



AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS EM *JERKED BEEF*

Ana Paula Alexandre Freixo, Ana Carolina Ramos, Simone Lorena Quiterio de Souza,
Renata Santana Lorenzo Raices

Laboratório de Análise Instrumental, Departamento de Alimentos, Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Brasil

RESUMO

Jerked beef (JB) é o produto cárneo obtido de carne bovina, com adição de sal e de agentes de cura e submetido a processo de dessecação. As carnes representam mais desafios do que outros alimentos para o desenvolvimento e aplicação bem-sucedida de métodos de detecção de deterioração por serem compostas por matriz alimentar altamente complexa, onde os micro-organismos podem ser incorporados e fortemente ligados. Para a avaliação da segurança microbiana da carne, os métodos convencionais, incluindo cultura e testes bioquímicos, são demorados e exigem pessoal treinado para realizar os experimentos, não podendo ser implementados para monitoramento rápido de forma efetiva. Portanto, é importante desenvolver técnicas não destrutivas, precisas e rápidas para avaliar a segurança da carne. A microextração em fase sólida no *head space*, acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (HS/SPME - GC/MS) pode ser usada como um método de detecção indireta de deterioração, onde alguns compostos orgânicos voláteis (COVs) são citados como potenciais marcadores da deterioração da carne durante o armazenamento. Este trabalho teve como objetivo traçar o perfil de COVs presentes no *JB*, através do uso da técnica de HS/SPME - GC/MS, visando identificar componentes que possam estar relacionados a uma eventual deterioração da matéria-prima utilizada em seu processamento.

Palavras-chave: *Jerked Beef*; Compostos Orgânicos Voláteis; Microextração em Fase Sólida no Head Space (HS/SPME); Cromatografia em Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (GC/MS).



1. INTRODUÇÃO

Os alimentos tradicionais são parte da cultura de um país e possuem relevante importância em seu desenvolvimento socioeconômico, entre eles, as carnes salgadas dessecadas merecem destaque.

Os produtos cárneos salgados secos são amplamente apreciados em vários países devido às suas características sensoriais específicas e por possuírem vida útil relativamente longa à temperatura ambiente, característica importante que os tornam fonte valiosa de proteína animal para aqueles que vivem em regiões desprovidas de instalações de refrigeração (Ishihara & Madruga, 2013; Shimokomaki *et al.*, 2016).

No Brasil, o charque (CH) e o *jerked beef* (JB) são produtos cárneos salgados de umidade intermediária, que têm sua produção fundamentada em tecnologias tradicionais como a salga e a secagem ao sol. Podem ser considerados produtos seguros do ponto de vista microbiológico, possuindo prazo de validade de meses à temperatura ambiente. Mesmo sendo alimentos tipicamente nacionais, não há dados oficiais atuais relativos ao seu consumo e produção (Correia & Biscontini, 2003; Shimokomaki *et al.*, 2016).

Considerado a evolução do CH, com grande potencial de crescimento de mercado brasileiro, o JB reúne a carga cultural do consumo do seu precursor e também questões relativas a alimentos industrializados, além de possuir alta eficiência proteica, elevado valor biológico e fácil digestão (De Zen *et al.*, 2018; Shimokomaki *et al.*, 2016).

Por ser um produto altamente manipulado, a carne bovina salgada pode ser contaminada por micro-organismos patogênicos ou deterioradores, associados a perdas de qualidade e surtos de doenças transmitidas por alimentos, sendo necessária a adoção de boas práticas e adequadas medidas higiênico-sanitárias durante o processamento e comercialização dos produtos em questão a fim de reduzir sua contaminação.

A diversidade de componentes dos alimentos (proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais) gera obstáculos que demandam a investigação de melhores técnicas para sua análise. O objetivo da análise alimentar é avaliar os atributos



referentes à qualidade de alimentos frescos ou processados, podendo ser usada para determinar diversos parâmetros, como, por exemplo, a adulteração ou contaminação desses produtos (Souza-Silva *et al.*, 2015).

Estudos empregando a Microextração em Fase Sólida (SPME, do inglês *Solid Phase Micro Extraction*) no *Head Space* (HS, espaço sobre a amostra), seguida por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (GC/MS, do inglês *Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry*) foram realizados para determinar os níveis de compostos orgânicos voláteis (COVs) e avaliar sua relação com a diversidade microbiana e/ou mudanças de qualidade em carne bovina (Argyri *et al.*, 2015; Mansur *et al.*, 2019a).

Como não existem dados na literatura a respeito dos COVs em JB, este trabalho visou traçar o perfil de compostos orgânicos voláteis presentes no JB através do uso da técnica de HS/SPME- GC/MS, buscando identificar componentes que possam estar associados à qualidade do produto.

2. *JERKED BEEF*: BREVE HISTÓRICO E PROCESSAMENTO

Inserido no mercado brasileiro na década de 70, o *jerked beef* é um produto de tecnologia similar ao charque, cuja produção fundamenta-se na tecnologia de obstáculos. As etapas de salga e desidratação, associadas à embalagem a vácuo e à adição de sais de cura são as barreiras mais importantes na sua conservação, aumentando sua vida útil (Ishihara & Madruga, 2013; Leistner, 1987; Shimokomaki *et al.*, 2016).

As técnicas utilizadas no processamento do JB vêm sendo estudadas e aprimoradas ao longo do tempo. Silva e colaboradores (2018) fizeram uma revisão destas inovações tecnológicas, citando em seu estudo o emprego de culturas bacterianas selecionadas (linhagens inócuas de estafilococos) para aumentar a segurança e padronização do produto, tendo em vista que a bactéria predominante na microbiota do JB é o *Staphylococcus spp* (Pinto *et al.*, 1998 *apud* Silva *et al.*, 2018).



Ferramentas de gestão de qualidade, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), vêm sendo aplicadas, justificadas pela segurança dos alimentos exigida pelos mercados e também por incentivos financeiros, para padronizar o processo de fabricação e tornar o produto exportável (Shimokomaki *et al.*, 2016).

A produção de JB inclui uma série de etapas de manipulação, o que pode elevar a possibilidade de contaminação por micro-organismos patogênicos ou a multiplicação de deterioradores, com conseqüente comprometimento da saúde do consumidor ou da qualidade do produto final, se não forem atendidos todos os requisitos higiênico-sanitários durante o processamento.

Constam da IN 92/2020, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do produto, as seguintes etapas tecnológicas para a elaboração do JB:

I - Desossa e manteação: consiste em remover as bases ósseas, formando cortes ou pedaços de carne que podem ser manteados para promover o adelgaçamento das porções musculares. Deve ser realizada em instalações com temperatura máxima de 16 °C.

II - Salga úmida: consiste em injetar salmoura (sal, agentes de cura e água) nos cortes ou pedaços, ou na sua imersão em tanques fixos contendo salmoura, admitindo-se o tumbleamento. Deve ser realizada em ambiente com temperatura máxima de 20 °C, porém quando ocorrer no mesmo ambiente da desossa, deve ser observada a temperatura máxima de 16 °C.

III - Salga seca: consiste em adicionar sal aos cortes ou pedaços, que serão dispostos em pilhas formadas por camadas entremeadas por carne e sal, de forma que a altura da pilha seja suficiente para exercer pressão que permita a dessecação adequada do produto. O processo de inversão das pilhas, denominado de tombo, é feito nesta etapa, que deve ocorrer em ambiente climatizado com temperatura máxima de 20 °C.

IV - Remoção do excesso do sal: consiste em lavar os cortes ou pedaços com água potável em tanques, ou por outro método físico, para remover o excesso de sal da superfície do produto, com posterior empilhamento para escoamento da água;

V- Secagem: consiste em estender o produto em estufas ou em varais posicionados em ambientes externos, cobertos ou não, com material que permita a incidência da luz solar, resultando na dessecação do produto.

VI - Embalagem: consiste em preparar, fracionar, prensar e acondicionar o produto para comercialização.

O processamento do JB dura em torno de 10 dias, tempo que pode variar caso o teor de umidade regulamentar não seja atingido.

As etapas de elaboração podem ser visualizadas no fluxograma detalhado na Figura 1.

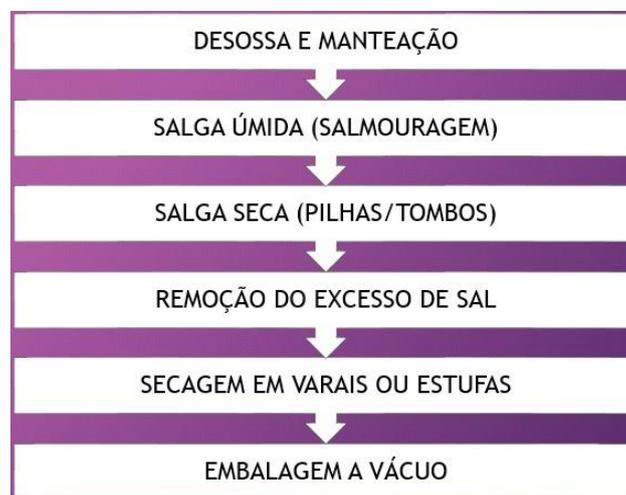


Figura 1. Etapas tecnológicas para a elaboração do JB.

Fonte: Autoras.

2.1 INGREDIENTES

De acordo com o artigo 312 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), *jerked beef* é o produto cárneo obtido de carne bovina, com adição de sal e de agentes de cura, submetido a processo de dessecação (Brasil, 2017).

Os ingredientes obrigatórios para a produção do JB são a carne bovina, o sal e os agentes ou sais de cura (nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio), sendo



considerados ingredientes opcionais os aditivos intencionais com as funções de estabilizante, acidulante, regulador de acidez e antioxidante (Brasil, 2020).

A utilização de nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio como aditivos na formulação do JB é permitida, desde que a soma dos nitritos e nitratos, determinados como resíduo máximo, não supere $0,015\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (150 ppm), expressa como nitrito de sódio, conforme estabelecido na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 272, de 14 de março de 2019, da ANVISA (Brasil, 2019).

Além de conferir uma cor avermelhada ao produto, tornando-o mais atrativo ao consumidor, os agentes de cura usados previnem o crescimento de micro-organismos indesejáveis, sendo reconhecidos por seus efeitos bacteriostáticos e bactericidas contra bactérias patogênicas, como *Clostridium botulinum*, por exemplo. O nitrito atua também como antioxidante lipídico (Brasil, 2000; Majou & Christieans, 2018; Shimokomaki *et al.*, 1998).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do JB passou por mudanças recentes e sua nova versão consta do capítulo II da Instrução Normativa (IN) nº 92, de 18 de setembro de 2020, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Na Tabela 1 foram apresentados os ingredientes utilizados no processamento do *jerked beef*, conforme previsto no RTIQ.

Tabela 1. Ingredientes do JB.	
Ingredientes obrigatórios	Carne, sal (NaCl) e agentes ou sais de cura (nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou de potássio)
Ingredientes opcionais	Aditivos intencionais (estabilizante, acidulante, regulador de acidez e antioxidante)

Fonte: BRASIL, 2020.

2.2 PADRÕES FÍSICO-QUÍMICOS DO JB

As principais alterações no RTIQ do JB foram referentes ao aumento do teor de umidade, da atividade de água e do resíduo mineral fixo do produto, que deve



apresentar limites máximos de 60 % de umidade, 25 % de resíduo mineral fixo e 0,80 de atividade de água no produto final e, no mínimo, 12 % de cloreto de sódio (Brasil, 2020).

Os parâmetros físico-químicos do JB foram apresentados na Tabela 2.

Atividade de água	Máximo de 0,80
Umidade	Máximo de 60 %
Resíduo mineral fixo	Máximo de 25 %
Cloreto de sódio (NaCl)	Mínimo de 12 %

Fonte: BRASIL, 2020.

2.3 PADRÕES MICROBIOLÓGICOS DO JB

A RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, estabeleceu novos padrões microbiológicos de alimentos prontos para oferta ao consumidor, definindo assim a aceitabilidade de um alimento ou de um lote de alimento, considerando que estes não podem conter micro-organismos patogênicos, suas toxinas ou metabólitos em quantidades que causem dano para a saúde humana.

A Instrução Normativa (IN) nº 60, de 23 de dezembro de 2019 estabeleceu as listas de padrões microbiológicos para alimentos, aplicando-se de maneira complementar à RDC nº 331/2019, que revogou a RDC 12/2001, anteriormente utilizada.

Conforme a RDC 331/19, determinações analíticas de outros micro-organismos, suas toxinas ou metabólitos, não previstos na IN 60/2019, podem ser realizadas para a obtenção de dados adicionais sobre a adequação dos processos produtivos e a inocuidade do alimento.

Na Tabela 3 foram apresentados os novos padrões microbiológicos para o JB que passarão a vigorar em dezembro de 2020.



Tabela 3. Parâmetros microbiológicos do JB.

Micro-organismo/Toxina/Metabólito	n	c	m	M
<i>Salmonella</i> 25 g ⁻¹	5	0	Ausência	-
Estafilococos coagulase positiva g ⁻¹	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> g ⁻¹	5	2	Menor que 10	10 ²

Fonte: BRASIL, 2019.

3. DETERIORAÇÃO DA CARNE

Durante toda a cadeia produtiva, os micro-organismos podem afetar a qualidade dos alimentos e a saúde humana. A deterioração dos alimentos durante seu armazenamento é uma dificuldade enfrentada pela humanidade desde os primórdios. Os alimentos, além de serem nutritivos para os consumidores, são também excelentes fontes de nutrientes para o desenvolvimento microbiano (Ajaykumar & Mandal, 2020).

A carne e os produtos cárneos são bem conhecidos pelos seus elevados valores nutricionais, contendo uma boa quantidade de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais, constituindo-se em componentes vitais da dieta humana diária. Apesar disso, uma parcela expressiva desses alimentos se perde a cada ano devido à deterioração microbiana, gerando consideráveis impactos econômicos e ambientais (Ajaykumar & Mandal, 2020; Pellissery *et al.*, 2020).

As carnes representam mais desafios do que outros alimentos para o desenvolvimento e aplicação bem-sucedida de métodos de detecção de deterioração por serem compostas por matriz alimentar altamente complexa, onde os micro-organismos podem ser incorporados e fortemente ligados (Nollet & Toldrá, 2016).

O setor de carnes tem sido o mais lento da indústria de alimentos a assumir tecnologias alternativas para a previsão da deterioração. Métodos mais rápidos são urgentemente necessários para este segmento industrial e devem ser sensíveis, adequados ao uso on-line e, pelo menos, semiautomatizados. Devem ser adequados para a utilização de rotina, sem a necessidade de operadores altamente qualificados (Nollet & Toldrá, 2016).



Para a avaliação da segurança microbiana da carne, os métodos convencionais, incluindo cultura e testes bioquímicos, são demorados e exigem pessoal treinado para realizar os experimentos, sendo sujeitos a erro humano e não podem ser implementados para monitoramento rápido de forma efetiva (Hu *et al.*, 2020).

A SPME oferece uma oportunidade de amostragem rápida e reproduzível para obter perfis complexos de compostos voláteis alimentares que podem ser usados para monitorar as mudanças de *flavor* nos alimentos induzidas por processos tecnológicos, armazenamento de produtos, alterações prejudiciais causadas por reações químicas, bioquímicas e microbianas (Jeleń *et al.*, 2017).

A SPME na análise de *off-flavors* em alimentos tem sido um método de grande potencial tanto nas análises qualitativas, quanto nas quantitativas. Embora utilizado principalmente para o trabalho qualitativo, sua seletividade, sensibilidade e reprodutibilidade a tornam uma ferramenta atraente na análise quantitativa, particularmente para a determinação de compostos presentes nos níveis de traço (Jeleń *et al.*, 2017).

Alguns estudos empregando a microextração em fase sólida no *headspace* (HS/SPME) acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (GC/MS) foram realizados para determinar os níveis de compostos orgânicos voláteis (COVs) e avaliar sua relação com a diversidade microbiana e/ou mudanças de qualidade em carne bovina durante armazenamento refrigerado (Argyri *et al.*, 2015; Mansur *et al.*, 2019).

Substâncias como ácido acético, etanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, 2,3-butanodiol, 2-butanona, diacetil, 2-heptanona, 3-octanona e acetoína foram fortemente correlacionados com a deterioração da carne bovina armazenada em aerobiose. Por outro lado, o ácido acético, o ácido butanoico, o ácido pentanoico, o etanol, o 3-metil-1-butanol e o 2,3-butanodiol provavelmente desempenham papéis importantes na deterioração da carne bovina embalada a vácuo (Mansur *et al.*, 2019).

O etanol e o 3-metil-1-butanol, seguidos pelo ácido acético e sulfetos, foram os compostos orgânicos voláteis mais promissores utilizados como marcadores de deterioração em peito de frango (Mikš-Krajnik *et al.*, 2015).



4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Doze amostras de JB, de diversas marcas e cortes (6 de dianteiro, 3 de traseiro e 3 de ponta de agulha), foram adquiridas em distintos estabelecimentos comerciais da cidade do Rio de Janeiro e transportadas ao Laboratório de Análise Instrumental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Rio de Janeiro. Em seguida foram submetidas à técnica de HS/SPME - GC/MS para traçar o perfil de COVs nas amostras.

4.2 ANÁLISE DE VOLÁTEIS

Os compostos voláteis foram analisados por HS/SPME- GC/MS. A SPME foi realizada com o injetor automático CTC Combi *Pal Sampler*, um amostrador automático tipo XYZ com compartimento promovendo o controle da temperatura e agitação para ativação da fibra e extração no *headspace*.

Cerca de 1 g de *jerked beef* foi transferido para frascos *headspace* de 20 mL e em seguida foram adicionados 1,5 mL de água ultrapura. Os frascos foram tampados com septo de PTFE/silicone e tampa de rosca de alumínio. Todas as extrações foram realizadas utilizando uma fibra de 50/30 μ m DVB/CAR/PDMS. Após o tempo de equilíbrio de 20 minutos a 80 \pm 1,0 $^{\circ}$ C com agitação de 500 rpm, o septo que recobre o frasco de *headspace* foi perfurado com a fibra retraída na agulha e então a fibra foi exposta à amostra por 30 minutos, extraíndo os voláteis do *headspace* nas mesmas condições.

A identificação dos compostos orgânicos voláteis foi feita a partir do GC/MS (*Agilent Technologies*, 7890A-5975C), como amostrador (CTC Combi PAL Sampler 120, *Agilent Technologies*) e com *liner* apropriado para análises de SPME. As condições cromatográficas adotadas foram: injeção por fibra, sem razão da divisão de fluxo da fase móvel no injetor (*splitless*), temperatura do injetor de 240 $^{\circ}$ C; fluxo da fase móvel de 1 mL min $^{-1}$; programação do forno cromatográfico, 45 $^{\circ}$ C por 5 minutos, com rampa de temperatura de 10 $^{\circ}$ C min $^{-1}$ até 80 $^{\circ}$ C, seguido de nova rampa a 5 $^{\circ}$ C



min⁻¹ até 240 °C, mantendo por 15 minutos; coluna – CP-Wax 52 CB 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm e detector MS com intervalo de massa 40-400 m/z.

A composição das amostras foi determinada a partir dos espectros de massas das amostras com auxílio do software *Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis* (*Agilent Technologies* versão B.04.00), utilizando como referência a biblioteca de espectros NIST 11.

Os componentes foram identificados ainda de acordo com índice de retenção linear de cada substância, calculado a partir de um padrão de calibração de alcanos de 8 a 40 carbonos (padrão *Sigma*, 40147-U) por meio da equação de Van der Dool e Kratz.

Na Tabela 4 foram representados os parâmetros cromatográficos para realização do experimento.

Tabela 4. Parâmetros GC-MS.	
Agitador	30 minutos a 80 ± 1,0 °C com agitação de 500 rpm
Fibra	50/30µm de espessura DVB/CAR/PDMS
Temperatura do injetor	240 °C
Coluna cromatográfica	CP-Wax 52 CB 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm
Fluxo da fase móvel	1mL min ⁻¹
Rampa de temperatura	<ul style="list-style-type: none">• 45 °C por 5 minutos• 10 °C min⁻¹ até 80 °C• 5 °C min⁻¹ até 240 °C, mantendo por 15 minutos
Tempo de análise	62 minutos

Fonte: Autoras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Shimokomaki e colaboradores (2016) relataram que algumas bactérias halofílicas fermentativas estão presentes no processamento do JB, em particular *Staphylococcus xylosus* e *S. carnosus*, e citaram o estudo de Pinto e colaboradores (2002), que sugeriram o uso de culturas iniciadoras dessas bactérias para melhorar o flavor do produto.

As culturas iniciadoras de estafilococos usadas no processamento de JB foram capazes de inibir o desenvolvimento de *S. aureus*, provavelmente por mecanismo



competitivo, tornando-se uma barreira adicional, colaborando na garantia de inocuidade do produto (Pinto *et al.*, 1998).

Devido ao processamento ao qual as carnes salgadas são submetidas, que requer considerável manipulação, o alimento fica propício à contaminação por *Staphylococcus aureus*, bactéria capaz de sobreviver em ambientes hostis e produzir enterotoxina termoestável que pode ocasionar surtos alimentares (Abrantes *et al.*, 2014).

Penha *et al.* (2018) analisaram 30 amostras de carnes salgadas comercializadas no município do Rio de Janeiro. Os resultados de seu trabalho mostraram 11 amostras acima do limite para *Staphylococcus coagulase* positivo.

Devido ao pH, alto teor de umidade e abundância de nutrientes, o crescimento de micro-organismos é favorecido na carne. Esse crescimento microbiano leva a uma modificação indesejável em constituintes nutricionais e propriedades sensoriais, conhecida como degradação, resultando em uma grande perda econômica. A deterioração tem um efeito adverso sobre a aceitação do consumidor e está estreitamente relacionada ao desperdício de alimentos (Casaburi *et al.*, 2015; Pellissery *et al.*, 2020).

Durante o armazenamento da carne resfriada em atmosfera aeróbica, modificada ou a vácuo, o metabolismo microbiano favorece a quebra de proteínas e aminoácidos, a redução de cetonas e aldeídos derivados da peroxidação lipídica para produzir uma variedade de álcoois. Os álcoois associados à deterioração da carne armazenada de forma aeróbica e a vácuo incluem: 3-metil-1-butanol, 1-octen-3-ol, 2-etil-1-hexanol, 2,3-butanediol, butanol, 1-heptanol e 1-hexanol (Casaburi *et al.*, 2015).

Estudos apontam que o 3-metil-1-butanol é um dos compostos orgânicos voláteis mais promissores utilizados como marcadores de deterioração em peito de frango, sendo fortemente correlacionado com a deterioração da carne bovina (Mansur *et al.*, 2019; Mikš-Krajnik *et al.*, 2015).

Das 12 amostras analisadas neste estudo, o 3-metil-1-butanol foi detectado em todas elas, enquanto o ácido 3-metilbutanoico foi encontrado em 9 amostras.

O ácido 3-metilbutanoico é conhecido como um composto de “impressão digital” de *Staphylococcus aureus* em meios de cultura (Chen *et al.*, 2018).

A Figura 2 mostra cromatograma obtido de uma das amostras de JB analisadas, onde as letras A e B indicam os picos dos compostos 3-metil-1-butanol e ácido 3-metilbutanoico, respectivamente.

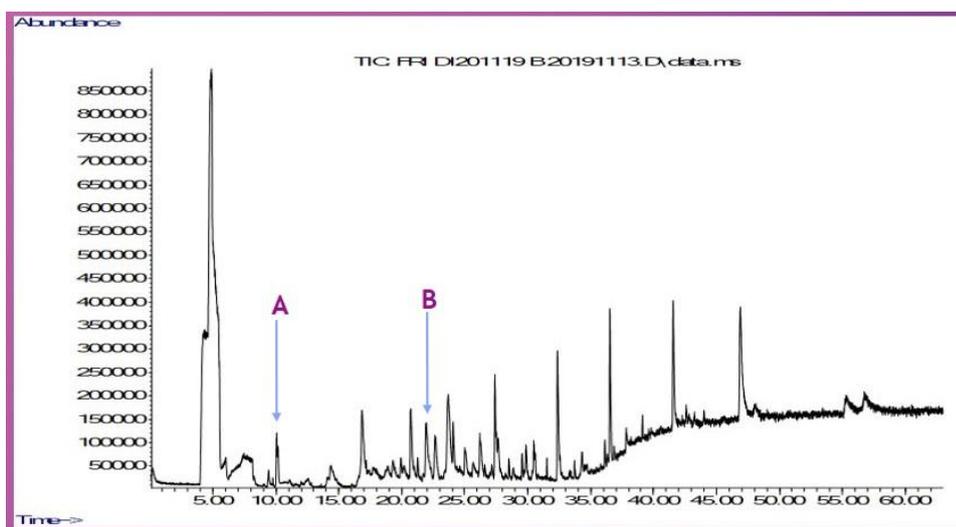


Figura 2. Cromatograma de amostra de JB, relacionando o tempo de retenção, em minutos, e abundância dos compostos A e B.

Fonte: Autoras.

6. CONCLUSÃO

A detecção do 3-metil-1-butanol em 100 % das amostras de *jerked beef* analisadas sugere que talvez a matéria-prima utilizada no seu processamento possa ter sofrido algum tipo de degradação, já que este composto é considerado um marcador de deterioração.

A presença do ácido 3-metilbutanoico em 75 % das amostras gera preocupação em relação à saúde dos consumidores, já que é um metabólito relacionado ao *S. aureus*. Pesquisas, para identificar se esse composto pode ser um marcador de *Staphylococcus spp.*, devem ser propostas, já que os estafilococos constituem a microbiota predominante em JB (Pinto *et al.*, 1998).



Este trabalho é apenas uma avaliação preliminar e mais estudos devem ser realizados para traçar o perfil dos compostos orgânicos voláteis presentes no produto, que possam talvez até ser utilizados como indicadores de qualidade do *jerked beef*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, M. R., Sousa, A. C. P., Araújo, N. K. S. D., Sousa, Ê. S. D., Oliveira, A. R. M. D., & Silva, J. B. A. D. (2014). Avaliação microbiológica de carne de charque produzida industrialmente. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81(3), 282-285.

Argyri, A. A., Mallouchos, A., Panagou, E. Z., & Nychas, G. J. E. (2015). The dynamics of the HS/SPME–GC/MS as a tool to assess the spoilage of minced beef stored under different packaging and temperature conditions. *International journal of food microbiology*, 193, 51-58.

Brasil. (2017). Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017 - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal–RIISPOA. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm

Brasil. (2019). Resolução RDC nº 272, de 14 de Março de 2019. Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. Disponível em https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770

Brasil. (2019). Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-ndeg-60-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf>

Brasil. (2019). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Disponível em <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>

Brasil. (2020). Instrução normativa nº 92, de 18 de setembro de 2020. Dispõe Sobre a Identidade e os Requisitos de Qualidade do Charque, da Carne Salgada Curada Dessecada, do Miúdo Salgado Dessecado e do Miúdo Salgado Curado Dessecado. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-92-de-18-de-setembro-de-2020-278692460>

Casaburi, A., Piombino, P., Nychas, G. J., Villani, F., & Ercolini, D. (2015). Bacterial populations and the volatiles associated to meat spoilage. *Food microbiology*, 45, 83-102.



- Chen, J., Tang, J. N., Hu, K. L., Zhao, Y. Y., & Tang, C. (2018). The production characteristics of volatile organic compounds and their relation to growth status of *Staphylococcus aureus* in milk environment. *Journal of dairy science*, *101*(6), 4983-4991.
- Correia, R. T., & Biscontini, T. (2003). Influência da dessalga e cozimento sobre a composição química e perfil de ácidos graxos de charque e jerked beef. *Food Science and Technology*, *23*(1), 38-42.
- De Zen, S., Menezes, S. M. & Contreras-Castillo, C. J. *Gestão da Produção em Foco Volume 13*, 221.
- Ishihara, Y. M., & Madruga, M. S. (2013). Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão. *Semina: Ciências Agrárias*, *34*(2), 3721-3737.
- Jeleń, H., Majcher, M., & Gracka, A. (2017). Application of solid phase microextraction in food analysis—flavor and off-flavor sampling. In *Solid Phase Microextraction* (pp. 223-246). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Leistner, L. (1987). Shelf-stable products and intermediate moisture foods based on meat. *Water activity: Theory and applications to food*, 295-327.
- Mansur, A. R., Song, E. J., Cho, Y. S., Nam, Y. D., Choi, Y. S., Kim, D. O., ... & Nam, T. G. (2019). Comparative evaluation of spoilage-related bacterial diversity and metabolite profiles in chilled beef stored under air and vacuum packaging. *Food microbiology*, *77*, 166-172.
- Mikš-Krajnik, M., Yoon, Y. J., & Yuk, H. G. (2015). Detection of volatile organic compounds as markers of chicken breast spoilage using HS-SPME-GC/MS-FASST. *Food Science and Biotechnology*, *24*(1), 361-372.
- Nollet, L. M., & Toldrá, F. (Eds.). (2016). *Safety analysis of foods of animal origin*. CRC Press.
- Pellissery, A. J., Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. In *Meat Quality Analysis* (pp. 307-334). Academic Press.
- Pinto, M. F., PONSANO, E. H., FRANCO, B. D., & SHIMOKOMAKI, M. (1998). Controle de *Staphylococcus aureus* em charques (jerked beef) por culturas iniciadoras. *Food Science and Technology*, *18*(2), 200-204.
- Silva, A. T. F., de Mesquita, E. P., da Fonseca Filho, L. B., de Albuquerque, P. V., de Alcântara, S. F., de Andrade, G. P., ... & de Carvalho Neto, P. M. (2018). Inovações tecnológicas no processamento do Jerked beef: Revisão. *PUBVET*, *12*, 136.



Shimokomaki, M., Garcia, C. E. R., Pedrão, M. R., & Coró, F. A. G. (2016). Brazilian Charqui Meats. In *Traditional Foods* (pp. 291-294). Springer, Boston, MA.

Souza-Silva, É. A., Reyes-Garcés, N., Gómez-Ríos, G. A., Boyacı, E., Bojko, B., & Pawliszyn, J. (2015). A critical review of the state of the art of solid-phase microextraction of complex matrices III. Bioanalytical and clinical applications. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 249-264.