



Universidade Federal do Amapá  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais



KELLY DA SILVA GONÇALVES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM CARNE SUÍNA  
COMERCIALIZADA NO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP**

MACAPÁ – AP

2020

KELLY DA SILVA GONÇALVES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM CARNE SUÍNA  
COMERCIALIZADA NO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Araujo da Silva

MACAPÁ – AP

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

---

G635 Gonçalves, Kelly da Silva.

Avaliação físico-química e microbiológica em carne suína comercializada no município de Macapá-AP / Kelly da Silva Gonçalves. - Macapá, 2020.  
1 recurso eletrônico. 61 folhas.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Macapá, 2020.

Orientador: Gabriel Araújo da Silva.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Segurança Alimentar. 2. Doenças - Transmissão - Alimentos. 3. Carne - Porco. I. Silva, Gabriel Araújo da, orientador. II. Universidade Federal do Amapá . III. Título.

CDD 23. ed. – 616.8526

---

GONÇALVES, Kelly da Silva. **Avaliação físico-química e microbiológica em carne suína comercializada no município de Macapá-AP**. Orientador: Gabriel Araújo da Silva. 2020. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2020.

KELLY DA SILVA GONÇALVES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM CARNE SUÍNA  
COMERCIALIZADA NO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

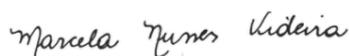
Aprovada em 18 de dezembro de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientador - Gabriel Araujo da Silva (UEAP)



---

Examinador 1 - Marcela Nunes Videira (UEAP)



---

Examinador 2 - Fábio Rodrigues de Oliveira (UNIFAP)



---

Examinador 3 - Maria Danielle Guimarães Hoshino (UEAP)

Dedico primeiramente à Deus, meu pai celestial que me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades, e também à minha família, em especial aos meus pais, maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pai celestial sempre presente dando força e sabedoria para enfrentar as vicissitudes da vida;

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Gabriel Araujo da Silva, pelo profissionalismo, competência e dedicação;

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio incondicional para realização dos meus objetivos;

As minhas irmãs, sobrinhas e cunhados, pela parceria e compreensão, em especial a minha irmã Celly Gonçalves (Denguinho) sempre pronta a me ajudar e a qual contribuiu na execução deste experimento;

A todos os integrantes do Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da Universidade do Estado do Amapá – UEAP, especialmente ao Eng. Arllon Dias;

Aos comerciantes de carne suína do Município de Macapá por possibilitarem a coleta das amostras;

A Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Pará (DIAGRO) por permitir ao servidor público sua qualificação profissional;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, pela experiência e conhecimento compartilhado;

Aos amigos sempre presentes nos momentos de dificuldades e alegrias;

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

*“Sempre parece impossível, até que  
seja feito.”*

Nelson Mandela

## RESUMO

GONÇALVES, K. S. **Avaliação físico-química e microbiológica em carne suína comercializada no Município de Macapá-AP.** 61 p. Dissertação – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2020.

Com o crescente consumo de carnes pela população, aciona-se um alerta não somente em relação aos seus atributos nutricionais, como também, ao controle microbiológico e físico-químico, de forma a ofertar produtos de qualidade e ao mesmo tempo se distanciar dos riscos das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). Diante da importância de oferecer produtos de qualidade para o consumidor amapaense e levando em consideração a escassez de informações na região Norte e para subsidiar futuras políticas públicas a nível municipal ou estadual, o presente trabalho realizou a avaliação higiênico-sanitária na carne suína *in natura* comercializada nas feiras livres no Município de Macapá, Estado do Amapá. Foram coletadas 120 amostras de carne suína em estabelecimentos comerciais para realização das avaliações físico-química (umidade, temperatura, pH, oxidação lipídica, cinzas, proteína e lipídeos) e microbiológica (Coliformes Totais, Termotolerantes e *Salmonella* spp). As alterações físico-químicas percebidas podem acarretar diminuição do tempo de prateleira dos produtos cárneos, devido, por exemplo, amostras com média de 23,13°C de temperatura e peroxidação lipídica máxima de 1,95 mg MDA/kg. Os níveis de contaminação microbiológica demonstram condições higiênico-sanitárias inadequadas dos estabelecimentos que comercializam o produto, tornando-a um risco à saúde dos consumidores, pois apenas 10 amostras não estavam contaminadas por Coliformes e/ou *Salmonella* spp. Com isto há a necessidade de desenvolver processos educativos, participativos e contínuos para a população, bem como intensificar pesquisas sobre as DTA, afim de caracterizar seu risco epidemiológico no Município de Macapá e no Estado do Amapá.

**Palavra-chave:** Carne suína, Segurança alimentar, Doenças transmitidas por alimentos.

## ABSTRACT

GONÇALVES, K. S. **Physicochemical and microbiological evaluation in pork meat marketed in the Municipality of Macapá-AP.** 61 p. Master Thesis – Department of Environment and Development, Federal University of Amapá, Macapá, 2020.

With the growing consumption of meat by the population, an alert is triggered not only in relation to its nutritional attributes, but also to the microbiological and physical-chemical control, in order to offer quality products and at the same time to distance itself from the risks of Foodborne Diseases (DTA). Given the importance of offering quality products to consumers in Amapá and taking into account the scarcity of information in the North region and to subsidize future public policies at the municipal or state level, the present work carried out a hygienic-sanitary evaluation of the marketed in natura pork. at street fairs in the Municipality of Macapá, State of Amapá. 120 samples of pork meat were collected in commercial establishments for physical-chemical (humidity, temperature, pH, lipid oxidation, ash, protein and lipids) and microbiological (Total, Thermotolerant Coliforms and Salmonella spp) evaluations. The physical-chemical changes perceived can lead to a decrease in the shelf life of meat products, due, for example, to samples with an average temperature of 23.13°C and maximum lipid peroxidation of 1.95 mg MDA/kg. The levels of microbiological contamination demonstrate inadequate hygienic-sanitary conditions in the establishments that sell the product, making it a risk to consumers' health, as only 10 samples were not contaminated by Coliforms and/or Salmonella spp. With this, there is a need to develop educational, participatory and continuous processes for the population, as well as intensify research on ATDs, in order to characterize their epidemiological risk in the Municipality of Macapá and in the State of Amapá.

**Keywords:** Pork meat, food security, foodborne diseases.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa da área de estudo das coletas de amostras de carne suína, no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020, com marcações dos locais coletados nomeados pelos respectivos bairros (em amarelo), na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. Fonte: UEAP (2019)..... 21
- Figura 2 - Análise da carne suína comercializada em Macapá – AP. A) Aferição da temperatura das amostras, B) e C) Coleta das amostras para envio ao Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. Fonte: Da autora. .... 22
- Figura 3 - Análise da umidade da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Amostras submetidas à estufa (105°C) por 24h e C) Pesagem das amostras após estufa. Fonte: Da autora. .... 23
- Figura 4 - Análise de pH da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Homogeneização de cada amostra e C) Verificação do pH de cada amostra. Fonte: Da autora. .... 23
- Figura 5 - Análise de cinzas da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Mufla contendo as amostras e C) Amostras submetidas à 550°C. Fonte: Da autora. .... 24
- Figura 6 - Análise de lipídeos da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Separação das amostras para empacotamento, B) Amostras reservadas no dessecador e C) Amostras no soxhlet. Fonte: Da autora..... 25
- Figura 7 - Análise carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP para verificação da oxidação lipídica. A) Amostras com TCA 15%/TBA 0,87% submetidas ao banho maria, B) Amostras após centrifugação (1: TCA/TBA e 2: amostra com TCA/TBA) e C) Verificação da absorbância. Fonte: Da autora..... 27
- Figura 8 - Análise microbiológica para verificação da presença de Coliformes Totais e Termotolerantes na carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Amostras sendo colocadas em solução salina peptonada, B) Identificação das placas contendo ágar VRBA e C) Inoculação das amostras em placas com ágar VRBA. Fonte: Da autora..... 27

- Figura 9 - Análise microbiológica para verificação da presença de *Salmonella* spp na carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Preparação do material no fluxo laminar, B) Amostras sendo colocadas em solução salina peptonada e C) Identificação das placas contendo ágar SS para inoculação das amostras. Fonte: Da autora. ...28
- Figura 10 - Carne suína comercializada de forma exposta ao ar livre em Macapá-AP. Fonte: Da autora. ....30
- Figura 11 - Forte correlação linear negativa entre lipídeos e umidade da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP..... 33
- Figura 12 – Fraca correlação negativa entre Temperatura e Oxidação Lipídica da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP. ....35
- Figura 13 - Resultado microbiológico da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP, com formações de colônias em ágar VRBA. Fonte: Da autora. ....36
- Figura 14 - Resultado microbiológico da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP, com presença de *Salmonella* spp em ágar SS. Fonte: Da autora. ....37
- Figura 15 - Identificação de larva de *Musca domestica* (no centro dos círculos amarelos) após inoculação em ágar SS de amostra de carne suína comercializada no Município de Macapá-AP. Fonte: Da autora..... 38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise físico-química de 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil coletadas em feiras livres no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 no período da manhã. ....	29
Tabela 2 - Matriz de correlação linear entre as variantes físico-química da carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil. ....	32
Tabela 3 - Análise Microbiológica de carne suína (n=120) comercializada no Município de Macapá-AP coletadas no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 no período da manhã. ....	35

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	Objetivo Geral .....	15
2.2	Objetivos Específicos .....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1	Perfil do consumo de carne suína .....	16
3.2	Qualidade da carne suína .....	16
3.3	Comprometimento da qualidade da carne .....	18
3.3.1	<i>Escherichia coli</i> .....	19
3.3.2	<i>Salmonella spp.</i> .....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	21
4.1	Análise Físico-Química .....	22
4.1.1	<i>Temperatura na comercialização</i> .....	22
4.1.2	<i>Umidade</i> .....	22
4.1.3	<i>pH</i> .....	23
4.1.4	<i>Cinza Total</i> .....	24
4.1.5	<i>Lipídeos Totais</i> .....	24
4.1.6	<i>Proteínas Totais</i> .....	25
4.1.7	<i>Substâncias Reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico (SRAT)</i> .....	26
4.2	Análise Microbiológica .....	27
4.2.1	<i>Coliformes Totais e Termotolerantes</i> .....	27
4.2.2	<i>Presença de Salmonella spp.</i> .....	28
4.3	Análise Estatística .....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
5.1	Análise Físico-Química .....	29
5.2	Correlação das variantes Físico-Química .....	32
5.3	Análise Microbiológica .....	35
5.4	Correlação das variantes Físico-Química e Microbiológicas .....	38
6	REFERÊNCIAS .....	40
7	CONCLUSÕES GERAIS .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de carne suína é uma das principais atividades agroindustriais do mundo, devido à representatividade do consumo desta carne. No Brasil, a referida produção está concentrada na Região Sul, pois segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - 2018), a Região Sul foi responsável por 65,8% do abate nacional de suínos, seguida pelas Regiões Sudeste (18,7%), Centro-Oeste (14,5%), Nordeste (0,9%) e Norte (0,1%). Este contraste pode estar relacionado à grande demanda de exportação e a concentração de Granjas Certificadas na Região Sul, as quais agregam tecnologias mais modernas na produção e um controle mais efetivo da sanidade da manada.

O consumo de carne suína no Brasil é menor que o de carne bovina e aves, porém o seu consumo *per capita* vem crescendo nos últimos anos, além do país ser um dos maiores exportadores desta *commodity* (GASTARDELO; MELZ, 2014). Segundo Oliveira et al. (2017) o principal entrave para consumo da carne suína pode estar atrelado à falta de esclarecimento sobre os benefícios que a mesma pode trazer, e de investimentos em *marketing* que desmistifiquem os problemas relacionados às questões sanitárias e ao teor de gordura. Esses conceitos ultrapassados influenciam negativamente na imagem do consumidor sobre a carne suína e seus derivados, no senso comum a carne suína é gordurosa e com alto teor de colesterol, e que portanto, o seu consumo seria prejudicial à saúde (SOUZA et al., 2016). Entretanto, Hautrive, Marques e Kubota (2012) compararam cortes cárneos comerciais de suínos, frangos e bovinos e encontraram menor quantidade de colesterol e baixo valor calórico na carne suína em relação aos demais.

Segundo Anjos, Gois e Pereira (2018) para a disponibilidade de carne rica em proteínas de boa qualidade e minerais, há a necessidade de melhorias nas condições de criação dos suínos, desde granjas extremamente limpas com manejo sanitário adequado até a uma alimentação balanceada, obtendo, portanto, uma visão oposta que grande parte da população acredita ter.

A partir do aumento do consumo de carne suína, naturalmente levará ao surgimento de um perfil de consumidor mais consciente e exigente, quanto à disponibilidade de produto totalmente confiável, pois segundo Lopes et al. (2017) os novos consumidores apresentam-se mais preocupados com os riscos associados à contaminação, sendo a identificação do produto com certificação de qualidade a maior preocupação de consumidores na tomada de decisão no momento da compra, sendo imprescindível a inspeção de alimentos, responsabilidade que compete aos médicos veterinários, responsáveis técnicos da indústria (RT) e dos órgãos de inspeção oficial.

Um passo importante foi dado ao se estabelecer instâncias inferiores de inspeção (municipal e estadual), pois fortalece os mercados regionais, assegurando que estes usufruam da mesma qualidade assegurada pelo serviço de inspeção federal (HORTA et al., 2010; SANTOS et al., 2016).

De acordo com Antunes, Oliveira e Salema (2016), a inspeção sanitária oficial das carcaças realizada em estabelecimentos de abate desempenha atividades preventivas da mais alta relevância para a saúde pública ao afastar do mercado carnes impróprias para o consumo ou que possam ser potencialmente prejudiciais. E na mesma proporção, há a necessidade de atenção no transporte, armazenamento, manipulação e a forma de comercialização da carne, de maneira a minimizar o risco de contaminação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, pois produtos provenientes de abate clandestino e comércio ilegal acarretam sérios riscos à saúde do consumidor, podendo causar Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA).

Os órgãos internacionais de saúde, liderados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), tem mostrado, ao longo das últimas décadas, preocupação cada vez maior com a qualidade dos alimentos e suas possíveis repercussões para a saúde dos consumidores. Com isso criou-se a *Codex Alimentarius Commission* (CAC), sendo uma coletânea de padrões reconhecidos internacionalmente, códigos de conduta, orientações e outras recomendações relativas a alimentos, produção de alimentos e segurança alimentar, com a finalidade de proteger a saúde do consumidor e assegurar práticas justas no comércio de alimentos, além de coordenar todas as atividades de padronização de produtos alimentícios, ou seja, o órgão internacional de máxima importância para a segurança alimentar, a qual a Agência Nacional de Vigilância Sanitária Brasileira (ANVISA) faz parte (GERMANO; GERMANO, 2015).

Nesse mesmo contexto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) vem explorando o conceito de Saúde Única, o qual estabelece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental, por meio de atividades de educação sanitária, vigilância e defesa agropecuária, de forma a assegurar saúde aos animais, consequentemente garantindo a saúde da sociedade e preservando o meio ambiente (MAPA, 2017).

Diante da importância de oferecer produtos de qualidade para o consumidor amapaense e levando em consideração a escassez de informações na região Norte e para subsidiar futuras políticas públicas a nível municipal ou estadual, o presente trabalho propõe realizar uma avaliação higiênico-sanitária na carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá, Estado do Amapá.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Avaliar as condições físico-químicas e microbiológicas da carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá – AP.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar a análise físico-química da carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá – AP;
- Investigar a presença de microrganismos patogênicos na carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá – AP.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Perfil do consumo de carne suína**

Como já mencionado anteriormente, o consumo de carne suína ocupa o terceiro lugar nos produtos cárneos mais consumidos no Brasil, onde há o consumo de 14,7 kg/habitante/ano (ABPA, 2018), enquanto que a média na União Europeia é de 40,08 kg por habitante/ano e na China 40,9 kg (SZUCS; VIDA, 2017).

A urgência no aumento do consumo *per capita* apresenta-se como um grande desafio ao setor da carne suína e isto pode estar atrelado ao desconhecimento da perspectiva e necessidade do consumidor, as quais contribuem de forma significativa para a escolha da fonte proteica. A demanda pelo produto se deve, principalmente, ao desenvolvimento de estratégias de gestão e *marketing* que popularizem seu consumo. Nesse sentido, é indispensável o conhecimento das preferências e das necessidades do consumidor mediante pesquisas de mercado a fim de melhorar a imagem da carne de porco para os consumidores, eliminar os preconceitos sobre o produto, e por fim mostrar seus pontos fortes como sabor e textura (FARIA; FERREIRA; GARCIA, 2006; SOUZA et al., 2016).

De acordo com Santos et al. (2019), para o consumidor adquirir mais confiança nos produtos consumidos, a população deve ser informada sobre os programas de inspeção, certificação de origem e qualidade da carne, pois os conceitos ultrapassados e a falta de informação verídica, influenciam negativamente no aumento do consumo da carne suína e seus derivados, mesmo sendo a qualidade e a sanidade as principais preocupações dos consumidores. Os mesmos autores sugerem campanhas de *marketing* sobre a qualidade e modos de criação para obtenção desta proteína, como forma de aumento do consumo.

Essas características do consumidor brasileiro haviam sido identificadas por Thoms et al. (2010) ao avaliarem o perfil de consumo de carnes de estudantes de escolas públicas e privadas no Estado do Paraná, os quais concluíram que o consumo de carne suína ainda se mostra limitado graças a crenças e ao desconhecimento dos estudantes sobre sua qualidade nutricional e sensorial e da tecnologia empregada em sua produção. Neste sentido, a indústria de carne suína já deveria ter desenvolvido estratégias de informação e esclarecimento aos consumidores, especialmente aos jovens, que definiriam o perfil do futuro consumidor brasileiro de carnes.

#### **3.2 Qualidade da carne suína**

Tem aumentado a consciência da importância da carne na alimentação humana, pois fornece nutrientes essenciais e traz uma importante contribuição para a obtenção de uma alimentação balanceada. Segundo Sarcinelli, Venturini e Silva (2007) a composição geral da carne suína consiste

de 72% de água, 20% de proteína, 7% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos e quando comparado com outros alimentos confirma-se a afirmação de que é um alimento rico em proteínas e pobre em carboidratos, fato que auxilia na redução calórica do produto, 100g de carne possui cerca de 147 kcal. É importante ressaltar os aspectos positivos da gordura suína obtida com alimentação convencional, pois apresenta menor conteúdo de ácidos graxos saturados que a gordura bovina e melhor relação ômega-6/ômega-3 do que a gordura de aves (BERTOL, 2019).

Segundo Resende e Campos (2015) pesquisas científicas afirmam que a carne suína é uma opção saudável e comprovam a importância do seu consumo para o tratamento de doenças, como hipertensão arterial e anemia. Para atender a demanda crescente do consumo de carne suína vem sendo feitas práticas importantes, como atribuir características sensoriais sem modificar significativamente as qualidades nutricionais originais, proporcionando produtos seguros aos consumidores que estão cada vez mais esclarecidos e exigentes.

A carne suína é influenciada pelos fatores intrínsecos e extrínsecos que interagem nas características físicas, as quais em agregação aos atributos químicos e sensoriais promovem a qualidade do produto final. Portanto, as técnicas adotadas no manejo produtivo, as características inerentes dos próprios animais, como a idade, peso e alimentação, influenciam direta ou indiretamente a qualidade físico-química e sensorial da carne, ditando a forma como as inúmeras transformações bioquímicas ocorrerão no músculo durante o processo de sua conversão em carne (MOURA et al., 2015).

Segundo Silva et al. (2014) quando comparados suínos criados em sistema intensivo de criação ao ar livre com o sistema convencional, identificaram que o tipo de criação não afetou os valores de pH e a qualidade da carne suína e que o sucesso da produção depende de um bom manejo em todas as fases da criação para amenizar a exposição ao estresse, garantindo um melhor resultado produtivo e de qualidade de carne nesses animais. No entanto, Demori et al. (2012) identificaram que os animais criados ao ar livre apresentaram maior consumo de ração, menor ganho de peso e, portanto, pior conversão alimentar em relação aos confinados. Importante ressaltar que diversos fatores podem interferir nos resultados, como condições ambientais, manejo, dieta, genética e outros.

Além dos atributos nutricionais e o tipo de criação oferecido ao animal, a população mais esclarecida tem se alertado quanto a segurança alimentar, preocupando-se com as etapas de preparação para abate, inspeção oficial até as condições higiênico-sanitária durante a venda do produto. Essa crescente preocupação com segurança do alimento vem se estabelecendo pelo fato dos sintomas digestivos não serem as únicas manifestações das DTA, pois podem ocorrer ainda afecções extraintestinais, em diferentes órgãos e sistemas, como meninges, rins, fígado, sistema nervoso central, terminações

nervosas periféricas e outros, de acordo com o agente envolvido (MARINS; TANCREDI; GEMAL, 2014).

As DTA podem ter, basicamente, três origens: química, microbiológica ou parasitária. As substâncias químicas podem aparecer de modo natural nos alimentos ou resultar da incorporação intencional ou acidental, em qualquer etapa da cadeia alimentar, de substâncias nocivas à saúde, como pesticidas, fármacos, hormônios, entre outros. Enquanto que as de origem microbiológica ou parasitária podem ser endógena e exógena, a primeira os agentes já se encontram nos alimentos antes da sua obtenção, como a tuberculose e a brucelose, e a segunda os alimentos são contaminados durante o processo produtivo como os causadores de infecções e intoxicações alimentares, por exemplo a Salmonelose (GERMANO; GERMANO, 2015).

### **3.3 Comprometimento da qualidade da carne**

As alterações físicas e químicas na carne decorrem principalmente pela degradação e/ou modificação de proteínas e lipídios, que é provocada tanto pela ação de agentes naturais ou por outras substâncias produzidas por microrganismos. De acordo com Germano e Germano (2015) a acidez ou a alcalinidade de um meio tem grande influência na estabilidade de macromoléculas, como as enzimas, o que influi tanto no crescimento como no metabolismo dos microrganismos, levando a modificação da cor, sabor e aparência do produto.

A exemplo do pH, que é um parâmetro de qualidade da carne responsável pelas características de cor, maciez, sabor e capacidade de retenção de água, ocorrido o abate, a carne continua com processos bioquímicos ativos, no qual o glicogênio do músculo é transformado em ácido lático através da ação de várias enzimas. O pH da carne suína diminui devido à formação ácida, assim a carne irá apresentar pH final entre 5,7 e 5,9 (RESENDE; CAMPOS, 2015). De acordo com Limoni et al. (2017) se o pH cai rapidamente logo após o abate, a carne pode ser pálida, flácida e com baixa capacidade de retenção de água, sendo então chamada de PSE (*pale, soft, exudative*) ou se o pH final permanece alto, acima de 6,2 a carne apresenta a anomalia denominada DFD (*dark, firm, dry*), que é uma carne escura, firme e seca.

Outro fator é a umidade do alimento, que se relaciona com a quantidade de água nele existente e que pode favorecer a multiplicação microbiana, pois serve como meio apropriado ao desenvolvimento dos microrganismos. Segundo Germano e Germano (2015) isto pode ser controlado mediante diminuição do volume de água ou pela adição de compostos hidrossolúveis, sal ou açúcar, que constitui um recurso importante na conservação de alimentos.

Outra das causas de deterioração dos alimentos é a peroxidação lipídica, a qual gera sabores e odores característicos, conhecidos como rançosos. O mecanismo fundamental da peroxidação lipídica é a auto-oxidação, que, na etapa de iniciação, há a geração de radicais livres altamente reativos, os quais reagem com o oxigênio atmosférico para gerar radicais peróxido (ROO<sup>-</sup>). A auto-oxidação é acelerada em altas temperaturas e é mais rápida em gorduras que contém ácidos graxos poli-insaturados (CAMPBELL-PLATT, 2015). Conforme Niki (2014), os produtos secundários da lipoperoxidação tem efeitos biológicos nocivos à saúde.

A soma das condições relacionadas com outras características dos alimentos e o comportamento de fatores ambientais condicionam o grau de perecibilidade dos produtos, e conseqüentemente a multiplicação dos microrganismos patogênicos como *Salmonella* spp. e cepas de *Escherichia coli* produtoras de toxinas que tornam produtos cárneos preocupantes à saúde pública.

### 3.3.1 *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* pertence à família Enterobacteriaceae, são bacilos gram-negativos geralmente móveis (flagelados) que faz parte da microbiota normal do intestino de animais e humanos e contaminam a vegetação, o solo e água. A infecção por *Escherichia coli* patogênicas podem ocasionar doenças diarreicas que oferecem risco a vida e problemas no trato urinário (QUINN et al., 2005; MADIGAN et al., 2016).

Nos últimos anos a *E. coli* [O157:H7] tem emergido como principal patógeno transmitido por alimentos mal cozidos, zoonótico em humanos, responsáveis pela síndrome da colite hemolítica-urêmica hemorrágica, sendo o principal reservatório o gado bovino. Além da transmissão pela ingestão de água e alimentos, a *E. coli* provoca a meningite neonatal adquirida durante o nascimento, com a mãe em quadro grave de infecção no trato urinário (LEVINSON, 2016).

De acordo com Antunes, Oliveira e Salema (2016) ao realizarem análises microbiológicas das carnes bovinas, foi concluído que as carnes devem passar por um controle higiênico sanitário mais rigoroso, uma vez que um número expressivo de amostras (86,7%) se apresentou contaminado por coliformes totais, indicando, portanto, condições higiênico-sanitárias insuficientes. Os mesmos autores ressaltam ainda, a importância em se adquirir matéria-prima de boa qualidade, com garantia de cuidados durante o abate, assim como a capacitação de funcionários para a manipulação segura das carnes.

### 3.3.2 *Salmonella* spp.

A *Salmonella* spp. também pertence à família Enterobacteriaceae, são bacilos gram-negativos, móveis e anaeróbios facultativos, normalmente habitam o intestino de animais de sangue quente e de muitos animais de sangue frio, podendo estar presente em: água, solo, alimentação dos animais, carne e

vísceras cruas e vegetais. Sua virulência relaciona-se a habilidade em invadir células do hospedeiro (patógeno intracelular), replicar-se dentro dessas células e produzir endotoxinas, enterotoxinas e citotoxinas que danificam e matam as células hospedeiras (QUINN et al., 2005; MADIGAN et al., 2016).

A *Salmonella* spp. é o patógeno que mais está relacionado com surtos de doenças transmitidas por alimentos contaminados, causando graves perdas econômicas e seu diagnóstico é importante para que medidas adequadas de tratamento e profilaxia sejam instituídas para prevenção de surtos (GARCIA; DUARTE, 2014). Marins, Tancredi e Gemal (2014) realizando levantamento bibliográfico das ocorrências de DTA's, verificaram a *Salmonella* spp sempre presente entre os principais patógenos de relevância para saúde pública, como por exemplo, no continente europeu é o mais incidente e nos Estados Unidos, juntamente com *Listeria* e *Toxoplasma*, são responsáveis por 1.500 mortes por ano.

Segundo Germano e Germano (2015), a contaminação por *Salmonella* spp pode ocorrer em qualquer fase de destinação dos produtos ao consumo ou fazer parte da matéria-prima, por ter sido adquirida durante o período de criação dos animais. O consumo deste tipo de alimento acarreta sérios riscos para a saúde do consumidor e esta prática acaba ocorrendo devido as falhas existentes nos processos legais de inspeção de alimentos e vigilância sanitária no Brasil.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 120 amostras de carne suína em estabelecimentos comerciais localizadas Município de Macapá – AP, oferecendo carne suína sem selo de inspeção oficial (Municipal, Estadual e Federal), nos bairros: Buritizal, Santa Inês, Centro, Muca e Perpétuo Socorro (Figura 1), no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 pela manhã, haja vista que a disponibilidade de carne é logo nas primeiras horas do dia. Vale ressaltar, que as amostras não foram coletadas nas mesmas proporções em cada bairro, pois alguns bairros possuíam apenas um estabelecimento e outros dois ou mais, além da intenção do presente trabalho não foi a comparação entre eles e sim a leitura das condições higiênica-sanitária no Município de Macapá.

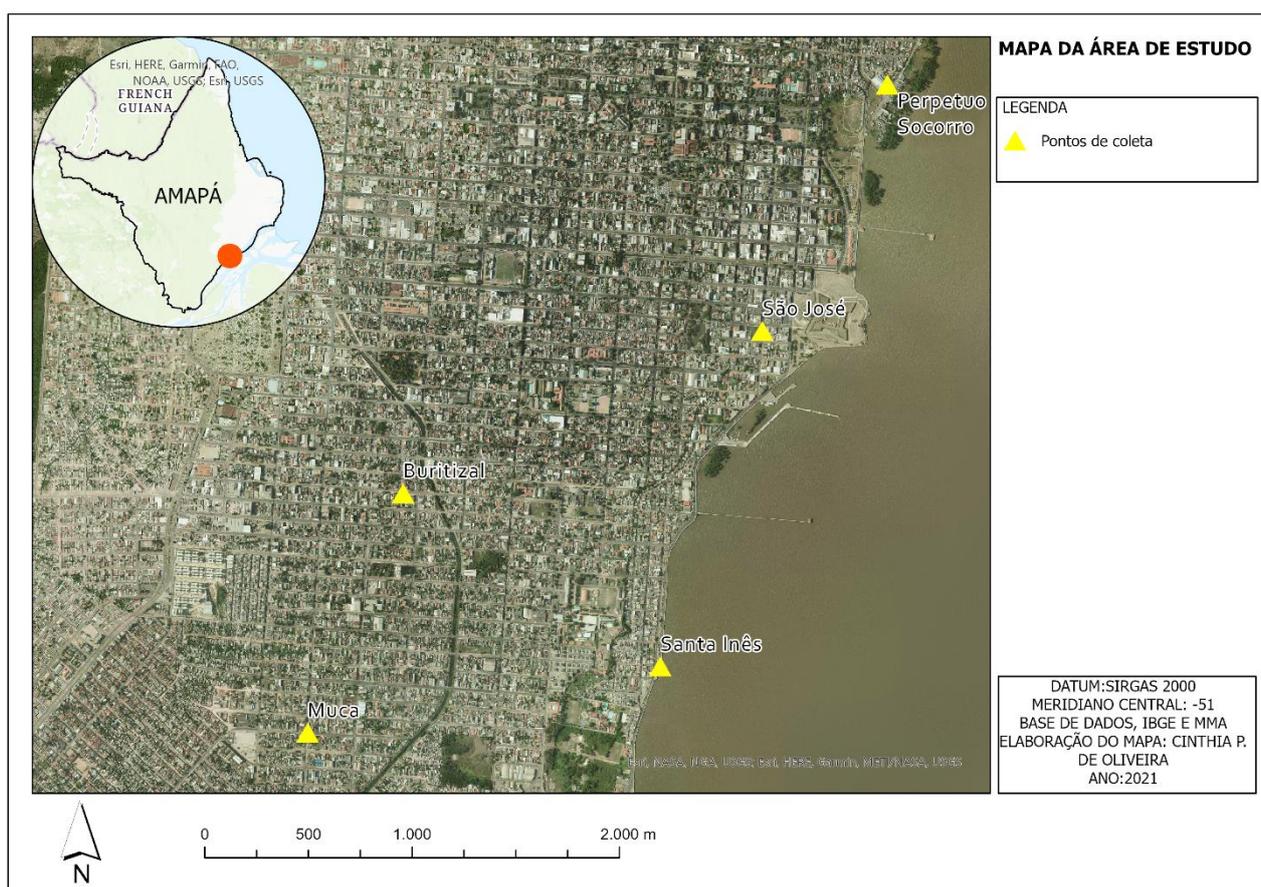


Figura 1 - Mapa da área de estudo das coletas de amostras de carne suína, no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020, com marcações dos locais coletados nomeados pelos respectivos bairros (em amarelo), na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. Fonte: UEAP (2019).

Foram coletadas duas porções de 50 g de cada amostra em recipientes esterilizados e devidamente identificadas, sem preferência por cortes específicos, em seguida, transportadas em caixas isotérmicas com gelo ( $< 0^{\circ}$ ) para o Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica, localizada na Universidade do Estado do Amapá – UEAP, para realização das análises. Uma das porções foi utilizada para as análises físico-químicas e a outra preservada para as análises microbiológicas.

As análises foram executadas de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), do Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal (MAPA, 2017) estabelecido pela Instrução Normativa N° 30 de 26 de junho de 2018 e pelo Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos estabelecido pela Resolução-RDC N° 12 de 02 de janeiro de 2001. Os métodos que não são contemplados por normativas oficiais foram realizados segundo a literatura.

## 4.1 Análise Físico-Química

### 4.1.1 Temperatura na comercialização

A temperatura da carne suína foi aferida no momento da obtenção, utilizando termômetro do tipo infravermelho com mira a laser portátil *Infrared Thermometer*<sup>®</sup>, com intervalo de temperatura e precisão da leitura de -50°C ~ 420°C (Figura 2).



Figura 2 - Análise da carne suína comercializada em Macapá – AP. A) Aferição da temperatura das amostras, B) e C) Coleta das amostras para envio ao Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. Fonte: Da autora.

### 4.1.2 Umidade

Inicialmente as cápsulas de porcelana foram submetidas em estufa a  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  durante uma hora. Em seguida, colocadas em dessecador e pesadas. Amostras foram colocadas na estufa a uma temperatura de  $105^\circ\text{C}$  por 24h. Posteriormente, esfriadas em dessecador e pesadas (Figura 3). O resultado final de cada amostra foi a média dos resultados das duas cápsulas (duplicatas), expresso em g/100g, com uma casa decimal.

Os cálculos foram realizados através da seguinte fórmula para cada cápsula:

$$\text{Umidade (g/100g)} = (\text{MA} - \text{MB}) / \text{MC} \times 100$$

Onde:

MA = massa da cápsula + amostra (g);

MB = massa da cápsula + amostra após secagem (g);

MC = massa de amostra.



Figura 3 - Análise da umidade da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Amostras submetidas à estufa (105°C) por 24h e C) Pesagem das amostras após estufa. Fonte: Da autora.

#### 4.1.3 pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) das amostras foram realizadas utilizando-se o pHmetro da marca HANNA, HI98107 pHep® (Figura 4), após pesagem e homogeneização das amostras com água destilada.

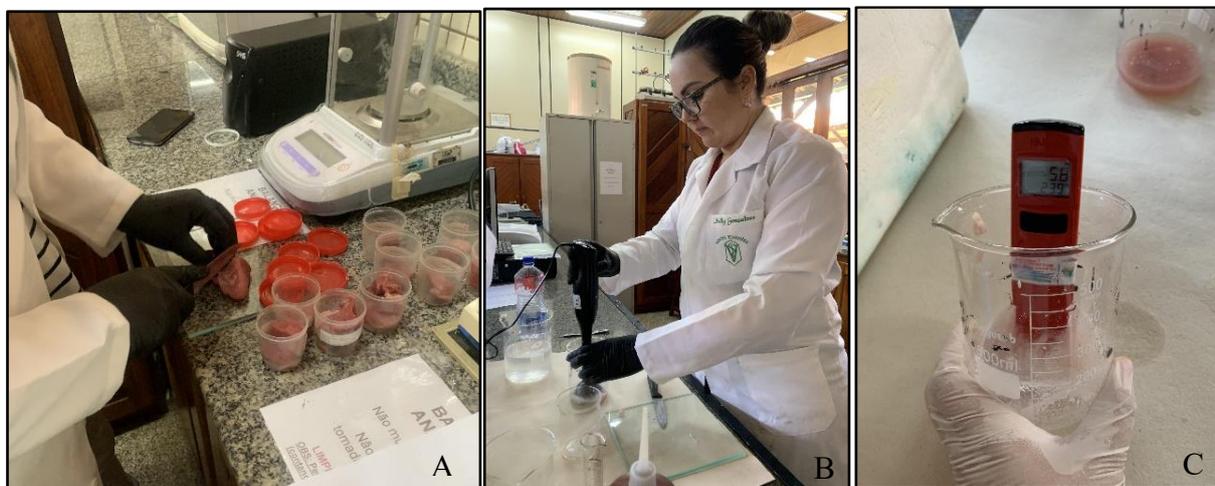


Figura 4 - Análise de pH da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Homogeneização de cada amostra e C) Verificação do pH de cada amostra. Fonte: Da autora.

#### 4.1.4 Cinza Total

Após os testes de umidade, o resíduo seco obtido foi transferido para o forno mufla a 550°C, deixando-o por um espaço de tempo suficiente para a total destruição da matéria orgânica, até obter cinzas brancas e então, deixou-se que a temperatura diminua até, pelo menos, 150°C. O cadinho foi esfriado completamente em dessecador por, aproximadamente, 25 min. Após o procedimento o material foi pesado (Figura 5).

O cálculo foi obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{Cinza (\%)} = \frac{\text{peso da cinza} \times 100}{\text{peso da amostra}}$$



Figura 5 - Análise de cinzas da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Pesagem das amostras, B) Mufla contendo as amostras e C) Amostras submetidas à 550°C. Fonte: Da autora.

#### 4.1.5 Lipídeos Totais

Após secagem, em estufa, da amostra e determinação da umidade anotou-se o valor preciso da massa da amostra inicial utilizado na determinação de umidade (MAI). Em seguida, as mesmas foram empacotadas em papel de filtro com fio de lã e identificadas e posteriormente pesadas separadamente para obtenção do valor de trouxa inicial (MTI). As amostras foram colocadas no aparelho extrator de Soxhlet sob aquecimento (60°C) por um período de 6 h. Após este período, retirou-se as amostragens com uma pinça, colocadas em Placa de Petri e levadas a estufa sob aquecimento (100°C) por uma 1h aproximadamente e submetidas ao dessecador com sílica por mais 24 h, sendo ao fim, pesadas para obtenção do valor da massa da trouxa final (MTF).

A porcentagem de lipídios totais foi calculada pela equação:

$$\text{Lipídios totais (\%)} = (\text{MTI} - \text{MTF}) / \text{MAI} \times 100$$

Onde:

MTI = Massa trouxa inicial;

MTF = Massa trouxa final;

MAI = Massa da amostra inicial.



Figura 6 - Análise de lipídeos da carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Separação das amostras para empacotamento, B) Amostras reservadas no dessecador e C) Amostras no soxhlet. Fonte: Da autora.

#### 4.1.6 Proteínas Totais

Pesou-se 0,1g de cada amostra e em seguida adicionado 0,5g de mistura catalítica em um tubo digestor e pipetado 3 ml de ácido sulfúrico. Cada tubo foi submetido a uma temperatura de 395°C por 4 h. Após os tubos esfriarem na temperatura ambiente, estes foram submetidos ao processo de destilação, para isto foi adicionado hidróxido de sódio (NaOH). Em um erlenmeyer foi adicionado 2,5ml de ácido bórico para que a solução não se volatilize. Posteriormente, titulou-se o borato de amônia com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl) de título conhecido, até a viragem do indicador. Foram utilizados ainda, dois tubos digestores contendo apenas ácido sulfúrico para analisar o teste branco.

O cálculo para determinação do valor de nitrogênio total foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{NT (\%)} = (\text{Va} - \text{Vb}) \times \text{F} \times 0,1 \times 0,014 \times 100 / \text{P1}$$

Onde:

Va = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra;

Vb = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco;

F = fator da correlação para o ácido clorídrico;

P1 = massa da amostra (em gramas).

Foi levado em consideração o volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, 0,25ml, e o fator de correlação para o ácido clorídrico, 0,1 mol/L. Para obtenção da proteína total multiplicou-se o valor do nitrogênio total pelo fator conversão do nitrogênio em proteína, neste caso o valor foi de 6,25. Segue fórmula abaixo:

$$PT = NT \times Fc$$

Onde:

NT = nitrogênio total

Fc = fator de conversão

#### 4.1.7 *Substâncias Reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico (SRAT)*

Foram homogeneizados em agitador mecânico 5 g de amostra em 45 ml de água destilada por 2 minutos. O pH foi ajustado para 1,2 com 1,0 ml de solução aquosa de Tricloroacético (TCA) 15%. A mistura reacional foi preparada em tubo de ensaio pela adição de 1 ml do ácido tiobarbitúrico 0,73% em TCA 15% e 1 ml do homogenado, sendo a mistura aquecida em banho-maria em ebulição (100°C) por 60 minutos para o desenvolvimento da cor, sendo a absorbância lida em espectrofotômetro a 535nm (Figura 7). As absorbâncias foram multiplicadas pela constante de destilação (K) obtida pela fórmula a seguir, e o resultado expresso em mg.kg<sup>-1</sup> de malonaldeído.

$$K = S/A * 72,063 * 107 / C * 100 / P$$

Onde:

S = concentração de 1,1',3,3' tetraetoxipropano (M)

A = absorbância em 532 nm

72,063 = massa molecular do malonaldeído (g.mol<sup>-1</sup>)

C = massa da amostra (g)

P = porcentagem de recuperação (%)

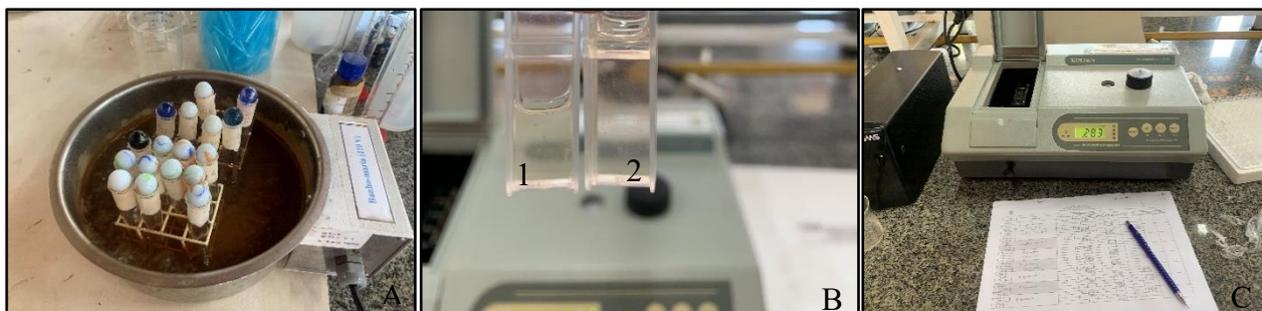


Figura 7 - Análise carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP para verificação da oxidação lipídica. A) Amostras com TCA 15%/TBA 0,87% submetidas ao banho maria, B) Amostras após centrifugação (1: TCA/TBA e 2: amostra com TCA/TBA) e C) Verificação da absorbância. Fonte: Da autora.

## 4.2 Análise Microbiológica

### 4.2.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Para o preparo das amostras pesou-se  $25\text{g} \pm 0,2\text{g}$  de carne. Em seguida, adicionadas 225ml de solução salina peptonada 0,1% e homogeneizadas por aproximadamente 60 segundos em *stomacher*, obtendo uma diluição de  $10^{-1}$ .

Foi realizada a prova presuntiva, em que as amostras foram inoculadas em placas de ágar vermelho neutro-bile (VRBA) incubadas à  $36^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 24h para posterior realização da leitura e contagem de colônias (Figura 8). Os coliformes totais, os quais são capazes de fermentar a lactose com produção de gás, produziram colônias púrpuras circundadas por halos púrpura.

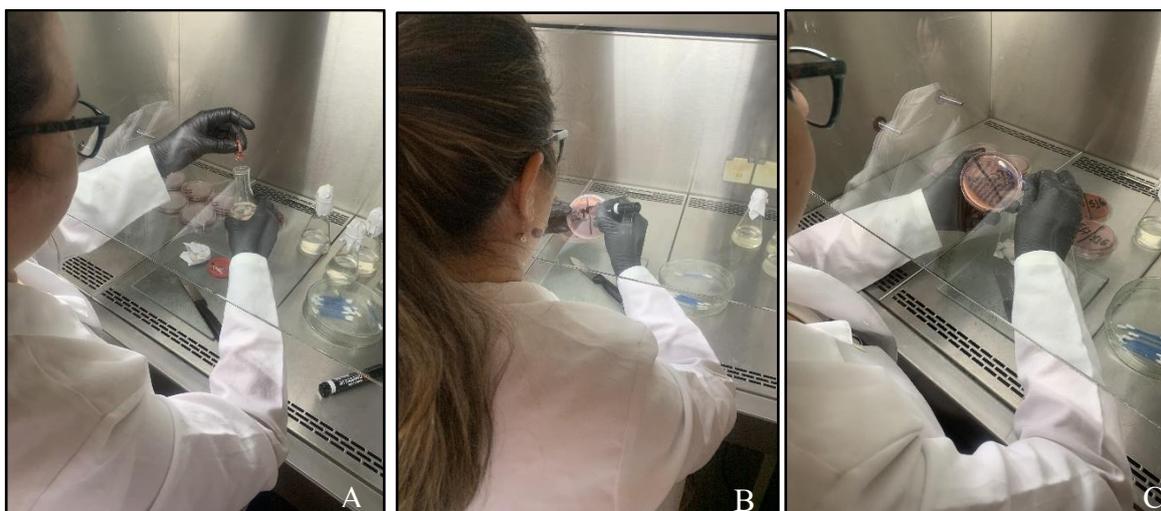


Figura 8 - Análise microbiológica para verificação da presença de Coliformes Totais e Termotolerantes na carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Amostras sendo colocadas em solução salina peptonada, B) Identificação das placas contendo ágar VRBA e C) Inoculação das amostras em placas com ágar VRBA. Fonte: Da autora.

#### 4.2.2 Presença de *Salmonella* spp

Para o preparo das amostras pesou-se  $25\text{g} \pm 0,2\text{g}$  de carne. Em seguida foram adicionadas 225ml de solução salina peptonada 0,1% tamponada e homogeneizadas por aproximadamente 60 segundos em *stomacher*. Em seguida, o preparo permaneceu 1 hora em temperatura ambiente. As amostras foram inoculadas em placas de ágar seletivo para isolamento de *Salmonella* spp e *Shigella* spp (ágar SS) para posterior verificação de colônias com centro negro (H<sup>2</sup>S).

Os resultados foram ser expressos em: PRESENÇA/25 g ou ml ou AUSÊNCIA/25 g ou ml (Figura 9).

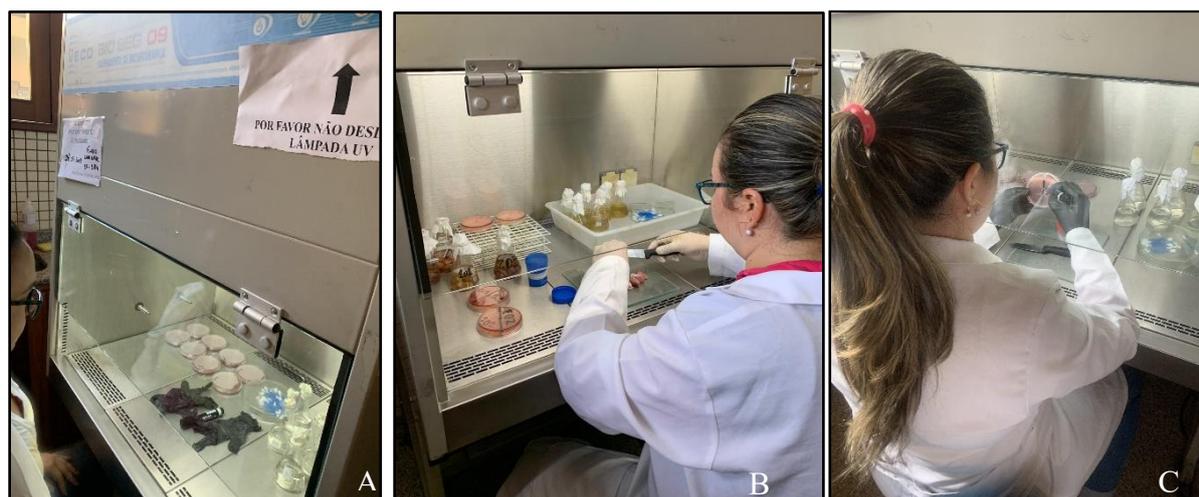


Figura 9 - Análise microbiológica para verificação da presença de *Salmonella* spp na carne suína comercializada em Macapá – AP no Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica da UEAP. A) Preparação do material no fluxo laminar, B) Amostras sendo colocadas em solução salina peptonada e C) Identificação das placas contendo ágar SS para inoculação das amostras. Fonte: Da autora.

#### 4.3 Análise Estatística

Todos os dados foram analisados pelo R<sup>®</sup>, através da estatística descritiva (média, desvio padrão, limites máximos e mínimos) e/ou correlação linear para medir o grau de dependência linear entre duas variáveis, por meio dos testes Spearman ou Pearson, dependendo do resultado do teste de Shapiro-Wilk.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise Físico-Química

Os resultados da análise físico-química das 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá-AP, estão distribuídos na tabela 1.

Tabela 1 - Análise físico-química de 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil coletadas em feiras livres no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020 no período da manhã.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA	Temperatura °C	pH	Umidade g/100g	Cinzas %	Lipídeos %	Proteína %	Peroxidação Lipídica mg/kg
MÉDIA	23,13 ± 8,18	6,12 ± 0,39	71,18 ± 6,12	1,52 ± 1,15	5,72 ± 4,43	21,56 ± 2,94	0,49 ± 0,38
MÁXIMA	32,3	7,2	80,76	5,99	20,07	36,16	1,95
MÍNIMA	0,7	5,1	43,18	0,15	0,28	14,64	0,07

As amostras apresentaram temperatura média de 23,1°C, sendo que apenas 14 amostras estavam menores de 7°C. Notou-se que a maioria das amostras estudadas não passou pelo processo de refrigeração estabelecida pelo Portaria Nº 304 de 22 de abril de 1996 do MAPA, pois segundo relato dos comerciantes os animais eram abatidos na madrugada e disponibilizados, em seguida, para comercialização. Altas temperaturas também foram encontradas por Sales et al (2013), que avaliando carne suína em Mossoró-RN, identificaram média de 18,6°C e com máxima de 28,6°C, no entanto, abaixo da máxima identificada no presente estudo que foi de 32,3°C, por questões climáticas, uma vez que as amostras se encontravam expostas e em temperatura ambiente.

Segundo Borges e Souza (2019) é indispensável o controle da temperatura dentro dos estabelecimentos comerciais para, a conservação das carnes expostas, pois diminui as contaminações e mantém a aparência agradável do produto para os consumidores. Caso este controle não seja realizado de forma adequada, mostrando-se acima da média exigida pela legislação dentro do prazo de validade, irá influenciar diretamente nas características de cor e aroma além de favorecer desenvolvimento de microrganismos e conseqüentemente prejudicando sua qualidade. Confirmando a isto, algumas amostras apresentaram alterações organolépticas, com coloração esverdeada, seca e odor desagradável.

Um dos estabelecimentos estudados matinha os produtos cárneos em balcão frigorificado, outro as vezes armazenava algumas peças de carne em freezer, mas em grande maioria os cortes de carne eram expostos ao ar livre e em temperatura ambiente (Figura 10). Essa forma de comercialização foi

semelhante ao encontrado por Ferreira et al. (2016), que avaliando condições higiênico-sanitárias de carnes comercializadas em feiras livres no município de Petrolina/PE, identificaram carnes expostas as mais variadas fontes de contaminação, pois as mesmas eram manipuladas em condições higiênico-sanitárias inadequadas, uma vez que os produtos eram mantidos sob temperatura ambiente e expostos ao ar livre, apenas 4% dos locais visitados os produtos eram mantidos sobre refrigeração.



Figura 10 - Carne suína comercializada de forma exposta ao ar livre em Macapá-AP. Fonte: Da autora.

Outro fator avaliado, que em conjunto com a temperatura podem acarretar aparência e odores desagradáveis, foi o pH. O mesmo obteve uma variação de 5,1 à 7,2 com média de 6,1, diferindo pelos dados obtidos por Sales et al. (2013) que variaram de 5,4 à 6,32 e média de 5,8 em carne suína, como também por Barbosa, Guimarães e Viana (2019) com média de 5,3, em carne bovina. Entretanto, semelhante a média de pH encontrado por Souza et al. (2020) após avaliar carne moída bovina em Macapá-AP, que foi de  $6,17 \pm 0,04$ .

O pH pode ser afetado pelas mudanças no metabolismo ou na concentração de glicogênio, influenciadas por fatores como genótipo, nutrição, exercícios e manejo dos animais, afetando várias características de qualidade do produto, como a cor, firmeza, estabilidade da cor, estabilidade oxidativa e capacidade de retenção de água da carne (EMBRAPA,2019). Portanto, o pH é um fator de grande importância na qualidade e segurança da carne, como indicativo de deterioração. O pH inicial da carne facilita o crescimento de microrganismos e pH mais baixos (5,4 a 5,6) facilitam o crescimento de bactérias lácticas (MANO et al., 2002).

Notou-se que variante físico-química umidade, apresentou variações distintas entre alguns estabelecimentos, obtendo uma máxima de 80,76 g/100g e mínima de 43,18 g/100g, com uma média de 71,18 g/100g. Estes dados foram superiores ao encontrado por Sales et al (2013) que foi média de 45,3 g/100g, com máxima de 78,4 g/100g e mínima de 30,5 g/100g em carne suína e por Souza Velho

et al. (2015) que variou de 60,16 à 73,07 g/100g, em carne bovina. No entanto, a média obtida foi semelhante ao verificado por Barbosa, Guimarães e Viana (2019) que foi de 72,7 g/100g, em carne bovina comercializada em supermercados na Bahia.

Vale ressaltar que esse alto teor de umidade pode contribuir para a deterioração de carnes, pois sabe-se que maior será a possibilidade de multiplicação de microrganismos, diminuindo assim, o seu prazo de vida de prateleira e aumentando o risco de ocorrerem doenças alimentares devido ao consumo de alimento deteriorado (EMBRAPA, 2019).

Os teores lipídicos das amostras analisadas apresentaram máxima de 20,07% e mínima de 0,28%. As diferenças da concentração lipídica podem estar associadas a diversos fatores, tais como o sexo e raça do animal, alimentação, idade e corte cárneo. Corroborando a isto, Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) encontraram diferentes teores de lipídeos em cortes distintos de carne suína, pernil e paleta 5%, lombo 3% e toucinho 83%. A média de lipídios verificada foi de 5,72%, valor este superior ao encontrado por Hautrive, Marques e Kubota (2012), que analisando carne suína (pernil) adquirida no comércio local do Município de Santa Maria-RS, identificaram média de 1,27% de lipídeos.

Por outro lado, inferior à média encontrada Barbosa, Guimarães e Viana (2019) em carnes bovinas comercializadas em supermercados na Bahia, que foi de 8,4% e também pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020), que apresenta a média de 11,1% de lipídeos de diferentes cortes de carne suína, provenientes tanto através da análise direta de alimentos em laboratórios no Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP, quanto por compilação de informações de dados analíticos de alimentos brasileiros provenientes de publicações, dissertações, teses, dados internos de outros laboratórios, laudos analíticos disponibilizados por indústrias de alimentos e outras tabelas.

O teor proteico das amostras avaliadas foi máxima de 36,16% e mínima de 14,64% e média de 21,56% em massa úmida, está por sua vez, semelhante ao encontrado por Hautrive, Marques e Kubota (2012) que foi de 21,32% e próximo a média de diferentes cortes verificado pela TBCA (2020) que foi de 19,8% em carne suína. Resultado similar relatado por Barbosa, Guimarães e Viana (2019) que apresentaram média de 21,1% em carne bovina. A mesma concordância foi verificada para a média de cinzas neste estudo ao comparar com a TBCA (2020), os quais obtiveram as médias de 1,52% e 1,11%, respectivamente.

Diante dos resultados nutricionais favoráveis da carne suína, nota-se a necessidade de divulgação de suas qualidades e desmitificação da imagem negativa da população brasileira. Segundo Marçal et al. (2016) nos rótulos deveriam informar que a carne suína é segura e saudável, inclusive com mensagens

de que os índices de gordura e colesterol são semelhantes e, dependendo do corte, até menores que o de outros tipos cárneos.

A peroxidação lipídica encontrada foi média de 0,49 mg MDA/kg, máxima de 1,95 mg MDA/kg e mínima de 0,07 mg MDA/kg, análogo a média encontrada em linguiça de porco fresco, que foi de 0,48 mg MDA/kg, e já com a adição de aditivo antioxidante houve estabilidade oxidativa, obtendo 0,12 mg MDA/kg, prolongando assim, o prazo de validade do produto (STEFANELLO et al., 2015).

Segundo Terra et al. (2006) valores de SRAT até 1,59 mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam problemas para a saúde do ser humano. Com isto, vale salientar que cinco amostras neste estudo apresentaram valores acima do indicado pelos autores supracitados, podendo colocar em risco a saúde da população macapaense, bem como o consumo constante dos produtos da lipoperoxidação estão associados a disfunção mitocondrial e a formação de neoplasias no trato gastrointestinal (BARRERA et al., 2016).

De acordo com Baron, Pazinato e Baron (2020) destacam que os lipídeos são substâncias que possuem alto valor nutritivo e energético. Porém, lipídeos oxidados possuem efeitos bem opostos, gerando produtos perigosos para a saúde, que acarretam prejuízos nutricionais, destruição de vitaminas essenciais, irritação da mucosa intestinal, que levam à diminuição da absorção, propiciando infecções diversas pela queda da imunidade, além de danos hepáticos, renais, distúrbios enzimáticos no geral e também favorecimento de mutações.

Os processos oxidativos que ocorrem nos lipídios representam também uma das principais causas da redução da vida de prateleira dos produtos alimentícios, pois causam deterioração considerável na qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, havendo, portanto, necessidade de alternativas para se estimar a manutenção da qualidade sensorial e a aceitação do produto no mercado consumidor (SOARES et al., 2012). Paschoal et al. (2019) concluíram que a utilização de antioxidantes naturais ou sintéticos proporcionam na sua grande maioria uma melhor estabilidade das propriedades funcionais da carne e derivados cárneos por meio da diminuição da peroxidação lipídica, medido pelo método SRAT, promovendo maior tempo de prateleira da carne. Outras alternativas para preservação são as tecnologias de embalagem, tais como embalagens à vácuo.

## 5.2 Correlação das variantes Físico-Química

As correlações entre as variantes físico-química da carne suína estão dispostas na tabela abaixo.

Tabela 2 - Matriz de correlação linear entre as variantes físico-química da carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil.

Temperatura	pH	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteína
-------------	----	---------	--------	----------	----------

pH	0,573					
Umidade	0,092	-0,049				
Cinzas	0,034	0,097	-0,070			
Lipídeos	0,049	0,123	-0,913	0,077		
Proteína	-0,278	-0,122	-0,675	-0,362	0,361	
SRAT	-0,294	-0,179	0,024	-0,108	0,064	-0,104

Categorização para os valores do coeficiente de correlação sugerido por Callegari-Jacques (2009): nula (0), fraca (0 até 0,3), moderada (0,3 até 0,6), forte (0,6 até 0,9), muito forte (0,9 até menor 1) e perfeita (igual à 1).

Uma forte correlação linear negativa foi identificada entre lipídeos e umidade da carne suína (-91,3%), ou seja, quanto menor a concentração de umidade maior foi o teor lipídico (Figura 11). Maia et al. (1999) e Tango, Carvalho e Soares (2004), estudando peixe de água doce e polpas de frutas de abacate, respectivamente, encontraram a mesma relação inversa entre os conteúdos de umidade e lipídeos. Esta inversão está diretamente ligada as propriedades físicas dos lipídeos, devido à natureza majoritariamente hidrófoba das suas estruturas, e perda de água por procedimentos incorretos de conservação.

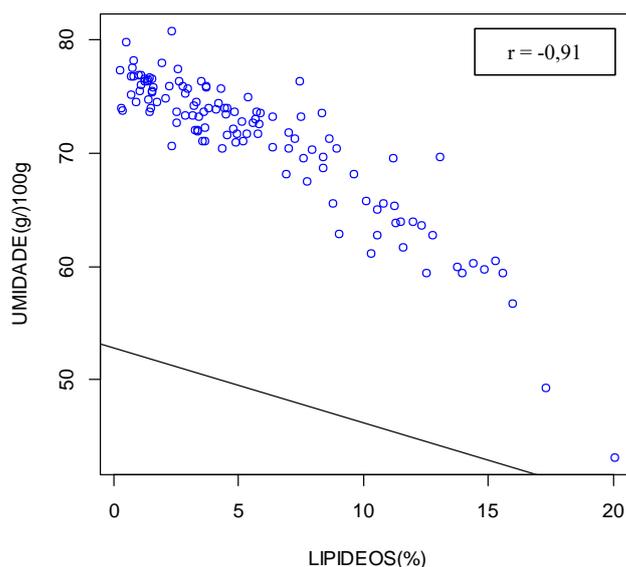


Figura 11 - Forte correlação linear negativa entre lipídeos e umidade da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP.

Outra forte correlação linear negativa encontrada, foi entre umidade e proteína de -67,5%, fato este identificado por Oliveira (2019) que ao adicionar aditivos umectantes em camarão para reter e conter

a umidade, ocorreu diminuição do teor de proteína das amostras. A relação entre umidade e proteína é de grande importância para os órgãos de fiscalização, pois fornece uma indicação da presença de água em excesso na carne, caracterizando, em alguns casos, fraude na indústria de alimentos pela adição de água.

Entre pH e temperatura detectou-se uma moderada correlação linear positiva de 57,3% e sabe-se que essas duas variáveis estão relacionadas a conversão do músculo em carne, em associação com alterações no metabolismo celular e na estrutura proteica, o que, portanto, sempre irá influenciar na característica organoléptica da carne. Esses fatores físico-químicos recebem influência do pré-abate até sua forma de comercialização, como por exemplo, a rápida redução do pH *post mortem* interfere na capacidade de retenção de água da carne, o que afeta, conseqüentemente, outras características como a sua coloração (CALDARA et al., 2012). De acordo com Passeti et al. (2016) a coloração da carne bovina é determinante na hora da compra do produto.

Verificou-se ainda, uma associação significativa entre as variantes físico-química oxidação lipídica e temperatura de -29,4%, considerando uma fraca correlação linear negativa (Figura 12). No entanto, o valor máximo de lipoperoxidação foi identificada em temperatura elevada, o que corrobora com Wenjião et al. (2014), os quais concluíram que a taxa crescente de SRATs durante o armazenamento de carne suína foi maior à medida que a temperatura de armazenamento aumentava, haja vista que baixas temperaturas são conhecidas por inibir a referida oxidação. Essa correlação negativa observada também pode ser justificada pela diferença de tempo entre o abate e a comercialização, uma vez que as carnes não refrigeradas eram comercializadas no mesmo dia do abate, já os cortes sob refrigeração eram oriundos de granjas de fora do Estado do Amapá, assim como maior tempo entre o abate e a comercialização final do produto.

Segundo os estudos de Fernandes et al. (2012), ao avaliarem a oxidação lipídica do lombo ovino durante armazenamento refrigerado pelo índice de SRATs (mg de malonaldeído/kg de amostra), verificaram um comportamento de aumento linear ( $P < 0,05$ ) ao longo do período avaliado.

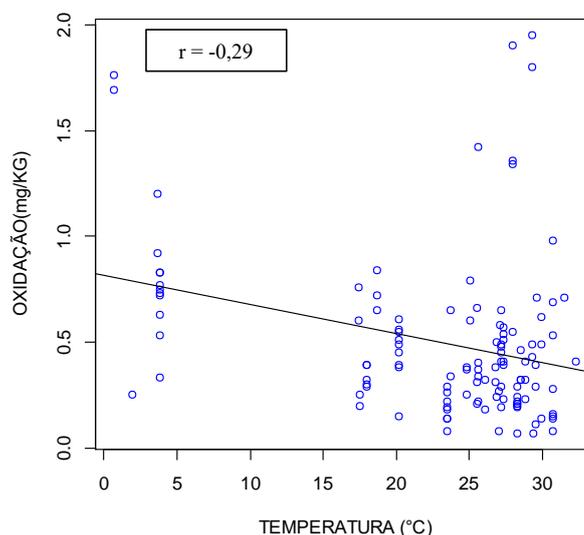


Figura 12 – Fraca correlação negativa entre Temperatura e Oxidação Lipídica da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP.

De acordo com Souza Velho et al. (2015) foi concluído que os maiores valores de umidade foram encontrados para as carnes bovina dos supermercados, que ficavam sob refrigeração, em relação as carnes dos mercados públicos, as quais ficavam expostas ao ambiente por um período longo, sem nenhum tipo de refrigeração. Corroborando a isto, o presente trabalho, apesar do baixo número de amostras mantidas em ambiente refrigerado (n=14), apresentou, em sua maioria, a umidade acima da média nessas amostras sob refrigeração.

### 5.3 Análise Microbiológica

Os dados obtidos pela análise microbiológica de 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá-AP estão distribuídos na tabela 3.

Tabela 3 - Análise Microbiológica de carne suína (n=120) comercializada no Município de Macapá-AP coletadas no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 no período da manhã.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	<i>Salmonella</i> spp
PREVALÊNCIA	91,67% (110)	80% (96)	20% (24)

Detectou-se que 91,67% (110/120) das amostras apresentaram coliformes totais e 80% (96/120) coliformes termotolerantes (Figura 12). Sales et al. (2013) e Sartori, Silva e Alexandrino (2020) detectaram coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras analisadas de carne suína, resultando semelhante, encontrado por Souza et al. (2020) investigando carne bovina moída em Macapá-AP. Enquanto que Barbosa et al. (2020) encontraram 45,28% (24) amostras contaminadas por *E. coli.*, analisando 53 amostras de carne suína proveniente de estabelecimentos comerciais

(açougues e supermercados) na cidade de Jataí, Goiás, Brasil, provavelmente disponibilizadas refrigeradas.

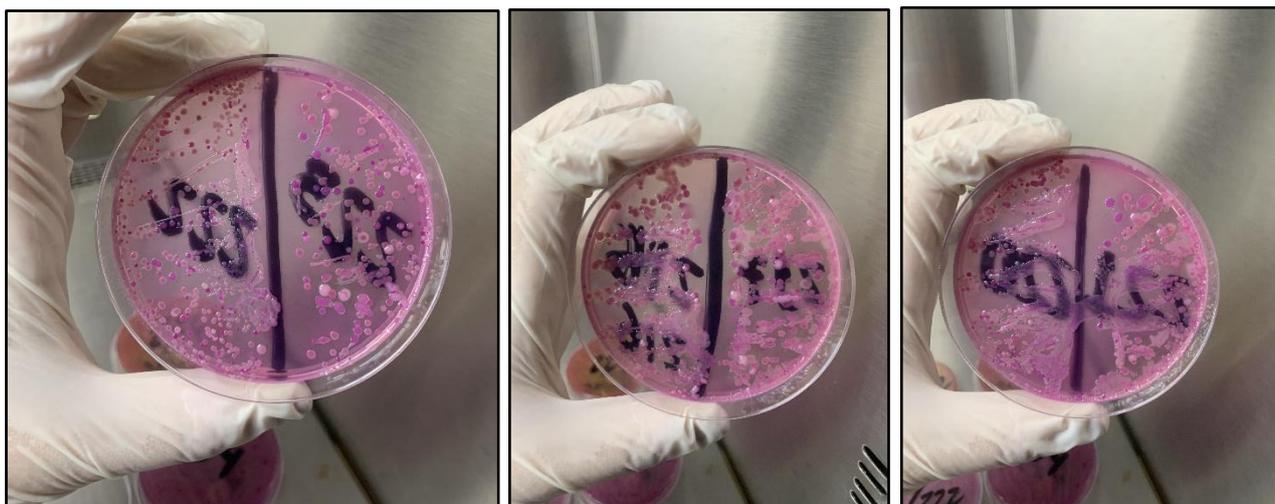


Figura 13 - Resultado microbiológico da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP, com formações de colônias em ágar VRBA. Fonte: Da autora.

A presença de coliformes totais e termotolerantes além de indicar condições higiênicas inadequadas, sugere contaminação direta ou indireta por fezes de humanos ou animais, já que a *E. coli* não faz parte da microbiota natural da carne. Portanto, o presente estudo mostra importância da higiene do manipulador de alimentos e dos equipamentos desde o abate até a comercialização, bem como cuidados no transporte ou no armazenamento dos produtos.

Das 120 amostras analisadas, 24 (20%) apresentaram *Salmonella* spp (Figura 13), resultado semelhante ao encontrado por Sales et al. (2013) que obteve 25% de contaminação por esta bactéria em 20 amostras de carne suína, e também, por Barbosa et al. (2020), os quais detectaram, que das 53 amostras de carne suína analisadas, 39,62% apresentaram *Salmonella* spp.

Os estudos de Silva et al, (2020) e Barbosa, Guimarães e Viana (2019) observaram contaminação ainda mais alarmante, pois o referente patógeno estava presente em todas as amostras analisadas tanto da carne em pedaços como na carne moída de bovinos, podendo estar atreladas as propriedades que contribuem para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos, por apresentarem excesso de manipulação, temperatura de armazenamento inadequada e deficiência nas etapas de fabricação, como o processo de moagem. No entanto, Souza et al. (2020), investigando carne bovina moída em Macapá-AP, não detectaram positividade para presença da referida bactéria.

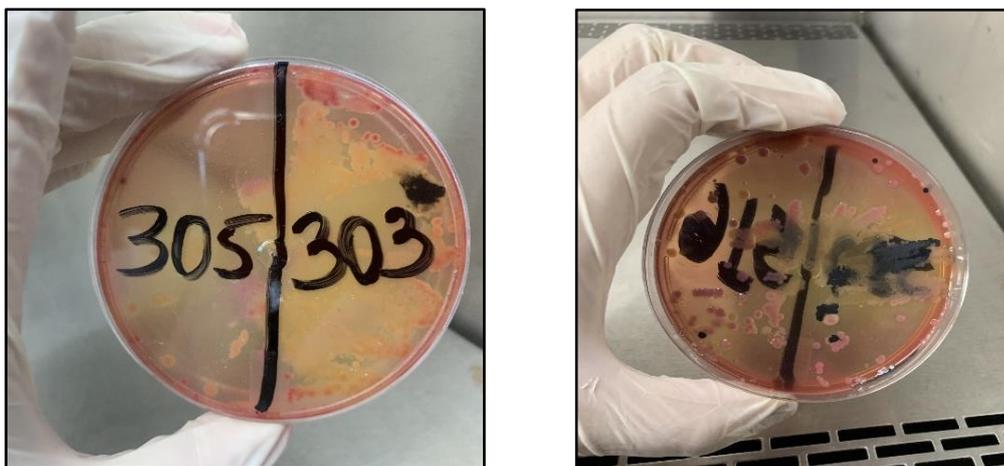


Figura 14 - Resultado microbiológico da carne suína comercializada no Município de Macapá-AP, com presença de *Salmonella* spp em ágar SS. Fonte: Da autora.

Conforme determina a legislação, a presença de *Salmonella* spp. em 25g do produto o torna inapropriado para o consumo, independentemente da sua concentração. De acordo com Chagas et al. (2017) por ser uma bactéria entérica e encontra-se distribuída na natureza, sua presença reflete a qualidade da matéria prima e inexistência nas boas práticas de manipulação, podendo ocorrer contaminação do produto durante o transporte, processamento e armazenamento.

Quando analisado todos os dados percebeu-se que apenas 10 amostras não estavam contaminadas por Coliformes e/ou *Salmonella* spp, correspondendo a 91,67% de amostras contaminadas, resultando preocupante à saúde pública, principalmente a determinada classe de risco da população, pois de acordo com a ANVISA (2016) os sintomas mais comuns de DTA são vômitos e diarreias, podendo também apresentar dores abdominais, dor de cabeça, febre, alteração da visão, olhos inchados, dentre outros. Para adultos saudáveis, a maioria das DTA dura poucos dias e não deixa sequelas; para as crianças, as grávidas, os idosos e as pessoas doentes, as consequências podem ser mais graves, podendo inclusive levar à morte.

Em um estudo realizado por Almeida et al. (2008), dos 162 casos de intoxicações alimentares registrados Centro de Atendimento Toxicológico (CEATOX) em Campina Grande (Paraíba), a grande maioria estava associada ao consumo de carnes vermelhas ou de aves. Tal valor pode ser elevado se for considerada a relevante presença deste alimento em vários tipos de pratos, o que tornaria as carnes responsáveis, direta ou indiretamente, por 18% das intoxicações estudadas.

Durante a avaliação microbiológica, identificou-se a presença em uma placa de larvas de *Musca domestica* após 24h de incubação em ágar SS, a qual estava com sua superfície rugosa devido a locomoção das larvas (Figura 14).



Figura 15 - Identificação de larva de *Musca domestica* (no centro dos círculos amarelos) após inoculação em ágar SS de amostra de carne suína comercializada no Município de Macapá-AP. Fonte: Da autora.

#### 5.4 Correlação das variantes Físico-Química e Microbiológicas

Ao relacionar a presença de coliformes termotolerantes com *Salmonella* spp identificou-se uma baixa correlação positiva de 20,51% ( $p < 0,05$ ). Vale ressaltar que das 24 amostras com presença de *Salmonella* spp, 23 estavam positivas para coliformes termotolerantes e todas para coliformes totais. Em contrapartida, Moura et al. (2007) não identificaram nenhuma associação significativa entre esses microrganismos ao avaliarem carne caprina.

Houve correlação negativa significativa entre temperatura e presença *Salmonella* spp e coliformes termotolerantes nas amostras avaliadas de 25,92% e 21,14% ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Notou-se que as amostras acondicionadas em refrigeração (0,7 à 3,8 °C) apresentaram ausência de *Salmonella* spp. Fato este presenciado por Sartori, Silva e Alexandrino (2020), pois ao analisarem 20 amostras de cortes suínos resfriados comercializados em supermercados em Campo Mourão-PR identificaram ausência da referida bactéria, comprovando a importância da refrigeração dos produtos, haja vista que poderá minimizar a proliferação de microrganismos patogênicos.

No entanto, para coliformes essa análise não apresentou significância, pois tanto neste estudo como dos autores anteriormente citados, as amostras mantidas em refrigeração apresentaram a presença dos mesmos.

Verificou-se ausência de associação de coliformes totais e termotolerantes com a umidade, porém ao comparar essa variante físico-química com *Salmonella* spp, obteve-se uma correlação positiva significativa de 20,57%. Já relacionando com pH, houve correlação negativa significativa somente para coliformes totais de 21,95%. Suhet (2016) destaca que a proliferação de microrganismos em

carnes é beneficiado pela mesma por possuir características intrínsecas, em especial na sua composição química, pH próximo do neutro e alta disponibilidade de água.

## 6 REFERÊNCIAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de 2018**, 2018. 178p.

ALMEIDA, C. F.; ARAÚJO, E. S.; SOARES, Y. C.; DINIZ, R. L. C.; FOOK, S. M. L.; VIEIRA, K. V. M. Perfil epidemiológico das intoxicações alimentares notificadas no Centro de Atendimento Toxicológico de Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo. v.11, n.1, mar. 2008.

AMAPA (Estado). Lei Nº0701 de 28 de junho de 2002 (Alterada pela Lei nº 1075, de 02/04/2007). **Diário Oficial do Estado n.º 2816, de 01.07.02**. Dispõe sobre a criação da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá – DIAGRO, e dá outras providências, 2002.

AMAPA (Estado). Decreto Nº3708 de 26 de setembro de 2017. **Diário Oficial do Estado n.º 6531, de 26.09. 17**. Aprova estatuto da Superintendência de Vigilância em Saúde do Estado do Amapá – SVS, dá outras providências, 2017.

ANJOS, C. M.; GOIS, F. D.; PEREIRA, C. M. C. Desmistificando a carne suína. **Revista Pubvet**. v.12, n.12, a227, p.1-9, dez. 2018.

ANTUNES, A. R.; OLIVEIRA, G. L.; SALEMA, R. B. Pesquisa de Coliformes em carne bovina comercializada no Município do Vale do Jequitinhonha – MG. **Higiene Alimentar**. v.30, p. 256- 257, mai./jun. 2016.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha sobre boas práticas para serviços de alimentação (Versão 1.1)**. Resolução – RDC Nº 216/2004. Brasília, 3ª edição, 2016.

BARBOSA, N. C.; SILVA, M. D.; ARRAIS, B. R.; CARVALHO, I. G.; FERREIRA, M. R. A.; MOREIRA, C. N. Qualidade microbiológica de lombo suíno e correlação entre microrganismos indicadores. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n.5, p. 24591-24600, mai. 2020.

BARBOSA, M. S. O.; GUIMARÃES, M. C.; VIANA, M. C. P. Qualidade da carne bovina moída comercializada em supermercados do Centro-Sul Baiano. **Saúde & Meio Ambiente**. v. 8, p. 178-192, 2019.

BARON, L. F.; PAZINATTO, R.; BARON, C. P. Oxidação de lipídeos e as implicações na nutrição e saúde de animais de produção. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 37, n. 1, e26597, 2020.

BARRERA, G.; GENTILE, F.; PIZZIMENTI, S.; CANUTO, R. A.; DAGA, M.; ARCARO, A.; CETRANGOLO, G. P.; LEPORE, A.; FERRETI, C.; DIANZANI, C.; MUZIO, G. Mitochondrial dysfunction in cancer and neurodegenerative diseases: spotlight on fatty acid oxidation and lipoperoxidation products. **Antioxidants**. v. 5, n. 1, p. 7, 2016.

BERTOL, T.M. **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína**. Editora técnica. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 296 p.

BORGES, A. C. C.; SOUZA, S. M. O. Controle de temperatura: importância e influência na qualidade da carne bovina. **PUBVET**. v.13, n.7, a366, p.1-14, jul. 2019.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.22, n.1, p. 98-104, jan.-abr. 2002.

CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; VARGAS JUNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador. v. 13, n.3, jul-set. 2012.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Tradução. [s.l.] Artmed Editora, 2009.

CAMPBELL-PLATT, G. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2015. 536p.

CHAGAS, V. P. S.; SANTOS, C. R.; REIS, W. C. S.; SANTOS, A. B. P.; BEZERRA, M. P. F.; SEIXAS, V. N. C. Investigação de *Salmonella* spp. em produtos cárneos de matadouros frigoríficos do estado do Pará no período de 2014- 2015. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 11, n. 1, p. 1-7, jan-mar, 2017.

DEMORI, A. B.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; REMUS, A. Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico do desempenho zootécnico nas fases de crescimento e terminação e avaliação de carcaça e carne no *Longissimus dorsi*. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 42, p. 1294-1299, jul. 2012.

EMBRAPA. **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne**. 1º Edição. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 296p.

FARIA, I. G.; FERREIRA, J. M.; GARCIA, S. K. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 58, n. 2, abr. 2006.

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, M. T. A.; GUERRA, C. C.; CARRER, C. C.; BALIEIRO, J. C. C.; TRINDADE, M. A. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 42, n. 4, p.724-729, abr. 2012.

FERREIRA, T. O.; LIMA, E. M.; GUEDES, T. J. F. L.; DA SILVA, I. F.; MASCARENHAS, R. J. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias de açougues em feiras livres no município de Petrolina/PE**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. FAURGS. Grmado-RS, 2016.

GARCIA, D.P.; DUARTE, D.A. Perfil epidemiológico de surtos de doenças transmitidas por alimentos ocorridos no Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**. v. 6, p. 545-554, 2014.

GASTARDELO, T. A. R.; MELZ, L. J. A suinocultura industrial no mundo e no Brasil. **Revista UNEMAT de Contabilidade**. v. 3, n. 6, p. 72-92, jul./dez. 2014.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: Qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 5. ed. Barueri, SP: Manole, 2015. 1077p.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais em avestruz, suíno, bovino e frango. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v. 23, n. 2, p. 327-334, abr/jun. 2012.

HORTA, F. C.; ECKHARDT, O. H. O.; GAMEIRO, A. H.; MORETTI, A. S. Estratégias de sinalização da qualidade da carne suína ao consumidor final. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas. v. 16, p. 15-21, 2010.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária**, 2018. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2018\\_4tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_4tri.pdf). Acesso em 14/06/2019.

IMPROTA, C.T.R. **O processo educativo nos programas de saúde agropecuária e ambiental.** 2012. In: ADEPARÁ. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. Manual de procedimentos operacionais em educação sanitária. Belém-PA, 2013.

LEVINSON, W. **Microbiologia médica e imunologia.** 13 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. 800p.

LIMONI, B. H. S.; CHAVES, A. R.D.; ZARDO, G.; SURITA, L. M. A.; MIYAKI, S.; BRITO, T. R. R.; GOMES, M. N. B.; DUARTE, M. T. Influência do pH na qualidade da carne. **Anais. X Mostra Científica FAMEZ / UFMS, Campo Grande, 2017.**

LOPES, M. A; MAIA, E. M.; BRUHN, F. R. P.; CUSTÓDIO, I. A.; ROCHA, C. M. B. M.; FARIA, P. B. Fatores associados à percepção e atitude de consumidores de carne bovina com certificação de origem em Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Ceres, Viçosa.** v. 64, n.1, p. 031-039, jan./fev. 2017.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock.** 14 ed. Porto Alegre: Arned, 2016. 960p.

MAIA, E. L.; OLIVEIRA, C. C. S.; SANTIAGO, A. P.; CUNHA, F. E. A.; HOLANDA, F. C. A. F.; SOUSA, J. A. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Food Science and Technology,** Campinas. v.19, n.3, set./dez, 1999.

MANO, S. B.; PEREDA J. A. O.; DE FERNANDO, G.D.G. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Food Science and Technology,** Campinas 22.1, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal.** Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA, 2017. 140 p.

MARINS, B. R.; TANCREDI, M. R. C. P.; GEMAL, A. L. **Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária:** reflexões e práticas. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio– Instituto Fio Cruz, Rio de Janeiro. 2014. 288p.

MARÇAL, D. A.; ABREU, R. C.; CHEUNG, T. L.; KIEFER, C. Consumo da carne suína no Brasil: Aspectos simbólicos como determinantes dos comportamentos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente,** Maringá (PR). v. 9, n. 4, p. 989-1005, out./dez, 2016.

MOURA, A. P. B. L.; PINHEIRO JUNIOR, J. W.; OLIVEIRA, R. B. A.; DUARTE, D. A. M.; RIBEIRO, A. R.; REIS, E. M. F. Pesquisa de coliformes termotolerantes, totais e *Salmonella* spp. em carnes caprinas comercializadas na cidade do Recife, Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v. 74, n. 4, p. 293-299, out./dez, 2007.

MOURA, J. W. F.; MEDEIROS, F. M.; ALVES, M. G. M.; BATISTA, A. S. M. Fatores Influenciadores na Qualidade da Carne Suína. **Revista Científica de Produção Animal**. v. 17, n.1, p.18-29, 2015.

NIKI, E. Biomarkers of lipid peroxidation in clinical material. **Biochim Biophys Acta**. v. 1840, p. 809-817, 2014.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, C. P.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; SANTOS, M. S.; BRITO, J. M.; MENDES, F. B. L.; SANTANA, E. O. C. Principais aspectos considerados por consumidores na aquisição e consumo de carne suína em Colônia do Piauí-PI. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama. v. 20, n. 2, p. 71-77, abr./jun. 2017.

OLIVEIRA, M. E. S. **A relação umidade/proteína no camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei* como um parâmetro de identificação de fraude por adição de água.** 2029, 77 p. Tese (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

PASCHOAL, E. C.; BELTRAMI, J. M.; SANTOS, I. C.; GERMANO, R. M.; SOARES, A. A.; DIAS, J. C. P.; ALMADA, A. F. B.; SÁ, T. C.; GONÇALVES, D. D.; OTUTUMI, L. K. Estabilidade oxidativa da carne e derivados cárneos com o uso de antioxidantes naturais ou sintéticos em artigos publicados na base de dados da Scielo: Revisão de literatura. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, Recife. v.13, n.1, p.136-142, jan./mar. 2019.

PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; ORNAGHI, M. G.; MOTTIN, C.; GUERRERO, A. Determinação da coloração e a disposição de compra pelos consumidores da carne bovina. **PUBVET**. v.10, n.2, p.179-189, Fev., 2016

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONNELLY, W. J.; LEONARD, F. C. **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. 1. ed. 2005. 513 p.

RESENDE, C. M. C.; CAMPOS, R. M. L. Benefícios da carne suína na saúde do consumidor. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa. v.12, n.6, p. 4457-4463, nov./dez. 2015.

SALES, L. E. M.; ABRANTES, M. R.; OLIVEIRA, A. R. M.; SOARES, K. M. P.; MENDES, C. G.; LEITE, A. I.; SILVA, J. B. A. Avaliação da carne suína *in natura* comercializada em Mossoró-RN. **Acta Veterinária Brasília**. v. 7, n. 4, p. 306-310, 2013.

SANTOS, J. C. F.; ARANTES, L. C. R. V.; TRANCOSO, M. P.; CUNHA, M. C. M. Importância da inspeção de carnes na saúde pública. **Sinapse Múltipla**. PUCMINAS. v. 5(2), p. 115-115, dez. 2016.

SANTOS, E. L.; SILVA, J. C.; NASCIMENTO, R. N.; GARCIA, P. H. M.; SILVA, S. J. C.; LIMA, M. R.; OLIVEIRA-AMORIM, J. M.; SAMPAIO, C. A. Perfil dos consumidores de carne suína e derivados em Satuba – AL. **Revista Científica Rural**.v. 21, n.1, 2019.

SARCINELLI, M.; VENTURINI, K.; SILVA, L. **Características da Carne Suína**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, 2007. 7 p. (Boletim Técnico, PIE-UFES: 00907). Disponível em: [http://www.agais.com/telomc/b00907\\_caracteristicas\\_carnesuina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf). Acesso em: 18/06/2019.

SARTORI, G. V.; SILVA, L. B.; ALEXANDRINO, A. M. Análise microbiológica de carne suína fatiada vendida em supermercados da cidade de campo mourão, Paraná. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v.15, n.1, p.1-6, jan./abr., 2020.

SILVA, T. C. F.; MENDONÇA, G. A.; MENDONÇA, M. C. A. S.; ANTUNES, R. C. A. Influência dos sistemas de criação SISCAL e convencional sobre valores de pH da carne suína. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia. v.10, n.19, p. 1217, 2014.

SILVA, D. F.; ALVES, I. C. S.; CÂMARA, G. B.; CORREIO, R. S. S.; VALADARES, Y. N.; SOARES, T. C.; SOARES, T. C.; ALENCAR, W. D.; MENEZES, L. M. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada em açougues dos mercados de Itapetinga-BA. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 1, 2020.

SOARES, D. J.; TAVARES, T. M.; BRASIL, I. M.; FIGUEREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul./dez. 2012.

SOUZA VELHO, A. L. M. C.; ABRANTES, M. R.; MEDEIROS, J. M. S., AGUIAR, K. C. S.; SOUSA, E. S.; SOARES, K. M. P.; SILVA, J. B. A. Avaliação qualitativa da carne bovina *in natura* comercializado em Mossoró-RN. **Acta Veterinaria Brasílica**, v.9, n.3, p.212-217, 2015.

SOUZA, C. C.; GABRIEL, R.; REIS NETO, J. F.; FRAINER, D. M. Apercepção de compradores sobre a qualidade da carne suína *in natura* no mercado varejista de Campo Grande (MS). **Extensão Rural**, DEAER – CCR – UFSM, Santa Maria, v. 23, n. 3, jul./set. 2016.

SOUZA, A. C. F.; VIANA, D. C.; SOUZA, J. F.; COSTA, A. L. P. Análises físico-químicas e microbiológicas da carne moída comercializada em açougues de três bairros da Zona Sul de Macapá-Amapá. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020.

STEFANELLO, F.S.; CAVALHEIRO, C.P.; LUDTKE, F.L.; SILVA, M.S.; FRIES, L.L.M.; KUBOTA, E.H. Oxidative and microbiological stability of fresh pork sausage with added sun mushroom powder. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 39 n. 4, p. 381-389, 2015.

SUHET, M. I. **Processamento artesanal de carne suína**. Emater-ES. 2016, 21p.

SZUCS, I.; VIDA, V. Global Tendencies in pork meat – Production, trade and consumption. **Applied Studies in Agribusiness and Commerce-APSTRACT**. v. 11, n. 3-4, p. 105-112, 2017.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 17-23, abr. 2004.

TBCA, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2020. Disponível em: [http://www.tbca.net.br/base-dados/int\\_composicao\\_alimentos.php?cod\\_produto=C0154F#](http://www.tbca.net.br/base-dados/int_composicao_alimentos.php?cod_produto=C0154F#). Acesso em: 27 de julho de 2020.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 36, n. 3, p.965-970, abr. 2006.

THOMS, E.; ROSSA, L. S.; STAHLKE, E. R.; FERRO, I. D.; MACEDO, R. E. F. Perfil de consumo e percepção da qualidade da carne suína por estudantes de nível médio da cidade de Irati, PR. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba. v. 8, n. 4, p. 449-459, out./dez. 2010.

WENJIAO, F.; YONGKUI, Z.; YUNCHUAN, C.; JUNXIU, S.; YUWEN, Y. TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. **Meat Science**. v. 96, p. 1-4, 2014.

**Avaliação físico-química e microbiológica em carne suína comercializada no Município de Macapá-AP.**

*Artigo submetido na Revista “CIÊNCIA RURAL”*

Publicação da: Universidade Federal de Santa Maria

Área: Ciências Agrárias

**Avaliação físico-química e microbiológica em carne suína comercializada no Município de Macapá-AP.**

**Physical-chemical and microbiological evaluation in swine meat marketed in the county of Macapá-AP.**

**Kelly da Silva Gonçalves<sup>1</sup>, Arllon José dos Santos Dias<sup>1</sup>, Celly da Silva Gonçalves<sup>2</sup>, Jardel Pinto Barbosa<sup>1</sup>, Gabriel Araújo Silva<sup>1</sup>**

**RESUMO**

Além dos atributos nutricionais, a população mais esclarecida tem se alertado quanto a segurança alimentar dos produtos consumidos em seu dia a dia. Isto vem se estabelecendo pelo fato dos sintomas digestivos não serem as únicas manifestações das doenças transmitidas por alimentos (DTA), pois podem ocorrer em diferentes órgãos e sistemas, de acordo com o agente envolvido. Diante da importância de oferecer produtos de qualidade para o consumidor amapaense e levando em consideração a escassez de informações na região Norte e para subsidiar futuras políticas públicas a nível municipal ou estadual. O presente trabalho realizou a avaliação higiênico-sanitária na carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá, Estado do Amapá. Foram coletadas 120 amostras de carne suína em estabelecimentos comerciais para realização das avaliações físico-química (umidade, temperatura, pH, peroxidação lipídica, cinzas, proteína e lipídeos) e microbiológica (Coliformes Totais e Termotolerantes e *Salmonella* spp). As alterações físico-químicas percebidas podem acarretar diminuição do tempo de prateleira dos produtos cárneos. Os níveis de contaminação microbiológica demonstram condições higiênico-sanitárias inadequadas dos estabelecimentos que comercializam o produto, tornando-a um risco à saúde dos consumidores, havendo a necessidade de desenvolver processos educativos, participativos e contínuos para a população, bem como intensificar pesquisas sobre DTA, afim de caracterizar seu risco epidemiológico no Município de Macapá e no Estado do Amapá.

**Palavras-chave:** carne suína, segurança alimentar e doenças transmitidas por alimentos.

**ABSTRACT**

In addition to nutritional attributes, the more enlightened population has been alerted about the food safety of products consumed in their daily lives. This has been established by the fact that digestive symptoms are not the only manifestations of foodborne diseases (FTD), as they can occur in different organs and systems, according to the agent involved. Given the importance of offering quality products to consumers in Amapá and taking into account the scarcity of information in the North region and to subsidize future public policies at the municipal or state level. The present work carried out the hygienic-sanitary evaluation of *in natura* pork marketed in the Municipality of Macapá, State of Amapá. 120 samples of pork meat were collected in commercial establishments for physical-chemical (moisture, temperature, pH, lipid peroxidation, ash, protein and lipids) and microbiological (Total and Thermotolerant Coliforms and *Salmonella* spp) evaluations. The physical-chemical changes perceived can lead to a decrease in the shelf life of meat products. The levels of microbiological contamination demonstrate inadequate hygienic-sanitary conditions of the

establishments that sell the product, making it a risk to the health of consumers, with the need to develop educational, participatory and continuous processes for the population, as well as intensify research on DTA, in order to characterize its epidemiological risk in the Municipality of Macapá and in the State of Amapá.

**Keywords:** pork, food security and foodborne diseases.

## INTRODUÇÃO

A produção de carne suína é uma das principais atividades agroindustrial do mundo e no Brasil a produção está concentrada na Região Sul, pois segundo IBGE (2018) a mesma corresponde 65,8% do abate nacional de suínos, seguida pelas Regiões Sudeste (18,7%), Centro-Oeste (14,5%), Nordeste (0,9%) e Norte (0,1%). Seu consumo ocupa o terceiro lugar nos produtos cárneos mais consumidos no país, onde há o consumo de 14,7 kg/habitante/ano (ABPA, 2018), enquanto que a média na União Europeia é de 40,08 kg e na China 40,9 kg (SZUCS; VIDA, 2017).

De acordo com SANTOS et al. (2019), para o consumidor adquirir mais confiança nos produtos consumidos, a população deve ser informada sobre os programas de inspeção, certificação de origem e qualidade da carne, pois além dos atributos nutricionais e o tipo de criação oferecido ao animal, a população mais esclarecida tem se alertado quanto a segurança alimentar, preocupando-se com as etapas de preparação para abate, inspeção oficial até as condições higiênico-sanitária durante a venda do produto. Essa crescente preocupação com segurança do alimento vem se estabelecendo pelo fato dos sintomas digestivos não serem as únicas manifestações das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), pois podem ocorrer ainda afecções extraintestinais, em diferentes órgãos e sistemas, como meninges, rins, fígado, sistema nervoso central, terminações nervosas periféricas e outros, de acordo com o agente envolvido (MARINS et al., 2014).

As alterações físicas e químicas na carne decorrem principalmente pela degradação e/ou modificação de proteínas e lipídios, que é provocada tanto pela ação de agentes naturais ou por outras substâncias produzidas por microrganismos. De acordo com GERMANO & GERMANO (2015) a acidez ou a alcalinidade de um meio tem grande influência na estabilidade de macromoléculas, como as enzimas, o que influi tanto no crescimento como no metabolismo dos microrganismos, levando a modificação da cor, sabor e aparência do produto.

A soma das condições relacionadas com outras características dos alimentos e o comportamento de fatores ambientais condicionam o grau de perecibilidade dos produtos, e

consequentemente a multiplicação dos microrganismos patogênicos como *Salmonella* spp e cepas de *Escherichia coli* produtoras de toxinas que tornam produtos cárneos preocupantes à saúde pública.

Diante da importância de oferecer produtos de qualidade para o consumidor amapaense e levando em consideração a escassez de informações na região Norte e para subsidiar futuras políticas públicas a nível municipal ou estadual, o presente trabalho propõe realizar uma avaliação higiênico-sanitária na carne suína *in natura* comercializada no Município de Macapá, Estado do Amapá.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram coletadas duas porções de 50 g de carne suína (sem selo de inspeção oficial (Municipal, Estadual e Federal), no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 pela manhã, cada amostra foi posta em recipientes esterilizados e devidamente identificadas, sem preferência por cortes específicos, em seguida, transportadas em caixas isotérmicas com gelo ( $< 0^{\circ}$ ) para o Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica, localizada na Universidade do Estado do Amapá – UEAP, para realização das análises. Uma das porções foi utilizada para as análises físico-químicas e a outra preservada para as análises microbiológicas (Figura 1).

As análises foram executadas de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), do Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal (MAPA, 2017) estabelecido pela Instrução Normativa N° 30 (26/06/18) e Instrução Normativa N° 42 (20/12/99) e pelo Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos estabelecido pela Resolução-RDC N° 12 (02/01/01). Os métodos que não são contemplados por normativas oficiais foram realizados segundo a literatura.

A temperatura da carne suína foi aferida no momento da obtenção, utilizando termômetro do tipo infravermelho com mira a laser portátil InfraredThermometer®. A determinação da concentração de íon hidrogênio (pH) das amostras foram realizadas utilizando-se o pH-metro da marca HANNA, HI98107 pHep®. A umidade foi calculada pela diferença dos pesos da cápsula com amostra inicial e cápsula com amostra após estufa e em seguida dividida pelo peso da amostra vezes 100.

As mostras foram transferidas para o forno mufla a  $550^{\circ}\text{C}$ , para obtenção de cinza total. Outras amostras foram colocadas no aparelho extrator de Soxhlet sob aquecimento ( $60^{\circ}\text{C}$ ) por um período de 6 h para verificação do teor lipídico. Para obtenção da proteína total multiplicou-se o valor do nitrogênio total obtido das amostras pelo fator conversão do nitrogênio em proteína (6,25). Foi verificada a absorvância em espectrofotômetro a 535nm para cálculo da oxidação lipídica.

Para detecção da Presença de Coliformes Totais e Termotolerantes as amostras foram inoculadas em placas de ágar vermelho neutro-bile e *Salmonella* spp inoculadas em placas de ágar seletivo para isolamento de *Salmonella* spp e *Shigella* spp. Todos os dados foram analisados pelo R®, através da estatística descritiva (média, desvio padrão, limites máximos e mínimos) e/ou correlação linear.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados da análise físico-química estão distribuídos na Tabela 1. As amostras apresentaram temperatura média de 23,1°C, sendo que apenas 14 amostras estavam menor de 7°C. Notou-se que a maioria das amostras estudadas não passou pelo processo de refrigeração estabelecida pelo Portaria N° 304 (22/04/96) do MAPA, pois segundo relato dos comerciantes os animais eram abatidos na madrugada e disponibilizados, em seguida, para comercialização. Altas temperaturas também foram encontradas por SALES et al. (2013), que avaliando carne suína em Mossoró-RN, identificaram média de 18,6°C e com máxima de 28,6°C, no entanto, abaixo da máxima identificada no presente estudo que foi de 32,3°C, por questões climáticas, umas vez que as amostras encontravam-se expostas e em temperatura ambiente.

Outro fator avaliado, que em conjunto com a temperatura podem acarretar aparência e odores desagradáveis, foi o pH. O mesmo obteve uma variação de 5,1 à 7,2 com média de 6,1, diferindo pelos dados obtidos por SALES et al. (2013) que variaram de 5,4 à 6,32 e média de 5,8 em carne suína, como também por BARBOSA et al. (2019) com média de 5,3, em carne bovina. Entretanto, semelhante a média de pH encontrado por SOUZA et al. (2020) após avaliar carne moída bovina em Macapá-AP, que foi de  $6,17 \pm 0,04$ .

Notou-se que a umidade, apresentou variações distintas entre alguns estabelecimentos, obtendo uma máxima de 80,76 g/100g e mínima de 43,18 g/100g, com uma média de 71,18 g/100g. Estes dados foram superiores ao encontrado por SALES et al. (2013) que foi média de 45,3 g/100g, com máxima de 78,4 g/100g e mínima de 30,5 g/100g em carne suína e por SOUZA VELHO et al. (2015) que variou de 60,16 à 73,07 g/100g, em carne bovina. No entanto, a média obtida foi semelhante ao verificado por BARBOSA et al. (2019) que foi de 72,7 g/100g, em carne bovina comercializada em supermercados na Bahia.

A média de lipídios verificada foi de 5,72%, valor este superior ao encontrado por HAUTRIVE et al. (2012), que analisando carne suína (pernil) adquirida no comércio local do Município de Santa Maria-RS, identificaram média de 1,27% de lipídeos. Por outro lado, inferior à

média encontrada BARBOSA et al. (2019) em carnes bovinas comercializadas em supermercados na Bahia, que foi de 8,4% e também pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020), que apresenta a média de 11,1% de lipídeos de diferentes cortes de carne suína.

O teor proteico das amostras avaliadas foram máxima de 36,16% e mínima de 14,64% e média de 21,56% em massa úmida, está por sua vez, semelhante ao encontrado por HAUTRIVE et al. (2012) que foi de 21,32% e próximo a média de diferentes cortes verificado pela TBCA (2020) que foi de 19,8% em carne suína. Resultado similar relatado por BARBOSA et al. (2019) que apresentaram média de 21,1% em carne bovina.

A oxidação lipídica encontrada foi média de 0,49 mgMDA/kg, máxima de 1,95 mgMDA/kg e mínima de 0,07 mgMDA/kg, análogo a média encontrada em linguiça de porco fresco, que foi de 0,48 mgMDA/kg (STEFANELLO et al., 2015). Os processos oxidativos que ocorrem nos lipídios representam também uma das principais causas da redução da vida de prateleira dos produtos alimentícios, pois causam deterioração considerável na qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, havendo portanto, necessidade de alternativas para se estimar a manutenção da qualidade sensorial e a aceitação do produto no mercado consumidor (SOARES et al., 2012).

Os dados obtidos pela análise microbiológica estão distribuídos na Tabela 2. Detectou-se que 91,67% (110/120) das amostras apresentaram coliformes totais e 80% (96/120) coliformes termotolerantes. SALES et al. (2013) e SARTORI et al. (2020) detectaram coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras analisadas de carne suína, resultando semelhante, encontrado por SOUZA et al. (2020) investigando carne bovina moída em Macapá-AP. Enquanto que BARBOSA et al. (2020), analisando 53 amostras de carne suína, encontraram 45,28% (24) amostras contaminadas por *E. coli*.

*Salmonella* spp foram encontradas em 24 (20%) amostras (Figura 5), resultado semelhante ao encontrado por SALES et al. (2013) que obteve 25% de contaminação por esta bactéria em 20 amostras de carne suína, e também, por BARBOSA et al. (2020), os quais detectaram, que das 53 amostras de carne suína analisadas, 39,62% apresentaram *Salmonella* spp. No entanto, SOUZA et al. (2020), investigando carne bovina moída em Macapá-AP, não detectaram positividade para presença da referida bactéria.

Quando analisado todos os dados percebeu-se que apenas 10 amostras não estavam contaminadas por Coliformes e/ou *Salmonella* spp, ou seja, 91,67% de amostras estudadas estavam contaminadas, resultado preocupante à saúde pública, principalmente a determinada classe de risco

da população, pois de acordo com a ANVISA (2016) para adultos saudáveis, a maioria das DTA's dura poucos dias e não deixa sequelas, todavia para as crianças, as grávidas, os idosos e as pessoas doentes, as consequências podem ser mais graves, podendo inclusive levar à morte.

As correlações entre as variantes físico-química da carne suína estão dispostas na Tabela 3. Uma forte correlação linear negativa foi identificada entre lipídeos e umidade da carne suína (-91,3%), ou seja, quanto menor a concentração de umidade maior foi o teor lipídico. MAIA et al. (1999) e TANGO et al. (2004), estudando peixe de água doce e polpas de frutas de abacate, respectivamente, encontraram a mesma relação inversa entre os conteúdos de umidade e lipídeos. Esta inversão está diretamente ligada às propriedades físicas dos lipídeos, devido à natureza hidrófoba das suas estruturas.

Verificou-se ainda, uma fraca correlação linear negativa entre oxidação lipídica e temperatura de -29,4%. No entanto, o valor máximo de lipoperoxidação foi identificada em temperatura elevada, o que corrobora com WENJIÃO et al. (2014), os quais concluíram que a taxa crescente de SRATs durante o armazenamento de carne suína foi maior à medida que a temperatura de armazenamento aumentava, haja vista que baixas temperaturas são conhecido por inibir a referida oxidação.

Houve ainda, uma correlação linear negativa significativa entre temperatura e presença *Salmonella* spp e coliformes termotolerantes nas amostras avaliadas de 25,92% e 21,14% ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Notou-se que as amostras acondicionadas em refrigeração apresentaram ausência de *Salmonella* spp. Fato este presenciado por SARTORI et al. (2020), pois ao analisarem 20 amostras de cortes suínos resfriados comercializados em supermercados em Campo Mourão-PR identificaram ausência da referida bactéria, comprovando a importância da refrigeração dos produtos.

SUHET (2016) destaca que a proliferação de microrganismos em carnes é beneficiado pela mesma por possuir características intrínsecas, em especial na sua composição química, pH próximo do neutro e alta disponibilidade de água.

Para que essa contaminação não ocorra e não cause DTA, há diversos autores que atuam em esferas distintas do sistema único de saúde, como órgãos de defesa agropecuária e Superintendência de Vigilância em Saúde (SVS). SOUZA et al. (2020) sugerem a realização de trabalhos que venham identificar os principais pontos críticos de controle de toda a cadeia produtiva, afim de mitigar os riscos que a população consumidora está exposta quando adquire um produto inapropriado para consumo. Além disso, realizar a sensibilização da população consumidora através de campanhas

educativas com o intuito de tornar o consumidor mais exigente no ato de compra, sempre procurando locais que atendam os critérios higiênico-sanitários estabelecidos. Isto, aliado à uma fiscalização efetiva pelos órgãos competentes, poderia ocasionar mudanças no cenário encontrado.

Destaca-se portanto, a educação sanitária como meio mais viável para tornar o consumidor mais informado e exigente, bem como sensibilizar os produtores rurais e os comerciantes sobre as normas preconizadas pela legislação brasileira, afim de oferecer produto de qualidade para mesa dos amapaenses.

## **CONCLUSÃO**

As alterações físico-químicas percebidas podem acarretar diminuição do tempo de prateleira dos produtos. Os níveis de contaminação microbiológica da carne demonstram condições higiênico-sanitárias inadequadas dos estabelecimentos que comercializam o produto, tornando-a um risco à saúde dos consumidores. Por conseguinte, há a necessidade de uma melhor atuação dos órgãos fiscalizadores em todos os níveis de produção e desenvolver processos educativos, participativos e contínuos para a população, bem como intensificar pesquisas sobre DTA afim de caracterizar seu risco epidemiológico no Município de Macapá e no Estado do Amapá.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao governo do Estado do Amapá, Universidade do Estado do Amapá e Universidade Federal do Amapá pelo apoio financeiro e a todos envolvidos direto ou indiretamente para realização deste trabalho.

## **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE**

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção, na experimentação e redação do manuscrito.

## **REFERÊNCIAS**

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de 2018**, 2018. 178p.

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha sobre boas práticas para serviços de alimentação (Versão 1.1)**. RDC Nº 216/2004. Brasília, 3ª edição, 2016.
- BARBOSA, M. S. O. et al. Qualidade da carne bovina moída comercializada em supermercados do Centro-Sul Baiano. **Saúde & Meio Ambiente**. v. 8, p. 178-192, 2019.
- BARBOSA, N. C. et al. Qualidade microbiológica de lombo suíno e correlação entre microrganismos indicadores. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 5, p. 24591-24600, mai. 2020.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: Qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 5. ed. Barueri, SP: Manole, 2015. 1077p.
- HAUTRIVE, T. P. et al. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais em avestruz, suíno, bovino e frango. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v. 23, n. 2, p. 327-334, abr/jun. 2012.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 1020 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária**, 2018. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2018\\_4tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_4tri.pdf). Acesso em 14/06/2019.
- MAIA, E. L. et al. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Food Science and Technology**, Campinas. v.19, n.3, set./dez, 1999.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal**. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA, 2017. 140 p.
- MARINS, B. R. et al. **Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária: reflexões e práticas**. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio– Instituto Fio Cruz, Rio de Janeiro. 2014. 288p.
- SALES, L. E. M et al. Avaliação da carne suína *in natura* comercializada em Mossoró-RN. **Acta Veterinária Brasileira**. v. 7, n. 4, p. 306-310, 2013.
- SANTOS, E. L. et al. Perfil dos consumidores de carne suína e derivados em Satuba – AL. **Revista Científica Rural**. v. 21, n.1, 2019.

- SARTORI, G. V. et al. M. Análise microbiológica de carne suína fatiada vendida em supermercados da cidade de campo mourão, Paraná. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v.15, n.1, p.1-6, jan./abr., 2020.
- SOARES, D. J. et al. Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul./dez. 2012.
- SOUZA, A. C. F. et al. Análises físico-químicas e microbiológicas da carne moída comercializada em açougues de três bairros da Zona Sul de Macapá-Amapá. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020.
- SOUZA VELHO, A. L. M. C. et al. Avaliação qualitativa da carne bovina *in natura* comercializado em mossoró-RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.9, n.3, p.212-217, 2015. STEFANELLO, F.S. et al. Oxidative and microbiological stability of fresh pork sausage with added sun mushroom powder. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 39 n. 4, p. 381-389, 2015.
- SUHET, M. I. **Processamento artesanal de carne suína**. Emater-ES. 2016, 21p.
- SZUCS, I.; VIDA, V. Global Tendencies in pork meat – Production, trade and consumption. **Applied Studies in Agribusiness and Commerce-APSTRACT**. v.11,n.3-4,p.105-112, 2017.
- TBCA, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2020. Disponível em: [http://www.tbca.net.br/base-dados/int\\_composicao\\_alimentos.php?cod\\_produto=C0154F#](http://www.tbca.net.br/base-dados/int_composicao_alimentos.php?cod_produto=C0154F#). Acesso em: 27 de julho de 2020.
- TANGO, J. S. et al. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 17-23, abr. 2004.
- WENJIAO, F. et al. TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. **Meat Science**. v. 96, p. 1-4, 2014.



Figura 1 - Mapa da área de estudo das coletas de amostras de carne suína, no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020, com marcações dos locais coletados nomeadas pelos respectivos bairros (em amarelo), na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. Fonte: UEAP (2019).

Tabela 1 - Análise físico-química de 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil coletadas em feiras livres no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 no período da manhã.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA	Temperatura °C	pH	Umidade g/100g	Cinzas %	Lípídeos %	Proteína %	peroxidação Lipídica mg/kg
MÉDIA	23.13 ± 8.18	6.12 ± 0.39	71.18 ± 6.12	1.52 ± 1.15	5.72 ± 4.43	21.56 ± 2.94	0.49 ± 0.38
MÁXIMA	32.3	7.2	80.76	5.99	20.07	36.16	1.95
MÍNIMA	0.7	5.1	43.18	0.15	0.28	14.64	0.07

Tabela 2 - Análise Microbiológica das 120 amostras de carne suína comercializada no Município de Macapá-AP coletadas no período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 no período da manhã.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICA	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	<i>Salmonella</i> spp
PREVALÊNCIA	91,67% (110)	80% (96)	20% (24)

Tabela 3 - Matriz de correlação linear entre as variantes físico-química da carne suína comercializada no Município de Macapá, Amapá, Brasil.

	Temperatura	pH	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteína
pH	0,573					
Umidade	0,092	-0,049				
Cinzas	0,034	0,097	-0,070			
Lipídeos	0,049	0,123	-0,913	0,077		
Proteína	-0,278	-0,122	-0,675	-0,362	0,361	
SRAT	-0,294	-0,179	0,024	-0,108	0,064	-0,104

## **7 CONCLUSÕES GERAIS**

Os níveis de contaminação microbiológica da carne suína comercializada em Macapá-AP demonstram condições higiênico-sanitárias inadequadas dos estabelecimentos que comercializam o produto, tornando-a um risco à saúde dos consumidores, além da preocupação da forma como os animais são abatidos, provavelmente sem a presença de um órgão de inspeção sanitária, e do transporte do produto até os pontos de venda.

As alterações físico-químicas percebidas podem acarretar diminuição do tempo de prateleira dos produtos cárneos, haja vista que não há o armazenamento adequado dos mesmos nos locais de comercialização.

Por conseguinte, há a necessidade de uma melhor atuação dos órgãos fiscalizadores em todos os níveis de produção e desenvolver processos educativos, participativos e contínuos para a população quanto às boas práticas de elaboração dos alimentos e aos riscos associados aos alimentos contaminados, bem como intensificar pesquisas sobre DTA afim de caracterizar seu risco epidemiológico no Município de Macapá e no Estado do Amapá.