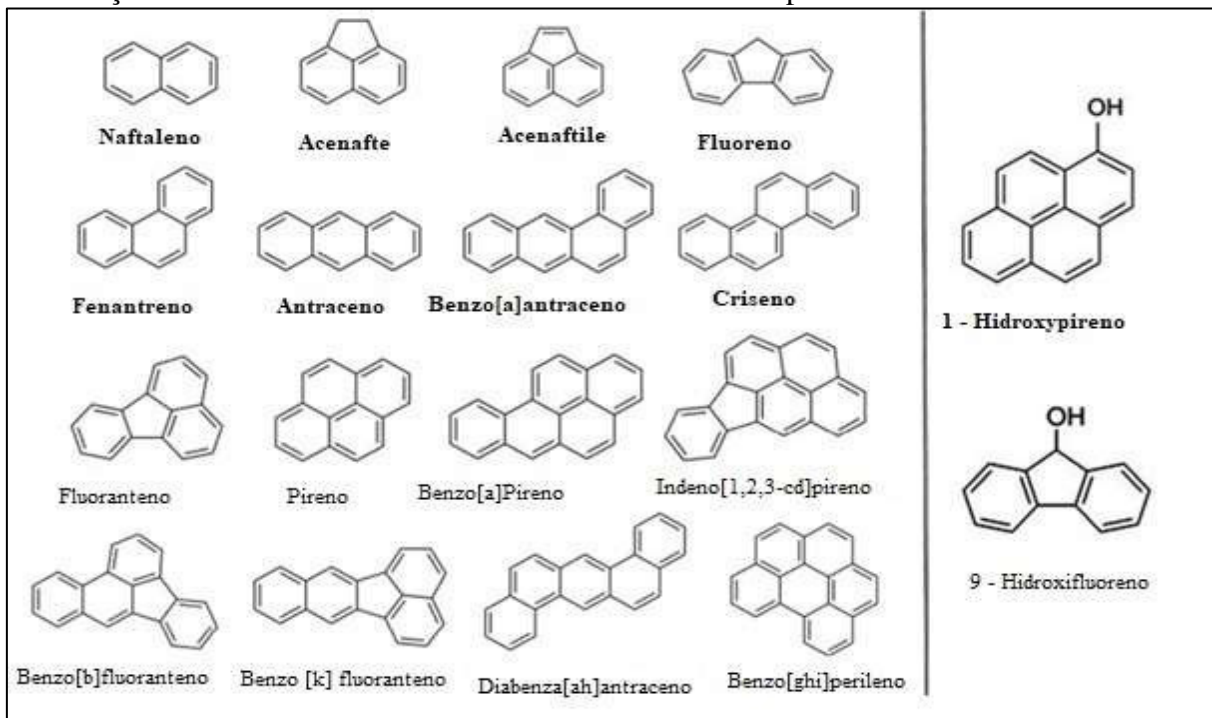
## 2.4 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

Como citado anteriormente uma consequência indesejada da defumação é a combustão e a pirólise incompletas da madeira, o que leva à possibilidade de gerar hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) que podem vir até efeito potencializador no desenvolvimento de um câncer. Esses grupos de agentes químicos demonstraram ser cancerígenos e mutagênicos. Os PAHs pesados contêm cinco ou mais anéis aromáticos fundidos e têm maior estabilidade e toxicidade que os HAP leves que contêm dois a quatro anéis aromáticos em sua estrutura química, o Benzo[a]pireno (BaP) é cancerígeno para os seres humanos (MALARUT et al., 2017).

Os HPAs podem está presente no ambiente como produto da combustão incompleta de combustíveis fósseis (pirolíticos). Os HPAs são preocupantes, pois os metabólitos de alguns dos HPAs de alto peso molecular, como o benzo (a) pireno, são potentes carcinogênicos para animais e humanos. Além disso, os HPAs que possuem apenas 2 anéis aromáticos são mais leves, apresentando grande capacidade de difusão no organismo (WEBTER et al., 2018; PATEL et al., 2018).

Na **Figura 02** é possível observar a estrutura química de alguns HPAs, além de ser possível observar a estrutura apolar dos compostos.

**Figura 02** – Estruturas químicas de 16 HPAs considerados poluentes prioritários pela Agência de Proteção Ambiental - EPA e metabólicos hidroxilados do pireno e fluoranteno.



Fonte: Driskill et al. (2018).

Os HPAs podem ser encontrados em diferentes ambientes, nas quais os seres humanos podem entrar em contato diretamente com esses compostos, na **Tabela 02** é possível observar a concentração desses compostos no ambiente e a sua taxa de absorção pelo homem.

**Tabela 02** – Conteúdo de HPAs em alguns ambientes e sua taxa de absorção.

Fonte de HPAs	Contato ( $\mu\text{g dia}^{-1}$ )	Absorção (%)
<b>Alimentos</b>	3	96,2
<b>Ar</b>	0,05	1,6
<b>Água</b>	0,006	0,2
<b>Solo</b>	0,06	1,9

Fonte: Paris et al., (2018).

#### 2.4.1 Benzo[a]pireno

Dos mais diversos HPAs é possível destacar o benzo[a]pireno que é o único composto classificado pela Agência Internacional de Pesquisa Sobre o Câncer AIPC, como carcinógeno reconhecido (grupo 1), para humanos e é rotineiramente empregado como um

representante desse grupo, devido à sua capacidade, além de prevalência em correlação com outros HPAs (SPECIALE et al., 2018).

O benzo[a]pireno (BaP) é um hidrocarboneto aromático policíclico (HPAs) que é formado como resultado da combustão incompleta de produtos orgânicos. É definido como composto quimicamente estável contendo dois ou mais anéis aromáticos consistindo de átomos de carbono e hidrogênio. O benzo[a]pireno é geralmente encontrado em outros HPAs na fumaça de cigarro, veículo, óleo, combustível, carvão, processamento de gás natural e como subproduto de muitos processos industriais. Os alimentos podem ser contaminados com esses compostos principalmente durante processo de cozimento, como grelhar, assar e defumar. A formação de BaP e a sua interação com o DNA no corpo humano, pode interromper o processo de replicação do DNA, sendo associado ao aumento do risco de vários tipos de câncer, pela ingestão de alimentos contaminados (PARK et al., 2017).

Segundo Ledesma et al. (2015), o teor máximo admissível de BaP na carne defumada e nos produtos à base de carne defumada é de 2,0 µg/Kg em base úmida. Já a soma de todos os HPA's pode ser de até de 12 µg/Kg em base úmida. Levando-se em consideração a tecnologia para o processamento, o produtor de alimentos deve estar ciente das condições sob as quais são gerados níveis mais altos de HAP e, sempre que possível, deve controlar essas condições para minimizar sua formação, durante o processo de defumação.

## 2.5 Café

A planta de café é originada da Etiópia, centro da África. Os manuscritos mais antigos datam de 575 no Yêmen, onde era consumido como fruto **in natura**. Somente no século XVI, na Pérsia, os primeiros grãos de café foram torrados para se transformar na bebida que hoje conhecemos (MUEANMAS et al., 2017).

O café chegou ao norte do Brasil, em Belém, por volta de 1727. Nesta época o café já possuía grande valor comercial. O cultivo do café se espalhou rapidamente, devido às condições climáticas e décadas mais tarde tiveram início as primeiras exportações. O café é uma das bebidas mais consumidas e apreciadas em todo mundo, e possui importante papel no setor econômico. A cafeicultura é uma atividade tradicional da economia brasileira e de grande inserção no mercado externo. Atualmente o Brasil consolida a posição de maior produtor e exportador mundial de café em grãos, sendo responsável por 30% do mercado internacional de café. O consumo brasileiro em 2009 foi de 18 milhões de sacas, com um crescimento de 4% quando comparado ao mesmo período em 2008 (ABIC, 2010).

Segundo dados da Embrapa Café, 2010, a produção brasileira de café é a maior do mundo, respondendo por mais de um terço de toda a produção mundial. Está descrita a exportação brasileira de café até o ano de 2016, observando a receita arrecadada em mil US\$ por saca.

### ***2.5.1 Composição do café***

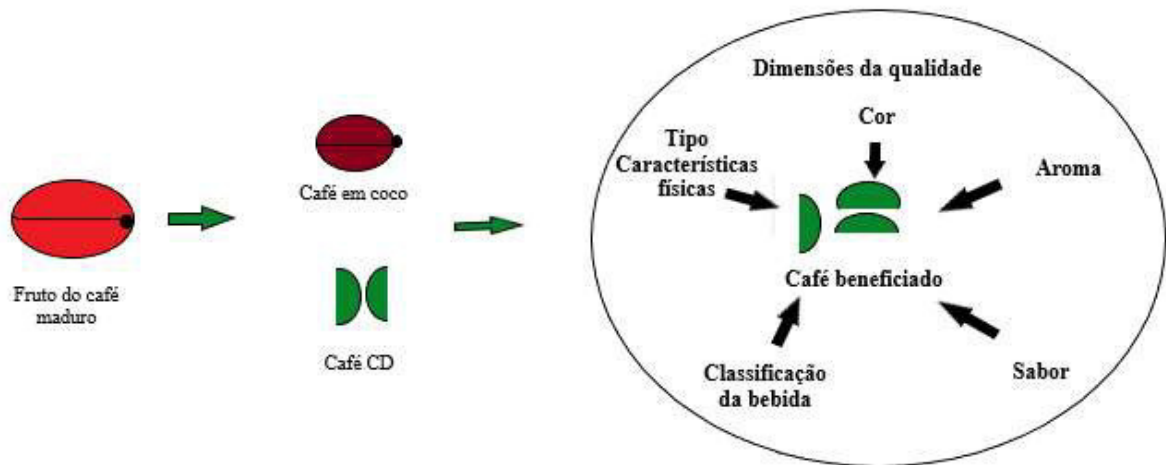
A composição química do café verde depende das condições ambientais, das práticas culturais, da época de colheita, do clima, do solo e principalmente de sua origem genética. O café possui mais de 700 componentes, incluindo alcalóides como a cafeína, minerais, ácidos clorogênicos, carboidratos e aminoácidos. O café é composto basicamente por carboidratos, sacarose, polissacarídeos, lipídios, trigonelina, e ácidos clorogênicos (ATES e ELMACI, 2018).

Segundo Monteiro e Trugo (2005) a composição química do grão de café verde está varia entre as principais espécies café Arábica e Robusta. Valores como polissacarídeos podem chegar 44g (100g de café verde) no café Arábica e 48g no café Robusta. Em relação ao teor de cafeína quase 1g de diferença entre as duas espécies de café. Café Robusta, apresenta quantidade de compostos fenólicos, superior ao café Arábica.

### ***2.5.2 Processamento do café***

Independentemente do método de preparo da bebida, a qualidade da mesma está associada à matéria prima empregada. Para a indústria de torrefação e de café solúvel, a matéria prima é o grão de café beneficiado, também denominado café cru, ou “grãos de café verde” no comércio exterior. Para obtenção do café beneficiado (**FIGURA 03**), parte-se da colheita do fruto de café maduro, que ao ser preparado por via seca, obtém o café em coco, ou se por via úmida, gera o café descascado (SILVA,2012).

**Figura 03** – Ciclos da obtenção do grão de café beneficiado (grão cru).



**Fonte:** SILVA, (2012). CD – Cereja descascada.

Os grãos ao serem secos, beneficiados, armazenados, industrializados chegam à mesa do consumidor como café torrado em grãos ou moído, ou ainda, como café solúvel em pó ou granulado.

Os processos de limpeza e seleção podem ser feitos manualmente ou eletronicamente. Nas condições brasileiras, as operações de pós-colheita do café compreendem a separação das impurezas por vibração ou por imersão em água, separação dos frutos em diversas fases de maturação e eliminação da casca. O café descascado, normalmente do tipo cereja, é obtido após eliminação da casca, o café despulpado é resultante da mucilagem química e o café desmucilado se obtém quando ocorre a separação mecânica. Após a limpeza o café é armazenado em silos de acordo com a sua procedência e qualidade (CAPORASO et al., 2018).

### 2.5.2.1 Torrefação

O café verde não contém o aroma característico do café torrado, e a bebida de seus grãos é amarga e desagradável ao paladar. A torrefação é um complexo pirolítico que amplia a complexidade química do café. No interior do torrador, os grãos de café, em contato com o ar quente, são torrados uniformemente até atingirem o ponto exato de torra requerido para a qualidade de café (LEE et al., 2017).

O processo de torrefação industrial pode ser dividido em três etapas consecutivas: secagem, torrefação e resfriamento. a) Secagem e caracterizada pela liberação de água e de alguns compostos importantes para o aroma do café. É uma etapa lenta e responsável por aproximadamente metade do tempo total do processo. Nesta etapa do processo o grão é



aquecido até 100°C. b) Torrefação nesta etapa toda água é evaporada, e a temperatura do café é elevada até a temperatura de pirólise, aproximadamente 180°C. A pirólise é a torrefação propriamente dita e nesse estágio ocorre o desenvolvimento de aroma além do sabor. A pirólise é uma reação química na qual ocorrem degradação e síntese de compostos simultaneamente, acompanhada da liberação de grande quantidade de gás carbônico (COLZI et al., 2017).

De acordo com França et al. (2002) grande parte dessas reações estão associada a reação de Maillard e a degradação de Strecker, com a formação de moléculas de baixo peso molecular associadas ao aroma.

#### *2.5.2.2 Moagem*

O moinho irá transformar o café torrado em pó homogêneo, com uma granulometria que para o café solúvel deve estar em uma faixa de 2 a 4 mm. Durante o processo de moagem, a maior parte de gás carbônico produzido durante a torrefação é liberada e protege o produto contra a ação do oxigênio, inclusive durante o armazenamento do café moído. A moagem define a forma de preparo. As moagens mais finas desprendem componentes solúveis mais rapidamente, originando bebidas mais fortes em relação à moagem mais grosseira (KANG et al., 2017).

#### *2.5.3 Transformações do café durante o processamento*

Citando Caporaso et al. (2018) durante a torrefação do café ocorrem alterações tanto físicas quanto químicas no grão. Fisicamente ocorrem modificações na forma, cor e tamanho. Quimicamente, ocorre a formação de componentes do aroma pela pirólise de compostos solúveis em água, como açúcares, aminoácidos e trigonelina. Não há alteração significativa da fração lipídica dos grãos, a qual protege os componentes do aroma de degradação à medida que a torrefação é realizada.

Durante o processamento do café a reação de Maillard (escurecimento não-enzimático) é dos principais fenômenos que permitem o desenvolvimento de compostos aromáticos e pigmentos. O conjunto de reações químicas que caracterizam essa reação, ocorrem entre açúcares redutores, principalmente D-glicose e um aminoácido livre ou um grupo amino livre de um aminoácido que é parte de uma cadeia proteica (CALDERÓN et al., 2016).

O grupamento aldeído do açúcar redutor reage reversivelmente com amina para produzir glicosilamina, no caso da D-glicose, por exemplo. A glicosilamina, por sua vez, sofre uma reação denominada rearranjo de Amadori resultando, no caso da D – glicose, num derivado de 1-amino-1-deoxi-D-frutose. A reação continua, especialmente em pH 5 ou menor, resultando em um intermediário que desidrata. Eventualmente um derivado de furano é formado. Se for originado de uma hexose forma-se o 5-hidroximetil-2-furaldeído (HMF). Sob condições menos ácidas (pH > 5), os compostos cíclicos reativos polimerizam rapidamente formando compostos de coloração escura, que são compostos insolúveis contendo nitrogênio esses compostos escuros são responsáveis pela cor do café torrado (FENNEMA, 1997).

Uma das consequências do beneficiamento do café é a produção de diversos resíduos com potencial multivariado, em vários campos da ciência e tecnologia (DURÁN et al., 2017).

#### ***2.5.4 Borra de café***

O café é o segundo maior produto comercializado depois do petróleo. Sua produção, processamento e consumo geram enorme quantidade de resíduos. A borra do café atrai cada vez mais, interesse devido algumas razões. A mesma contém grande número de compostos orgânicos (mais de 1000 componentes individuais) que podem ser classificados em carboidratos, proteínas, lipídios, minerais, compostos nitrogenados e fenólicos não-proteicos, além de poder ser considerada como ingrediente funcional potencial para a indústria de alimentos. A cafeína, os álcoois diterpênicos cafestol e kahweol e os polifenóis com ácido clorogênico como principais representantes são de especial atenção devido aos seus efeitos fisiológicos. Sua granulometria permite a remoção rápida das respectivas substâncias da matriz por um solvente conveniente. Eles são resíduos principalmente da produção de café instantâneo facilmente disponível em grande, quantidade de 6 milhões de toneladas por ano e um baixo preço (PESHEV et al., 2018).

A avaliação estatística revela que cerca de 50% do café produzido em todo o mundo é usado para beber. Durante a transformação do café em grãos, as etapas de processamento e utilização geram grandes quantidades de resíduos, como café, cascas e grãos de café usados. Em torno de 650 kg de grãos de café usados na produção de bebidas é obtido do processamento de 1 tonelada de grãos de café verde. Além disso, durante a preparação de 1 kg de café solúvel, obtêm-se aproximadamente 2 kg de borra de café. Nesse contexto o uso da borra de café pode

ser um recurso não comestível, que não entra na cadeia alimentar impedido o aumento do custo do material (KARMEE, 2018).

De acordo com Ballesteros et al. (2018), os principais resíduos sólidos de café são obtidos durante o processo de preparação do café solúvel, em grande escala. Na última década, a reutilização da borra, tem atraído grande atenção, esse material rico em polissacarídeos e compostos fenólicos, além de propriedades que permitem sua reutilização em diferentes áreas industriais, incluindo a de alimentos, a farmacêutica e a de cosmética. Os polissacarídeos da borra demonstraram ter propriedades funcionais como atividades antioxidantes e antimicrobianas, além de apresentar termoestabilidade. Os principais polissacarídeos encontrados são galactomananas, material usado como estabilizador e emulsões em diferentes áreas, e arabinogalactanos, que também são usados em alimentos devido à sua capacidade de reter água, formando baixa viscosidade de emulsões. Na **Tabela 03** é possível observar a composição dos polissacarídeos na borra do café tratados com agentes alcalinos.

**Tabela 03** – Composição de polissacarídeos da borra do café obtido por pré-tratamento alcalino (PA).

<b>Componentes</b>	<b>Tratamento alcalino</b>
<b>Teor total de polissacarídeos (g / 100g liofilizado)</b>	39 ± 0,19
<b>Arabinose (% mol)</b>	19,93 ± 1,74
<b>Manose (% mol)</b>	4,43 ± 0,16
<b>Galactose (% mol)</b>	60,27 ± 0,51
<b>Glucose (% mol)</b>	15,37 ± 0,93
<b>Compostos fenólicos (mg AG/g liofilizado)</b>	230,14 ± 1,43
<b>Umidade</b>	15,50 ± 1,50

Fonte: Ballesteros et al. (2018).

A borra é o resíduo sólido gerado após a extração dos compostos solúveis do café torrado, como a que ocorre durante a preparação da bebida, e é utilizada na fabricação do café solúvel. O grão de café após a sua torrefação é moído e passa por uma etapa de extração com água quente pressurizada (175 °C), e posteriormente é realizada uma etapa de concentração e secagem até se obter o produto desejado. Uma tonelada de café cru libera, em média, 480 kg de borra, assumindo-se as perdas na torrefação e eficiência na extração de 20 % e 40 %,

respectivamente. Assim, a borra torna-se um resíduo equivalente a aproximadamente 50 % do café torrado na indústria do café solúvel (MUSSATO et al., 2011).

A demanda por café solúvel tem crescido nos últimos anos, estimando-se que cerca de 52% do consumo mundial de café em 2015 tenha sido na forma de solúvel. Acompanhando o aumento na produção de café solúvel, está o crescente interesse no aproveitamento de seus resíduos industriais que, se descarregados diretamente no meio ambiente, constituem um problema ambiental. Com isso, torna-se necessário o aproveitamento desse resíduo que se torna cada vez maior, além de aplicar tecnologias que possam favorecer outros processos, como a defumação (PUJOL et al., 2013).

### 3 METODOLOGIA

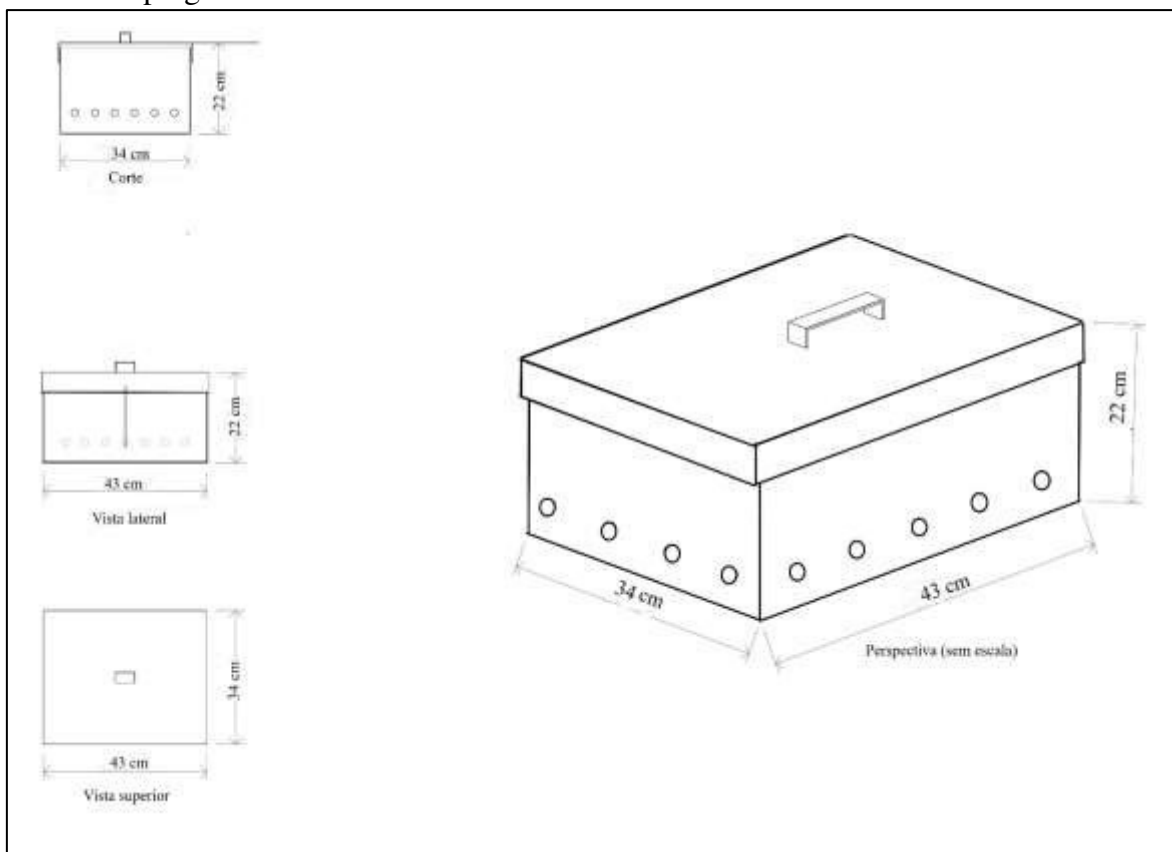
#### 3.1 Material

O leite para produção do queijo de Coalho foi adquirido no comércio local do município de Mombaça-CE. A borra de café foi obtida após o preparo da bebida (Santa Clara / 3 Corações). O sal e o coagulante (HA-LA) ambos obtidos no comércio local da referida cidade.

O processamento do queijo de Coalho foi realizado com apoio da estrutura do Laboratório de Processamento em Alimentos da EEEP Professor Plácido Aderaldo Castelo, o qual ofertou todos equipamentos e utensílios (mesa e prensa de queijo em aço inoxidável, formas para o queijo em polietileno e seladora a vácuo da marca Cetro, modelo DZ400T) necessário para elaboração do produto objeto do estudo.

O processo de defumação foi executado em equipamento artesanal em alumínio, com dimensões (22cm x 34 cm x 43 cm), capacidade suficiente para defumação de duas amostras de queijo, com peso médio de 450 g (FIGURA 04).

**Figura 04** – Defumador portátil utilizado no processo de defumação das amostras de queijo de Coalho empregando borra de café.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 3.2 Métodos

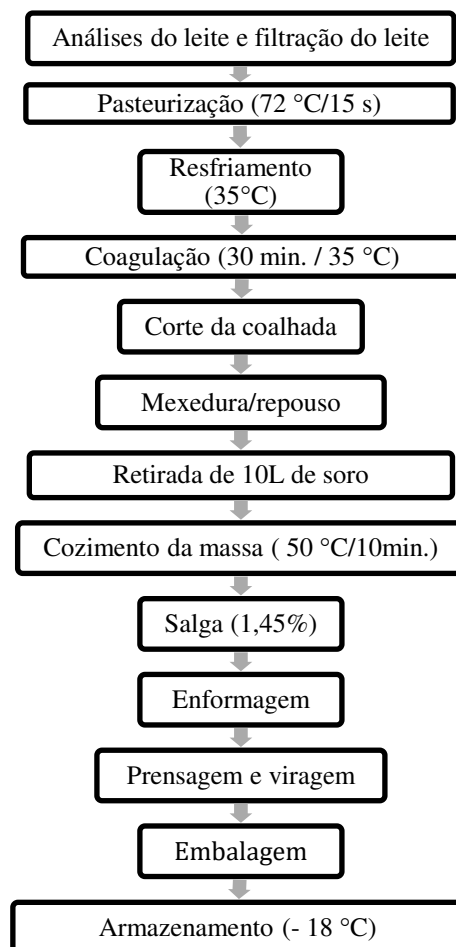
### 3.2.1 Análise da qualidade do leite

As análises físico-químicas realizadas para avaliação das características de qualidade do leite foram: teste de estabilidade (alizarol), densidade relativa a 15°C (g/mL), teor de gordura pelo método de Gerber, acidez °Dornic e pH. Todas as análises seguiram os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### 3.2.2 Elaboração do queijo de Coalho

O processamento das amostras de queijo de Coalho seguiu a metodologia proposta por Laguna e Egito (2008) e Cavalcante et al. (2007), conforme o fluxograma apresentado na (FIGURA 5).

**Figura 05** – Fluxograma de produção de queijo de Coalho.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Do leite (60 L) obtido, 1,5 L foi submetido às análises de qualidade. Em seguida, o restante foi filtrado em malha própria para o processo, objetivando-se a retirada de impurezas sólidas. Após a homogeneização, o leite foi dividido em dois recipientes, cada um recebe uma quantidade de aproximadamente 29,2 L e procedeu-se o processo de pasteurização rápida (72 °C – 75 °C durante 15 s).

Após o resfriamento do leite (35 °C), foi adicionado o coalho líquido diluído conforme as instruções do fabricante. Em sequência, ocorreu a coagulação em aproximadamente 30 minutos, quando foi observado o ponto de corte da coalhada

O corte da coalhada foi procedido logo depois, por meio de cortes horizontais e verticais, com uso de utensílio em aço inoxidável. A “mexedura” foi realizada três vezes, com duração de cinco minutos e intervalo de mais cinco minutos, afim de formar um grânulo mais coeso e definido. O soro desprendido durante o processo de agitação foi retirado e submetido a aquecimento (80°C) para a etapa de cozimento da massa.

O soro aquecido foi adicionado à massa do queijo, onde a temperatura foi monitorada com termômetro (NPMT Nagano, Faixa de temperatura – 50 °C à 900 °C), para não ultrapassar 50°C, recomendada por Laguna e Egito (2008), o que contribui para obtenção de queijo com textura firme. Após o cozimento, a consistência da coalhada deve ser elástica e capaz de liberar soro.

A salga foi realizada na massa com sal (145g/10 L) adicionado a três litros de soro, em forma solução. Posteriormente, a massa do queijo salgada foi acondicionada em forma de polietileno, previamente higienizadas e sanitizadas, com solução de hipoclorito de sódio (200 ppm v/v). Cada forma, recebeu em média 600 g de massa de queijo, sendo que todas as formas foram dispostas em prensa de aço inoxidável. A viragem e remoção de aparas do queijo foi feita após quatro horas de prensagem.

Os queijos foram retirados da prensa após oito horas, quando as aparas foram removidas novamente e o peso do produto final mensurado. Os queijos, com peso médio de 450 g foram acondicionados em embalagens plásticas sob efeito de vácuo. O armazenamento das amostras ocorreu sob congelamento em freezer (-18 °C ± 2 °C), até as etapas seguintes do experimento.

### ***3.2.3 Planejamento experimental para o processo de defumação dos queijos de Coalho.***

O processo de defumação foi realizado utilizando Delineamento Composto Central (DCC) com duas variáveis independentes, em 2 níveis (2<sup>2</sup>) e um ponto central, totalizando 5

experimentos, mais uma amostra sem tratamento de defumação (Branco) (RODRIGUES e LEMMA, 2014; CALADO, MONTGOMERY, 2003)

O DCC tem a finalidade de validar o efeito da defumação, conforme o modelo de experimento adotado na produção de biscoitos tipo cookie por Moraes et al. (2010).

A faixa dos valores adotados, para as variáveis independentes (TABELA 04) foi estabelecida de acordo com experimentações previamente realizadas, nos quais variaram o tempo de exposição do queijo (X1) e concentração da borra de café (X2) por se tratar de um equipamento de defumação em escala menor e um produto não comumente usado para geração de fumaça.

**Tabela 04** – Níveis das variáveis independentes a serem aplicadas no processo de defumação do queijo de Coalho com borra de café.

Variáveis independentes	Níveis		
	- 1	0	+ 1
<b>Tempo de contato da fumaça (min.) – X1</b>	10	15	20
<b>Borra de café (g) – X2</b>	15	22,5	30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os parâmetros definidos, os queijos de Coalho foram submetidos aos processos de defumação, conforme o planejamento Delineamento Composto, com os valores codificados e decodificados (TABELA 05) procedeu rodadas de defumação, respeitando os termos estabelecidos.

**Tabela 05** – Valores codificados para as variáveis independentes.

Experimentos	Valores codificados		Valores decodificados	
	Tempo	Borra de café	Tempo (Min)	Borra de café
<b>T1</b>	- 1	- 1	10	15
<b>T2</b>	+ 1	- 1	20	15
<b>T3</b>	- 1	+ 1	10	30
<b>T4</b>	+ 1	+ 1	20	30
<b>T5 (C)</b>	0	0	15	22,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

As amostras armazenadas em freezer (- 18 °C ± 2 °C) foram descongelados sob temperatura ambiente (25°C), por 6 horas, controle, qual não foi submetido ao processo de



defumação. Cada processo de defumação foi realizado em dois queijos de 450 g, para cada tratamento exceção Branco).

O carvão vegetal foi aquecido em chama direta, até atingir 500 °C, ou, superior, foi colocado no defumador e adicionado de diferentes quantidades de borra do café. Os queijos foram dispostos na câmara superior, sendo o tempo cronometrado após o desprendimento da fumaça. A temperatura superficial do exterior do defumador foi de no máximo 28 °C e a interna de 32 °C – 36 °C.

Após o processo de defumação, os queijos foram acondicionados em embalagens, sob vácuo e armazenados em freezer (- 18 °C ± 2 °C). A borra de café antes de ser utilizada na formação da fumaça, foi previamente seca em estufa a 70 °C, 12 horas, por apresentar alto teor de umidade (64,17% ± 0,2), atingindo umidade de 11%, esse processo permitiu uma boa formação de fumaça de maneira contínua, durante do procedimento para cada experimento fatorial e ponto central.

### ***3.2.4 – Análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de Coalho defumados***

As análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de Coalho defumados foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. As análises de cor ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ),  $A_w$  (atividade de água) e umidade foram executadas no Laboratório de Controle de Qualidade e Secagem. As determinações de gordura, pH, acidez, cloretos e cinzas foram realizadas no Laboratório de Laticínios, proteínas no Laboratório de Cereais. A determinação de Benzo[a]pireno foi procedida no Laboratório de Tecnologia Química do IFCE Campus Fortaleza.

#### ***3.2.4.1 Umidade***

Foi determinada por meio de balança de precisão da marca Marte modelo ID50, com sensibilidade de 0,001g que utiliza como padrão o especificado pela AOAC, 105 °C/30 min. O ponto final é avisado por meio de sinal sonoro e a umidade expressa em porcentagem.

#### ***3.2.4.2 Atividade de água ( $A_a$ )***

A determinação da atividade de água foi realizada utilizando equipamento mensurador de atividade de água, modelo AQUALab 4TEV 25 °C, conforme indicações do fabricante. Colocou-se em torno de 2 g de amostra em capsula, logo após, travou-se a tampa superior do equipamento.

#### *3.2.4.3 Análise instrumental de cor ( $a^*$ , $b^*$ e $L^*$ )*

A cor das amostras foi determinada pela média das leituras efetuadas no leitor colorímetro Konica Minolta para as amostras de queijo. Utilizando o sistema de leitura dos parâmetros, CIEL  $a^*$   $b^*$ , proposto pela Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) em 1971. As coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram avaliados usando colorímetro Konica Minolta Spectrophotometer modelo CR410, onde  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco) e  $a^*$  e  $b^*$  são responsáveis pela cromaticidade (+  $a^*$  vermelho e -  $a^*$  verde, +  $b^*$  amarelo e -  $b^*$  azul). Os valores apresentados pelo colorímetro foram anotados diretamente, sendo realizadas leituras em triplicata.

#### *3.2.4.3 Gordura, pH, Acidez, cinzas e cloretos*

Análise do teor de gordura foi realizada pelo método de Gerber usando butirômetro para queijo. O pH foi mensurado pela leitura direta de 50 g da amostra diluída em 100 ml de água destilada, em pHmetro previamente calibrado. O resultado Acidez foi expresso em (gramas de ácido láctico por 100g de queijo). A análise de cinzas foi executada pela incineração do material em murfla a 550 °C. Após a determinação de cinzas foi utilizado as cinzas para determinação de cloretos (IAL, 2008).

#### *3.2.4.4 Proteínas*

O método utilizado foi o micro-Kjedahl, sendo pesado 0,1 g da amostra para digestão com uso de mistura catalítica, seguido de titulação (IAL, 2008).

#### *3.2.4.5 Determinação de benzo[a]pireno em queijo Coalho defumado com borra de café.*

Para determinação do benzo[a]pireno, adotou-se a metodologia proposta por Aydinol e Ozcan (2013), na qual 5 g de queijo moído (partes internas e externas) foram

colocados em um becker e diluídas a 185 mL com solução alcoólica (75 mL metanol: 50 mL etanol: 40 mL água destilada e 20 mL KOH 47%). A amostra foi aquecida por uma hora sob refluxo e agitação magnética. Após o aquecimento o frasco foi resfriado e o conteúdo imerso em 20 mL de água destilada e 50 mL de hexano. O benzo[a]pireno foi separado usando funil de separação e o extrato foi lavado com 3 porções de 50 mL de hexano. A fração hexânica (aprox. 200 mL) foi posteriormente lavada com uma solução etanol-água (1:1 v/v) para eliminação da fração não saponificável. Finalmente o hexano foi removido em evaporador rotativo a 40°C até obtenção de um volume final de 5 mL da amostra para posterior injeção no HPLC. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### *3.2.4.6 Procedimento analítico para determinação de benzo[a]pireno em queijo de Coalho defumado com borra de café.*

Para a análise por cromatografia, 2 mL da amostra foram percolados em cartuchos de sílica (C18 SPE cartridge) previamente lavados com diclorometano, secos a vácuo e condicionados com hexano. O benzo(a)pireno foi diluído (1 gota/s) com 16 mL de uma mistura hexano/diclorometano (70:30 v/v). Os primeiros 8 mL foram descartados e o restante foi concentrado em atmosfera de N<sub>2</sub> e diluído até 1 mL com acetona antes da injeção. A separação cromatográfica foi realizada em HPLC Varian ProStar Polaris utilizando uma coluna ODS Hipersyl C18 (25 cm x 4,6 mm x 5 µm), comprimento de onda de 360 nm e o volume de injeção de 40 µL. A fase móvel utilizada foi composta por acetonitrila/água na vazão de 0,75 mL/min, segundo o gradiente: 60%/40% por 7 min, 80%/20% até 20 min, 100% de acetonitrila até 25 min onde permanece por mais 5 min. A quantificação do benzo(a)pireno foi realizada a partir do método do padrão externo usando padrão analítico T011/IP-6A Aldehyde/Ketone-DNPH Mix da Supelco®.

#### **3.2.5 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas nas amostras dos queijos de Coalho defumado com borra de café, garantindo a segurança alimentar dos provadores. Elas foram determinadas de acordo com a Resolução RDC nº12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), seguindo os protocolos recomendados pelo Bacteriological Analytical Manual – BAM da Food and Drug Administration – FDA. Foram realizadas contagem de

coliformes a 45°C, pela técnica de NMP/g e de *Staphylococcus coagulase* positiva em meio Baird Parker e pesquisa de *Salmonella sp.* em 25 g.

### 3.2.6 Análise sensorial

A análise sensorial das formulações selecionadas de acordo com as respostas geradas pelo planejamento estatístico, em função das propriedades físicas, químicas e físico-químicas de queijo de Coalho defumado com borra de café. Os testes foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC). Participaram dos testes 84 provadores voluntários não treinados. O recrutamento dos provadores foi realizado com auxílio de cartazes afixados e abordagem direta nas dependências do Departamento de Tecnologia de Alimentos. Foram abordadas pessoas do sexo feminino e masculino e com faixa etária entre 18 a 60 anos.

Os participantes com intolerância a lactose ou alergia a proteína do leite ou a outro componente do queijo (leite bovino, enzimas coagulantes, cloreto de sódio) não participaram dos testes. Caso provador/julgador desenvolvesse qualquer reação ou sintoma relacionado à ingestão do produto oferecido nessa análise sensorial, seria levado imediatamente para o posto de saúde Bela Vista, localizado na rua Chile, n.º 771, bairro Pici, Fortaleza, Ceará, CEP 60.440-587, ou outro hospital de sua preferência, sendo acompanhado pelo responsável dessa pesquisa até que fosse liberado do atendimento médico.

O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e a ficha de avaliação de perfil dos provadores (faixa etária, sexo, grau de gostar e a frequência de consumo de produtos lácteos, produtos defumados, queijo Coalho e o grau de gostar) foram entregues aos potenciais consumidores (APÊNDICE A e B). As amostras foram servidas à temperatura ambiente, em forma de cubos de 1 a 2 cm<sup>3</sup>, codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas em ordem balanceada segundo MacFie et al. (1989).

A aceitação por atributos (cor, aparência, aroma, sabor, sabor residual, textura, Aparência Global) foi realizada, utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 – gostei muitíssimo; 5 – nem gostei, nem desgostei; 1 – desgostei muitíssimo). A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) foram aplicados para comparação das médias de aceitação (PERYAM; PILGRIM, 1957).

O aroma de defumado e a cor ideal foram avaliadas pela escala estruturada do ideal (- 4: extremamente menos forte que o ideal; 0: ideal; +4: extremamente mais forte que o ideal). O teste de ordenação-preferência foi aplicado para verificar a preferência dos provadores em

relação às amostras analisadas, os provadores/julgadores foram solicitados a ordenar as três amostras em ordem decrescente de sua preferência. Os dados foram avaliados pelo teste de Friedman, usando-se a tabela de Newell e Mac Farlane ao nível de 5% de significância, além de observar a diferença mínima significativa entre valores de ordenação dos tratamentos (NEWELL; MAC FARLANE, 1987; DUTCOSKY, 2011; STONE; SIDEL, 1993).

O teste de atitude de compra foi incluído na ficha de avaliação sensorial, utilizando-se uma escala de cinco pontos (5 – certamente compraria, 1 – certamente não compraria). Os dados foram apresentados na forma de gráfico de colunas demonstrando a frequência das notas frequência.

### ***3.2.7 Análise estatística***

Os resultados das análises físico-químicas, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar a significância estatística e análise de superfície de resposta para a otimização do experimento. As médias foram submetidas ao teste de comparação de médias Tukey a nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ) e 10% ( $p \leq 0,01$ ) de significância. Todos os dados foram tratados com o Statística 7.0 (STATSOFT, 2007).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características da qualidade do leite

Os parâmetros físico-químicos analisados (TABELA 6) mostraram que o leite estava dentro da faixa padrão de acidez exigida pela legislação, sendo considerado de boa qualidade para o processamento do queijo de Coalho. Em relação ao teor de gordura, o leite utilizado apresentou valor médio de  $3,03 \pm 0,001$  (BRASIL, 2011).

**Tabela 06** – Avaliação da qualidade do leite cru resfriado usado para produção do queijo de Coalho.

Parâmetro	Média e desvio padrão	Padrão exigido
Densidade a 15°C (g/ml)	1,031±0,001	1,028 a 1,034
Acidez (°D)	17,3±0,47	14° – 18°
Alizarol	Estável	Estável
Gordura (%)	3,03±0,04	> 0,5
pH	7,47±0,100	-
Extrato seco total (%)	11,6	-
Extrato seco desengordurado (%)	8,6	Mín. 8,4%

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.2 Características físico-químicas para os queijos de Coalho defumados com borra de café

#### 4.2.1 pH

Os valores para o pH das amostras de queijo de Coalho defumado com borra de café e da amostra controle ficaram na faixa de  $6,59 \pm 0,14$  a  $6,91 \pm 0,03$  (valores médios), valores de pH alto está em concordância com o valor de pH do leite usado para o processamento (TABELA 07). O pH interfere na conservação de queijos, pH próximo ao neutro, como o do queijo de Coalho, torna o queijo susceptível ao desenvolvimento microbiano.

O pH pode influenciar nas características sensoriais dos queijos, principalmente com relação a sua textura, na qual a atividade microbiana contínua promove produção de ácido láctico e desmineralização dos queijos frescos com elevado teor de umidade, tornando-os moles (SOUSA et al., 2014; MACHADO et al., 2011).

**Tabela 07** – Características físico-químicas das amostras de queijo de Coalho defumados e não defumados com diferentes quantidades de borra

Parâmetro	Tratamentos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>pH</b>	6,59 ± 0,14 <sup>b</sup>	6,83 ± 0,03 <sup>b</sup>	6,90 ± 0,01 <sup>ab</sup>	6,90 ± 0,04 <sup>ab</sup>	6,59 ± 0,24 <sup>b</sup>	6,91 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>Umidade (%)</b>	38,76±2,29 <sup>ab</sup>	42,1±2,21 <sup>a</sup>	35,38±2,22 <sup>b</sup>	38,37±1,23 <sup>ab</sup>	36,13±1,04 <sup>b</sup>	36,72±0,46 <sup>b</sup>
<b>Aa</b>	0,973 ± 0,0008 <sup>c</sup>	0,984 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,975 ± 0,002 <sup>bc</sup>	0,978 ± 0,001 <sup>bc</sup>	0,966 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,977 ± 0,001 <sup>bc</sup>
<b>Proteína (%)</b>	28,88 ± 1,22 <sup>a</sup>	20,39 ± 1,53 <sup>bc</sup>	20,93 ± 1,89 <sup>bc</sup>	21,6 ± 1,73 <sup>bc</sup>	19,92 ± 0,67 <sup>c</sup>	23,94 ± 1,21 <sup>b</sup>
<b>Gordura (%)</b>	21,33 ± 1,15 <sup>a</sup>	23,67 ± 0,58 <sup>a</sup>	21,67 ± 2,08 <sup>a</sup>	20,67 ± 1,53 <sup>a</sup>	20,67 ± 0,58 <sup>a</sup>	21,33 ± 0,58 <sup>a</sup>
<b>Cinzas (%)</b>	3,83 ± 0,07 <sup>b</sup>	3,43 ± 0,05 <sup>c</sup>	3,41 ± 0,11 <sup>c</sup>	3,49 ± 0,04 <sup>c</sup>	4,39 ± 0,14 <sup>a</sup>	3,38 ± 0,19 <sup>c</sup>
<b>Cloretos (g/100 g)</b>	1,21 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,87 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,95 ± 0,11 <sup>c</sup>	0,78 ± 0,025 <sup>c</sup>	1,50 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,05 <sup>c</sup>
<b>a*</b>	-4,3 ± 0,05 <sup>a</sup>	-3,55 ± 0,2 <sup>b</sup>	-3,39 ± 0,08 <sup>bc</sup>	-3,23 ± 0,07 <sup>c</sup>	-3,20 ± 0,07 <sup>c</sup>	-3,23 ± 0,05 <sup>c</sup>
<b>b*</b>	19,59 ± 0,73 <sup>a</sup>	17,49 ± 0,4 <sup>bc</sup>	17,43 ± 0,62 <sup>bc</sup>	16,76 ± 0,48 <sup>c</sup>	18,55 ± 0,48 <sup>ab</sup>	17,39 ± 0,8 <sup>bc</sup>
<b>L*</b>	77,04 ± 1,01 <sup>a</sup>	79,3 ± 2,35 <sup>a</sup>	75,56 ± 2,35 <sup>a</sup>	76,68 ± 2,94 <sup>a</sup>	76,4 ± 0,87 <sup>a</sup>	76,82 ± 2,13 <sup>a</sup>

de café e tempo de exposição e não defumada.

**Fonte:** Elaborado pelo autor. Valores na mesma linha com letras diferentes, apresentam diferença estatística a nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T2: 20 minutos e 15g de borra de café; T3: 10 minutos de defumação e 30g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café.

O maior valor de pH foi determinado para amostra que recebeu o tratamento de defumação no ponto central (T5), sendo diferente estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) das demais amostras. Neto et al. (2017) obteve resultados semelhantes aos desse trabalho, nos quais amostras de queijo defumados a frio, apresentaram valores de pH 6,0 a 6,7.

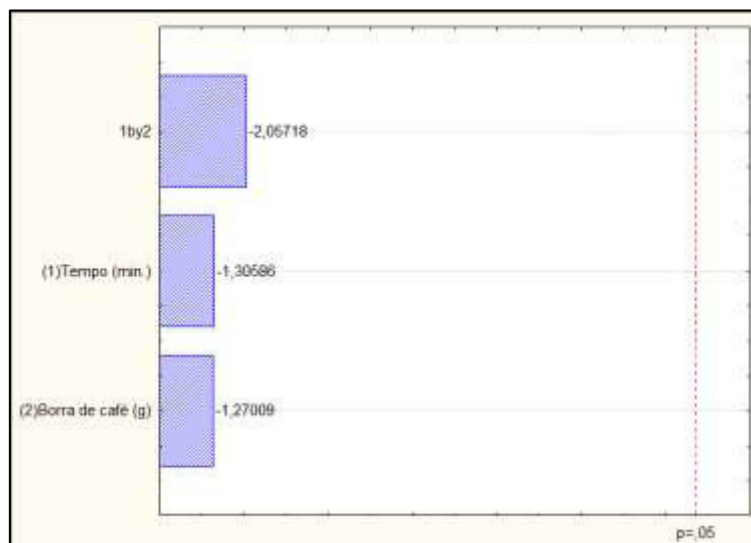
A variável dependente pH não apresentou efeito significativo (TABELA 08) para nenhuma das variáveis independentes tempo (Min.) e borra de café (g) (FIGURA 06). O modelo matemático apresentou-se ajustado e com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 88,3%, tornando o planejamento para o pH, preditivo, isso possibilita inferir que é possível estimar o pH das amostras, após o processo de defumação utilizando a escala do experimento (Tempo: 10 a 20 Min.; Borra de café: 15 a 30g) (FIGURA 07).

**Tabela 08** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para parâmetro pH.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	0,0649	3	0,021633333	2,45	0,431
<b>Resíduos</b>	0,00882	1	0,00882		
<b>Total</b>	0,07372	4	0,018143		

Fonte: Elaborado pelo autor.

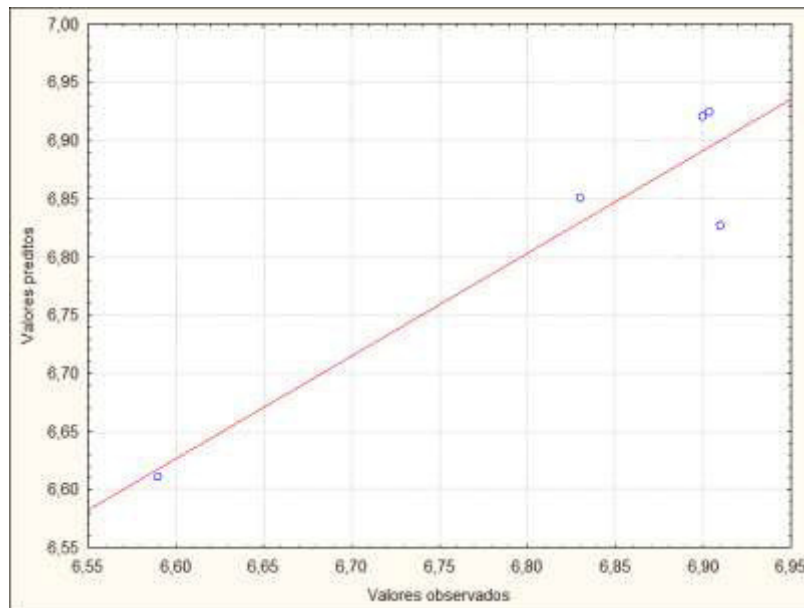
**Figura 06** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente pH, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.



Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 07** – Valores preditos versus valores observados para variável dependente pH.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.  $R^2 = 88,3 \%$ .

#### 4.2.2 Umidade

Os valores médios de umidade das amostras de queijo de Coalho defumado com borra de café e o controle, variaram com teores entre 35,38 a 42,10 % (TABELA 07).

A amostra T2 foi classificada como de baixa umidade (até 35,9 %), enquanto que teor de umidade das outras amostras enquadraram-se em teor médio de umidade compreendendo valores que variam entre 36,0 % e 45,9 %. A amostra T2 apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) apenas da T1, pois a amostra T2 passou 20 minutos em defumação, enquanto que a T1 somente 10 minutos. O maior tempo de exposição do queijo ao processo de defumação, ocasionou na redução da sua umidade. Outra proposta para essa variação de umidade são os procedimentos de processamento como, cozimento da coalhada, prensa e o próprio processo de defumação (BRASIL, 1996).

Em trabalho realizado por Neto et al., (2017), utilizando ervas como orégano e erva-doce no processo de defumação a frio, encontraram teores de umidade variando entre 45,57 a 48,19 %.

Quanto maior o teor de umidade de um queijo, mais rápido ocorrerá a proteólise, tendo como consequência a modificação da consistência e do sabor do queijo. A umidade é um parâmetro físico-químico que está diretamente associado ao tempo de conservação dos queijos, uma vez que esse tipo de produto, quanto mais duro (menor quantidade no teor de umidade), apresenta maior período de conservação (ANDRADE, 2006).

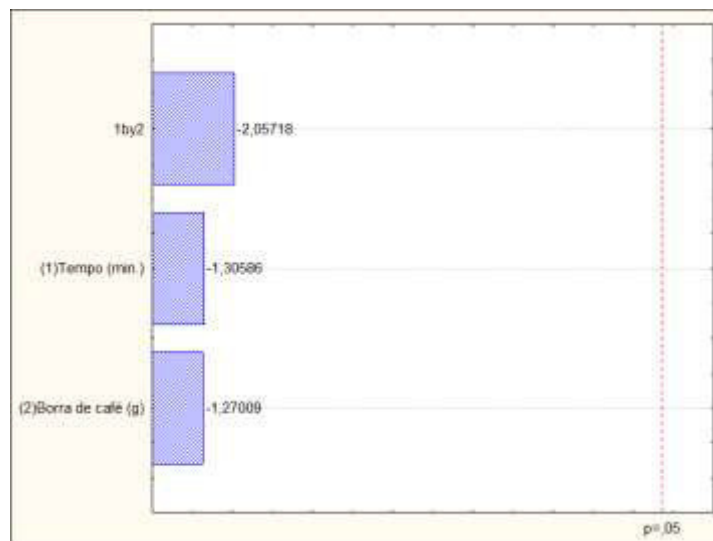
Nota-se, o efeito estudado para a variável dependente umidade, não foi significativo (TABELA 09), indicando que o Tempo (min.) e a Borra de café (g), as variáveis independentes, não apresentaram efeito significativo no teor de umidade (FIGURA 08). O modelo matemático para a variável resposta atingiu valor de  $R^2$  igual 95,45 %, indicando que os valores foram bem ajustados, sendo possível observar ao relacionar os valores preditos versus valores observados (FIGURA 09) onde cada ponto representa o valor obtido e a linha em vermelho, o valor predito.

**Tabela 09** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro umidade.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	27,3081	3	9,1027	6,999385	0,269396
<b>Resíduos</b>	1,3005	1	1,3005		
<b>Total</b>	28,6086	4	7,15215		

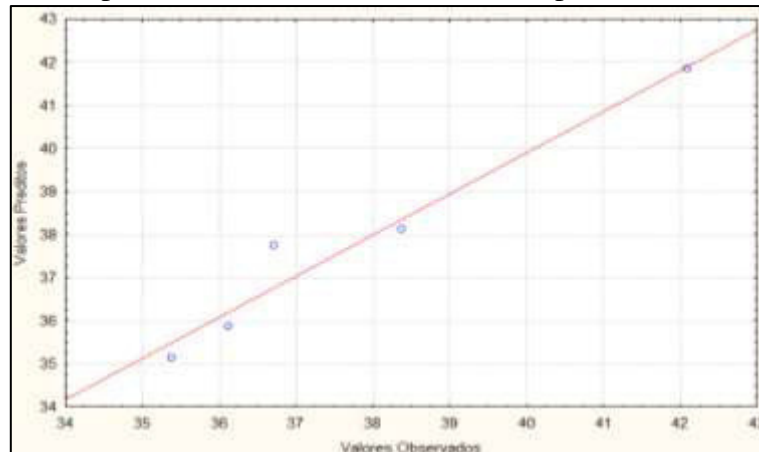
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 08** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente pH, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 09** – Valores preditos versus valores observados para variável dependente umidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.  $R^2 = 95,45\%$ .

#### 4.2.3 Atividade de água (Aa)

O resultado médio para o teor de Aa de variou entre  $0,966 \pm 0,002$  e  $0,984 \pm 0,005$  (Valores médios) (TABELA 07). Foi observado que as amostras T0, T1 e T4 diferiram estatisticamente a nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ). Notou-se que as amostras que passaram pelo processo de defumação apresentaram os menores valores para essa análise. De acordo com Franco e Landgraf (2008), valores de Aa 0,88 são favoráveis para crescimento de microrganismos deteriorantes.

Em trabalho realizado por Cruz (2016), foi observado valores médios para Aa entre 0,970 e 0,978, em queijo de Coalho com culturas lácticas endógenas, valores estes que estão dentro da faixa encontrado nesse trabalho realizado. Em experimento conduzido por Andrade (2006), queijo de Coalho artesanal e industrial, encontrou-se valor inferior,  $0,944 \pm 0,001$ .

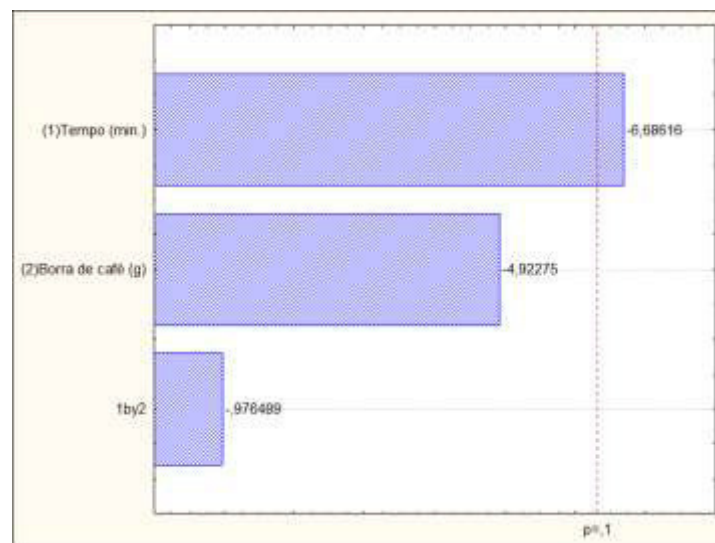
Para o Planejamento Completo Central (DCC) a atividade de água (Aa), obteve-se  $R^2$  igual a 98,6% (TABELA 10), observa-se, o bom nível na predição do modelo (FIGURA 12), além de efeito significativo do tempo, na defumação a nível 10% significância ( $p \leq 0,1$ ) (FIGURA 10). O tempo apresenta efeito negativo, indicando que quanto maior o tempo, no processo, menor será atividade de água, possibilitando uma possível situação ótima. Em relação ao gráfico de contorno (FIGURA 11), para o ponto ótimo de diminuição da Aa, quanto maior o tempo de defumação (T) ocorrerá a diminuição, conforme a equação:

$$Aa = 0,98 - 0,01 T \quad (1)$$

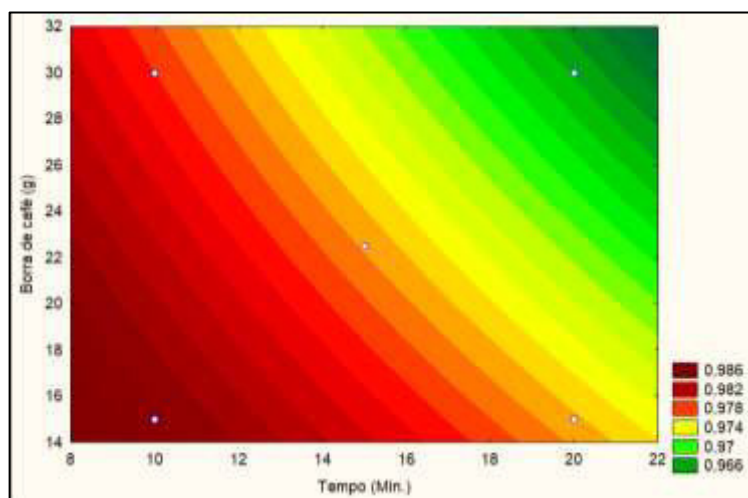
**Tabela 10** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro Aa.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	0,00017545	3	0,000058	23,87075	0,149075
<b>Resíduos</b>	0,0000024	1	0,0000024		
<b>Total</b>	0,0001779	4	0,0000444		

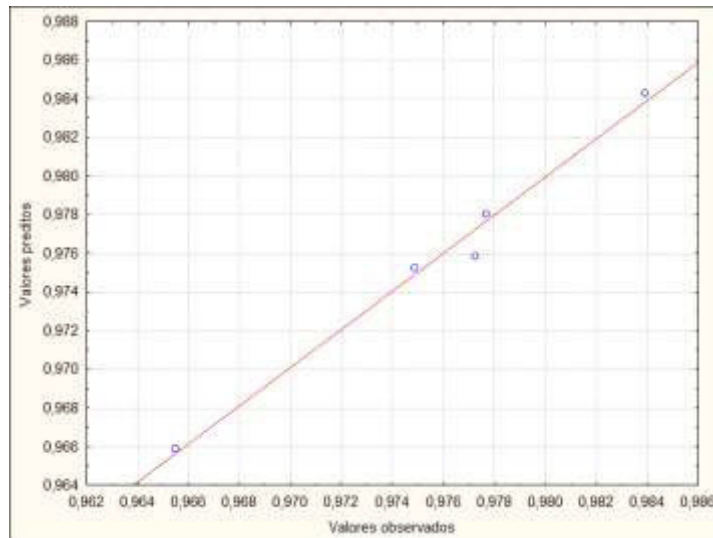
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 10** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável independente Aa, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.

Fonte: Elaborado pelo autor. Significativo à nível de 10% ( $p \geq 0,1$ ).

**Figura 11** – Gráfico de contorno para variável dependente Aa, em relação aos queijos de Coalho defumado com borra de café.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 12** – Valores preditos versus valores observados para variável dependente Aa.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.  $R^2 = 98,6\%$ .

#### 4.2.4 Proteína (%)

Encontrou-se valores para o teor de proteína de  $19,92 \pm 0,67\%$  a  $28,88 \pm 1,22\%$  (TABELA 07), sendo que amostra T0, apresentou o maior resultado, muito provavelmente pela menor perda de soro. A amostra T4 teve o menor valor de proteína. Neto et al., (2017), obteve valores variando  $16,33\%$  a  $18,66\%$ , sendo que no experimento realizado o valor foi bem superior, muito provavelmente pelo tempo de defumação. Cruz (2016), determinou valores superiores, sendo o menor valor médio encontrado pelo mesmo de  $41,41\%$ .

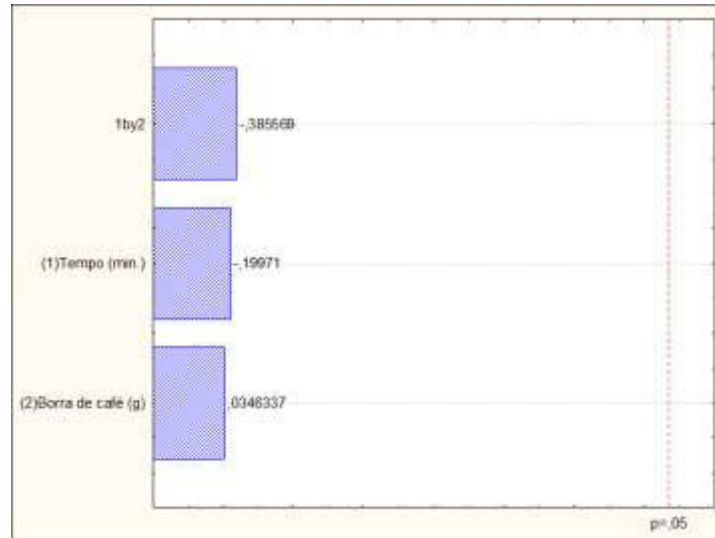
Para variável dependente proteína, não foi observado efeito significativo nos tratamentos (TABELA 11). O diagrama de Pareto permite observar, as variáveis independentes e a falta de efeito significativo (FIGURA 13). O modelo matemático apresentou  $R^2$  de  $15,8\%$ , indicando, não apresentar um ajuste suficiente para se considerar preditivo, sendo que valores gerados (pontos azuis) ficaram afastados dos valores preditos (linha vermelha) (FIGURA 14).

**Tabela 11** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro proteína.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	1,567	3	0,522333333	0,062582	0,971943
<b>Resíduos</b>	8,34632	1	8,34632		
<b>Total</b>	9,91332	4	2.47833		

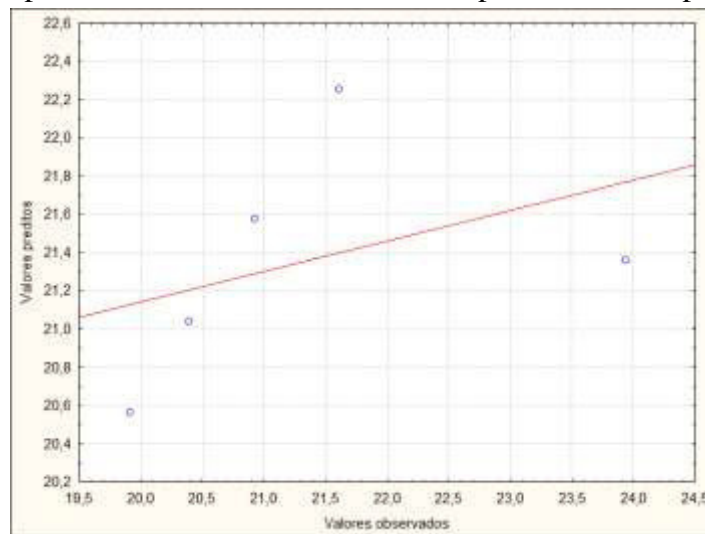
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 13** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável dependente proteína, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 14** – Valores preditos versus valores observados para variável dependente proteína.



Fonte: Elaborado pelo autor.  $R^2 = 15,8 \%$ .

#### 4.2.5 Gordura (%)

Os valores para o teor de gordura dos queijos de Coalho com tratamento de defumação e o controle variaram entre  $20,67 \pm 1,53 \%$  a  $23,67 \pm 0,58\%$  (TABELA 07), não apresentando diferença significativa a nível de 5 % de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

Para a variável dependente gordura, o modelo apresenta  $R^2 98,4 \%$  (TABELA 12), sendo o modelo preditivo (FIGURA 17), nota-se que todos os pontos azuis estão próximos a linha vermelha. A borra de café apresentou efeito significativo, a nível de 10%, evidenciando

o efeito da defumação na diminuição do teor de gordura (%) (FIGURA 15), o ponto de menor quantidade de gordura é encontrado nos valores de maior quantidade borra (FIGURA 16), conforme a equação:

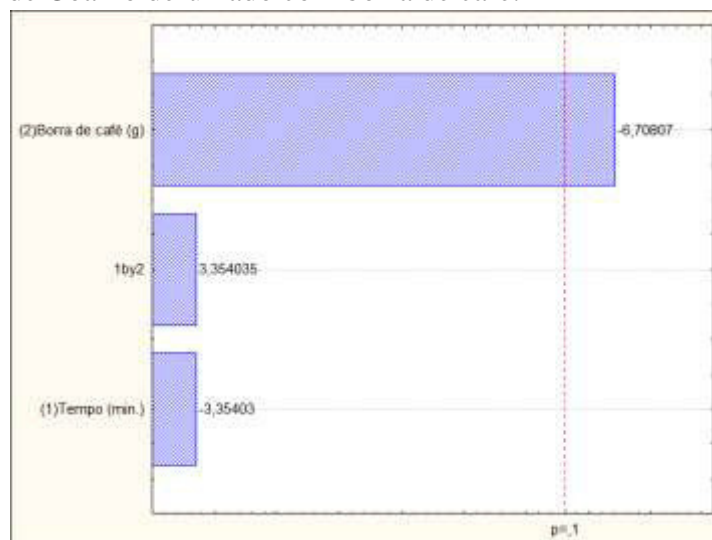
$$\text{Gordura (\%)} = 30,6 - 0,33B \quad (2)$$

**Tabela 12** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro gordura.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	6	3	2	21,6263	0,156471
<b>Resíduos</b>	0,09248	1	0,09248		
<b>Total</b>	6,09248	4	1,52312		

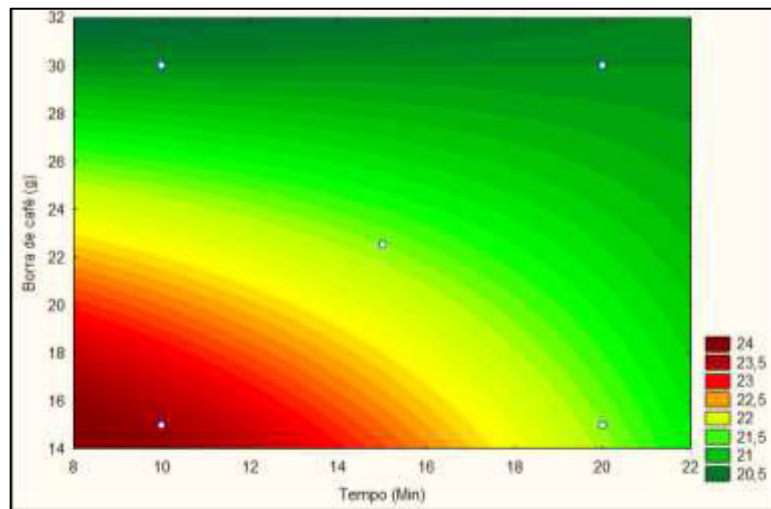
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 15** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação variável independente gordura, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.



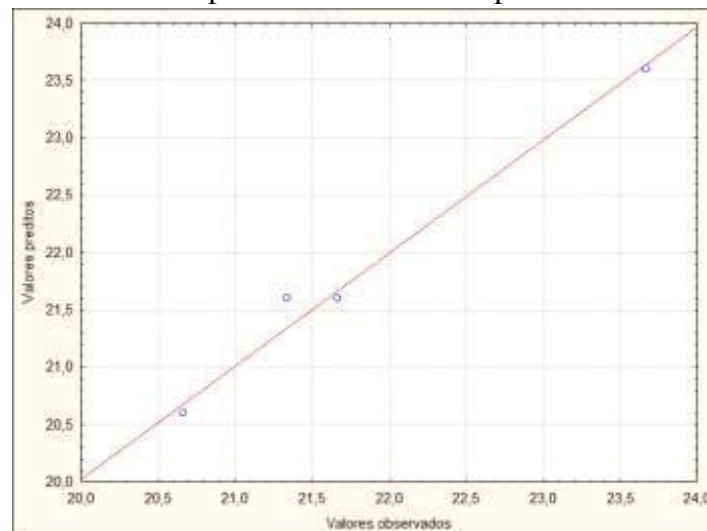
Fonte: Elaborado pelo autor. Significante a nível de 10% ( $p \leq 0,1$ ) para a variável independente Borra de Café.

**Figura 16** – Gráfico de contorno para variável dependente gordura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 17** – Gráfico de valores preditos e observados para a variável dependente gordura.



Fonte: Elaborado pelo autor.  $R^2 = 98,4 \%$ .

#### 4.2.6 Cinzas (%)

Os valores para o conteúdo de cinzas, variaram entre  $3,41 \pm 0,11\%$  a  $4,39 \pm 0,14\%$  (TABELA 07). A amostra que apresentou o maior valor para essa determinação foi a T4, a qual foi submetida aos limites superiores das variáveis independentes. Neto et al. (2011) determinou valores entre  $3,53 \pm \%$  a  $4,29 \%$ , coincidindo com os valores do estudo.

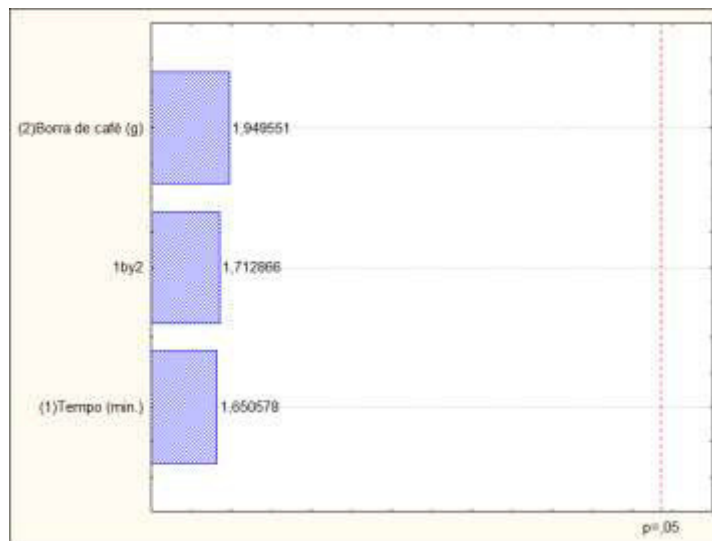
Com base nos dados coletados para variável dependente Cinzas, as variáveis independentes não se mostraram significativas (FIGURA 18). O  $R^2$  igual a  $90,43 \%$  (TABELA 13) indica predição, com ajuste elevado (FIGURA 19).



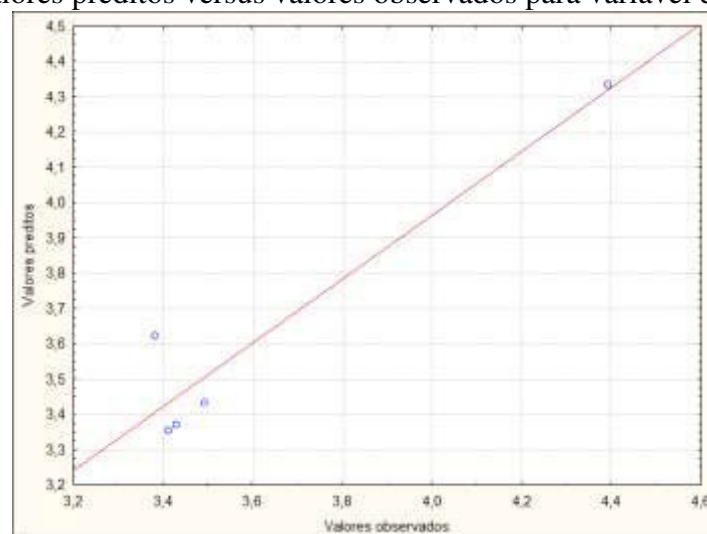
**Tabela 13** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro cinzas.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	0,6756	3	0,2252	3,127778	0,388694
<b>Resíduos</b>	0,072	1	0,072		
<b>Total</b>	0,7476	4	0,1869		

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 18** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares, em relação a variável dependente Cinzas, para os queijos de Coalho defumado com borra de café.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 19** – Valores preditos versus valores observados para variável dependente cinzas.

Fonte: Dados do autor.  $R^2 = 90,43\%$ .

#### 4.2.7 Cloretos

O teor de cloretos (g /100 g) determinado a partir da quantidade de cinzas obtidas das amostras apresentou variação entre  $0,78 \pm 0,05\%$  a  $1,5 \pm 0,12\%$  (TABELA 07). Observou-se novamente que a amostra com o maior teor de cloretos, foi a T4. Essa variação está associada a perda de soro durante a etapa de defumação.

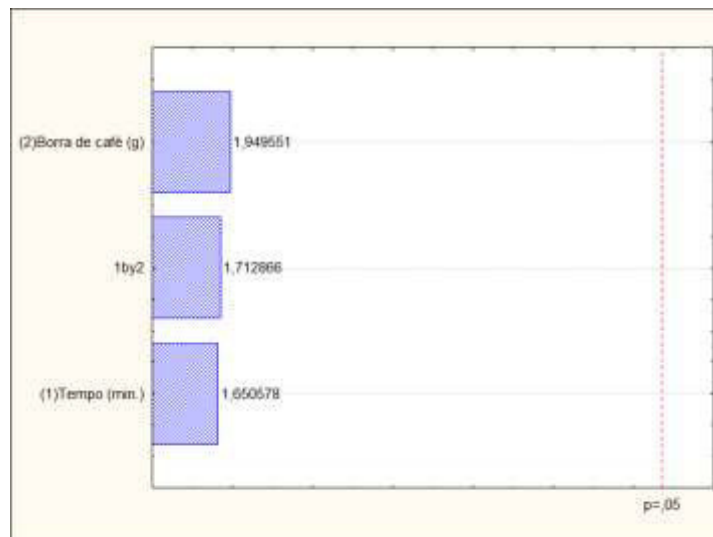
Não foi evidenciando efeito significativo para a variável dependente Cloretos (g / 100g) (TABELA 14), em relação as variáveis independentes (FIGURA 20). O modelo apresentou valor de  $R^2$  86,7 %, proporcionando uma boa predição para o modelo gerado, evidenciado pela posição de pontos azuis e a sua distância da linha vermelha (FIGURA 21).

**Tabela 14** – Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão para o parâmetro cloretos.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F <sub>Calculado</sub>	p
<b>Regressão</b>	0,3153	3	0,1051	2,188671	0,45248
<b>Resíduos</b>	0,04802	1	0,04802		
<b>Total</b>	0,36332	4	0,09083		

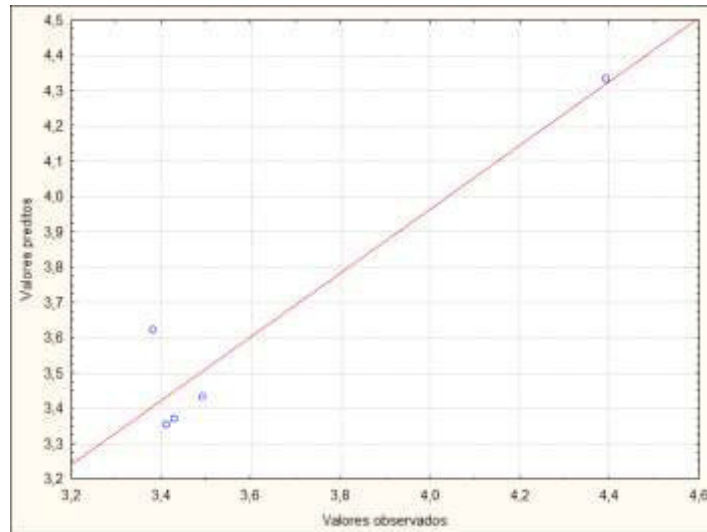
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 20** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares variável independente Cloretos (%), para os queijos de Coalho defumado com borra de café.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 21** – Valores observados versus valores preditos para variável dependente cloretos (g / 100 g).



Fonte: Elaborado pelo autor.  $R^2 = 86,7 \%$

#### 4.2.8 Parâmetro colorimétrico para as coordenadas $a^*$ , $b^*$ e $L^*$ .

Os valores médios para análise de cor para a coordenada  $a^*$  variaram de  $-4,3 \pm 0,05$  a  $-3,20 \pm 0,07\%$  apresentando diferença significativa a nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), entre as amostras do planejamento fatorial e o controle (sem tratamento de defumação), os queijos apresentaram tendência a coloração para o verde, por um possível efeito da defumação. Valores para a coordenada de cor  $b^*$  apresentou diferença a nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), sendo que os queijos apresentaram tendência para o amarelo, possibilitando compreender efeito residual da fumaça. Para coordenada  $L^*$  a amostra que recebeu o maior tempo de defumação e maior quantidade de bora de café T4 apresentou o menor valor  $76,68 \pm 2,94\%$  ( $L = 0$ ; tende ao preto) e  $L = 100$ ; tende ao branco) (TABELA 07).

Para as variáveis dependentes coordenadas de cor  $b^*$  e  $L^*$ , ocorreram efeitos significativos a nível de 10% ( $p \leq 0,1$ ), o parâmetro interação (Tempo x quantidade de bora de café) para o planejamento estatístico, influenciou a coordenada  $b^*$  de maneira significativa. Por sua vez o tempo e a interação, apresentaram efeito significativo para coordenada  $L^*$ . A variável dependente  $a^*$ , não se observou efeito significativo (FIGURA 22 – A, B e C). Os valores  $R^2$  obtidos de 87,9%, 98,73% e 99,7%, para as variáveis dependentes  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  (TABELA 15), respectivamente, possibilita afirmar que o modelo apresenta confiança na representação (FIGURA 23 – A, B e C). O gráfico de contorno para variáveis dependentes  $b^*$  e  $L^*$  (FIGURA 24 – A e B), indicam um ponto ótimo para região de maior valor fatorial, em relação ao tempo

(Min.) e borra de café (g). As seguintes equações representam os efeitos para obtenção do gráfico de contorno e ponto ótimo do experimento:

$$* b = 20,09 + 0,012TB \quad (3)$$

$$* L = 89,09 - 0,72T + 0,023TB \quad (4)$$

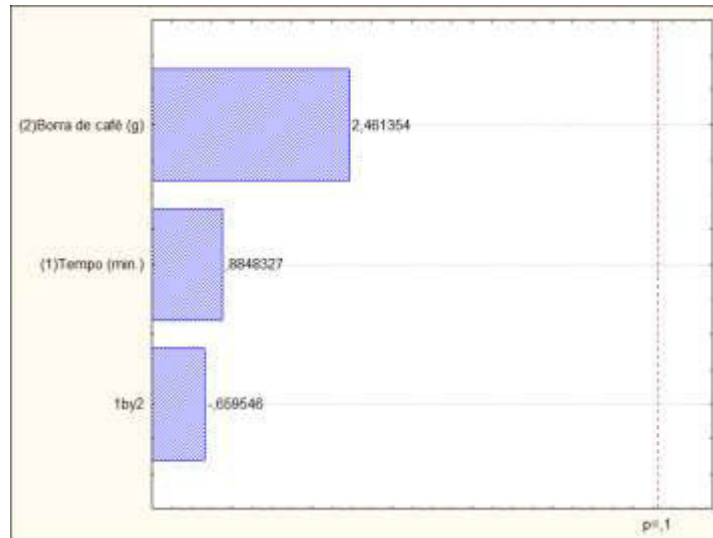
**Tabela 15** – Análise de variância (ANOVA) para variáveis dependentes a\*, b\* e L\*.

<b>Anova cor a*planejamento fatorial</b>					
<b>Fonte de Variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>p</b>
<b>Regressão</b>	0,078275	3	0,026091667	2,576955	0,422532
<b>Resíduos</b>	0,010125	1	0,010125		
<b>Total</b>	0,0884	4	0,0221		
<b>Anova cor b*planejamento fatorial</b>					
<b>Fonte de Variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>p</b>
<b>Regressão</b>	1,641875	3	0,547291667	24,38368	0,147527
<b>Resíduos</b>	0,022445	1	0,022445		
<b>Total</b>	1,66432	4	0,41608		
<b>Anova cor L* planejamento fatorial</b>					
<b>Fonte de Variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>p</b>
<b>Regressão</b>	7,8251	3	2,608366667	119,7597	0,067049
<b>Resíduos</b>	0,02178	1	0,02178		
<b>Total</b>	7,84688	4	1,96172		

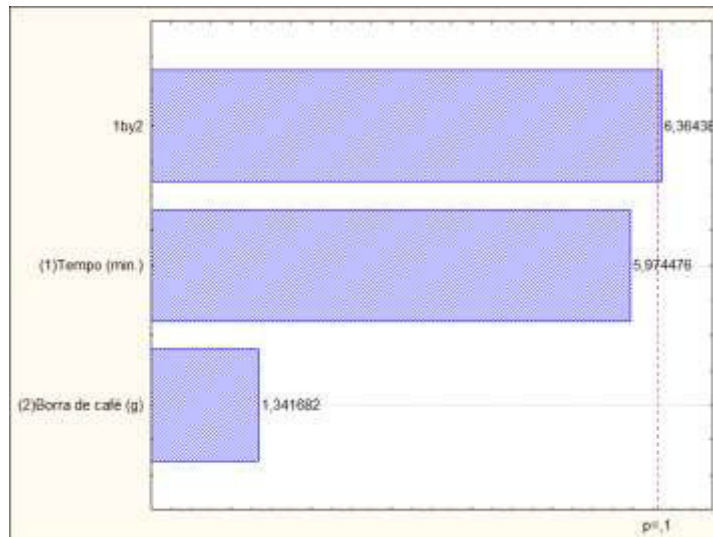
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 22** – Diagrama de Pareto dos efeitos lineares variável independente a\* (A), b\* (B) e L\* (C), para os queijos de Coalho defumado com borra de café.

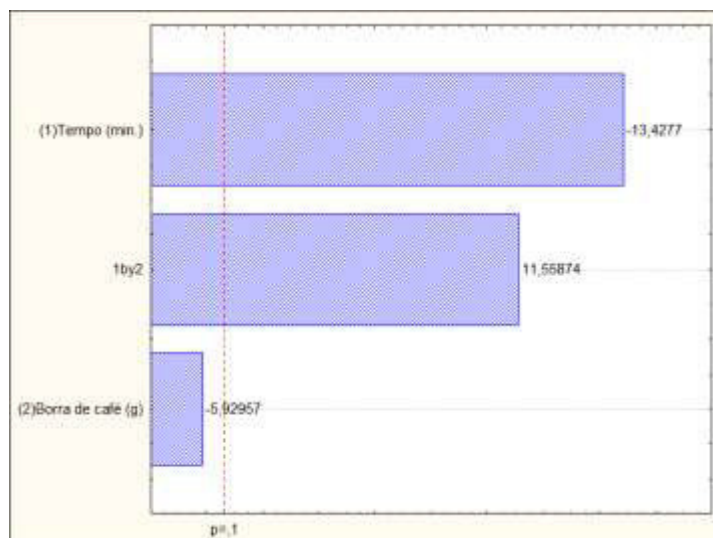
A



B

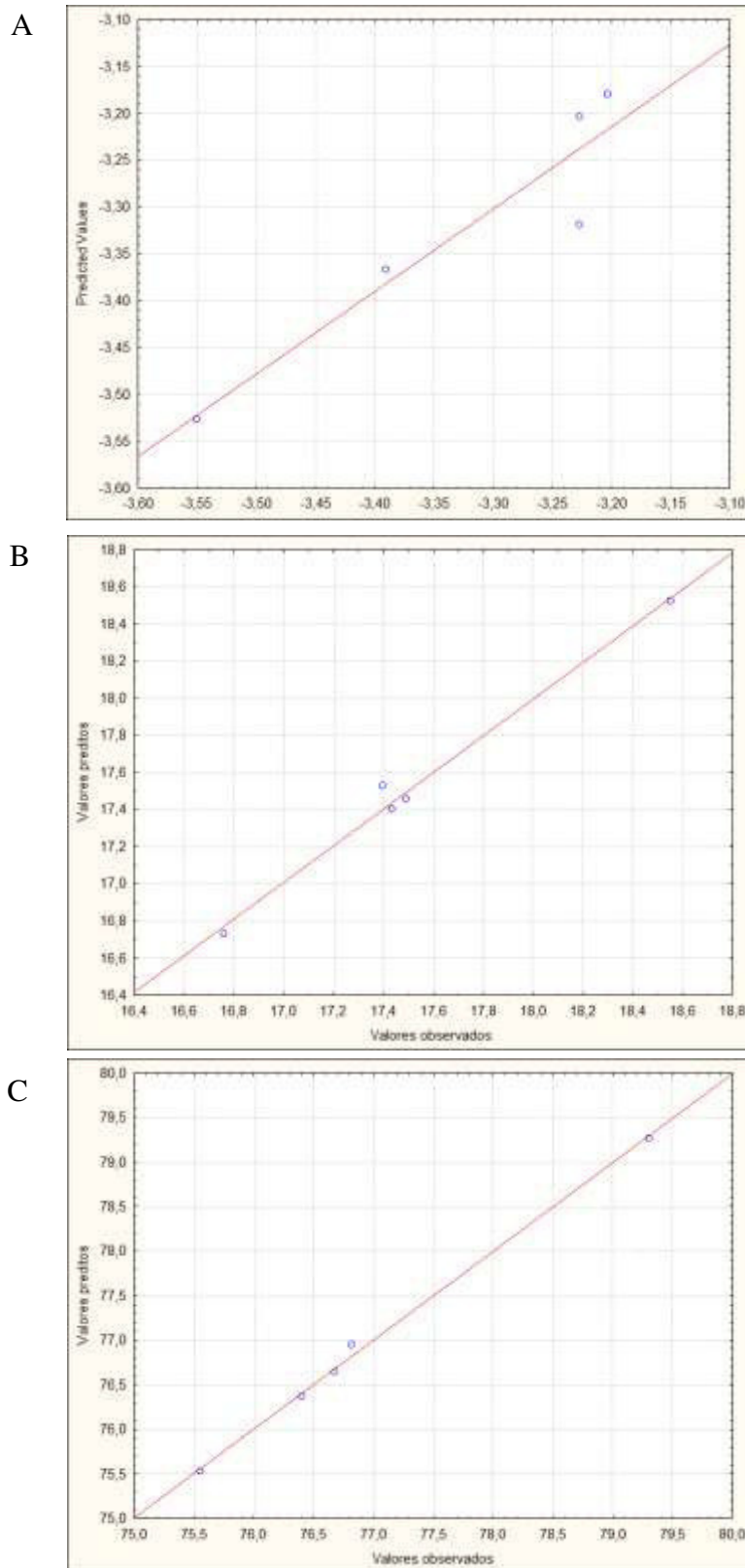


C



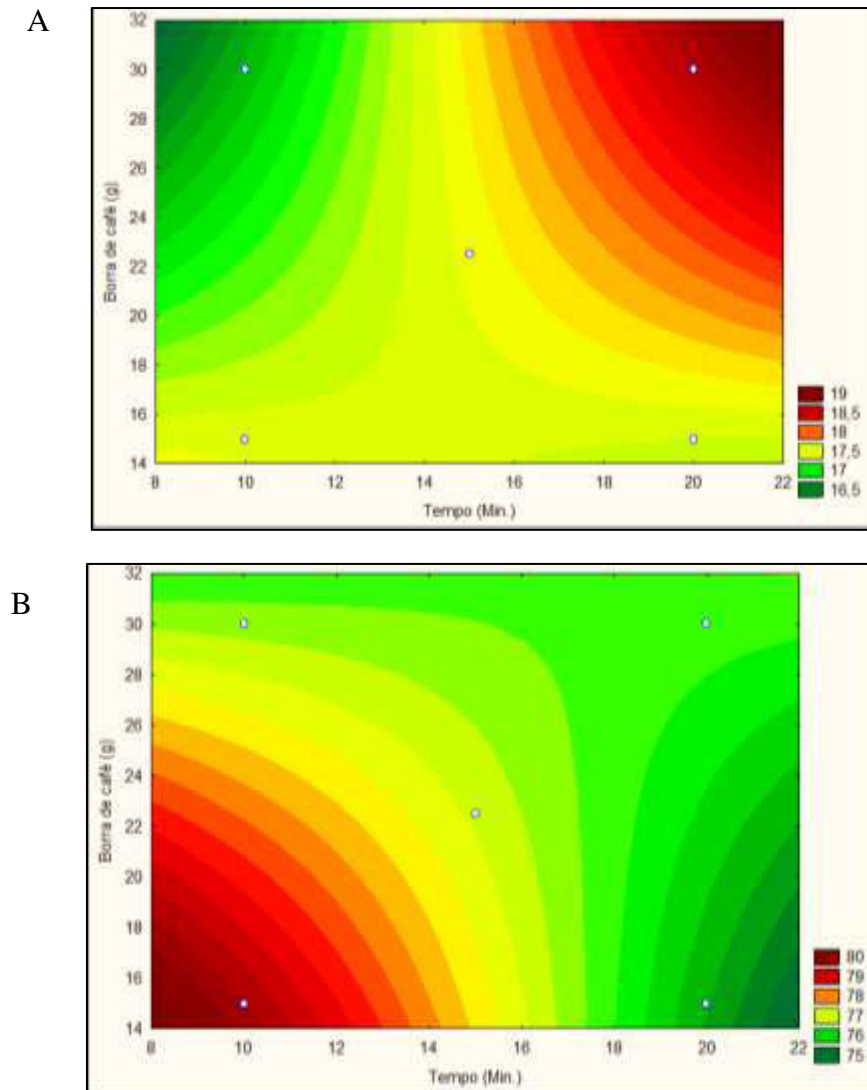
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 23** – Valores preditos vs Valores observados para variáveis dependentes  $a^*$  (A),  $b^*$  (B) e  $L^*$  (C).



**Fonte:** Elaborado pelo autor.  $R^2 = 87,9$  (A),  $R^2 = 98,73$  (B) e  $R^2 = 99,7\%$  (C).

**Figura 24** – Gráfico de contorno para os parâmetros de variável dependentes de cor \*b (A) e L\* (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3 – Teor de Benzo[a]pireno nas amostras de queijo

Em todas as amostras analisadas não foram detectadas quantidades de benzo[a]pireno acima do limite de detecção de 0,125  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  (TABELA 16). Esse resultado garantiu a segurança alimentar química em relação a ausência de quantidades desse composto nocivo á saúde humana que poderia ter sido produzido na composição da fumaça. O limite máximo permitido de benzo[a]pireno em alimentos é 2  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  (AYDINOL e OZACAN, 2013).

**Tabela 16** – Teor de Benzo[a]pireno determinado nas amostras de queijo de Coalho.

Tratamento	Médio/Desvio padrão
T0	< LD
T1	< LD
T2	< LD
T3	< LD
T4	< LD
T5	< LD

Fonte: Elaborado pelo próprio autor. (LD = Limite de Detecção do método aplicado 0,125µg / kg.).

#### 4.4 – Características microbiológicas de queijos de Coalho defumados com borra de café

Os resultados microbiológicos, para as amostras de queijo de Coalho defumado com borra de café T1, T4 e T5. Foram classificados de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001).

A amostra T0 (sem defumação) apresentou quantidade de coliformes termotolerantes a 45 °C, acima do permitido para queijos de média umidade. Como os queijos de Coalho foram elaborados usando a mesma matéria-prima pasteurizada, com condições de Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante o processamento, foi possível inferir a existência de efeito inibitório para o crescimento de microrganismos, proveniente da defumação (TABELA 17).

**Tabela 17** – Características microbiológicas para os queijos defumados com borra de café (T1, T4 e T5) e a amostra em branco (controle).

Análises	Tratamentos			
	T0 (Branco)	T1	T4	T5
Coliformes a 45°C (NMP/g)	6,7 x 10 <sup>4</sup>	9,3 x 10 <sup>1</sup>	4,3 x 10 <sup>1</sup>	2,4 x 10 <sup>2</sup>
Salmonella sp.	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Sataphylococcus coagulase positiva</i> (UFC/g ou ml)	< 10	< 10	< 10	< 10

Fonte: Elaborado pelo autor. T0: controle, não foi realizado a defumação. T1: 10 min. de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 min. de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 min. e 22,5g de bora de café.

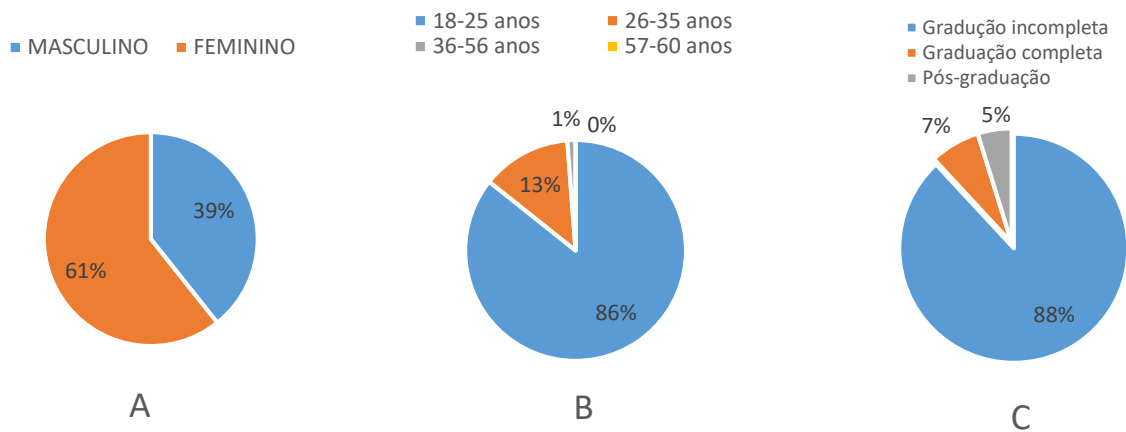
#### 4.5 Características sensoriais dos queijos de Coalho defumados com borra de café.



#### 4.5.1 Perfil dos provadores

O perfil dos 84 provadores que participaram da análise sensorial foi obtido por meio da aplicação de questionário específico (APÊNDICE B), mostrando que por 60,7% de pessoas era do sexo feminino e 39,3% do sexo masculino. A faixa etária predominante foi de pessoas com idade entre 18 e 25 anos (85,7%) e a faixa menor foi de pessoas com idade acima de 35 anos (1,2%). A maioria dos provadores (88,1%) possuía nível superior incompleto (FIGURA 25).

**Figura 25** – Perfil dos participantes da análise sensorial de queijo de Coalho defumado com borra de café.



**FONTE:** Elaborado pelo autor. Perfil dos participantes da análise sensorial por: a) sexo; b) faixa etária; e c) grau de escolaridade.

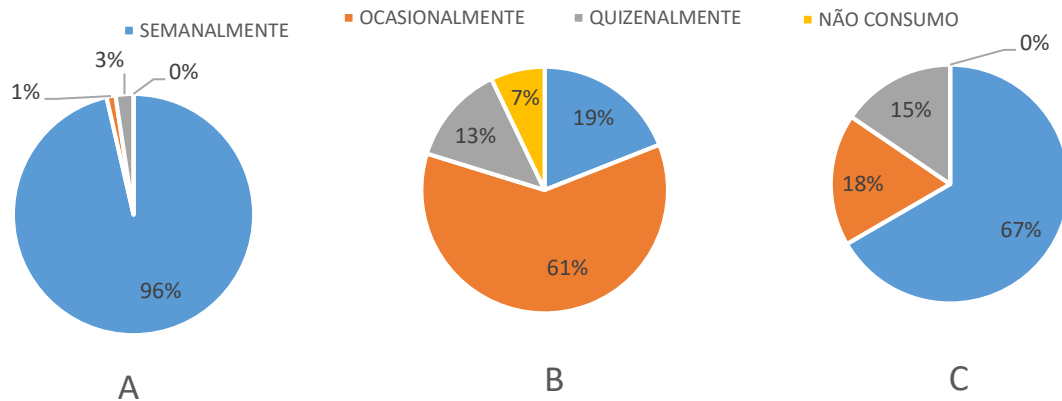
A frequência de consumo, evidenciado pelo estudo, mostrou que 96,0 % do público faz o consumo de produtos derivados do leite, semanalmente. Nenhum dos provadores afirmou que não consome esse tipo de produto, indicando o quanto os produtos à base de leite estão presentes na dieta da população “em estudo” (FIGURA 26 – A).

Do total de provadores, 61% atestou que consome produtos defumados, ocasionalmente, sendo que somente 19,0 % deles têm hábito de consumir defumados semanalmente, demonstrando que os indivíduos em estudo, não são muito adeptos a esse tipo de produto (FIGURA 26 – B).

Considerando o consumo de queijo de Coalho, foi evidenciado que 67,0 % dos provadores fazem ingestão desse produto, semanalmente. Das respostas obtidas dos provadores,

obteve-se que 33,0 % consomem queijo de Coalho ocasionalmente. Não houveram provadores que afirmassem não consumir queijo de (FIGURA 26 – C).

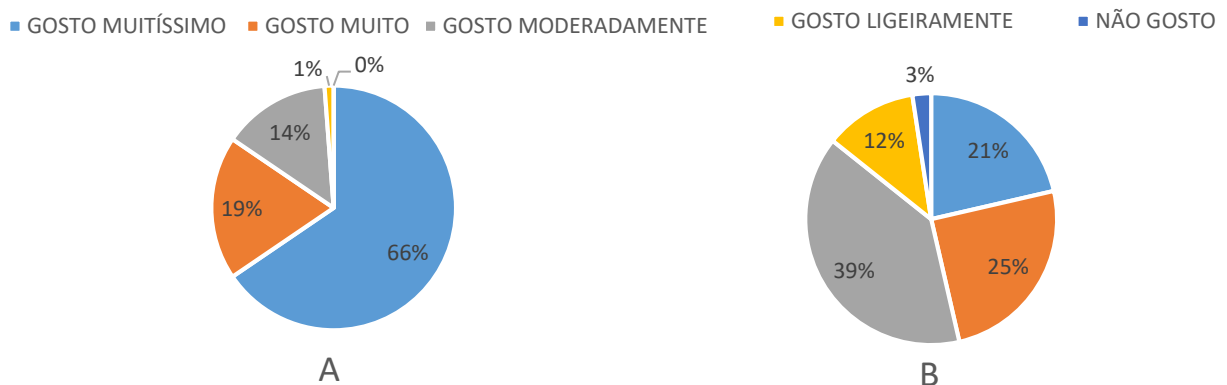
**Figura 26** – Distribuição dos provadores por frequência de consumo de produtos lácticos, queijo Coalho e produtos defumados.



**Fonte:** Elaborado pelo autor. Distribuição dos provadores por frequência de consumo de produtos. A) frequência de consumo de produtos lácticos; B) frequência de consumo de produtos defumados; C) frequência de consumo de queijo de Coalho.

Dos provadores, 66,0 % gostam muitíssimo de queijo de Coalho. Nenhum provador indicou que não gostasse do produto (FIGURA 27 – A). Todos os julgadores já provaram alimentos defumados, no entanto, 21,0 % gostam muitíssimo desses tipos de produtos e 3% dos julgadores não gostam (FIGURA 27 – B).

**Figura 27** – Distribuição dos provadores por grau de gostar de produtos derivados de leite e de produtos defumados.



**Fonte:** Elaborado pelo autor. Distribuição dos provadores por grau de apreciação dos produtos: A) grau de gostar de queijo Coalho; B) Grau de gostar de produtos defumados.

#### 4.5.2 Avaliação e aceitação das amostras de queijo de Coalho defumado com borra de café.

Os três tratamentos de defumação com borra de café para os queijos de Coalho, não apresentaram diferença estatística significativa a 5% ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de Tukey, para os atributos cor, aparência, aroma, textura e aparência global. Os atributos sabor e sabor residual apresentaram diferença significativa à nível de 5%, as amostras que apresentaram maior valor médio para os atributos avaliados T1 e T5 (TABELA 18).

**Tabela 18** – Valores médios e desvios-padrões para a avaliação da aceitação dos queijos de Coalho defumado com borra de café, para os tratamentos T1, T4 e T5.

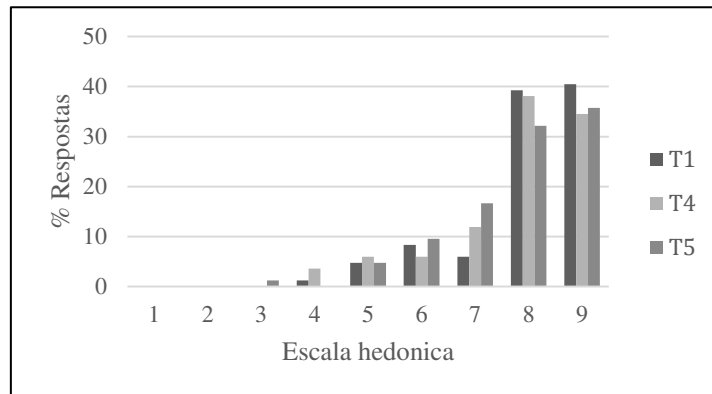
Atributo	T1	T4	T5
Cor	7,98 ± 1,19 <sup>a</sup>	7,78 ± 1,33 <sup>a</sup>	7,79 ± 1,26 <sup>a</sup>
Aparência	7,73 ± 1,35 <sup>a</sup>	7,64 ± 1,35 <sup>a</sup>	7,70 ± 1,33 <sup>a</sup>
Aroma	5,73 ± 2,30 <sup>a</sup>	5,69 ± 2,33 <sup>a</sup>	5,38 ± 2,59 <sup>a</sup>
Sabor	6,66 ± 1,98 <sup>a</sup>	5,77 ± 2,19 <sup>b</sup>	6,38 ± 2,18 <sup>ab</sup>
Sabor residual	6,54 ± 1,96 <sup>a</sup>	5,35 ± 2,28 <sup>b</sup>	6,08 ± 2,4 <sup>ab</sup>
Textura	7,10 ± 1,68 <sup>a</sup>	7,00 ± 1,82 <sup>a</sup>	7,25 ± 1,49 <sup>a</sup>
Aparência global	7,05 ± 1,56 <sup>a</sup>	6,52 ± 1,82 <sup>a</sup>	6,83 ± 1,63 <sup>a</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Médias na mesma linha seguidas com a mesma letra não apresenta diferença significativa a nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ) de significância pelo teste de Tukey.

As notas médias para o atributo cor, foram elevadas 7 “gostei moderadamente” e 8 “gostei muito” e estão na zona de aceitação da escala hedônica (6 e 9) (TABELA 18).

Das notas atribuídas para o parâmetro cor, os tratamentos obtiveram mais de 90,0 % das notas dentro da faixa de aceitação (FIGURA 28). Os tratamentos T1 e T4, obtiveram 94,0 % das notas na zona de aceitação. A amostra T4 apresentou 3,6% das notas na zona de rejeição (1 a 4). O atributo cor recebeu as maiores notas para todos tratamentos avaliados em todas as amostras.

**Figura 28** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo cor do queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.

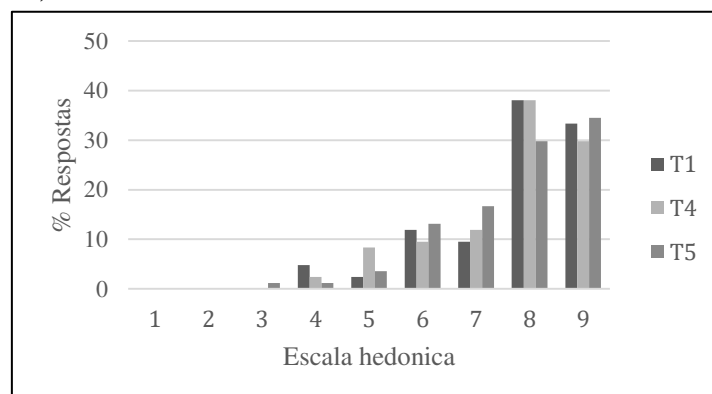


**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

As notas médias para a aparência das amostras também ficaram entre os valores hedônicos 7 e 8 (TABELA 18).

Os tratamentos T1, T4 e T5 obtiveram, respectivamente, os seguintes percentuais na faixa de aceitação: 92,8%, 89,3% e 94%, para o atributo aparência (FIGURA 29). As amostras dos tratamentos T1 e T4 receberam a maior porcentagem de nota 8 “gostei muito. A amostra que apresentou maior porcentagem de notas na zona de rejeição, foi a T1, com apenas 4,8%.

**Figura 29** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.



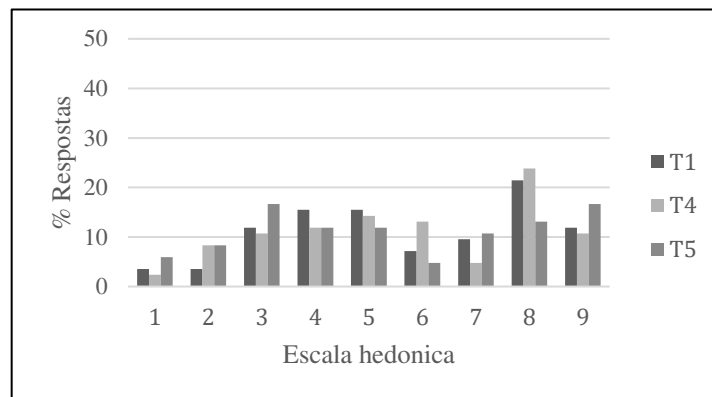
**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Os valores médios para aroma ficaram entre 5 “nem gostei e nem desgostei” e 6 “gostei moderadamente”.

O termo atributo sabor apresentou diferença significativa 5% ( $p \leq 0,05$ ), entre os tratamentos, T1, T4 e T5, sendo que T1 obteve a maior nota média (6,66) dentre as amostras avaliadas e T4 ficou com nota média na zona de indecisão da escala hedônica (5 “nem gostei e nem desgostei”) (TABELA 18).

Para o atributo aroma os tratamentos T1, T4 e T5 (FIGURA 30), obtiveram em região de aceitação, os percentuais de 50%, 52,4% e 45,2%, respectivamente. Sendo que todas as amostras apresentaram nível de rejeição acima de 30%, a amostra do tratamento T5, obteve maior percentual de notas nessa região 42,8%. O tratamento T5 recebeu 6% de notas 1 “desgostei extremamente”.

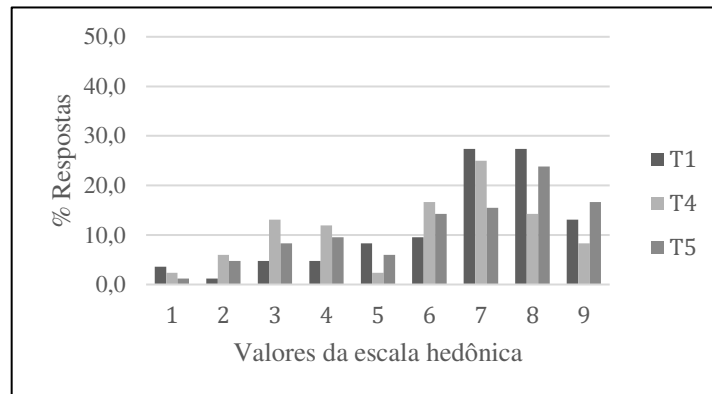
**Figura 30** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aroma para queijo de Coalho defumado com borra de café para os tratamentos T1, T4 e T5.



**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

A avaliação do sabor (FIGURA 31), mostra-se que as amostras dos tratamentos T1 e T5 apresentaram valores na zona de aceitação, acima de 70%, já o tratamento T4 apresentou nessa mesma região 64,3% das notas. Comparando os 3 tratamentos em relação à rejeição, observa-se que a amostra mais rejeitada é a do tratamento T4, com 33,4%. A amostra menos rejeitada é a do tratamento T1 com 14,4 %.

**Figura 31** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.

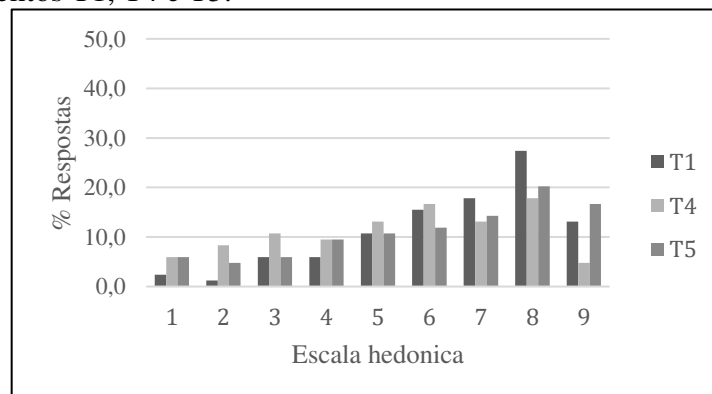


**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Das notas para sabor residual, também, observou-se diferença significativa ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ), para as amostras dos tratamentos T1 e T4. Os atributos sabor e sabor residual, receberam as menores notas para todos os tratamentos avaliados (TABELA 18).

Quanto ao parâmetro sensorial sabor residual (FIGURA 32), o tratamento T1 apresentou 73,8% das notas em zona de aceitação, a mesma apresenta o menor tempo de defumação e menor quantidade de borra de café. O referido tratamento teve 27,4% para nota 8 “gostei muito”. Em contrapartida, a amostra T4, obteve 34,5% das notas na área de rejeição, sendo o tratamento que apresentou maior tempo de defumação e maior quantidade de borra de café. Com relação a essa amostra, 14,3% das notas ficaram entre 1 “desgostei muitíssimo” e 2 “desgostei muito”.

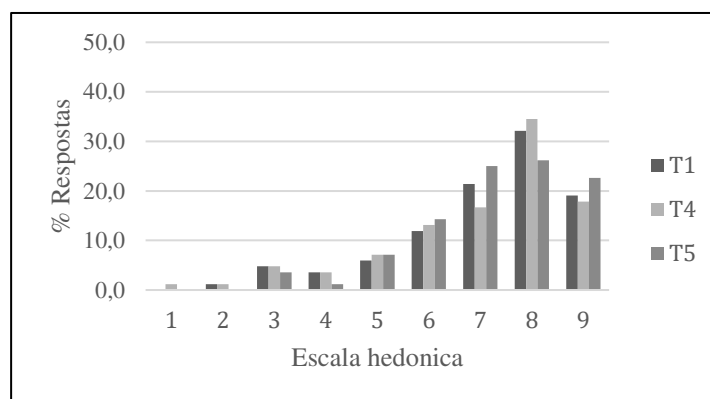
**Figura 32** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor residual para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.



**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

As notas em zona de aceitação de todas as amostras foram acima de 80% para o parâmetro textura (FIGURA 33). Com relação às notas de rejeição os tratamentos T1, T4 e T5 obtiveram valores 7,2%, 10,4% e 4,8%, respectivamente.

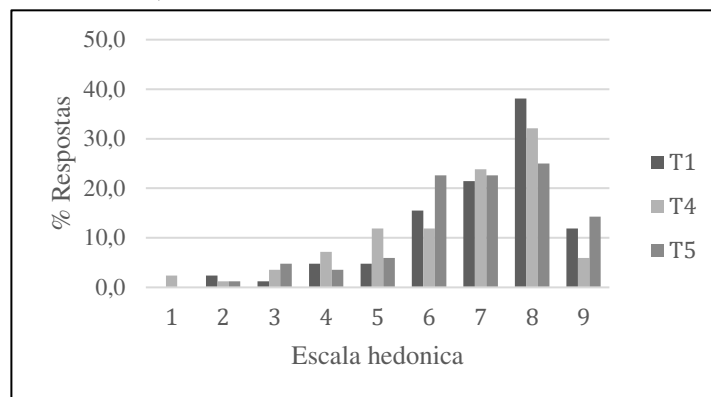
**Figura 33** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo textura para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.



**Fonte:** Elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

Para o atributo aparência global (FIGURA 34), foram obtidos os seguintes resultados para a região de aceitação T1: 86,9%, T4: 73,8% e T5: 84,5%. Percebe-se que a amostra T4, possui a menor porcentagem em região de aceitação. A amostra T1 obteve 38,1% de suas notas 8 “gostei muito”. Em relação às notas em região de rejeição, a T4 apresentou 14,3%, T5 obteve 9,6% e a T1 apresentou 8,3%, indicando que a população em estudo, apontou maior rejeição para a T4.

**Figura 34** – Distribuição de frequência das respostas dos provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência global para queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.



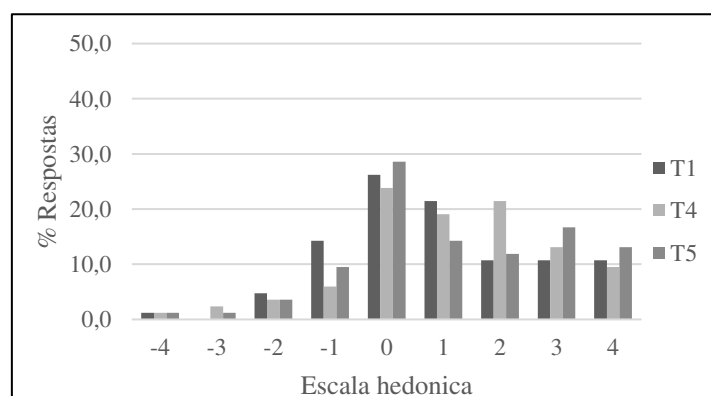
**Fonte:** elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo).

#### 4.5.3 Ideal de aroma defumado e cor dos queijos de Coalho

Os valores médios encontrados para o atributo “aroma defumado” foram de  $0,96 \pm 1,91$  (T1),  $1,25 \pm 1,95$  (T4) e  $1,21 \pm 1,97$  (T5) (TABELA 18). Os tratamentos não apresentaram diferença significativa a 5% ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

A amostra T5 apresentou o maior percentual de respostas na categoria “ideal” da escala (28,6%) para o atributo sensorial “aroma defumado”, enquanto T4 apresentou o menor percentual de respostas (23,8%) (FIGURA 35). O resultado permite inferir que os limites superiores para as variáveis independentes, influenciaram negativamente. Todas as amostras apresentaram percentuais de respostas acima de 50% para os termos que exprime “+ que ideal” (+1 a +4). Pode-se destacar que a amostra T4 apresentou 63,0%.

**Figura 35** – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação de aroma de defumado ideal do queijo de Coalho defumado com borra de café em relação aos tratamentos T1, T4 e T5.



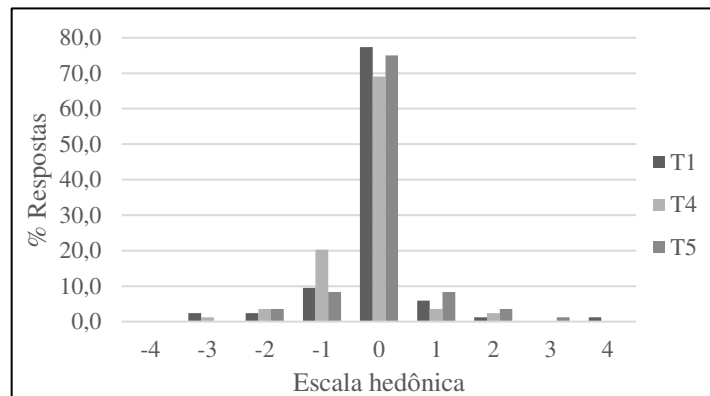


**Fonte:** elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (- 4 = extremamente menos forte que o ideal; - 3 = muito menos forte que o ideal; -2 = moderadamente menos forte que o ideal; - 1 = ligeiramente menos forte que o ideal; 0 = ideal; + 1 = ligeiramente mais forte que o ideal; + 2 = moderadamente mais forte que o ideal; + 3 = muito mais forte que o ideal; + 4 = extremamente mais forte que o ideal.).

Os valores médios em relação, ao ideal do atributo cor ficaram entre  $-0,07 \pm 0,86$  (T1),  $-0,21 \pm 0,72$  (T4) e  $0,04 \pm 0,79$  (T5) (TABELA 18). Todas amostras não diferiram ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Em relação aos valores médios as amostras T1 e T4 estão entre os valores 0 “ideal” e (- 4) a (- 1) “menos forte que o ideal”.

Os resultados do ideal para o atributo cor (FIGURA 36) foram de 77,4%, 69% e 75% para as amostras T1, T4 e T5, respectivamente, na área 0 “ideal”. Em comparação com as amostras, o tratamento T4 recebeu maior porcentagem de notas na região de menos forte que o ideal (- 1 a - 4), em torno de 25%.

**Figura 36** – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação de cor (ideal) do queijo de Coalho defumado com borra de café para os tratamentos T1, T4 e T5.



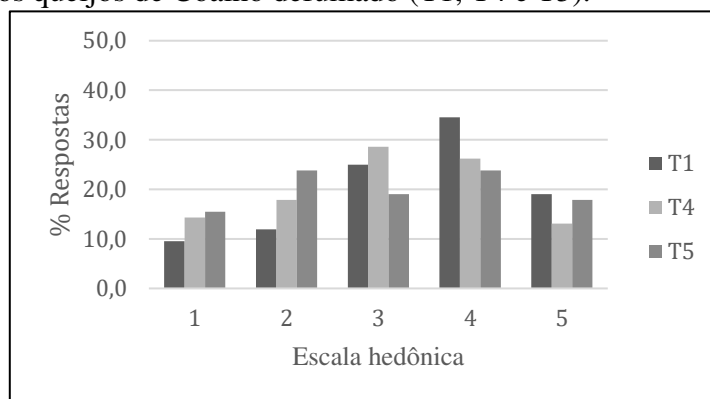
Fonte: elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (- 4 = extremamente menos forte que o ideal; - 3 = muito menos forte que o ideal; -2 = moderadamente menos forte que o ideal; - 1 = ligeiramente menos forte que o ideal; 0 = ideal; + 1 = ligeiramente mais forte que o ideal; + 2 = moderadamente mais forte que o ideal; + 3 = muito mais forte que o ideal; + 4 = extremamente mais forte que o ideal.).

#### 4.5.4 Atitude de compra dos provadores para as amostras de queijo de Coalho

Os resultados médios obtidos para atitude compra das amostras foram  $3,46 \pm 1,22$  (T1),  $3 \pm 1,31$  (T4) e  $3,04 \pm 1,35$  (T5), os valores não diferem ao nível de 5% de significância ( $p \geq 0,05$ ). Os valores médios das amostras encaixam todas na categoria 3 (tenho dúvidas se compraria). Esse resultado, demonstrou, a indecisão do provador em aceitar o queijo de coalho defumado com borra de café, diante das variáveis utilizadas no processamento desse estudo.

Com base na escala e atitude de compra dos provadores (FIGURA 37), a amostra T1 obteve a maior porcentagem de notas (34,5%) 4 “provavelmente compraria”. A referida amostra recebeu a menor quantidade de notas, entre 1 “certamente não compraria” a 2 “provavelmente não compraria” (32,2%). Em contrapartida, a amostra T4, recebeu a menor quantidade de notas 5 “certamente compraria” (13,1%). Indicando a possível compra da amostra T1, recebendo 19% das notas na categoria 5 “certamente compraria”.

**Figura 37** – Distribuição da frequência de respostas dos provadores na avaliação da atitude de compra para os queijos de Coalho defumado (T1, T4 e T5).



**Fonte:** elaborado pelo autor. T1: 10 minutos de defumação e 15g de borra de café; T4: 20 minutos de defumação e 30g de borra de café; T5: 15 minutos de defumação e 22,5g de borra de café. Valores hedônicos (1 = não compraria; 3 = tenho dúvida se compraria; 5 = certamente compraria).

#### 4.5.5 Ordenação-preferência dos queijos de Coalho

No teste de ordenação preferênciã, os totais de ordenação obtidos pelas amostras T1, T4 e T5 foram, respectivamente, 173, 155 e 178. A diferença entre os totais de ordenação das amostras T1 e T4 foi igual a 18, entre a T1 e T5 igual a 5 e entre T4 e T5 igual a 23. Pela tabela de Newel e Mac Farlene, a diferença crítica entre os totais de ordenação a nível de 5% ( $p \geq 0,05$ ) para 84 provadores e três amostras é de 31. Assim todas as amostras para esse teste não apresentaram diferença significativa.

## 5 – CONCLUSÕES

Os resultados observados durante a realização deste trabalho permitem chegar às seguintes conclusões:

- As análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas em todas as amostras de queijo de Coalho, caracterizaram o mesmo com teor médio de umidade, com exceção para amostra T2 que apresentou baixo teor de umidade, pH elevado, o que favorece o desenvolvimento microbiano e pode interferir na vida de prateleira do produto, a defumação influencia na cor do produto para os padrões  $b^*$  e  $L^*$  de maneira significativa;
- As análises microbiológicas realizadas nas amostras estudadas permitem realizar associação entre o possível efeito inibitório na contagem de coliformes termotolerantes a 45 °C ao processo de defumação com a borra de café;
- As concentrações de borra de café e tempo de exposição utilizados na defumação do queijo de Coalho não produzem teores de benzo[a]pireno acima do limite de detecção 0,125 µg/Kg utilizado, o que torna o processo seguro, quimicamente, para os limites inferiores e superiores das variáveis independentes;
- A quantidade de borra de café e o tempo de exposição das amostras influenciaram na aceitação sensorial e intenção de compra do queijo de Coalho defumado. Neste sentido, o uso de 15g de borra de café associada a 10 minutos de defumação apresenta aceitação e intenção de compra positiva.

## REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**: method 997.02 yeast and mold counts in food. Journal AOAC International, 2002.

ATES, G.; ELMACI, Y. Coffee silverskin as fat replacer in cake formulations and its effect on physical, chemical and sensory attributes of cakes. **LWT**, v.90, p. 519-525, 2018.

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

BALLESTEROS, L. F.; CERQUEIRA, M. A.; TEIXEIRA, J. A.; MUSSATTO, S. I. Production and physicochemical properties of carboxymethyl cellulose films enriched with spent coffee grounds polysaccharides. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.106, p. 647-655. 2018.

BARRY-RYAN, C. Physical and chemical methods for food preservation using natural antimicrobials. **Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality**, p. 211-228, 2015

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 62, de 29 de Dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 146, de 07 de Março de 1996. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União Brasília, 08 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 62 de 29 de dezembro de 2011. **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel**. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 30, de 26 de Junho de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2001.

BRASIL. Ministério Do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, **produção da pecuária Municipal**, v. 42, 2014

BRASIL. Instrução normativa n° 30, de 26 de Junho de 2001. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga**. In: D. O. U., Brasília, 16 jul. 2001. Seção 1, 13 p.

CAVALCANTE, J. F. M.; ANDRADE, N. J.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L.; PINTO, C. L. O.; ELARD, E. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas**, v. 27, p. 205-214, 2007.

CALADO, V.; MONTGOMERY, D. C. **Planejamento de Experimentos usando *Statistica***. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais. 2003.

CALDERÓN, J. C.; DÍAZ, D. M.; CASTAÑO, M. M.; RAMÍREZ, D. B.; ROJAS, L. N.; NARVÁEZ, F. G.; PINEDA, Y. M.; CASTRO, O. V. Evaluation of antioxidant capacity in coffees marketed in Colombia: Relationship with the extent of non-enzymatic browning. **Food Chemistry**, v.209, p. 162-170. 2016.

CAPORASO, N.; WHITWORTH, M. B.; CUI, C.; FISK, I. D. Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. **Food Research International**, v.154, p.234-240. 2018.

COLZI, I.; TAITI, C.; MARONE, E.; MAGNELLI, S.; GONNELLI, C.; MANCUSO, S. Covering the different steps of the coffee processing: Can headspace VOC emissions be exploited to successfully distinguish between Arabica and Robusta?. **Food Chemistry**, v.237, p. 257-263, 2017.

CHRISTENSEN, Z. T. et al. Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, p. S132-S143, 2006.

CRUZ, G. A. **Caracterização de queijo de Coalho processado com cultivos lácticos endógenos e substituto de gordura**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – Ce. 2016.

DRISKILL, A. K.; ALVEY, J.; DOTSON, A. D.; TOMCO, P. L. Monitoring polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) attenuation in Arctic waters using fluorescence spectroscopy. **Cold Regions Science and Technology**, v. 145, p. 76-85, 2018.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

EL-OBEID, T.; YEHIA, H. M.; SAKKAS, H.; LAMBRIANIDI, L.; TSIRAKI, M. I.; SAWAIDIS, I. N. Shelf-life of smoked eel fillets treated with chitosan or thyme oil. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 114, p. 578-583, 2018.

EMBRAPA/CNPFT. **Produção de queijo coalho artesanal - passo a passo**. Fortaleza – CE, 2017. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1080129/1/FFC17002.pdf>.  
 Acesso em: 01 de Mai. 2018.

FERREIRA, W. L.; FILHO, J. R. F. Avaliação Da Qualidade Físico - Químicos Do Queijo Coalho Comercializado No Município De Barreiros-Pe. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 02, n. 01, p. 127-133, 2008.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3rd ed. New York, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker, 1997.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANÇA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; VITORINO, M. D. Efeito da taxa de aquecimento da evolução da perda de massa e teor de umidade de grãos de café durante a torra. **Revista Brasileira de Armazenamento: Especial Café**, v. 2, p. 37-47, 2002.

GABBI, A. M.; MCMANUS, C. M.; SILVA, A. V.; MARQUES, L. T.; ZANELA, M. B.; STUMPF, M. P.; FISCHER, V. Typology and physical–chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. **Agricultural Systems**, v. 121, p. 130-134, 2013.

GARCÍA, V.; ROVIRA, S.; TERUEL, R.; BOUTOIAL, K.; RODRÍGUEZ, J.; ROA, I.; LÓPEZ, M. B. Effect of vegetable coagulant, microbial coagulant and calf rennet on physicochemical, proteolysis, sensory and texture profiles of fresh goats cheese. **Dairy Science & Technology**, v. 92, p. 691-707, 2012.

GUILLÉN, M. D.; PALENCIA, G.; IBARGOITIA, M. L.; FRESNO, M.; SOPELANA, P. Contamination of cheese by polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional smoking. Influence of the position in the smokehouse on the contamination level of smoked cheese. **Journal of Dairy science**, v. 9, p. 1679-1690, 2011.

GREGERSEN, V. R.; LUCEY, J. A. Cheese: Rennet-Induced Coagulation of Milk. **Reference Module In Food Science**. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965006843>. Acesso em: 01 Mai. 2018.

ITAL, **Princípios do Processamento de Embutidos Carneos**. CTC, Campinas 2003.

IAL - **Instituto Adolfo Lutz . Normas Analíticas de Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. Brasília, v. 1, 2008, 1015 p.

KARMEE, S. K. A spent coffee grounds based biorefinery for the production of biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites. **Waste Management**, v. 72, p. 240-254, 2018.

KAMINARIDES, S.; LITOS, I.; MASSOURAS, T.; GEORGALA, A. The effect of cooking time on curd composition and textural properties of sheep Halloumi cheese. **Samll Ruminant research**, v. 125, p. 106-114, 2015.

KANG, S. B.; OH, H. Y.; KIM, J. J.; CHOI, K. S. Characteristics of spent coffee ground as a fuel and combustion test in a small boiler (6.5 kW). **Renewable Energy**, v.113, p.1208-1214.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. Processamento do Queijo de Coalho Fabricado com Leite de Cabra Maturado e Defumado. **Comunicado Técnico: Prática e Processo Agropecuário**, ISSN 1676-7675, Sobral-CE, 2008.

- LEE, S. J.; KIM, M. K.; LEE, K. G.; Effect of reversed coffee grinding and roasting process on physicochemical properties including volatile compound profiles. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.44, p. 97-102, 2017.
- LEDESMA, E.; RENDUELES, M.; DÍAZ, M. Spanish smoked meat products: Benzo(a)pyrene (BaP) contamination and moisture. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 37, p. 87-94, 2015.
- LI, Y.; JOYNER, H. S.; CARTER, B. G.; DRAKE, M. A. Effects of fat content, pasteurization method, homogenization pressure, and storage time on the mechanical and sensory properties of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 2942-2955, 2018.
- LINGBECK, J. M.; CORDERO, P.; O'BRYAN, C. A.; JOHNSON, M. G.; RICKE, S. C.; CRANDALL, P. G. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. **Meat Science**, v. 97, p. 197-206, 2014.
- MALARUT, J.; VANGNAI, K. Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages, **Food Control**, v.18, p.32-41, 2017.
- MACHADO, G. M. et al. Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido láctico. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 3, p. 421-428, Araraquara, 2011.
- MCAULEY, C. M.; SINGH, T. K.; MAZA, J. F. H.; WILLIAMS, R.; BUCKNOW, R. Microbiological and physicochemical stability of raw, pasteurised or pulsed electric field-treated milk. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.38, p. 365-373, 2016.
- MARTINI, M.; ALTOMONTE, I.; LICITRA, R.; SALARI, F. Nutritional and Nutraceutical Quality of Donkey Milk. **Journal Of Equine Veterinary Science**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080617306421>. Acesso em: 03 Mai. 2017.
- MATÍNEZ, O.; SALMERÓN, J.; EPELDE, L.; VICENTE, M. S.; VEJA, C. Quality enhancement of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets by adding resveratrol and coating with chitosan and alginate edible films. **Food Control**, v. 85, p. 168-176, 2018.
- METZGER, S. A.; HERNANDEZ, L. L.; SKARLUPKA, J. H.; SUEN, G.; WALKER, T. M.; RUEGG. Influence of sampling technique and bedding type on the milk microbiota: Results of a pilot study. **Journal of Dairy Science**. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021830362X>. Acesso em: 30 Mai. 2018.
- MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **J Sens Stud.**, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.
- MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, 2005.

- MUEANMAS, C.; NIKHOM, R.; KAEW-ON, J.; PRASERTSIT, K. Statistical Optimization for Esterification of Waste Coffee Grounds Oil using Response Surface Methodology. **Energy Procedia**, v.138, p. 235-240, 2017.
- MUSSATTO, S. I.; MACHADO, E. M. S.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J. A. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. **Food Bioprocess Technol**, v. 4, p. 661-672, 2011.
- NASCIMENTO, I. R.; JESUS, R. M.; SANTOS, W. N. L.; SOUZA, A. S.; FRAGOSO, W. D.; REIS, P. S. Determination of the mineral composition of fresh bovine milk from the milk-producing areas located in the State of Sergipe in Brazil and evaluation employing exploratory analysis. **Microchemical Journal**, v. 96, p. 37-41, 2010.
- NETO, J. F.; FIGUEIREDO, M. J.; JUNIOR, E. B. P.; FILHO, P. L.; QUEIROGA, R. A.; LINS, A. C. Queijo tipo coalho defumado com orégano (*Origanum vulgare*) e erva-doce (*Foeniculum vulgare*). **Principia**, N° 36, 2017.
- NEWELL, G.J.; MAC FARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **J Food Sci**, v.52, n.6, p.1721-1725, 1987.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed. 2005, 279p. v.2
- PALUDETTI, L. F.; KELLY, A. L.; O'BRIEN, B.; JORDAN, K.; GLEESON, D. The effect of different precooling rates and cold storage on milk microbiological quality and composition. **Journal Of Dairy Science**, v. 101, p. 1921-1929, 2018.
- PATEL, A. B.; MAHALA, K.; JAIN, K.; MADAMWAR, D. Development of mixed bacterial cultures DAK11 capable for degrading mixture of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). **Bioresource Technology**, v. 253, p. 288-296. 2018.
- PARIS, A.; LEDAUPHIN, J.; POINOT, P.; GAILLARD, J. L. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables: Origin, analysis, and occurrence. **Environmental Pollution**, v. 234, p. 96-106, 2018.
- PARK, K. C.; PYO, H.; KIM, W.; YOON, K. S. Effects of cooking methods and tea marinades on the formation of benzo[a]pyrene in grilled pork belly (Samgyeopsal). **Meat Science**, v. 129, p. 1-8, 2017.
- PESHEV, D.; MITEV, D.; PEEVA, L.; PEEV, G. Valorization of spent coffee grounds – A new approach. **Separation and Purification Technology**, v.192, p. 271-277, 2018.
- PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences, **Food Technology**, v. 11, n. 9, p. 9-14, 1957.
- PUJOL, D.; LIU, C.; GOMINHO, J.; OLIVEIRA, M. À.; FIOL, N.; VILLAESCUSA, I.; PEREIRA, H. The chemical composition of exhausted coffee waste. **Industrial Crops and Products**, v. 50, p. 423-429, 2013.



- RANA, B.; KAUSHIK, R.; KAUSHAL, K.; ARORA, S.; KAUSHAL, A.; GUPTA, S.; UPADHYAY, N.; RANI, P.; KAUSHIK, P. Physicochemical and electrochemical properties of zinc fortified milk. **Food Bioscience**, v.21., p. 117-124. 2018.
- REHMAN, S. U.; FARKYE, N. Y. DRAKE, M. A. The effect of application of cold natural smoke on the ripening of cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1910-1917, 2003.
- RODRIGUES, N. P. A.; GIVISIEZ, P. E. N.; QUEIROGA, R. C. R. E.; AZEVEDO, P. S.; GEBREYES, W. A.; OLIVEIRA, C. J. B. Milk adulteration: Detection of bovine milk in bulk goat milk produced by smallholders in northeastern Brazil by a duplex PCR assay. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 2749-2752, 2012.
- RODRIGUES, M. I.; LEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos & Otimização de Processos**. 3 ed. Campinas – SP: Cárita, 2014.
- SALDAÑA, E.; CASTILLO, L. S.; SÁNCHEZ, J. C.; SICHE, R.; ALMEIDA, M. A.; BEHRENS, J. H.; SELANI, M. M. Descriptive analysis of bacon smoked with Brazilian woods from reforestation: methodological aspects, statistical analysis, and study of sensory characteristics. **Meat Science**, v. 140, p. 44-50, 2018.
- SERHAN, M.; MATTAR, J.; DEBS, L. Concentrated yogurt (Labneh) made of a mixture of goats' and cows' milk: Physicochemical, microbiological and sensory analysis. Small Ruminant Research. **Small Ruminant Research**, v.138, p. 46-52, 2016.
- SILVA, Luis César. Café: fruto, grão e bebida. **Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo, Campus de Alegre**, nº 52, p. 13 – 18, 2012.
- SIKORSKI, Z. E. Smoked Foods: Principles and Production. **Reference Module In Food Science**, p. 1-5, 2016.
- SOUZA, M. L.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKKA, 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, n.1, p.27-36, 2004.
- SOUSA, A. Z. B. D. et al. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arq Inst Biol**, São Paulo. v. 81. p. 30-35 , 2014.
- SCHWERT, R. **Uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2009. 82 p. Dissertação (Engenharia de alimentos) Universidade Regional Integrada do Alto Uruguia das Missões – URI, Erechim – RS. 2009.
- SPECIALE, A.; ZENA, R.; CALBRO, C.; BERTUCCIO, C.; ARAGONA, M.; SAIJA, A.; TROMBETTA, D.; CIMINO, F.; LO CASCIO, P. Experimental exposure of blue mussels (*Mytilus galloprovincialis*) to high levels of benzo[a]pyrene and possible implications for human health. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 150, p. 96-103, 2018.

STATSOFT. **Statistica for window**: computer programa manual. Versão 7.0 Tulsa: Statsoft Inc. 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2 ed. London: Academic Press, 1993

TARI, N. T.; FAN, M.; ARCHBOLD, T.; KRISTO, E.; GURI, A.; CORREDIG, M. Effect of milk protein composition of a model infant formula on the physicochemical properties of in vivo gastric digestates. **Journal of Dairy Science**, v,101. p.2851-2861. 2018.

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F.; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: Aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Ver. Virtual Quim.**, v. 9, p. 107-134, 2017.

VAKH, C.; EVDOKIMOVA, E.; POCHIVALOV, MOSKVIN, L.; BULATOV, A. A novel flow injection chemiluminescence method for automated and miniaturized determination of phenols in smoked food samples. **Food Chemistry**, v. 237, p. 929-935, 2017.

WEI, Z.; GAO, Y. Physicochemical properties of  $\beta$ -carotene bilayer emulsions coated by milk proteins and chitosan–EGCG conjugates. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 590-599. 2016.

WEBSTER, L.; RUSSELL, M.; SHEPHERD, N.; PACKER, G.; DALGARNO, G. P.; NEAT, F. Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Scottish Deepwater environments. **Marine Pollution Bulletin**, v. 128, p. 456-459, 2018.

XIANG, J.; LIU, F.; FAN, R.; GAO, Y. Physicochemical stability of citral emulsions stabilized by milk proteins (lactoferrin,  $\alpha$ -lactalbumin,  $\beta$ -lactoglobulin) and beet pectin. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 487, p. 104-112, 2015.

YANG, N.; LIU, C.; DEGN, T. K.; MUNCHOW, M.; FISK, I. Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defects. **Food Chemistry**, v.211, p.206-214, 2016.

YUAN, W.; LEE, H. W.; YUK, H. Antimicrobial efficacy of *Cinnamomum javanicum* plant extract against *Listeria monocytogenes* and its application potential with smoked salmon. **International Journal of Food Microbiology**, v.260, p.42-50, 2017.

ZACHARA, A.; GALKOWSKA, D.; JUSZCZAK, L. Contamination of smoked meat and fish products from Polish market with polycyclic aromatic hydrocarbons. **Food Control**, v.80, p. 45-51, 2017

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está convidado a participar como voluntário, sem qualquer tipo de pagamento, da pesquisa intitulada: "ELABORAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ E ESTUDO DA SUA ACEITAÇÃO SENSORIAL". Você não deve participar contra sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. O objetivo desta pesquisa é avaliar a aceitação de queijo de Coalho defumado com borra de café, e desta forma avaliar os atributos de aparência, aroma, sabor, sabor residual, textura, aparência global. Os dados serão coletados por meio de uma ficha de análise sensorial utilizando uma escala com nove opções de gostar. Você receberá quatro amostras (30 g). Você receberá também um copo contendo aproximadamente 50 mL de água para beber ao provar a amostra seguinte. Esse procedimento serve para limpar o seu palato a fim de não haver interferência na avaliação das amostras. Este teste terá duração de aproximadamente 10 minutos. Riscos: Caso você apresente intolerância ou alergia a algum componente (leite de bovino, cloreto de sódio e quimosina), você NÃO deverá participar. Caso você desenvolva qualquer reação ou sintoma indesejáveis relacionado à ingestão do produto oferecido nessa análise sensorial, será levado imediatamente para o posto de saúde Bela Vista, localizado na rua Chile, nº 771, bairro Pici, Fortaleza, Ceará, CEP 60.440-587, ou outro hospital de sua preferência, sendo acompanhado pelo responsável dessa pesquisa até que seja liberado do atendimento médico. Aqueles que fornecerem dados espontaneamente pós-esclarecimento terão suas identidades preservadas mesmo em publicações em documentos especializados nos meios de comunicação científicos ou leigos. O abaixo-assinado, \_\_\_\_\_ anos, RG \_\_\_\_\_

declara que é livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento e que, após sua leitura tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Sou sabedor que terei todas as dúvidas respondidas a contento pela pesquisadora responsável Ayrton Senna Fernandes Ferreira (88) 9 96059659 ou e-mail: ayrtonsenna1@gmail.com.

Fortaleza, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador  
Ayrton Senna Fernandes Ferreira

## APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO QUEIJO DE COALHO DEFUMADO COM BORRA DE CAFÉ

### FORMULÁRIO PARA ANÁLISE SENSORIAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Idade: ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-56 ( ) 57-60

Grau de escolaridade: \_\_\_\_\_

Por favor, antes de avaliar as amostras responda este questionário.

1) Com que frequência você consome produtos à base de leite?

( ) Semanalmente ( ) Ocasionalmente

( ) Quinzenalmente ( ) Não consumo

2) Com que frequência você consome produtos "Defumados"?

( ) Semanalmente ( ) Ocasionalmente

( ) Quinzenalmente ( ) Não consumo

3- O quanto você gosta de produtos "Defumados"?

( ) Gosto muitíssimo ( ) Gosto moderadamente ( ) Não gosto

( ) Gosto muito ( ) Gosto ligeiramente

4- Com que frequência você consome de Queijo de Coalho?

( ) Semanalmente ( ) Ocasionalmente

( ) Quinzenalmente ( ) Não consumo

5- O quanto você gosta de Queijo de Coalho?

( ) Gosto muitíssimo ( ) Gosto moderadamente ( ) Não gosto

( ) Gosto muito ( ) Gosto ligeiramente

6- Por favor, avalie cada uma das amostras servidas utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou com relação a cor, aparência, aroma, sabor, textura, sabor residual e aparência global.

9. Gostei muitíssimo

8. Gostei muito

7. Gostei moderadamente

6. Gostei ligeiramente

5. Nem gostei e nem

desgostei

4. Desgostei ligeiramente

3. Desgostei

moderadamente

2. Desgostei muito

1. Desgostei muitíssimo

Amostras	Cor	Aparência	Aroma	Sabor	Sabor residual	Textura	Aparência Global

7- Por favor, avalie o AROMA DE DEFUMADO E A COR no produto e indique, utilizando a escala abaixo, o quão próximo do ideal está esse aroma de cada amostra.

+4 Extremamente mais forte que o ideal

+3 Muito mais forte que o ideal

+2 Moderadamente mais forte que o ideal

+1 Ligeiramente mais forte que o ideal

-0 Ideal

-1 Ligeiramente menos forte que o ideal

-2 Moderadamente menos forte que o ideal

-3 Muito menos forte que o ideal

-4 Extremamente menos forte que o ideal

Amostras	Aroma Defumado	Cor

9- Avalie a sua intenção de compra

5. Certamente compraria

4. Provavelmente compraria

3. Tenho dúvida se compraria

2. Provavelmente não compraria

1. Certamente não compraria

Amostras	Avaliação

8- Avalie as amostras da esquerda para a direita e ordene-as em ordem crescente de preferência.

+preferida \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ - preferida