



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM**  
**DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA**

**ÍTALO FERNANDO DUTRA DA MOTA**

**INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE BROMATO DE POTÁSSIO EM PÃES DO**  
**TIPO FRANCÊS COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA – CE EM**  
**2015**

**FORTALEZA**  
**2016**

ÍTALO FERNANDO DUTRA DA MOTA

INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE BROMATO DE POTÁSSIO EM PÃES DO TIPO  
FRANCÊS COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA – CE EM 2015

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à disciplina  
de Monografia II da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito à obtenção do título de bacharelado em  
Farmácia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janete Eliza Soares de Lima.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências da Saúde

- 
- M871i Mota, Ítalo Fernando Dutra da.  
Investigação da presença de bromato de potássio em pães do tipo francês comercializados no município de Fortaleza – CE em 2015./ Ítalo Fernando Dutra da Mota. – 2016.  
48 f.: il. color.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Farmácia, Curso de Farmácia, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Profa. Dra. Janete Eliza Soares de Lima.
1. Aditivos Alimentares. 2. Pão. 3. Contaminação de Alimentos. I. Título.

---

CDD 664.0287

ÍTALO FERNANDO DUTRA DA MOTA

INVESTIGAÇÃO DA PRESENÇA DE BROMATO DE POTÁSSIO EM PÃES DO TIPO  
FRANCÊS COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA – CE EM 2015

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à disciplina  
de Monografia II da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito à obtenção do título de bacharel em  
Farmácia.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janete Eliza Soares de Lima. (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Maria de Jesus Ponte Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Expedito Rogildo Cordeiro Carlos  
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Deus.

Aos meus pais, Antônio e Almerinda.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por minha vida, família e amigos.

Aos meus pais, Antônio e Almerinda, pelo amor incondicional.

A minha esposa, Sra. Janiele Mota, pela compreensão, apoio, incentivo e sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis.

Aos meus familiares, por contribuições valiosas quando precisei.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janete Eliza Soares de Lima, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof.<sup>a</sup> Teresa Maria de Jesus Ponte Carvalho e Prof. Expedito Rogildo Cordeiro Carlos pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de fazer o curso.

Agradeço a todos os professores, em especial Prof.<sup>a</sup>. Angelina, Prof. Rogildo, Prof.<sup>a</sup> Janete e Prof.<sup>a</sup> Teresa por me proporcionarem conhecimentos para minha formação profissional e pessoal.

Aos meus colegas de laboratório, em especial Aurenice, Ian, Ícaro Freire e Larissa Coelho, pelo apoio nas pesquisas e na elaboração desta pesquisa.

Aos colegas que fiz no curso, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos integrantes do Heterofarma, pelos momentos lúdicos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Melhor do que o pão é a sua partilha, sua divisão”.

Dom Helder Câmara

## RESUMO

O pão, em especial o do tipo francês, é um dos alimentos básicos para a maior parte dos brasileiros. Desta forma, alterações nutricionais ou toxicológicas neste produto podem afetar a população e são merecedoras de contínua investigação. No processo de panificação, utilizam-se tanto ingredientes tradicionais quanto aditivos com o fim de conferir qualidade e características desejadas ao produto. Um destes aditivos usado por muitas décadas, como melhorador de farinha, foi o bromato de potássio ( $\text{KBrO}_3$ ). No pão, sua função era de promover maior retenção de gases, obtendo maior volume, melhor textura e umidade interna por meio de oxidação das proteínas. Contudo, estudos da Organização Mundial da Saúde, demonstraram que a utilização do bromato de potássio na panificação pode produzir efeito carcinógeno e provocar a destruição das vitaminas do complexo B, especialmente a tiamina e a riboflavina. No Brasil, desde 1970, sua utilização foi proibida através da Resolução nº 15/70 (CNNPA/MS), a qual foi consolidada pela Lei Federal nº 10.273/01, sendo a inobservância desta última uma infração sanitária com penalizações para o infrator, segundo a Lei nº 6.437/77. Considerando seu potencial risco à saúde e sua proibição como aditivo em panificação, esta pesquisa objetiva a identificação do bromato de potássio em pães do tipo francês comercializados e coletados no município de Fortaleza – CE, segundo suas Secretarias Executivas Regionais, nos meses de agosto e setembro de 2015. Trata-se de uma pesquisa qualitativa experimental, utilizando-se de metodologias diretas e indiretas para a identificação do analito, preconizadas pela *Official Methods of Analysis of AOAC International* - OMA (1990) e pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL), respectivamente. Os testes confirmatórios diretos e indiretos para detecção de bromato de potássio foram por cromatografia em camada delgada (CCD), conforme proposto pelo IAL. Do total de 28 amostras analisadas, 19 amostras (67,87%) apresentaram resultados positivos para bromato, sendo 10 amostras pela metodologia direta, e 14 pela indireta, havendo 5 amostras positivos para ambos os testes. Relacionando os aspectos gerais do pão com a presença do bromato demonstrada, observou-se predomínio de aspecto geral de nível regular dentre os lotes positivos. Quanto ao peso médio dos pães, apenas 10 amostras estavam acima ou igual a 50g, destes, 7 amostras apresentaram-se positivos para bromato. Analisando-se as formas de venda, dentre as amostras positivas para o analito, constatou-se sua presença em 10 amostras comercializados por venda sob valor unitário fixo, e em 9, por venda sob pesagem. As 14 amostras positivas no teste qualitativo para bromato pelo método indireto, foram confirmadas por CCD. Contudo, no método direto, as 10 amostras positivas para bromato não obtiveram confirmação por CCD, possivelmente



devido às baixas concentrações do analito. Os resultados obtidos neste trabalho assemelham-se aos encontrados em pesquisas anteriores e indicam a necessidade de uma efetiva fiscalização em estabelecimentos que produzem e comercializam pão francês.

**Palavras-chave:** Aditivo alimentar; Identificação de agente tóxico; Contaminação de alimentos; Pão francês.

## ABSTRACT

The bread, in particular the French type, is one of the basic foods for most Brazilians. In such way that nutritional or toxicological modifications in this product can affect the population and they deserve continuous investigation. In the bread making process, are used traditional ingredients as well as additives with the purpose to confer quality and characteristics, which are desired to the product. One of these additives that were used per many decades, as flour enhancing, was potassium bromate ( $\text{KBrO}_3$ ). In the bread, its function was to promote bigger retention of gases, obtaining bigger volume, better texture and internal humidity by means of proteins oxidation. However, studies from the World Health Organization demonstrated that the use of potassium bromate in bread process can produce carcinogenic effect and provokes the destruction of complex B vitamins, especially the thiamin and the riboflavin. In Brazil, since 1970, its use was forbidden through the Resolution nº 15/70 (CNNPA/MS), which was consolidated for the Federal Law nº 10,273/01, the non-observance of this last sanitary infraction can penalized the transgressor, according to Law nº 6.437/77. Considering its potential risk for health and its prohibition as additive in bread process, this research objectives the identification of potassium bromate in commercialized and collected French type breads in the city of Fortaleza – CE, according to its Regional Executive Secretariats, among the months of August and September of 2015. It is an experimental qualitative research, using direct and indirect methodologies for the analito identification, praised by Official Methods of Analysis of AOAC International- OMA (1990) and for the Adolfo Lutz Institute (IAL), respectively. The indirect and direct confirmatory tests for potassium bromate were detected by chromatography in thin layer (CCD), proposed by IAL. It was analyzed 28 samples in total, 19 samples (67.87%) presented positive results for bromate detection in which 10 samples were detected by direct methodology, and 14 samples by the indirect one, having 5 positive results samples for both tests. Relating to the general aspects of the bread with bromate presence demonstrated, it was observed the predominance of the regular levels in general aspect among the positive lots. Regarding to the average weight of the breads, only 10 samples were above or equal to 50g, between these 10 samples, 7 presented positive results for bromate. Analyzing the sales ways, amongst the positive samples for the analito, its presence was observed in 10 samples commercialized under fixed unitary value, and in 9 samples commercialized under weigh was evidenced. The 14 positive samples in the qualitative test for bromate by indirect method, were confirmed by CCD. However, in the direct method, the 10 positive samples for bromate had not obtained confirmation by CCD,

possible due to the low concentrations of the analito. The results obtained in this work resemble with previous researches and indicate the necessity of an effective control in the establishments that produce and commercialize French type bread.

**Keywords:** Food Additive; Toxicant identification; Food contamination; French bread.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	— Estrutura química do bromato de potássio.....	23
Figura 02	— Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método I, direto, em farinha de pães após reação. (A) Visão geral, (B) Visão detalhada.....	41
Figura 03	— Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método III, direto, em farinha de pães após reação. (A) Coloração Inicial, (B) Coloração lilás persistente.....	42
Figura 04	— Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método IV, indireto em farinha de pães após reação, utilizando os reagentes fluoresceína-ácido acético glacial em água oxigenada e posterior evaporação em banho-maria. (A) Amostra 19, (B) Amostra 21.....	42
Figura 05	— Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa confirmatória de bromato de potássio pelo Método IV, indireto, visualizadas em UV. Cromatoplasas de sílica Gel 60 G, eluente butanol-acetona-hidróxido de amônio (1:3:1), padrão de brometo de potássio à direita das placas. (A) 8 amostras em 3 placas, (B) 6 amostra em 2 placas .....	43
Figura 06	— Fotos das cubas cromatográficas contendo o eluente (butanol-acetona-hidróxido de amônio 1:3:1), as placas cromatográficas com as respectivas amostras e padrão, preparadas para a análise qualitativa confirmatória de bromato de potássio pelo Método IV.....	43
Figura 07	— Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa confirmatória direta (Método II) em CCD para bromato de potássio. Cromatoplasas de sílica Gel 60 G, eluente butanol-propanol-água (1:3:1), padrão de bromato de potássio à direita das placas. (A) placas, (B) Rotoevaporador usado para concentrar as soluções das amostras.....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 — Reações indicativas da presença de bromato ou iodato.....	30
Quadro 02 — Reações indicativas da presença de iodato.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	—	Interpretação dos resultados do Método I para bromato e iodato.....	31
Tabela 02	—	Parâmetros e escores para análise sensorial das amostras de pães .....	36
Tabela 03	—	Resultados da análise sensorial e preço para amostras de pães obtidas em padarias de Fortaleza – CE.....	36
Tabela 04	—	Resultados da análise sensorial e preço para amostras de pães obtidas em supermercados de Fortaleza – CE.....	37
Tabela 05	—	Resultados da análise sensorial e preço para amostras de pães obtidas em mercearias de Fortaleza – CE.....	37
Tabela 06	—	Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em padarias de Fortaleza - CE.....	39
Tabela 07	—	Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em supermercados de Fortaleza – CE.....	39
Tabela 08	—	Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em mercearias de Fortaleza – CE.....	40
Tabela 09	—	Resultados dos Rf (fator de retenção) do padrão e das amostras positivas para bromato de potássio, segundo Método IV, indireto.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	— Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Br <sup>-</sup>	— Brometo
CAS	— Comissão de Assuntos Sociais
CCD	— Cromatografia em camada delgada
CNNPA	— Comissão de Normas e Padrões de Alimentos
FDA	— Food and Drug Administration
IAL	— Instituto Adolfo Lutz
IARC	— International Agency for Research on Cancer
IDA	— Ingestão diária aceitável
INMETRO	— Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
JECFA	— Expert Committee on Food Additives
KBrO <sub>3</sub>	— Bromato de potássio
KOH	— Hidróxido de potássio
MS	— Ministério da Saúde
OMA	— Official Methods of Analysis of AOAC International
OMS	— Organização Mundial de Saúde
PPB	— Partícula por bilhão
PPM	— Partícula por milhão
R <sub>f</sub>	— Fator de retenção
-SH	— Grupo sulfidril
-SS-	— Grupo dissulfídrico
UFC	— Universidade Federal do Ceará
UV	— Ultravioleta
VISA	— Vigilância Sanitária

## LISTA DE SÍMBOLOS

R\$	—	Real
%	—	Porcentagem
M	—	Molar
°C	—	Grau Celsius



## LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 01	—	Esquema do Método I, metodologia direta, detecção de bromato e/ou iodato.....	31
Fluxograma 02	—	Esquema do Método I, metodologia direta, detecção de iodato.....	32
Fluxograma 03	—	Esquema do Método II, metodologia direta.....	33
Fluxograma 04	—	Esquema do Método III, metodologia indireta.....	33
Fluxograma 05	—	Esquema do Método IV, metodologia indireta.....	34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização físico-química do bromato de potássio.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Bromato de potássio como aditivo na panificação .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Legislação Internacional e Nacional referente ao uso de bromato de potássio .</b>	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Estudos dos efeitos tóxicos do bromato de potássio no organismo e de investigação de sua presença em pães .....</b>	<b>25</b>
<b>4.5</b>	<b>Estudos de investigação da presença de bromato de potássio em pães .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>Reagentes, solventes e soluções analíticas.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Equipamentos e materiais .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3</b>	<b>Delineamento da pesquisa .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3.1</b>	<b><i>Local e período de coletas das amostras .....</i></b>	<b>29</b>
<b>5.3.2</b>	<b><i>Local de execução da parte experimental .....</i></b>	<b>29</b>
<b>5.3.3</b>	<b><i>Metodologia .....</i></b>	<b>29</b>
<b>5.3.4</b>	<b><i>Análise de dados .....</i></b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>6.1</b>	<b>Análise sensorial e qualitativa para amostras de pães de padarias, supermercados e mercearias em Fortaleza - CE.....</b>	<b>36</b>
<b>6.2</b>	<b>Resultados qualitativos para identificação d bromato de potássio .....</b>	<b>38</b>
<b>6.3</b>	<b>Resultado qualitativo confirmatório para a identificação do bromato de potássio .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos alimentos mais consumido no mundo, o pão, tem sua produção desde a antiguidade. No período entre 8.000 a.C à 600 d.C., já era produzido nos Vales dos rios Tigre e Eufrates de várias formas e com misturas de ingredientes como grãos triturados de aveia, cevada, trigo e outras sementes (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009). A cultura do pão no Brasil é uma herança de origem europeia, principalmente portuguesa, em vista do período colonial, tornando-se um alimento essencial para os brasileiros apenas no século XX (BAUMGARTEN, 2007).

O pão francês, também conhecido como pão carioquinha, é um produto que passa por fermentação de forma característica, preparado obrigatoriamente com farinha de trigo, cloreto de sódio e água, apresentando casca crocante, de cor uniforme castanho-dourada; miolo de cor branco-creme; textura e granulação finas e não-uniformes (BRASIL, 2000).

A fim de atender uma grande demanda de consumo, em média trinta quilos de pães por pessoa por ano, as panificadoras buscam tecnologias para garantir uma produção adequada. Para isso, os processos atuais de produção na panificação utilizam tanto ingredientes tradicionais – farinha de trigo, fermento em pó, sal e água - como ingredientes que possam corrigir possíveis deficiências na qualidade da farinha – aditivos – (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009) e, assim, melhorar suas características organolépticas, uma vez que, segundo pesquisa realizada por Zeferino (2013) no Brasil, a aparência é um dos principais atributos que influenciam a escolha de determinado pão pelos consumidores.

Os aditivos alimentares contribuem para a melhoria das características sensoriais do pão, corrigindo as deficiências da farinha de trigo, melhorando as características reológicas da massa, aumentando o volume do pão e prolongando a vida útil dos produtos obtidos. Os principais representantes são as enzimas ( $\alpha$ -amilase), os surfactantes (fosfatidilcolina), os agentes redutores (proteases), os agentes conservantes (ácido propiônico) e os agentes oxidantes. Tendo, estes últimos, a função de fortalecer a massa, alterando suas características de elasticidade e extensibilidade. Os principais agentes oxidantes são o bromato de potássio ( $KBrO_3$ ) - um oxidante eficiente e de ação lenta, intensificada com o aquecimento, porém de uso proibido -, o ácido ascórbico e a azodicarbonamida (AZEVEDO *et al.*, 2012).

O órgão governamental responsável pela regulamentação e fiscalização de aditivos utilizados na preparação de alimentos no Brasil é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qual define como aditivo alimentar:

Qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem propósito de nutrir, mas de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais durante qualquer etapa de sua produção, incluindo desde sua fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte até mesmo sua manipulação (BRASIL, 1997).

Todos os aditivos presentes na fabricação de alimentos devem passar por uma rigorosa avaliação sobre sua toxicidade, considerando, dentre outras características, qualquer efeito acumulativo, sinérgico e de proteção decorrentes do seu uso. Enfatiza-se, ainda, reavaliá-los sempre que necessário ou quando houver alguma modificação nas suas condições de uso. A adição dessas substâncias deve ser limitada a alimentos e condições específicas, visando o uso da menor quantidade possível para obter o efeito desejado, pois seus valores não podem ultrapassar os limites de ingestão diária aceitável (IDA) (BRASIL, 1997).

O uso de aditivos em alimentos é proibido quando houver evidências de insegurança quanto ao consumo humano; interferir no valor nutritivo do alimento; encobrir falhas de processamentos ou técnica de manipulação; disfarçar alteração ou adulteração da matéria prima ou do produto já elaborado; induzir o consumidor a erro, engano ou confusão e quando não estiver autorizado por legislação específica (BRASIL, 1997).

A ANVISA elaborou uma resolução informando que o uso do bromato de potássio, bem como de qualquer outro sal do ácido brômico na produção de alimentos, não está autorizado (BRASIL, 2009). Logo, a adição de bromato de potássio com o intuito de melhorar o produto de panificação, mesmo que em quantidades mínimas, não é permitido. Observa-se, porém, conforme alguns estudos realizados em cidades brasileiras, que a presença dessa substância ainda persiste nos produtos de panificação.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Considerando o potencial risco à saúde, a proibição do uso do bromato de potássio como aditivo alimentar e a sua possível presença ilícita em produtos de panificação, como o pão-francês, item essencial e básico na mesa da maioria da população brasileira, este trabalho de pesquisa visa à identificação de bromato de potássio em amostras de pães-francês comercializados no município de Fortaleza – CE, contribuindo, dessa forma, para o esclarecimento sobre a presença da contaminação por bromato de potássio em pão, alertando tanto os consumidores quanto os órgãos responsáveis pela vigilância sanitária local.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Investigar a presença de bromato de potássio em pães-francês comercializados no município de Fortaleza – CE, no período de agosto a setembro de 2015.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar a presença de bromato de potássio em pães-francês, analisados por metodologias diretas e indiretas, comercializados em Fortaleza;
- Avaliar algumas principais características sensoriais das amostras obtidas de pães-francês;
- Apresentar a correlação das principais características sensoriais e comerciais com a presença de bromato de potássio em pães-francês;
- Comparar metodologias qualitativas para identificação de bromato de potássio em pães-francês.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Caracterização físico-química do bromato de potássio

O bromato de potássio, de fórmula molecular  $\text{KBrO}_3$ , apresenta-se como um pó cristalino, com massa molar de 167 g/mol, densidade 3,27 g/cm<sup>3</sup> e ponto de fusão de 350 °C. (CANADÁ, 2010).

Sua síntese baseia-se no desproporcionamento que o bromo ( $\text{Br}_2$ ) sofre em soluções de hidróxidos alcalinos produzindo íons brometo e hipobromito ( $\text{Br}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Br}^- + \text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ). O íon  $\text{BrO}^-$  se decompõe a temperatura ambiente ou sob aquecimento, formando brometo e bromato ( $3 \text{BrO}^- \rightarrow 2 \text{Br}^- + \text{BrO}_3^-$ ), em que o bromato se precipita na solução mais facilmente que o brometo (OLIVEIRA & AFONSO, 2013).

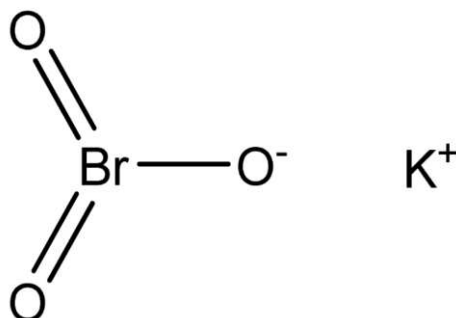


Figura 1: Estrutura química do bromato de potássio. Fonte: CANADA, 2010.

### 4.2 Bromato de potássio como aditivo na panificação

Seu uso como aditivo na produção de pães ocorre desde o início do século XX, com a finalidade de obter, por consequência das reações que acontecem quando adicionado à farinha de trigo, maior retenção de gases e, consequentemente, maior volume aos produtos, melhor textura e umidade interna. O seu emprego baseia-se na sua propriedade oxidante. O bromato oxida os grupos sulfidrilas ( $-\text{SH}$ ) das proteínas gliadina e glutenina a grupos dissulfídricos ( $-\text{SS}-$ ) por desidrogenação da cisteína. Esta reação favorece a formação da rede protéica pelo entrelaçamento entre as proteínas anteriormente citadas, através de pontes disulfeto (DALLAGO *et al.*, 2005).

### 4.3 Legislação Internacional e Nacional referente ao uso de bromato de potássio

Nos Estados Unidos, segundo a *Food and Drug Administration* (FDA), o bromato de potássio pode ser utilizado no processo de malteação da cevada, desde que o nível residual no malte não seja superior a 65 ppm de  $\text{Br}^-$  e que esse malte seja empregado somente na produção de bebidas fermentadas ou destiladas. Seu uso no âmbito dos produtos acabados de panificação é autorizado até 20 ppb (KUJORE & SERRET, 2010). Já na União Europeia, não é permitida a adição do bromato de potássio em produtos alimentícios (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2008). A partir de 1994, essa substância também foi proibida como aditivo alimentar em gêneros alimentícios à venda no Canadá (CANADÁ, 2010).

Quanto à América latina, em conformidade com o acordo firmado no Mercosul (Decisão CMC n. 20/02), somente podem ter o seu uso aprovado pelos Estados Partes – Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela - as substâncias que constam da Lista Geral Harmonizada de Aditivos Alimentares (Resolução GMC n. 11/2006). Nesse sentido, ressalta-se que os bromatos, sejam de sódio, de potássio ou outro sal, não constam na referida lista e, assim, não podem ser adicionados em alimentos e ingredientes alimentícios comercializados (BRASIL, 2009).

No Brasil, sua utilização em produtos de panificação é proibida desde 1970 pela Resolução nº15/70, da Comissão de Normas e Padrões de Alimentos (CNNPA) (BRASIL, 2004). Em 2001, o Senado aprovou o projeto de Lei nº 10.273, originário da Câmara dos Deputados, proibindo o uso bromato nas farinhas, no preparo de massas e nos produtos de panificação, como pães, bolos, biscoitos e tortas. Na ocasião, o relator do projeto na Comissão de Assuntos Sociais (CAS), senador Lúcio Alcântara, argumentou, em seu parecer favorável, que estudos da OMS demonstram que a utilização do bromato na panificação produz efeito carcinógeno, provoca a destruição das vitaminas do complexo B, especialmente a tiamina e a riboflavina, dificultando a recuperação de pacientes com doenças crônico-degenerativas. Referiu, ainda, que a utilização do bromato não tem qualquer utilidade do ponto de vista tecnológico, mas é usado clandestinamente por fábricas e panificadoras por razões econômicas, pois, gerando bolhas de gases na massa, aumenta a produtividade (BRASIL, 2001).

A inobservância a esta proibição legal constitui infração sanitária, sujeitando-se o infrator às penalidades previstas na Lei nº 6.437/77 que variam da advertência e apreensão dos produtos à interdição do estabelecimento e cancelamento do alvará de funcionamento (BRASIL, 2001). Para fim de substituição do bromato como um aditivo na panificação, a



legislação prevê que outras substâncias possam ser utilizadas como melhoradores da farinha de trigo como, por exemplo, o ácido ascórbico e a azodicarbonamida (BRASIL, 2010).

O ácido ascórbico (vitamina C), que teve seus efeitos como oxidante registrados pela primeira vez em 1935, é um dos ingredientes mais usados na panificação. O uso do ácido ascórbico favorece a elasticidade das massas panificáveis, com consequente elevação da capacidade de absorção de água, retenção de gases da fermentação, aumento do volume, e aspectos gerais de casca e miolo dos pães. A azodicarbonamida (ADA) é um composto orgânico, proveniente do ácido carbônico, que atua como um oxidante rápido. Sua ação é observada no instante de formação da massa e possível apenas na presença de água (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

#### **4.4 Estudos dos efeitos tóxicos do bromato de potássio no organismo**

A *International Agency for Research on Cancer* (IARC) órgão ligado a OMS, por meio de testes *in vitro* e *in vivo*, evidenciou que o bromato de potássio é um agente carcinógeno genotóxico para humanos e que degrada as vitaminas A2 (3-diidroxirretinol), B1 (tiamina), B2 (riboflavina), E (tocoferol) e niacina, que são as principais vitaminas disponíveis no pão (EMEJE *et al.*, 2010). O *Expert Committee on Food Additives* (JECFA), comitê científico que analisa o uso de aditivos alimentares para o *Codex Alimentarius*, na sua 39ª Sessão Roma, que ocorreu entre os dias três e doze de fevereiro de 1992, reavaliou o bromato de potássio e, baseado em estudos toxicológicos que indicaram ser este aditivo não apropriado para utilização em farinhas, recomendou que o mesmo não fosse utilizado em alimentos (BRASIL, 2004).

Vários bioensaios de longo prazo em roedores têm examinado o efeito de bromato de potássio administrado na água potável desses animais. Tais estudos apontam que a administração de bromato de potássio tem induzido tumores de células renais em ratos e hamsters do sexo masculino; e carcinomas foliculares da tireoide e mesotelioma predominantemente em ratos (KUROKAWA, Y. *et al.*, 1990).

#### **4.5 Estudos de investigação da presença de bromato de potássio em pães**

Apesar da proibição e dos riscos à saúde, há evidências de utilização clandestina dessa substância. Em âmbito Internacional, Emeje e colaboradores (2009), na cidade de Abuja na Nigéria, avaliou qualitativamente e quantitativamente 23 amostras de pães de diferentes

marcas, resultando na presença de bromato em todas as amostras. No Brasil, Martins (1998) avaliou 65 amostras (21 amostras apresentadas na forma de pó, 11 na forma pastosa e 33 líquidas) enviadas para o Setor de Aditivos do Instituto Adolfo Lutz, no período de 1992 a 1998, e constatou a presença de bromato de potássio em 30 amostras (46%).

Em pesquisa realizada por Santos (2008) foi identificada a presença de bromato de potássio em 61 (41,7%) amostras de pães comercializados na capital do Ceará entre maio de 2007 e abril de 2008. Em outro estudo, Sousa (2012) identificou a presença deste contaminante em pão-francês comercializado na capital do Piauí no período de agosto de 2011 a fevereiro de 2012, o resultado obtido foi positivo para o teste qualitativo de bromato de potássio em todas as amostras de 10 padarias.

Azevedo (2012), em análise realizada com pães-francês comercializados em Porto Alegre - RS, pode observar a presença de bromato de potássio utilizando duas metodologias distintas. No primeiro método de análise qualitativa, uma das quatro amostras coletadas indicou a presença de bromato. No segundo método de análise, três das quatro amostras coletadas indicaram a presença do aditivo ilícito em sua composição.

Diferente dos resultados obtidos por Martins (1998), Santos (2008), Sousa (2012) e Azevedo (2012), Zeferino (2013), em pesquisa realizada em trinta cidades brasileiras nos meses de abril, maio, agosto e setembro de 2013, não identificou a presença de bromato de potássio em nenhuma das amostras analisadas. Importante ressaltar que este estudo não contemplou as capitais do Ceará, Piauí e Rio Grande do Sul.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Reagentes, solventes e soluções analíticas

Todos os reagentes e solventes utilizados foram de grau P.A., enquanto a água foi purificada do tipo destilada.

Reagentes, solventes e soluções analíticas:

- Acetona;
- Ácido acético;
- Ácido clorídrico;
- Ácido sulfúrico;
- Água purificada do tipo destilada;
- Álcool etílico;
- Bissulfito de sódio;
- Bromato de potássio;
- Butanol;
- Fluoresceína;
- Fucsina ácida;
- Hidróxido de amônio;
- Hidróxido de sódio;
- Iodeto de potássio;
- Orto-tolidina;
- Peridrol (solução reagente de peróxido de hidrogênio,  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % m/v);
- Propanol;
- Sulfato de zinco;
- Tiocianato de potássio;
- Solução alcoólica de fluoresceína a 0,01% m/v;
- Solução de ácido clorídrico em álcool na proporção 25:65;
- Solução de ácido sulfúrico 10% m/v;
- Solução de hidróxido de sódio 0,4 M;
- Solução de *orto*-tolidina a 0,02% em álcool;
- Solução de padrão de bromato de potássio a 1% m/v;

- Solução de padrão de brometo de potássio a 1% m/v;
- Solução de sulfato de zinco 20g/L;
- Solução do reativo fucsina–bissulfito.

## 5.2 Equipamentos, vidraria e materiais

### *Equipamentos:*

- Balanças digitais (ANALÍTICA e Kern);
- Banho-maria (FANEM, Modelo 100);
- Bomba de vácuo/ar comprimido (GAST, Modelo DOA-P504-PN);
- Câmara de Luz UV (comprimento de onda longo) (PRODICIL);
- Estufa de Secagem (Biomatic);
- Evaporador rotativo (FISATON, Modelo 550);
- Forno elétrico (CROYDON);
- Forno mufla (FORLAB, Modelo 366);
- Forno mufla (LINN ELEKTRO TRERM);
- Liquidificador (MK Tech);
- Purificador de água (ELGA, Modelo LA 5901);
- Tamis, malha número 4 (GRANUTEST);
- Termômetro.

### *Vidraria:*

- Bastão de vidro;
- Béquer;
- Cadinho de porcelana;
- Cápsula de porcelana;
- Erlenmeyer;
- Frascos de vidro com tampa;
- Pipetas graduadas e volumétricas;
- Placas de Petri;
- Tubos de ensaio.

***Materiais:***

- Bandejas de alumínio;
- Cromatoplasmas de sílica Gel-60 (ALUGRAM SIL G, MACHEREY-NAGEL);
- Cubas para eluição cromatográfica;
- Papel filtro qualitativo;
- Peneiras plásticas;
- Tubos de ensaio.

**5.3 Delineamento da pesquisa*****5.3.1 Locais e período de coletas das amostras***

As amostras de pães-francês foram obtidas a partir de padarias, supermercados e mercearias situadas em diferentes bairros do município de Fortaleza – CE, no período de agosto e setembro de 2015, a fim de contemplar as seis Secretarias Executivas Regionais e a Secretaria Executiva Regional do Centro. Foram escolhidos padarias, supermercados e mercearias de cada regional, totalizando vinte e oito locais de coleta, sendo dez padarias, oito supermercados e dez mercearias. Foram obtidas, na qualidade de consumidor, seis unidades de pães-francês escolhidos aleatoriamente.

***5.3.2 Local da execução da parte experimental***

As análises das amostras, quanto à determinação da presença de bromato de potássio em pães-francês pesquisa, foram realizadas nos laboratórios do Setor de Toxicologia do Departamento de Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem (FFOE) da Universidade Federal do Ceará no período de agosto de 2015 a janeiro de 2016.

***5.3.3 Metodologia***

As amostras coletadas, cada uma constituindo-se de seis unidades de pão-francês, foram identificadas e pesadas, com os resultados prontamente anotados nas fichas de coleta. Para avaliar e confrontar a qualidade sensorial, preferência pelo consumidor e o preço pago em cada unidade, utilizou-se parâmetros (cor da crosta, aroma, textura e cor do miolo) e

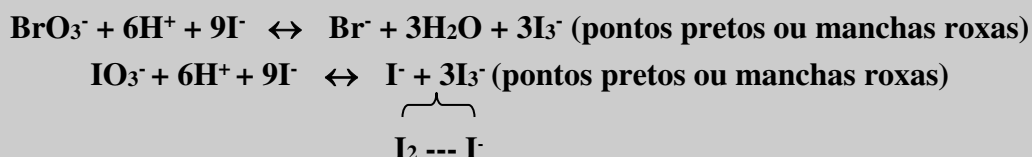
escores atribuindo-lhes pontuações de acordo com seus aspectos organolépticos, baseando-se no o modelo de avaliação descrito por Ferreira (2001). Em seguida, todo o material foi desidratado em estufa a 100°C por 30 minutos. Cada amostra desidratada foi triturada para obtenção de uma farinha fina e, posteriormente, utilizando-se um tamis de malha nº 04 foi uniformizada.

As amostras preparadas foram analisadas por quatro métodos, denominados neste trabalho por Método I, Método II, Método III e Método IV.

O Método I de análise química qualitativa para detecção de bromato de potássio foi baseado no modelo descrito pela *Official Methods of Analysis of AOAC International* (OMA) aplicável para um ppm ou mais do analito em massa fresca, conforme reações dos Quadros 01 e 02.

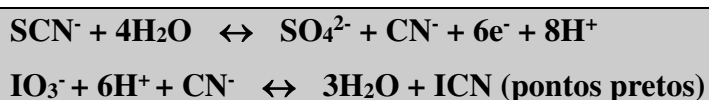
Inicialmente, para o Método I, foi realizado o teste qualitativo para bromato e/ou iodato em placas de Petri contendo uma solução recém preparada na proporção 1:1 de solução de ácido clorídrico (HCl) 1:7 e solução de iodeto de potássio (KI 1%). Sobre a solução recém preparada, foram peneiradas cerca de 4g da amostra homogeneizada e, logo em seguida, foi observada quanto ao aparecimento de pontos pretos ou manchas roxas. Posteriormente, um teste qualitativo confirmatório da ausência ou presença do interferente iodato na farinha de pães foi realizado distribuindo-se de maneira uniforme, em outra placa, 1g da farinha obtida a partir dos pães, seguindo-se de borrifação de uma mistura recém preparada de solução de tiocianato de potássio (KSCN) a 1% e com solução de ácido clorídrico (HCl) a 1:32 na proporção de 1:4, respectivamente. Ressalta-se que o resultado positivo para bromato é evidenciado pelo resultado positivo para o primeiro teste e negativo para o segundo teste (Tabela 01). Ver Fluxograma 01 e 02.

Quadro 01: Reações indicativas da presença de bromato ou iodato



Fonte: Roteiro de aula prática da disciplina de Toxicologia II da UFC.

Quadro 02: Reações indicativas da presença de iodato



Fonte: Roteiro de aula prática da disciplina de Toxicologia II da UFC.

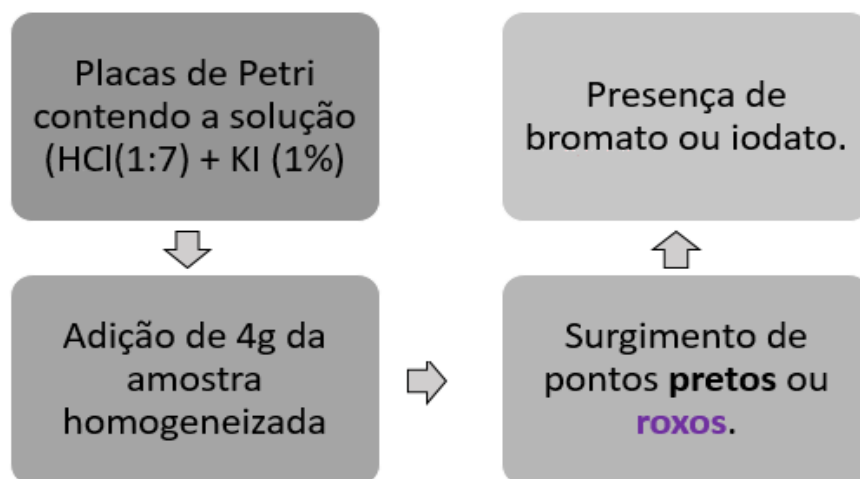
Tabela 01: Interpretação dos resultados do Método I, direto, para bromato e iodato

RESULTADO DO 1º TESTE PARA IODATO E BROMATO	RESULTADO DO 2º TESTE PARA IODATO	INTERPRETAÇÃO
(-)	(-)	Ausência de <b>Bromato</b> e iodato
(+)	(-)	Presença de <b>Bromato</b>
(+)	(+)	Presença de iodato e possível presença de <b>Bromato</b>

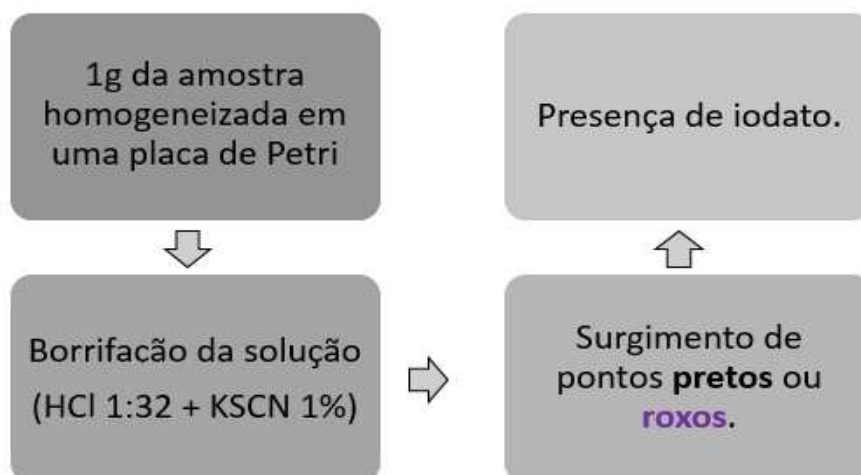
Legenda: (-) resultado negativo; (+) resultado positivo

Fonte: Roteiro de aula prática da disciplina de Toxicologia II da UFC.

Fluxograma 01. Esquema do Método I, metodologia direta, detecção de bromato e/ou iodato



Fluxograma 02. Esquema do Método I, metodologia direta, detecção de iodato

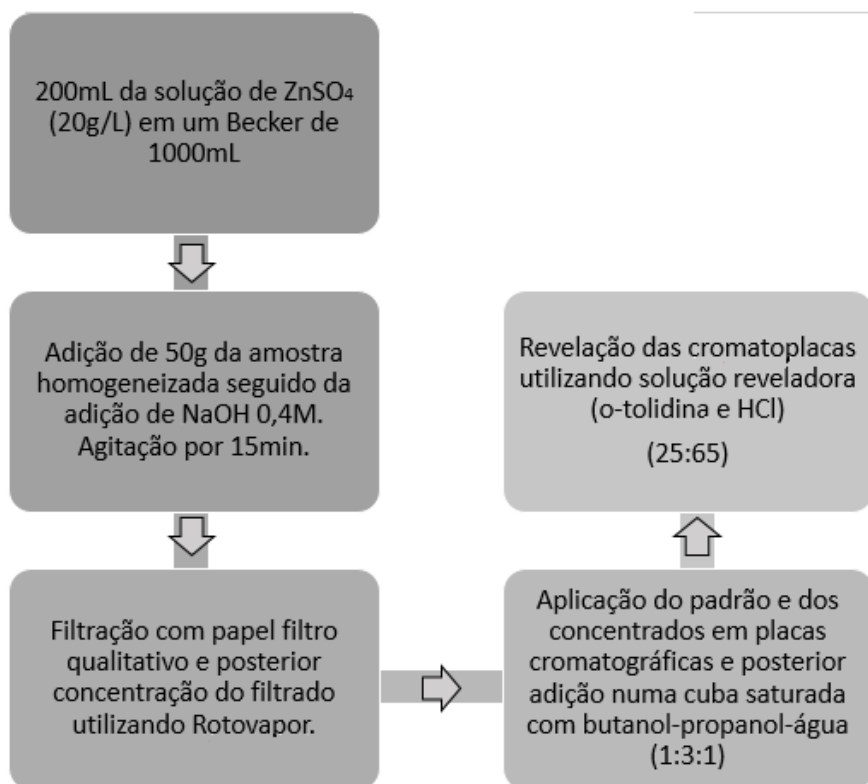


O Método II, método direto, foi realizado por cromatografia em camada delgada comparativa com o padrão de bromato de potássio em cromatoplas de sílica gel G60, na fase móvel butanol, propanol e água, usando como revelador *o*-tolidina, ácido clorídrico em álcool, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Iniciou-se essa análise com a transferência de 200 mL da solução de sulfato de zinco 20g/L em um béquer de 1000 mL. Adicionou-se aproximadamente 50g da amostra, em seguida, adicionou-se 50mL da solução de hidróxido de sódio 0,4 M, sob agitação com bastão de vidro por 15 minutos. Realizou-se a filtração utilizando papel filtro qualitativo e concentrou-se o filtrado, quando necessário, a um volume inferior a 50 mL. Aplicou-se o filtrado concentrado da amostra, paralelamente ao padrão, em placa de camada delgada de sílica gel G60 e desenvolveu-se a eluição em cuba cromatográfica, previamente saturada com fase móvel butanol-propanol-água, na proporção 1:3:1. A cromatoplas foi revelada com a solução de *o*-tolidina a 0,02% e ácido clorídrico em álcool na proporção 25:65. O aparecimento de mancha amarela em Rf 0,64 é indicativo da presença de bromato. Ver Fluxograma 03.

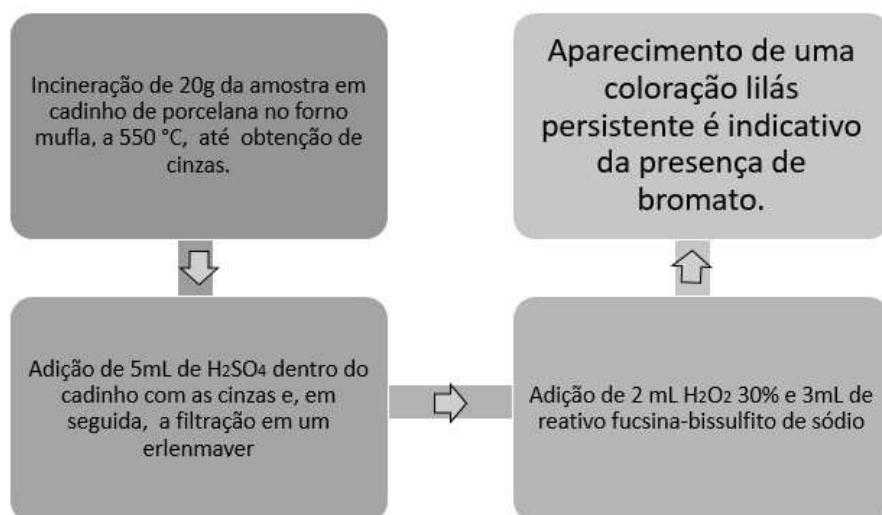
O Método III para identificação química qualitativa do bromato de potássio por método indireto, utilizando-se o reagente fucsina-bissulfito (BRASIL, 2005). Foram pesados, em na balança analítica, 20g de cada amostra em cápsula de porcelana, em seguida foi a amostra incinerada em forno mufla a 550 °C durante 8 a 10 horas, até a obtenção de resíduo com cor cinza claro, esta variação de tempo ocorreu devido a alguns cadinhos ainda apresentarem carbono proveniente das amostras mesmo com 8 horas de incineração, dessa forma, o cadinho retornava para o forno mufla a 550 °C por mais 2 horas. Adicionou-se 5 mL de solução de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% m/v) dentro do cadinho com as cinzas, com o fim de dissolver o brometo. Em seguida, foi realizada a filtração utilizando papel filtro qualitativo. Ao filtrado foi adicionado 2 mL de solução reagente de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % m/v) e acrescentados 3 mL da solução do reagente fucsina-bissulfito previamente preparado (dissolução de 100 mg de fucsina em pequenas porções de água, triturando-a com bastão de vidro, até atingir 100 mL; no momento de uso, adiciona-se, com agitação, o bissulfito de sódio em pó até descorar totalmente a solução). O aparecimento, até 24 horas, de coloração lilás persistente foi o indicativo da presença de brometos. Ver Fluxograma 04.



Fluxograma 03. Esquema do Método II, metodologia direta



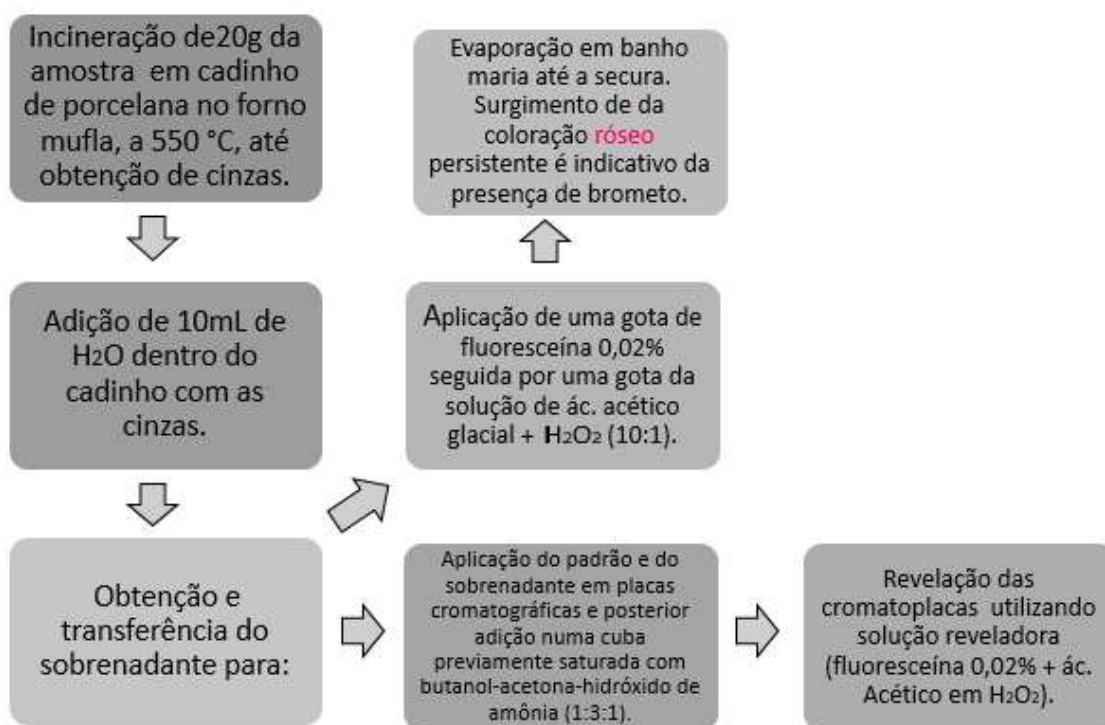
Fluxograma 04. Esquema do Método III, metodologia indireta



O Método IV, método indireto, usado como confirmatório, foi realizado por cromatografia em camada delgada comparativa com o padrão de brometo de potássio (BRASIL, 2005). Inicialmente pesou-se, em balança analítica, 20g da amostra em de cadinho

de porcelana, em seguida incinerou-se em forno mufla a 550 °C por 8 a 10 horas até a obtenção de resíduo com cor cinza claro, esta variação de tempo ocorreu devido a alguns cadinhos ainda apresentarem carbono proveniente das amostras mesmo com 8 horas de incineração, dessa forma, o cadinho retornava para o forno mufla a 550 °C por mais 2 horas. Dissolveu-se as cinzas em 10 mL de água, transferiu-se 5mL do sobrenadante para outro cadinho de porcelana e adicionou uma gota da solução alcoólica de fluoresceína a 0,01% m/v e 1 gota da mistura de ácido acético glacial em solução reagente de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% m/v) na proporção 10:1 e evaporou-se em banho-maria até a secura. Foi realizado, paralelamente, uma prova em branco utilizando água. Para confirmação, foi aplicado microlitros da porção restante do sobrenadante em cromatoplaça de gel 60 G e sistema foi desenvolvido em cuba previamente saturada com fase móvel butanol-acetona-hidróxido de amônio, na proporção 1:3:1. A cromatoplaça foi revelada com a mistura de partes iguais da solução de fluoresceína a 0,02% e de solução de ácido acético e solução reagente de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% m/v), 10:1, respectivamente. Aqueceu-se em estufa a 105 °C até o aparecimento de manchas, estas devem aparecer em até 24 horas. Ver Fluxograma 05.

Fluxograma 05. Esquema do Método IV, metodologia indireta



#### ***5.3.4 Análise de Dados***

Todo o procedimento foi realizado em duplicata, sendo os resultados organizados em forma de tabelas, com os resultados em porcentagem, quando cabível. Para os Rf, foram calculadas as suas médias e desvios padrões. Utilizou-se os softwares *Microsoft Excel e Word* versão 2013.

## 6 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 6.1 – Análise sensorial e qualitativa para amostras de pães de padarias, supermercados e mercearias em Fortaleza - CE.

Os resultados dos aspectos organolépticos de diferentes padarias, supermercados e mercearias de Fortaleza – CE estão demonstrados nas Tabelas 03, 04 e 05, respectivamente. Todas as amostras foram analisadas e qualificadas conforme a Tabela 02.

Tabela 02: Parâmetros e escores para análise sensorial das amostras de pães

Parâmetros	Escores		
	1	2	3
Cor da crosta	muito escura muito pálida	não uniforme	dourado-caramelo
Aroma	alterado ácido	ligeiramente alterado aceitável	específico agradável
Textura	muito dura muito seca	não uniforme áspera	sedosa uniforme
Cor do miolo	Escura	ligeiramente escura	branca levemente creme

Fonte: FERREIRA, 2001.

Tabela 03: Resultados da análise sensorial e preços para amostras de pães obtidas em padarias de Fortaleza - CE

Regional	Nº da Amostra	Preço (R\$)/ forma de venda	Aspectos sensoriais observados				Pontuação Total	Aspecto geral do pão**
			Cor da crosta	Aroma	Textura	Cor do miolo		
I	02	0,35 / unid	3	3	2	3	11	Bom
	04	0,35 / unid	2	3	3	3	11	Bom
II	21	0,25 / unid	2	2	2	3	9	Regular
	22	9,49 / Kg	2	3	2	3	10	Regular
III	05	0,35 / unid	2	3	2	3	10	Regular
	07	6,80 / Kg	1	3	2	3	9	Regular
IV	12	12,08 / Kg	2	3	2	3	10	Regular
V	20	0,20 / unid	3	3	3	3	12	Ótimo
VI	25	0,25 / unid	2	3	3	3	11	Bom
Centro	15	9,99 / Kg	3	3	1	3	10	Regular

\*\* Conceito: 4 (péssimo), 5-7 (ruim), 8-10 (regular), 11 (bom), 12 (ótimo)

Tabela 04: Resultados da análise sensorial e preço para amostras de pães obtidas em supermercados de Fortaleza – CE

Regional	Nº da Amostra	Preço (R\$) / forma de venda	Aspectos sensoriais observados				Pontuação Total	Aspecto geral do pão **
			Cor da crosta	Aroma	Textura	Cor do miolo		
I	01	6,99 / Kg	3	3	3	3	12	Ótimo
	03	8,69 / Kg	2	3	3	3	11	Bom
II	24	9,90 / Kg	2	3	3	3	11	Bom
III	08	7,99 / Kg	2	3	2	3	10	Regular
IV	11	6,99 / Kg	2	3	3	3	11	Bom
V	19	8,99 / Kg	2	3	2	3	10	Regular
VI	26	8,69 / Kg	3	3	3	3	12	Ótimo
Centro	14	8,29 / Kg	2	3	2	3	10	Regular

\*\* Conceito: 4 (péssimo), 5-7 (ruim), 8-10 (regular), 11 (bom), 12 (ótimo)

Tabela 05: Resultados da análise sensorial e preço para amostras de pães obtidas em mercearias de Fortaleza – CE

Regional	Nº da Amostra	Preço (R\$) / forma de venda	Aspectos sensoriais observados				Pontuação Total	Aspecto geral do pão**
			Cor da crosta	Aroma	Textura	Cor do miolo		
II	23	0,40 / unid	2	1	2	3	8	Regular
III	06	0,35 / unid	2	2	2	3	9	Regular
IV	09	0,30 / unid	3	3	2	3	11	Bom
	10	0,40 / unid	2	3	2	3	10	Regular
V	17	0,25 / unid	2	1	2	3	8	Regular
	18	8,99 / Kg	2	2	2	3	9	Regular
VI	27	0,25 / unid	3	2	2	3	10	Regular
	28	0,25 / unid	3	2	2	3	10	Regular
Centro	13	0,50 / unid	2	2	1	3	8	Regular
	16	0,50 / unid	2	2	2	3	9	Regular

\*\* Conceito: 4 (péssimo), 5-7 (ruim), 8-10 (regular), 11 (bom), 12 (ótimo)

Considerando-se os resultados nas Tabelas 03, 04 e 05, observou-se que houve uma variação nos aspectos sensoriais e no preço dos pães. Dos 28 estabelecimentos de coleta dos pães, apenas 10,7% (3 amostras) apresentaram aspecto geral do pão ÓTIMO, 25% (7 amostras) apresentaram aspecto geral do pão BOM, enquanto 64,3% (18 amostras) apresentaram aspecto geral do pão REGULAR. Os aspecto ruim e péssimo não foram

evidenciados nas avaliações.

Analisando-se o aspecto geral encontrado para o pão, por tipo de estabelecimento, observam-se melhores resultados para os supermercados (n=8) com 25% (2 amostras) com pães de aspecto ótimo, 37,5% (3 amostras) com pães de aspecto bom e 37,5% (3 amostras) com pães de aspecto regular. Quanto aos pães das padarias (n=10), 10% (1 amostra) destes apresentaram aspecto geral ótimo, 30% (3 amostras) aspecto bom e 60% (6 amostras) apresentaram aspecto regular, resultado que surpreende, considerando que são estabelecimentos destinados prioritariamente à panificação. Os estabelecimentos pequenos, mercearias (n=10), obtiveram os piores resultados na avaliação geral do pão, onde apenas 10% (1 amostras) tiveram seus pães considerados com aspecto geral bom, enquanto 90% (9 amostras) tiveram seus pães considerados regulares. Contudo, estes resultados para os pães das mercearias não são surpreendentes, uma vez que estes estabelecimentos, em geral, não produzem seus pães à venda, e os adquirem de outros estabelecimentos, muitas vezes irregulares.

Observou-se, da mesma forma, variações dos valores nos pães comercializados em torno de 100% entre os estabelecimentos. Desta forma, para a venda por peso, observada em 46,4% (n=13) dos estabelecimentos, a variação foi de R\$ 6,99 à R\$12,08 por quilograma, enquanto para venda unitária, observada em 53,6% (n=15) dos estabelecimentos, a variação foi de R\$ 0,20 a R\$0,50 por unidade. Ressalta-se que a venda de pão por unidade é ilegal, desde que a Portaria nº 146 de 20 de junho de 2006 do INMETRO diz que “o pão francês, ou de sal, deverá ser comercializado somente a peso”.

Considerando-se a avaliação dos aspectos gerais dos pães por estabelecimentos segundo as Secretarias Executivas Regionais e Secretaria Executiva do Centro do município de Fortaleza a que se situam, os pães dos estabelecimentos da Regional I obtiveram as melhores avaliações (ótimo e bom), enquanto os da Regionais III e do Centro obtiveram avaliações apenas de aspecto regular. Os demais ficaram em situação intermediária. No entanto, o número total de estabelecimentos por Secretarias Executivas Regionais foi pequeno, não podendo ser feito juízo generalizado.

## **6.2 Resultados qualitativos para identificação de bromato de potássio.**

Os resultados das amostras coletadas de pães-francês para identificação do bromato de potássio estão organizados nas Tabelas 06, 07 e 08, a seguir.

Tabela 06: Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo Método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em padarias de Fortaleza - CE

Regional	Padaria	Peso Médio (g)	Resultado do Método I	Resultado do Método III
<b>I</b>	Amostra 02	50,00	–	+
	Amostra 04	44,33	–	–
<b>II</b>	Amostra 21	31,16	+	+
	Amostra 22	47,83	–	+
<b>III</b>	Amostra 05	47,66	–	–
	Amostra 07	51,16	–	–
<b>IV</b>	Amostra 12	44,50	–	+
<b>V</b>	Amostra 20	30,50	+	–
<b>VI</b>	Amostra 25	47,83	+	+
<b>Centro</b>	Amostra 15	52,66	–	+

Legenda: (–) resultado negativo para bromato; (+) resultado positivo para bromato

Tabela 07: Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo Método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em supermercados de Fortaleza - CE

Regional	Supermercado	Peso Médio (g)	Resultado do Método I	Resultado do Método III
<b>I</b>	Amostra 01	55,00	–	+
	Amostra 03	50,16	+	+
<b>II</b>	Amostra 24	55,83	–	–
<b>III</b>	Amostra 08	47,83	–	–
<b>IV</b>	Amostra 11	49,66	–	+
<b>V</b>	Amostra 19	56,17	–	+
<b>VI</b>	Amostra 26	58,00	+	+
<b>Centro</b>	Amostra 14	54,00	–	+

Legenda: (–) resultado negativo para bromato; (+) resultado positivo para bromato

Tabela 08: Resultados dos pesos médios e dos ensaios qualitativos segundo Método I (método direto para identificação de bromato ou iodato) e segundo Método III (método indireto através da identificação de brometo), para as amostras de pães comercializados em mercearias de Fortaleza - CE

Regional	Mercearias	Peso Médio (g)	Resultado do Método I	Resultado do Método III
<b>II</b>	Amostra 23	42,33	+	–
<b>III</b>	Amostra 6	43,66	–	–
<b>IV</b>	Amostra 9	40,33	–	–
	Amostra 10	38,66	+	–
<b>V</b>	Amostra 17	35,33	+	–
	Amostra 18	51,50	–	–
<b>VI</b>	Amostra 27	34,66	+	+
	Amostra 28	27,16	–	+
<b>Centro</b>	Amostra 13	41,16	–	–
	Amostra 16	45,0g	+	–

Legenda: (–) resultado negativo para bromato; (+) resultado positivo para bromato

Os resultados das amostras de pães-francês analisadas provenientes de padarias, supermercados e mercearias apresentaram-se, conforme as Tabelas 06, 07 e 08, positivos em alguns sítios de coleta. Para o teste qualitativo direto para bromato ou iodato (Método I), observou-se que 10 amostras (35,71%, n=28) foram positivas. Estas amostras estavam distribuídas entre três padarias (Amostras 20, 21 e 25), dois supermercados (Amostras 03 e 26) e cinco mercearias (Amostras 10, 16, 17, 23 e 27). No teste qualitativo indireto para bromato (Método III), 14 amostras (50%, n=28) foram positivas, estas foram provenientes de seis padarias (Amostras 02, 12, 15, 21 22, e 25), seis supermercados (Amostras 01, 03, 11, 14, 19 e 26) e duas mercearias (Amostras 13 e 27). Feita a relação de quais amostras mostraram-se positivas tanto para o teste direto quanto para o indireto, apenas 5 amostras (17,86%, n=28) - Amostras 3, 21, 25, 26 e 27 - obtiveram esse resultado. Somando-se os resultados positivos para os testes direto e indireto e subtraindo-se os positivos para ambos, obteve-se um total de 19 amostras positivas para a presença de bromato de potássio (67,86%, n=28).

Avaliando-se o peso médio dos pães, apenas 10 amostras (35,71%, n=28) - Amostras 01, 02, 03, 07, 14, 15, 18, 19, 24 e 26 apresentaram-se com peso médio maior ou igual 50 gramas. Estes pães foram coletados em três padarias (Amostras 02, 07 e 15), seis supermercados (Amostras 01, 03, 14, 19, 24 e 26) e uma mercearia (Amostra 18). Das amostras com o peso médio maior ou igual a 50g, sete (36,84%, n=19) – Amostras 01, 02, 03,



14, 15, 18, 19, e 26 - apresentaram-se positivas para os testes direto e/ou indireto para bromato. Das amostras com o peso médio menor que 50g, doze (63,16%, n=19) – Amostras 10, 11, 12, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 27 e 28 - mostraram-se positivas nos testes direto e/ou indireto para bromato de potássio.

Analisando as formas de venda (Tabelas 03, 04 e 05), dentre as amostras positivas para bromato, constatou-se a presença do contaminante em dez amostras (52,63%, n=19) - Amostras 02, 10, 16, 17, 20, 21, 23, 25, 27 e 28 - comercializadas por venda sob valor unitário fixo e em nove (47,37%, n=19) - Amostras 01, 03, 11, 12, 14, 15, 22, 24, e 26 - por venda sob pesagem. Não houve predomínio em uma só forma de venda nesta relação, característica evidenciada, portanto, como irrelevante.

Quanto aos aspectos gerais do pão, mediante a presença do bromato, observou-se predomínio de aspecto regular, constatado em doze amostras (63,16%, n=19) - Amostras 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 27 e 28; seguido pelo aspecto bom, presente em quatro amostras (21,05%, n=19) - Amostras 02, 03, 11 e 25; e aspecto ótimo, verificado em três amostras (15,79%, n=19) - Amostras 01, 20 e 26. É importante ressaltar que todas as amostras que apresentaram o aspecto geral do pão como ótimo, mostraram-se positivas.

Correlacionando-se os fatores presença de bromato (n=19), aspecto geral, peso médio do pão, vê-se um predomínio das amostras com aspecto irregular e baixo peso médio, correspondendo a 47,37%, enquanto as amostras com aspecto irregular e peso médio conforme responderam por 15,79%, as amostras com aspecto ótimo/bom e peso médio baixo responderam por 15,79% e as amostras com aspecto ótimo/bom e peso médio conforme responderam por 21,05%.

A Figura 02 ilustra os resultados obtidos para análise qualitativa para bromato de potássio em farinha de pães, após reação, conforme Método I descrito na seção 5.3.3.

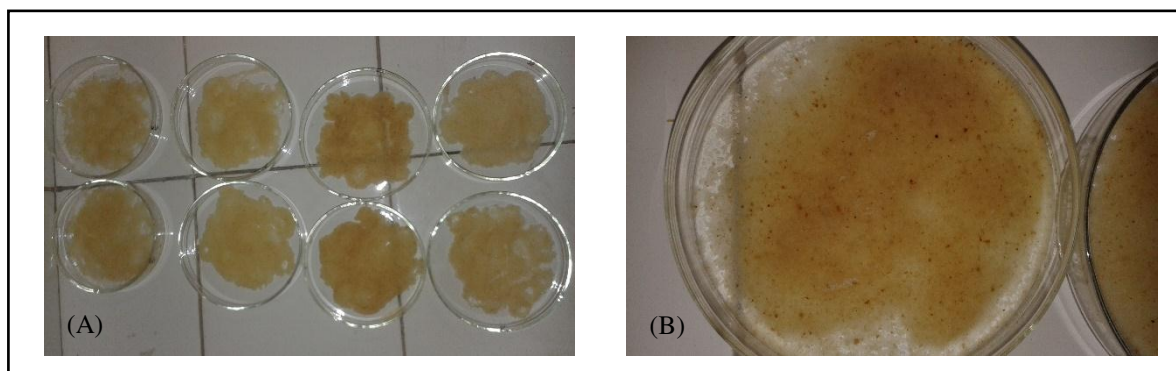
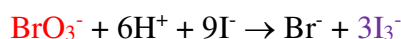
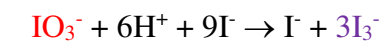


Figura 02: Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método I, direto, em farinha de pães após reação. (A) Visão geral, (B) Visão detalhada. Fonte: Autor.

O surgimento dos pontos escuros violáceos na farinha de pão, Figura 02, foi um indicativo da presença de bromato ou iodato, conforme descrito nos Quadros 01 e 02 da seção 5.3.3.

Reações:



A Figuras 03 ilustra os resultados obtidos no teste qualitativo para bromato de potássio pelo Método III, método indireto, conforme descrito na seção 5.3.3.

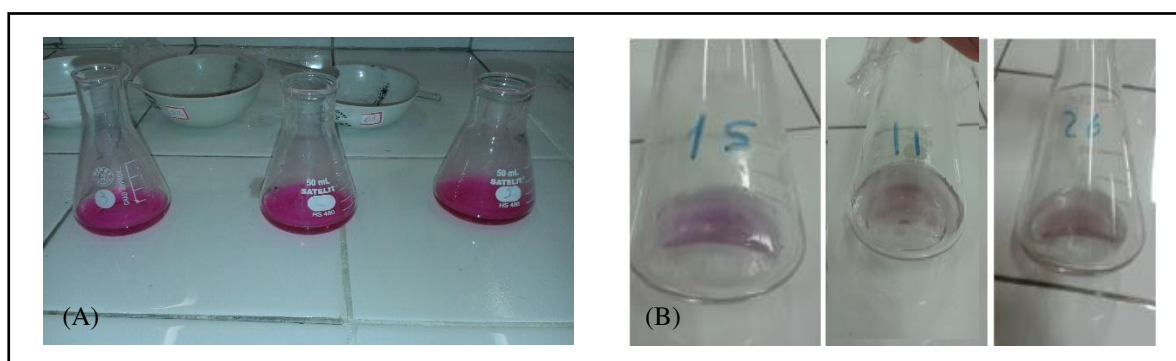


Figura 03: Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método III em farinha de pães após reação. (A) Coloração inicial, (B) Coloração lilás persistente. Fonte: Autor.

O surgimento da cor lilás persistente na reação foi indicativo da presença do bromato de potássio, Figura 03 (B), conforme descrito na seção 5.3.3.

A Figuras 04 ilustra alguns resultados do teste qualitativo para a presença de bromato de potássio pelo Método IV, indireto, utilizando os reagentes fluoresceína-ácido acético glacial e posterior evaporação em banho maria, conforme descrito na seção 5.3.3.

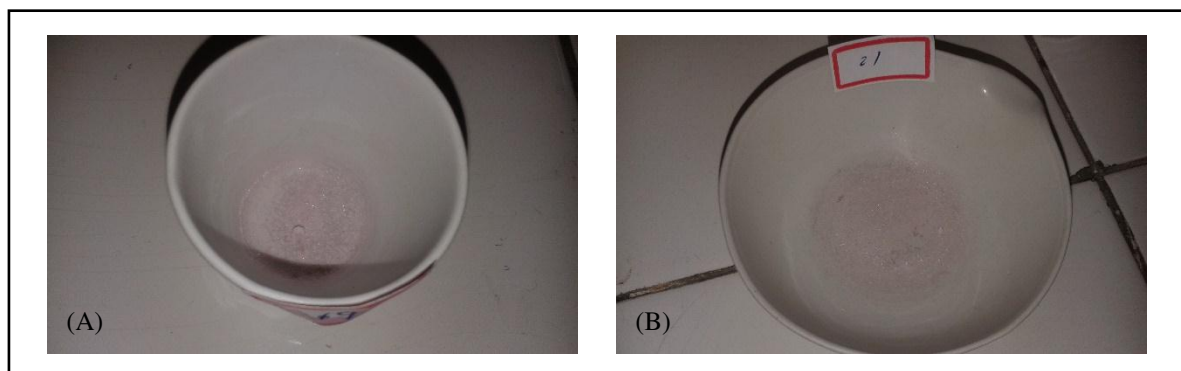


Figura 04: Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa do bromato de potássio pelo Método IV, indireto, em farinha de pães após reação, utilizando os reagentes fluoresceína-ácido acético glacial e posterior evaporação em banho-maria. (A) Amostra 19, (B) Amostra 21. Fonte: Autor.

O aparecimento da coloração rósea persistente foi indicativo para presença de brometo de potássio, oriundo da redução do bromato de potássio.

### 6.3 Resultado qualitativo confirmatório para a presença de bromato de potássio.

A Figura 05 ilustra os resultados confirmatórios em cromatografia em camada delgada (CCD) das amostras positivas pelo Método IV, indireto, visualizados em câmara ultravioleta (UV) para promover melhor nitidez das manchas de brometo de potássio da solução padrão e das amostras.

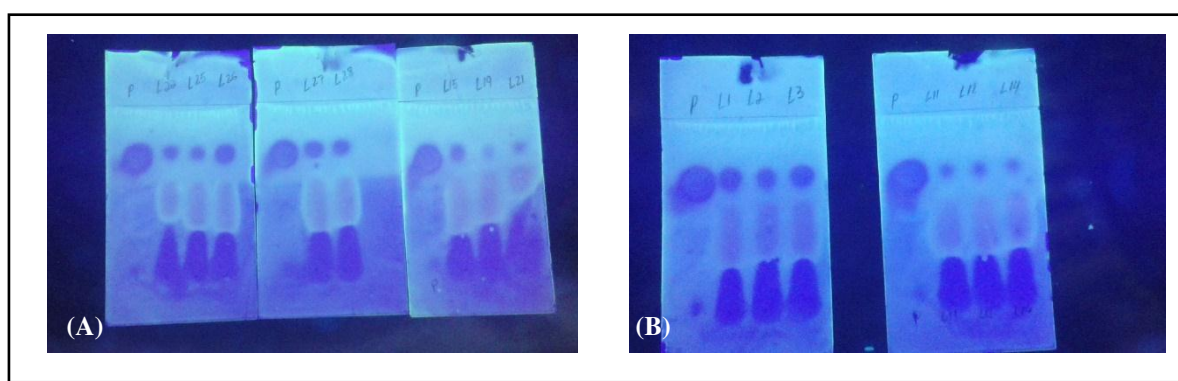


Figura 05: Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa confirmatória de bromato de potássio pelo Método IV, indireto, visualizadas em UV. Cromatoplas de sílica Gel 60 G, eluente butanol-acetona-hidróxido de amônio (1:3:1), padrão de brometo de potássio à direita das placas. (A) 8 amostras em 3 placas, (B) 6 amostras em 2 placas. Fonte: Autor.

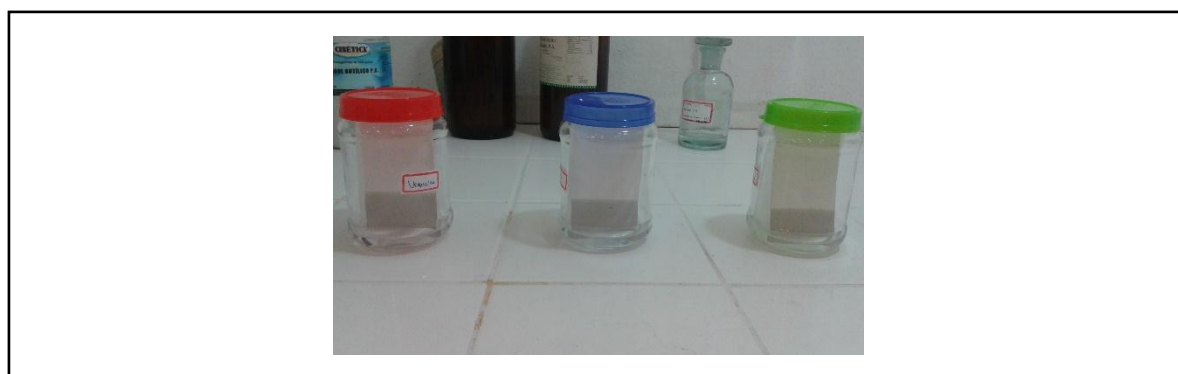


Figura 06: Fotos das cubas cromatográficas contendo o eluente (butanol-acetona-hidróxido de amônio 1:3:1), as placas cromatográficas com as respectivas amostras e padrão, para a preparadas para a análise qualitativa confirmatória de bromato de potássio pelo Método IV, indireto. Fonte: Autor.

Observa-se na Figuras 05 que as 14 amostras (100%), que apresentaram resultados positivos no teste qualitativo para bromato de potássio pelo método indireto (Método IV), foram confirmadas em CCD. Também, pode-se visualizar o padrão à direita de cada placa e as amostras adicionadas paralelamente, cujo o valor da média dos fatores de retenção ( $R_f$ ) das amostras,  $R_f$  0,69, foi bem próximo a do padrão,  $R_f$  0,67, e, o resultado do

desvio padrão das amostras e da solução padrão, 0,0314 e 0,0158, respectivamente, indicam que os resultados dos Rf's encontrados estão próximos da média (Tabela 09).

Tabela 09. Resultados dos Rf (fator de retenção) do padrão e das amostras positivas para bromato de potássio, segundo Método IV, indireto

<b>Cromatoplasacas</b>	<b>Fator de retenção por Amostras (Rf)</b>		<b>Fator de retenção Padrão (Rf)</b>
<b>Placa 01</b>	Amostra 1	0,70	0,67
	Amostra 2	0,66	
	Amostra 3	0,67	
<b>Placa 02</b>	Amostra 11	0,68	0,68
	Amostra 12	0,66	
	Amostra 14	0,68	
<b>Placa 03</b>	Amostra 15	0,68	0,65
	Amostra 19	0,69	
	Amostra 21	0,70	
<b>Placa 04</b>	Amostra 22	0,70	0,69
	Amostra 25	0,72	
	Amostra 26	0,70	
<b>Placa 05</b>	Amostra 27	0,69	0,66
	Amostra 28	0,72	
<b>Média</b>	<b>0,69</b>		<b>0,67</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,0314</b>		<b>0,0158</b>

A Figura 07 apresenta o resultado da CCD para a identificação do bromato de potássio pelo método direto, conforme descrito na seção 5.3.3. Não foi possível a visualização das manchas referente para a confirmação da presença de bromato nas amostras positivas, inicialmente, para os testes de identificação de bromato e/ou iodato. Várias hipóteses podem explicar este fato: primeiro, a real ausência do bromato nestas amostras, mas esta hipótese é facilmente descartada, pois algumas dessas amostras foram positivas para o teste de identificação indireto (Método III); segundo, toda a quantidade de bromato de potássio adicionado na preparação da farinha, foi convertido a brometo, porém esta hipótese não é plausível, pois algumas amostras tiveram seus resultados positivos na metodologia direta (Método I); por fim, deve-se considerar a sensibilidade da metodologia, pois a substância de interesse pode estar em concentrações abaixo do limite de detecção e, por isso, não formar manchas visíveis, esta é a argumentação mais sustentável, diante dos demais resultados.

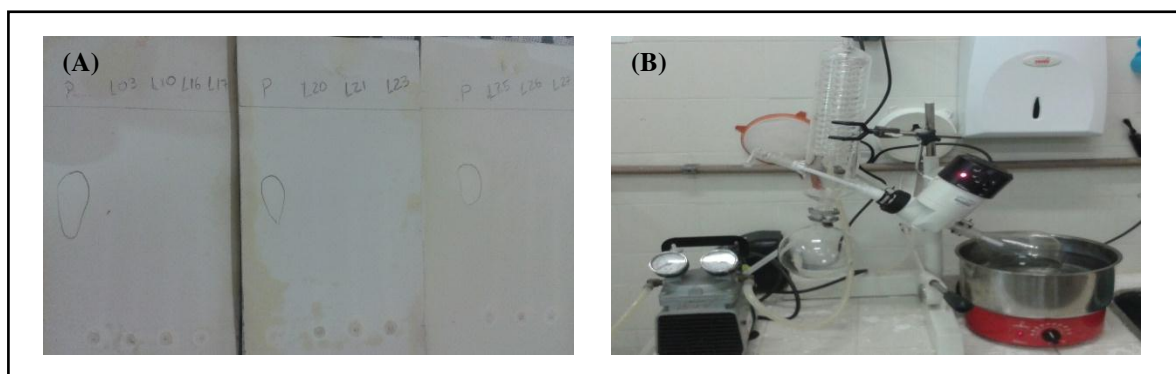


Figura 07: Fotos dos resultados obtidos para análise qualitativa confirmatória direta (Método II) em CCD para bromato de potássio. Cromatoplasas de sílica Gel 60 G, eluente butanol-propanol-água (1:3:1), padrão de bromato de potássio à direita das placas. (A) Placas (B) Rotaevaporador usado para concentrar as soluções das amostras. Fonte: Autor.

Realizada a comparação das duas metodologias utilizadas para identificação de bromato de potássio em pães, observou-se que a metodologia do método indireto (Método III) resultou em um número maior de amostras positivas, quatorze, quando comparado com o método direto (Método I), dez. Tal situação pode ser explicada pela própria reação de conversão do bromato a brometo durante a preparação da farinha. Outra situação avaliada mediante os resultados, foram alguns resultados positivos somente na metodologia direta (Método I), podendo ser esclarecida pela não reação mencionada neste parágrafo. Também, pode se perceber o resultado positivo para ambos testes qualitativos, este acontecido pode ser explicado pela não reação completa da redução do bromato a brometo na farinha de panificação.

Confrontando os resultados desse estudo com os obtidos por Sousa (2008), na mesma capital desta pesquisa, o número de amostras positivas, em relação a porcentagem, aumentou de 50,00% para 67,86% do total. Este acréscimo, contudo, pode ser decorrente da somatória das duas metodologias utilizadas (Método I direto e Método III indireto) neste trabalho, pois, no estudo anterior, foi realizado apenas uma das metodologias, Método I direto.

## 7 CONCLUSÃO

Considerando-se os resultados obtidos em relação ao local de comercialização (padarias, supermercados ou mercearias), a forma de venda (preço unitário ou pesado), seguindo ou não a legislação brasileira em relação ao peso médio e dos aspectos sensoriais obtidos (regular, bom e ótimo) e correlacionando-os com a identificação do bromato de potássio em pães-francês, conclui-se que a presença do contaminante foi inerente a todas as situações mencionadas. Desta forma, mesmo com o predomínio da presença de bromato em certas situações, torna-se difícil prever, por parte do consumidor, que tipo de pães-francês vendido nestes estabelecimentos não possuam este agente tóxico.

Neste trabalho foram executadas duas metodologias qualitativas para a identificação de bromato de potássio em farinha de pães-francês e foram obtidos resultados diferentes referentes ao Método I, direto, e ao Método III, indireto. A metodologia indireta comparada com a direta apresentou um quantitativo maior de resultados positivos ao bromato nas amostras, além disso, estas amostras também foram confirmadas pelo teste em CCD, Método indireto IV, constituindo assim, o Método III, uma metodologia mais efetiva e segura. Ressalta-se, no entanto, a importância de se utilizar metodologias diferentes para as análises em pesquisas qualitativas de substâncias que possuem diversas formas de identificação, haja visto que houve amostras detectadas como positivas somente pelo método direto ou indireto.

Destaca-se que, quando comparados os resultados obtidos nesta pesquisa, referentes a locais de venda, com os obtidos em pesquisas anteriores, o agente tóxico bromato de potássio ainda é utilizado na fabricação de pães comercializados em diferentes pontos de venda: padarias, supermercados ou mercearias.

Conforme estudos precedentes realizados dentro e fora deste município, conclui-se, por fim, que os resultados desta pesquisa, 19 amostras positivas para bromato de potássio em pães-francês - 67,87%, n=28, revelam que há a persistência na utilização desta substância nociva por certa parte do setor de panificação no município de Fortaleza – CE, o que constitui uma infração sanitária.

Diante das dificuldades na garantia da segurança para a saúde dos consumidores dos produtos de panificação, torna-se necessária uma efetiva fiscalização em estabelecimentos que produzam e comercializem pão-francês, no âmbito da atuação da Vigilância Sanitária, que deverá esforçar-se no rigor da identificação destes produtos adulterados e da aplicação das penalizações previstas em lei.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, P. B. S *et al.* **Determinação de Bromato de Potássio em Pães comercializados na cidade de Porto Alegre/RS.** Porto Alegre: Ifce, 2012. 5 p.

BAUMGARTEN, C. E. O milagre moderno da multiplicação. **A história do pão e da indústria da panificação no Brasil: comemoração dos 50 anos da Abip.** Blumenau: HB Editora, 2007.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **39: Esclarecimentos sobre o uso não autorizado de bromatos para alimentos.** Brasília: Anvisa, 2009. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos/!ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B\\_A3cvA\\_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm:path:/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/informes+alimentos/2009-01-07-39](http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm:path:/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/informes+alimentos/2009-01-07-39)>. Acesso em: 12 maio 2015.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **NOTA TÉCNICA Nº 013/2004-GGALI/GACTA:** Advertência quanto ao estrito cumprimento da proibição de “bromato de potássio”, em qualquer quantidade, na composição de ingredientes ou aditivos de qualquer espécie para uso na panificação, conforme determina a Lei nº 10.273, de 05 de setembro de 2001. Brasília: Anvisa, 2004. 2 p. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/bromato\\_potassio.pdf](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/bromato_potassio.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2015.

BRASIL, Resolução (RE) nº 899, de 29 de maio de 2003. **Determina a publicação do "Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos".** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de junho de 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 45, de 03 de janeiro de 2010. **Dispõe Sobre Aditivos Alimentares Autorizados Para Uso Segundo As Boas Práticas de Fabricação (BPF).** Brasília: Anvisa, p. 1-27. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/11707300474597459fc3df3fbc4c6735/Resolucao+da+Diretoria+Colegiada++RDC+n++45+de+03+de+novembro+de+2010.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 15 maio 2015.

BRASIL. Lei 10.273 de 05 de setembro de 2001. **Dispõe sobre o uso do bromato de potássio na farinha e nos produtos de panificação.** Brasília: Presidência da República, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>. Acesso em: 18 abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. **540: ADITIVOS ALIMENTARES.** Brasília: Ministério da Saúde, 1997. 7 p. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA\\_540\\_1997.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA_540_1997.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 12 abr. 2015.



BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos** / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. IV Edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria Inmetro nº 146, de 20 de junho de 2006**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC001032.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. **Aprova regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, out. 2000. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC\\_263\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 19 de março 2015.

CANADÁ. Canadian Environmental Protection Act. (Org.). **Bromic acid, potassium salt: Potassium bromate**. Canadá: Health Canada, 2010. 52 p.

COMUNIDADE EUROPEIA. Constituição (2008). Regulamento nº 1272/2008, de 31 de janeiro de 2008. **Regulamento (ce) N.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho**. Europa, p. 1-1355. Disponível em: <<http://eurex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:pt:PDF>>. Acesso em: 15 maio 2015.

DALLAGO, Rogerio Marcos *et al.* **Determinação de Bromato de em Melhorados de Farinha por Cromatografia de Troca Iônica com Detecção espectrofotométrica**. Química Nova, São Paulo, v. 8, n. 4, p.716-718, 28 fev. 2005. Mensal. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422005000400027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400027)>. Acesso em: 14 abr. 2015.

EMEJE, M. O. *et al.* **Assessment of bread safety in Nigeria: Quantitative determination of potassium bromate and lead**. African Journal Of Food Science, Abuja, v. 4, n. 6, p.394-397, 05 jun. 2010. Disponível em: <[http://www.academicjournals.org/article/article1380726152\\_Emeje et al.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1380726152_Emeje%20et%20al.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2015.

FERREIRA, S. M. R; OLIVEIRA, P. V; PRETTO, D. **Parâmetros de qualidade do pão francês**. B.CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 301-318, jul./dez. 2001.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **PANIFICAÇÃO: os ingredientes enriquecedores**, São Paulo, n. 10, p.22-27, 2009.



Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p.1020.

IPCS INCHEM. Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. **Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**. Disponível em: <[http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_1969.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1969.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2015.

KUJORE, A; SERRET J-M. (Pensilvânia). **Food Engineering & Ingredients. The analysis of potassium bromate in bakery products**. Food Engineering: Food testing, West Chester, p.22-24, 01 jun. 2010. Edição Especial. Disponível em: <[http://www.meirb.com/en/wp-content/uploads/2014/04/FEI\\_LPI\\_June\\_2010-pp22-24.pdf](http://www.meirb.com/en/wp-content/uploads/2014/04/FEI_LPI_June_2010-pp22-24.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2015.

KUROKAWA, Y *et al.* **Toxicity and carcinogenicity of potassium bromate a new renal carcinogen**. *Environmental Health Perspective*, Washington, v. 87, p. 309-335, 1990.

KUROKAWA, Y.; HAYASHI, Y.; MAEKAWA, Y. *et al.* **Carcinogenicity of potassium bromate administered orally to F-344 rats**. *J. Natl. Cancer Inst.*, Bethesda, v. 71, 1983.

MARTINS, M. S.; KIMURA, I. A. **Avaliação de bromatos em preparados para produtos de panificação**. Instituto Adolfo Lutz, (1998).

OMA- **Official Methods of Analysis of AOAC International**. \_\_\_\_th edition, vol. \_\_\_\_\_. Maryland: USA, 1990, p.784.

OLIVEIRA, R. S., AFONSO, J. C. **Bromo**. *Química Nova na Escola*, Vol. 35, Nº 1, p. 66-67, 2013.

SANTOS, R. G. **Análise Quantitativa de Bromato no Pão Frances Comercializado na Cidade de Fortaleza**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia -Habilitação em Bromatologia) - Universidade Federal do Ceará, 2008.

SOUSA, L. F. S; CARVALHO, L. F. M. **Determinação de Bromato de Potássio em Pão Francês comercializado em Teresina-PI**. CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas.

World Health Organization (WHO); **Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants**, Tech. Report Series, 1992, nº 828, p. 29-30.

**ZEFERINO, R. L. Identificação do Uso de Bromato de Potássio em Pães Comercializados em Diferentes Cidades Brasileiras.** 2013. 17 f. Projeto de Pesquisa - Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Universitário Fundação Santo André, Santo André, 2013.

**APÊNDICE A – FICHA DE COLETA DE DADOS**

COLABORADOR: \_\_\_\_\_

TELEFONE PARA CONTATO: \_\_\_\_\_

DATA DA COLETA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CÓDIGO DA AMOSTRA: \_\_\_\_\_

REGIONAL: \_\_\_\_\_

BAIRRO: \_\_\_\_\_

LOCAL DA COLETA:

(     ) padaria

(     ) mercearia

(     ) supermercado

Nome do estabelecimento: \_\_\_\_\_

TIPO DE VENDA:

(     ) unidade

(     ) peso (Kg)

Preço: \_\_\_\_\_/unidade

\_\_\_\_\_ /Kg

Amostra recebida por: \_\_\_\_\_

---

**ESPAÇO RESERVADO À PESQUISA**

Peso médio das amostras: \_\_\_\_\_

Características sensoriais das amostras: \_\_\_\_\_

**RESULTADOS OBTIDOS**

Identificação: (     ) positiva

(     ) negativa

Confirmação: (     ) sim

(     ) não

Teor: \_\_\_\_\_%

Analista: \_\_\_\_\_