

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS  
ALIMENTOS

Angela Souza Rodrigues

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES  
CONSTITUINTES DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E  
APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS**

Santa Maria, RS  
2020

**Angela Souza Rodrigues**

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA  
INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS  
CÁRNEOS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA), Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Ernesto Hashime Kubota

Santa Maria, RS  
2020

---

Rodrigues, Angela Souza  
EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES  
DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS  
CÁRNEOS / Angela Souza Rodrigues.- 2020.  
74 p.; 30 cm

Orientador: Ernesto Hashime Kubota  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2020

1. Flores masculinas 2. Atividade antioxidante 3.  
Inflorescência de bananeira 4. Fibra alimentar 5.  
Língua suína I. Hashime Kubota, Ernesto II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

©2020

Todos os direitos autorais reservados a Angela Souza Rodrigues. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

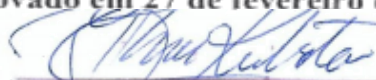
E-mail: ange-atinha@hotmail.com

Angela Souza Rodrigues

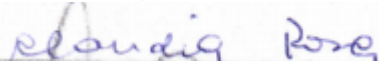
**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA  
INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS  
CÁRNEOS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA), Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**Aprovado em 27 de fevereiro de 2020:**



**Ernesto Hashime Kubota, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Claudia Severo da Rosa, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**



**Mari Silvia Rodrigues de Oliveira, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**



**Catia Regina Storck, Dr<sup>a</sup>. (UFN)**



**Anne y Castro Marques, Dr<sup>a</sup>. (UFPEL)**

Santa Maria, RS  
2020

## DEDICATÓRIA

***Dedico esse Trabalho em especial ao meu pai já falecido Angelo, minha mãe Emília e irmã Geangela, muito obrigada por todo o incentivo, palavras de conforto e amor incondicional durante esses 4 longos anos da minha vida. Amo vocês!***

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pela sua presença na minha vida, me abençoando e guiando sempre.

Ao meu orientador **Ernesto Hashime Kubota** que teve um papel importantíssimo para minha realização profissional, agradeço a dedicação e orientação durante esses anos.

As minhas amigas, confidentes, colegas, companheiras, **Camila Giacomelli, Jamila Alves, Tiffany Hautrive e Bruna Tagliapietra**, eu não tenho palavras para agradecer o quanto vocês me ajudaram e torceram por mim, contem sempre para o que precisarem.

Ao professor **Paulo Campagnol** pela ajuda e empenho que sempre teve em ajudar a realizar este trabalho. Muito obrigada!

À **Anelise, Milena e Suslin**, agradeço por toda ajuda durante a realização das análises laboratoriais.

Ao **Artur**, que és uma pessoa que entrou na minha vida na hora que eu mais precisava, te agradeço por tudo que me ajudastes.

Aos funcionários do DTCA, **Alex, Magé, Marialene, Marta, Moisés, Ricardo, Rosângela e Sheila**, pela dedicação, amizade e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos componentes da banca: **Anne y Castro, Cátia Storck, Claudia Rosa, Mari Silvia, Paulo Campagnol e Vanessa Vieira**, pelas sugestões de melhoria para este trabalho.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria** pela oportunidade de estudo.

A **CAPES** pela concessão da Bolsa de estudo que tornou possível a realização deste estudo.

## RESUMO

### EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS

AUTORA: Angela Souza Rodrigues  
ORIENTADOR: Ernesto Hashime Kubota

A inflorescência da bananeira, também conhecida como botão floral ou coração de bananeira, é um dos resíduos da bananicultura. Em virtude do seu elevado valor nutricional as inflorescências podem ser utilizadas nas dietas sob a forma de farinha desidratada e, portanto, incorporados em alimentos. A linguiça constitui-se principalmente de gorduras, água e proteínas, sendo assim, susceptíveis a reações de deterioração, como a oxidação lipídica e também pode ocasionar problemas de saúde, como obesidade. Os antioxidantes naturais e fibras alimentares são utilizados para reduzir os impactos que os produtos cárneos ocasionam a saúde. Desta forma têm se utilizado fontes naturais que satisfaçam sensorialmente a expectativa dos consumidores e que ao mesmo tempo, possam ser consumidos sem oferecer riscos à saúde. Neste sentido, este estudo visou à extração e caracterização das frações da inflorescência de bananeira, e sua aplicabilidade em formulações de linguiças. Primeiramente, foi realizada a composição bioativa das frações da inflorescência de bananeira. O extrato foi obtido por agitação convencional, usando como solvente a água, por 1 h a 95 °C. Nos extratos obtidos foram realizadas análises de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante *in vitro* por meio dos métodos DPPH e FRAP. O extrato obtido a partir das flores masculinas da inflorescência de bananeira foi o que apresentou melhores características antioxidante, então o mesmo foi aplicado em diferentes concentrações nas linguiças. Após o produto acabado foram realizadas as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. As linguiças apresentaram-se dentro dos requisitos estabelecidos pela legislação tanto para composição centesimal quanto para a estabilidade microbiológica. As linguiças adicionadas de extrato das flores masculinas não apresentaram alterações oxidativas durante o shelf live. Conclui-se que as flores masculinas têm grande potencial para serem utilizadas como antioxidante natural a ser aproveitado pela indústria cárnea.

Posteriormente, foi obtida a farinha da inflorescência de bananeira em estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C por 24 h e moídas em moinho analítico e armazenadas a -18 °C até o momento das análises. Da mesma forma que o extrato a farinha na inflorescência de bananeira foi adicionada em diferentes concentrações em linguiça toscana. Em seguida foi analisada a composição química e tecnológica da farinha da inflorescência de bananeira. Observou-se que os valores de fibra alimentar total das linguiças foram aumentando em decorrência da quantidade de fibra adicionado e consequentemente diminuindo o teor de gordura. Pode-se concluir que a farinha da inflorescência de bananeira pode ser considerada como fonte de fibra alimentar, tornando-se um produto cárneo funcional.

**Palavras-Chave:** Inflorescência. Antioxidante. Fibra. Linguiças.

## ABSTRACT

### EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF THE DIFFERENT CONSTITUENTS OF THE INFLORESCENCE OF BANANA AND APPLICATION IN MEAT PRODUCTS

Author: Angela Souza Rodrigues

Advisor: Prof.Dr. Ernesto Hashime Kubota

The inflorescence of the banana tree, also known as the floral bud or banana heart, is one of the residues of the banana tree. Due to its high nutritional value, the inflorescences can be used in diets in the form of dehydrated flour and, therefore, incorporated into foods. Sausage is mainly made up of fats, water and proteins, so it is susceptible to deterioration reactions, such as lipid oxidation and can also cause health problems, such as obesity. Natural antioxidants and dietary fibers are used to reduce the impacts of meat products on health. In this way, natural sources have been used that sensorially satisfy consumers' expectations and that, at the same time, can be consumed without posing health risks. In this sense, this study aimed to extract and characterize the fractions of the banana inflorescence, and its applicability in sausage formulations. First, the bioactive composition of the banana inflorescence fractions was carried out. The extract was obtained by conventional stirring, using water as a solvent, for 1 h at 95 ° C. In the extracts obtained, analyzes of total phenolic compounds, total flavonoids and antioxidant activity in vitro were performed using the DPPH and FRAP methods. The extract obtained from the male flowers of the banana inflorescence was the one with the best antioxidant characteristics, so it was applied in different concentrations in the sausages. After the finished product, physical-chemical, microbiological and sensory analyzes were performed. The sausages were within the requirements established by the legislation for both proximate composition and microbiological stability. Sausages added with extract from male flowers did not show oxidative changes during shelf live. It is concluded that male flowers have great potential to be used as a natural antioxidant to be used by the meat industry. Subsequently, the flour from the banana inflorescence was obtained in an oven with forced air circulation, at 55 ° C for 24 h and ground in an analytical mill and stored at -18 ° C until the time of analysis. In the same way as the flour extract in the banana inflorescence was added in different concentrations in Tuscan sausage. Then, the chemical and technological composition of the flour of the banana inflorescence was analyzed. It was observed that the total dietary fiber values of the sausages increased due to the amount of fiber added and, consequently, decreased the fat content. It can be concluded that the flour of the banana inflorescence can be considered as a source of dietary fiber, becoming a functional meat product.

**Keywords:** Inflorescence. Antioxidant. Fiber. Sausages.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Inflorescência de bananeira ..... 14

### MANUSCRITO 1

Fig.1– Banana inflorescences. Bracts (A); Male Flowers (B); Male Rachis (C); Whole Inflorescence (D). ..... 21

Fig.2– Overall effects of EMF level and storage time on pH values of sausages..... 27

Fig.3– Overall effects of EMF level and storage time on TBARS values of sausages.. 28

### MANUSCRITO 2

Fig. 1– Inflorescência de bananeira (A); Pós branqueamento (B); Pós secagem (C); Amostra moída. .... 37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1–Características de identidade e qualidade de linguiças frescas.....	15
--	----

### MANUSCRITO 1

Table1– Formulation of sausages containing four concentrations of extract of male flowers (EMF).....	23
Table 2– Bioactive compounds of banana inflorescence extracts.....	26
Table 3– Overall effects of EMF level and storage time on instrumental color (L*, a* and b*) of sausages. ....	29
Table 4– Results of consumer study of sausages containing EMF.....	29

### MANUSCRITO 2

Tabela 1– Formulação de linguiças elaboradas com farinha da inflorescência de bananeira.....	39
Tabela 2– Resultados encontrados para composição centesimal da farinha de inflorescência de bananeira em base úmida (g/100g de amostra).....	43
Tabela 3– Capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de absorção de óleo(CAO), solubilidade em água (SA), atividade emulsificante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) das amostras da farinha de inflorescência de bananeira.....	45
Tabela 4– Composição química das linguiças toscanas adicionadas de farinha da inflorescência de bananeira ( <i>Musa cavendishii</i> ) em 100g de produto.....	47
Tabela 5– Valores de pH, TBARS e Atividade de água das linguiças com diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira durante 35 dias de armazenamento. ....	49
Tabela 6– Resultados das coordenadas de cor (L*, a* e b*) e da Textura (firmeza) das linguiças com diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira durante 35 dias de armazenamento. ....	50
Tabela 7– Resultados da análise sensorial das linguiças elaboradas com diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira no dia 12 de armazenamento.....	51

## SUMÁRIO

<b>1INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	14
<b>3REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
3.1INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.2LINGUIÇA FRESCAL .....	12
3.3 ANTIOXIDANTES NATURAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	15
<b>3.3.1Oxidação lipídica</b> .....	16
3.4INCORPORAÇÃO DE FIBRA ALIMENTAR EM PRODUTOS CÁRNEOS .....	17
<b>4MANUSCRITO 1:“Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products”</b> .....	19
<b>5MANUSCRITO 2:“Aplicação da farinha da inflorescência de bananeira em linguiça toscana com teor reduzido de gordura”</b> .....	34
<b>7DISCUSSÃO GERAL</b> .....	58
<b>8CONCLUSÃO GERAL</b> .....	60
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61
<b>ANEXO A: CARTA DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA</b> .....	66
<b>ANEXO B: MANUSCRITO 1 PUBLICADO</b> .....	70
<b>ANEXO C: FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL</b> .....	71
<b>ANEXO D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	72

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por tecnologias ambientalmente seguras e que garantam qualidade dos produtos eleva os custos das indústrias alimentícias para o tratamento dos resíduos gerados. Embora muito dos resíduos agroindustriais possam ser transformados em novos produtos, no país há poucos investimentos neste tipo de tecnologia mitigatória (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003).

A inflorescência de bananeira possui um potencial considerável para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis, incluindo os produtos cárneos. A inflorescência da bananeira, também conhecida como botão floral ou coração da bananeira, é um dos principais resíduos da cultura da banana e corresponde ao conjunto de flores masculinas ainda em desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2019). As inflorescências possuem propriedades antioxidantes e antibacterianas consideráveis (PADAM et al., 2012). Arun et al. (2017) relataram que a farinha da inflorescência da bananeira é uma boa fonte de fibra alimentar solúvel e insolúvel (12,45 e 53,31 %, respectivamente).

A linguiça de porco crua está entre as carnes processadas mais comuns e populares em todo o mundo (Šojić et al., 2018). A linguiça designada Toscana é o produto cru e curado obtido exclusivamente de carnes suína, adicionada de gordura suína e ingredientes (BRASIL, 2000).

Sabe-se que a gordura desempenha um papel importante na estabilização da emulsão cárnea, ou seja, tornando a massa da linguiça mais uniforme e lisa, reduzindo as perdas de cocção, melhorando a textura, maciez, suculência e sensação na boca (KIM et al., 2010). No entanto, há uma associação entre a ingestão de gordura saturada e o desencadeamento de uma variedade de doenças crônicas, como: diabetes, doenças cardiovasculares, obesidade, doenças infecciosas e respiratórias (HAN e BERTRAN, 2017). É sabido que os produtos à base de carne carecem de fibra alimentar, de modo que a fibra pode ser incorporada para tornar esses produtos mais saudáveis (KAUR e SHARMA, 2019). Além disso, a adição de fibra alimentar em produtos cárneos melhora o rendimento no cozimento, a capacidade de retenção de água e as propriedades texturais (AĞAR et al., 2016).

A demanda da população pelo consumo de alimentos mais saudáveis está aumentando, com isso, a indústria da carne demonstra um grande interesse no desenvolvimento de produtos cárneos com um perfil nutricional melhorado (HJELM et al., 2019). Na tentativa de reformular esses produtos, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de adicionar fibras e reduzir o conteúdo de gordura e de adicionar extratos vegetais com ação antioxidante na substituição e/ou redução de antioxidantes sintéticos.

A oxidação lipídica é uma das principais reações que podem ocorrer em produtos cárneos durante sua produção, armazenamento e distribuição (ALMEIDA et al., 2017). Geralmente, a adição de antioxidantes comerciais, é a solução ideal para inibir o processo de oxidação em produtos cárneos devido ao baixo custo e alta eficiência (XIANG et al., 2019). Contudo, a segurança de alguns destes antioxidantes vem sendo largamente discutida, uma vez que estudos demonstram que eles podem favorecer efeitos mutagênicos e carcinogênicos (FELLENBERG e SPEISKY, 2006). Diante disso, pesquisas vêm sendo conduzidas com o objetivo de utilizar os compostos presentes nos extratos de matrizes vegetais como antioxidante natural em produtos cárneos (ARMENTEROS et al., 2016).

Diante ao exposto, as inflorescências podem ser aplicadas em formulações cárneas na forma de farinha rica em fibra alimentar e extratos ricos em compostos bioativos. Porém muitos estudos ainda devem ser realizados com a inflorescência de bananeira, a fim de diminuir esse resíduo agrícola, visto que na maioria das vezes estes são descartados de maneira desapropriada.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Elaborar linguiças com extrato e farinha da inflorescência de bananeira.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtenção da farinha das frações da inflorescência de bananeira;
- Caracterização dos compostos bioativos das frações da inflorescência de bananeira.

- Desenvolver formulações de linguiça suína com diferentes concentrações de extrato das flores masculinas da inflorescência de bananeira;
- Monitorar a estabilidade físico-química, oxidativa, microbiológica e sensorial das linguiças suínas com adição de extrato durante 28 dias;
- Caracterizar quimicamente e tecnologicamente a farinha da inflorescência de bananeira;
- Elaborar formulações de linguiça suína com diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira durante 35 dias;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA

A família *Musaceae*, representada pela produção das bananas (*Musa spp*), fornece um dos mais consumidos frutos em todo o mundo, com enorme valor econômico e importância socioeconômica (BERNARDI, 2004). Essencialmente, o valor nutricional das bananas é destacado pela alta ingestão de açúcares, fibras, vitaminas e minerais e a baixa ingestão de gordura (FORSTER, 2002).

A cultura da bananeira gera grande quantidade de resíduos após a colheita da fruta, sendo eles: pseudocaule, folhas, inflorescência, pedúnculo da fruta (haste floral/ráquis), rizoma e cascas. De acordo com Shah et al. (2005) os resíduos da bananicultura são estimados em cerca de 220 toneladas de massa vegetal por hectare. Do ponto de vista ambiental é fundamental o reaproveitamento destes resíduos, pois atualmente estes são descartados de maneira inadequada em aterros sanitários, contribuindo para a geração de problemas ambientais, ou permanecem no bananal, onde são utilizados como cobertura do solo (GONZÁLEZ-MONTELONGO et al., 2010).

A inflorescência da bananeira (Figura 1), também conhecida como botão floral ou coração de bananeira, é um dos resíduos da bananicultura, e corresponde ao conjunto de flores masculinas ainda em desenvolvimento (SOTO BALLESTERO, 1992). As inflorescências desidratadas são excelentes complementos nutritivos com base no seu alto teor de potássio e fibras. Em virtude do seu elevado valor nutricional as inflorescências

podem ser utilizadas nas dietas sob a forma de farinha desidratada e, portanto, facilmente incorporados em alimentos (FINGOLO, 2011).

O engaço ou ráquis (conjunto formado por ráquis feminina e ráquis masculina) constitui o pedúnculo que sustenta o cacho de frutas. A separação das pencas durante o processo de embalagem seja nas casas de embalagem ou nos centros distribuidores deixa como único resíduo o engaço. A disposição final do engaço gera sérios problemas ambientais e fitossanitários devido ao seu grande volume e rápida degradação (KRUGE et al., 1999). As flores masculinas estão no ráquis masculino, a partir do ponto de inserção da última penca e termina no botão floral (SOTO BALESTERO, 1992). Já as brácteas têm a função de proteger as flores que darão origem as bananas, as quais após o processo de polinização se desprenderão da planta naturalmente, não tendo valor de mercado para comercialização, sendo então descartadas (NETO e MELO, 2014).

Figura 1- Inflorescência de bananeira



Fonte: [http://hortaaporta.blogspot.com.br/2012\\_10\\_01\\_archive.html](http://hortaaporta.blogspot.com.br/2012_10_01_archive.html);

### 3.2 LINGUIÇA FRESCAL

Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado. A linguiça designada Toscana é o produto cru e curado obtido exclusivamente de carnes suína, adicionada de gordura suína e ingredientes (BRASIL, 2000). Na Tabela 1, estão

apresentadas as características das linguiças frescas descritas no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiças frescas do Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 2000).

As linguiças são um dos derivados cárneos mais fabricados no Brasil, fato que talvez se deva a uma tecnologia simples que utiliza poucos equipamentos, sendo estes relativamente baratos. No entanto, apesar da tecnologia ser relativa e simples exige certos conhecimentos básicos que, se não aplicados corretamente, levam ao aparecimento de defeitos (TERRA, 1998).

Tabela 1- Características de identidade e qualidade de linguiças frescas.

<b>Características</b>	<b>Quantidade</b>
Umidade (máx)	70
Proteína (min)	12
Gordura (máx)	30
Cálcio (em base seca) (máx)	0,1
Amido	Não permitido
CMS*	Não permitido

Fonte: BRASIL, 2000.

CMS\*: Carne mecanicamente separada

O preparo da linguiça é feito com carnes de animais de açougue. Essas carnes são desossadas e trituradas em discos apropriados, depois são levadas para a misturadeira adicionando sais de cura, temperos, toucinhos e demais ingredientes, dependendo da formulação de cada tipo de linguiça. Em seguida a massa é levada para a embutideira, onde é colocada em tripas naturais ou artificiais comestíveis (TERRA, 1998).

Posteriormente as linguiças são levadas para a câmara de refrigeração onde permanecem por tempo suficiente para que ocorra o desenvolvimento das características desejáveis a este tipo de produto (TERRA, 1998). As linguiças frescas não são maturadas nem dessecadas, sendo lançadas no mercado na mesma forma em que são produzidas, em embalagens plásticas ou sob vácuo (BRASIL, 2000).

### 3.3 ANTIOXIDANTES NATURAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS



Os antioxidantes sintéticos têm sido amplamente utilizados para reduzir as reações oxidativas e preservar as características sensoriais dos produtos, incluindo hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisol butilado (BHA), além de nitritos e nitratos (RODRIGUES et al., 2019). Porém, os consumidores estão cada vez mais conscientes das implicações toxicológicas dos antioxidantes sintéticos, havendo uma demanda crescente por produtos mais saudáveis, o que levou a indústria da carne a substituir esses compostos por antioxidantes naturais (LORENZO et al., 2018).

Antioxidantes naturais podem ser incorporados na carne por meio de óleos essenciais ou podem ser diretamente adicionados aos diferentes tipos de carnes e seus subprodutos. Ainda assim, devem ser utilizados sem comprometer suas propriedades sensoriais (NKUKWANA et al., 2014).

A maioria dos antioxidantes naturais são obtidos de vegetais, frutas e sementes, nas quais os compostos fenólicos são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade antioxidante. Extratos vegetais que apresentam compostos fenólicos são considerados fontes satisfatórias de antioxidantes, pois possuem alta atividade de doação de hidrogênio ou tem alta capacidade de absorver radicais livres. A atividade antioxidante desses compostos depende de seu esqueleto estrutural e padrão dos seus grupos funcionais (BREWER, 2011).

Antioxidantes naturais provindos de matérias-primas de diversas fontes vegetais têm sido testados quanto à aplicabilidade em alimentos. Shan, Cai e Corke (2009) aplicaram extratos de canela, orégano, cravo, casca de romã e semente de uva na carne suína. Todos os extratos aumentaram a estabilidade da carne de porco crua contra a oxidação lipídica. Ozvural e Vural (2012) avaliaram o efeito do extrato de semente de uva (0,01, 0,03, 0,05, 0,1, 0,3 e 0,5 %) em salsichas. Os resultados mostraram que o aumento no nível de extrato de semente de uva em salsichas ocasionou uma diminuição nos valores de TBARS, devido ao elevado teor de antioxidante contido no extrato.

### **3.3.1 Oxidação lipídica**

O processo de oxidação lipídica é o principal fator responsável pela deterioração de alimentos que apresentam alto conteúdo de gorduras. A oxidação leva diretamente ao ranço e indiretamente à deterioração da cor. Estudos anteriores relataram que produtos secundários a oxidação lipídica podem causar a formação de metamioglobina

(FAUSTMAN et al., 2010). O aumento da quantidade dessa forma de mioglobina contribui para a mudança de cor da carne, passando de vermelho rosado, altamente aceitável pelos consumidores, a marrom, inaceitável (POGORZELSKA et al., 2018).

A estrutura lipídica dos alimentos (insaturações), o meio onde se encontram (contato com oxigênio e luz) e a presença de pré-oxidantes (íons metálicos de transição) e antioxidantes são fatores determinantes para estas reações (SHAHIDI e ZHONG, 2015) que podem ocorrer por diferentes mecanismos, como reações hidrolíticas, oxidação enzimática, fotoxidação e autooxidação (SOARES et al., 2012).

De acordo com Almeida (2005), os principais fatores que afetam a deterioração da qualidade da carne pela oxidação lipídica incluem a composição dos fosfolipídios, o teor de ácidos graxos poli-insaturados na carne, a presença de íons metais livres. Dentre os fatores extrínsecos que contribuem para o desenvolvimento desse processo em carnes estão as condições de processamento, como a moagem, o tratamento térmico, a aplicação de alta pressão, a adição de outros ingredientes na formulação do produto, a temperatura de armazenamento, o tipo de embalagem e a exposição à luz (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009).

Existem diferentes métodos para quantificar a oxidação lipídica. Em carnes e produtos cárneos o mais usual é o teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), devido à sua simplicidade e rapidez no resultado. Este teste quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formado durante o processo oxidativo (OSAWA, FELICIO e GONÇALVES, 2005).

Dentre as estratégias utilizadas para impedir a oxidação lipídica, pode-se citar a utilização de embalagens a vácuo que restringem o acesso ao oxigênio durante o armazenamento e o uso de antioxidantes (TANG et al., 2001). Estes componentes são adicionados a produtos frescos e em carnes processadas para prevenir o ranço oxidativo, retardar o desenvolvimento de *off-flavor* e melhorar a estabilidade de cor (NAM; AHN, 2003).

### 3.4 INCORPORAÇÃO DE FIBRA ALIMENTAR EM PRODUTOS CÁRNEOS

O aumento do consumo de produtos cárneos, aliado à necessidade de produzir alimentos saudáveis com boa aceitabilidade, incrementou os estudos sobre o uso de fibras. Assim, a incorporação de componentes funcionais em derivados cárneos oferece

benefícios adicionais à saúde, além da nutrição básica, o que os torna reconhecidos como alimentos funcionais (HAO e BETA, 2012). Tais produtos enriquecidos são mais saudáveis quando comparados com os convencionais, no entanto a produção de alimentos funcionais limita-se, uma vez que pode-se alterar as características sensoriais (DECKER e PARK, 2010; MEHTA et al., 2013).

Pesquisas vêm sendo realizadas sobre aplicações de várias proteínas não cárneas, fibras, minerais ou compostos bioativos em produtos cárneos (SELGAS, CÁCERES e GARCIA, 2005; CHOI et al., 2009). Alguns tipos de fibras têm sido avaliados individualmente ou combinadas em formulações de produtos cárneos com teor reduzido de gordura, como produtos reestruturados e emulsionados (WEISS et al., 2010).

Em razão da gordura de origem animal estar relacionada a diversas doenças crônicas, pesquisadores têm somado esforços no sentido de estudar ingredientes que possam atuar como substitutos desse tipo de gordura em alimentos cárneos (OLIVEIRA et al., 2013). Cristofolletti et al. (2013) avaliaram a relação entre o consumo de embutidos cárneos e a obesidade, observando uma associação positiva entre os dois fatores.

Para reduzir o teor de gordura em produtos alimentícios é necessário levar em consideração seu papel multifuncional, particularmente, sua presença na matriz do alimento (HUBER, 2012). Em produtos cárneos, a gordura é essencial ao sabor e à textura, portanto a sua redução pode afetar a aceitabilidade do produto (MITTAL e BARBUT, 1994). De acordo com Jimenez-Colmenero (1996), para a redução do teor de gordura em produtos cárneo, é necessária a utilização de ingredientes não cárneos que permitam sua substituição tecnológica, assim como sua combinação com outros ingredientes.

A fibra alimentar pode substituir a gordura de produtos cárneos, gerando baixo teor de lipídios e aumento de fibra (BREWER, 2012; PIÑERO et al., 2008; ZHANG et al., 2010), além de outras vantagens reológicas como o aumento da capacidade de retenção de água, incremento da estabilidade de emulsão, o que resulta em um produto com maior rendimento após cozimento e melhora na estabilidade oxidativa quando as fontes de fibras estão relacionadas com antioxidantes fenólicos (CHOI et al., 2009; MEHTA et al., 2013).

## 4 MANUSCRITO 1

*Artigo publicado na revista "Meat Science", Qualis A1 em Ciência de Alimentos.*

1 **Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a**  
2 **natural antioxidant in meat products**

3 Angela Souza Rodrigues<sup>a</sup>, Ernesto Hashime Kubota<sup>b</sup>, Paulo Cezar Bastianello  
4 Campagnol<sup>b</sup>, Camila Giacomelli da Silva<sup>a</sup>, Jamila dos Santos Alves<sup>a</sup>, Tiffany Prokopp  
5 Hautrive<sup>c</sup>, Geangela Souza Rodrigues<sup>d</sup>.

6

7 <sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências  
8 Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

9 <sup>b</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais,  
10 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

11 <sup>c</sup>Departamento de Alimentos e Nutrição, Campus Palmeira das Missões.

12 <sup>d</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa  
13 Maria – UFSM.

14

15 **ABSTRACT**

16 The bioactive compounds and the antioxidant activity of extracts made with various parts  
17 of banana inflorescences (bracts, male flowers, rachis, and whole inflorescence) were  
18 evaluated in the first part of this study. The extract made with male flowers (EMF) had a  
19 higher content of phenolics and flavonoids, lower IC<sub>50</sub> value, and higher FRAP value.  
20 Thus, EFM was selected to be used in sausage formulations at the concentrations of 0,  
21 0.5, 1, 1.5, and 2 %. The effect of this reformulation on the physicochemical, oxidative,  
22 and sensory characteristics of the sausages was evaluated during the refrigerated storage  
23 (28 days). EFM presented an effective antioxidant activity, with no major changes on pH,  
24 aw, and color parameters. In addition, the sensory quality of the product was not affected  
25 by the addition of up to 2 % EMF. Therefore, EMF has great potential to be used as a  
26 natural antioxidant in meat products.

27

28

29 **Keywords:** Natural antioxidant. Bioactive compounds. Banana inflorescence.

## 30 **1. Introduction**

31

32 The changes in eating habits over the past few decades have led people to look for  
33 healthier, more affordable and pleasant-looking foods. Therefore, the food industry has  
34 developed new formulations to increase the shelf life of the products and improve food  
35 quality and safety (Nikmaram et al., 2018).

36 Raw sausages are widely consumed in several countries. This kind of product  
37 contains a high amount of animal fat (up to 35 %) and require cooking before eating.  
38 Lipid oxidation is considered one of the major factors that reduce the shelf life of raw  
39 sausages. This reaction produces undesirable and perceptible compounds and affects the  
40 nutritional value of the foods (Ribeiro et al., 2019). Several synthetic antioxidants have  
41 been widely used to reduce the oxidative reactions and preserve the sensory attributes,  
42 including butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA), as well as  
43 nitrites and nitrates (Shah, Bosco, & Mir, 2014). However, consumers are increasingly  
44 aware of the toxicological implications of the synthetic antioxidants, thus there is an  
45 increasing demand for healthier products, which has led the meat industry to replace these  
46 compounds with natural antioxidants (Lorenzo et al., 2018).

47 The banana tree is an herbaceous plant that develops quickly reaching a large size,  
48 requiring high water and nutrient content (Guiné & Costa, 2017). The nutritional value of  
49 bananas is based on the high amount of sugars, fiber, vitamins, and minerals and lower  
50 fat content (Qamar & Shaikh, 2018). However, during cultivation, a large amount of  
51 waste is generated, reaching 220 tons of plant mass per hectare of soil (Chai et al., 2018).  
52 Thus, studies on alternatives for the use of these wastes are required, aiming to add  
53 economic value and reduce the impact caused to the environment.

54 Banana inflorescence, also known as a flower bud or banana heart, is one of the  
55 main residues of banana crop and corresponds to the set of male flowers still in  
56 development. Dehydrated inflorescences contain high levels of potassium and fiber, and  
57 are used to increase the nutritional value of foods in many countries. In addition, studies  
58 have shown that this residue has a high content of antioxidant compounds (Padam, Tin,  
59 Chye, & Abdullah, 2012). Thus, in the first part of this study, the bioactive compounds  
60 and the antioxidant activity of extracts made with various parts of banana inflorescences  
61 (bracts, male flowers, rachis, and whole inflorescence) were determined. Then, different  
62 concentrations of the extract made with the male flowers of banana inflorescences were

63 used in raw sausage formulations. The effect of this reformulation on the  
64 physicochemical, oxidative, and sensory characteristics was evaluated during the  
65 refrigerated storage.

66

## 67 2. Materials and methods

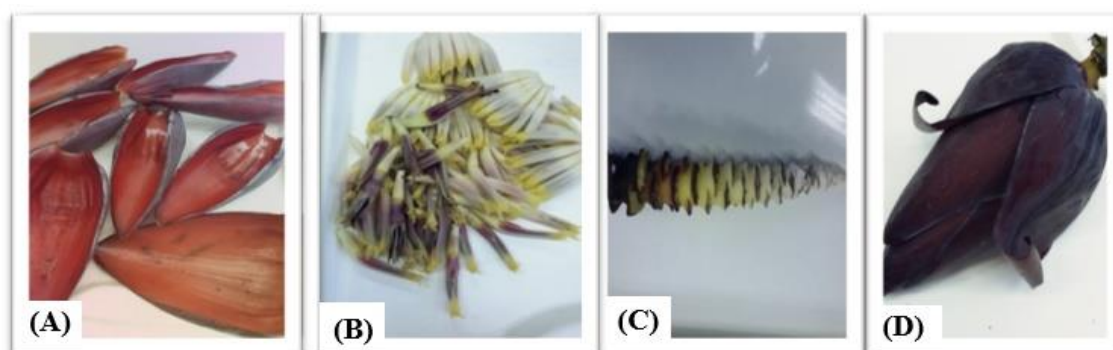
68

### 69 2.1. Raw material

70

71 Banana (*Musa cavendishii*) inflorescences of the organic banana Prata cultivar  
72 were harvested in São João do Polêsine (RS, Brazil) (29 ° 36 '50 "S, 53 ° 26' 44" W,  
73 altitude: 37 m). Bracts (Fig. 1.A), male flowers (Fig. 1.B) and male rachis (Fig. 1.C) were  
74 separated from the whole inflorescence (Fig.1.D). Afterward, the male flowers were cut  
75 manually, subjected to bleaching in water (100 ° C, 1 min), followed by cooling in cold  
76 water (15 ° C, 3 min) (Borges et al., 2010). The material was pre-dried in an oven with  
77 forced air circulation at 55 ° C for 24 hours and milled in a Wiley mill with 1 mm screen,  
78 packed in plastic bags, and stored at -18 ° C until analysis.

79



80

81 Fig. 1. Banana inflorescences. Bracts (A); Male Flowers (B); Male Rachis (C); Whole  
82 Inflorescence (D).

83

### 84 2.2. Obtaining the extracts from banana inflorescences

85

86 Extracts of the banana inflorescence constituents were elaborated according to the  
87 methodology described by Kim et al. (2013), with modifications. The constituents were  
88 mixed with distilled water 1:20 (w/v) and stirred for 1h at 95–100 °C. The mixture was  
89 filtered on filter paper (Wattman, Ø 18.5cm, Selecta, Germany) and the initial volume

90 was adjusted with distilled water. The extracts were placed in amber flasks and stored at  
91  $-18^{\circ}\text{C}$  until analysis.

92

### 93 *2.3. Bioactive characterization of banana inflorescence extracts*

94

95 The determination of total phenolic compounds was performed in triplicate  
96 according to the Folin-Ciocateau spectrophotometric method, as described by Singleton,  
97 Orthofer, and Lamuela-Raventos (1999). Gallic acid was used as a standard and the  
98 results were expressed as gallic acid equivalents (mg GAE/L), calculated using a  
99 calibration curve ( $Y=0.0012x-0.0025$ ,  $R^2=0.9981$ , where  $Y$ =absorbance and  
100  $X$ =concentration) constructed using concentrations ranging from 0 to 50mg/L.

101 Total flavonoids were determined in triplicate according to the method described  
102 by Serra Bonvehí, Soliva Torrentó, and Centelles Lorente (2001). The results were  
103 calculated using a quercetin calibration curve ( $Y=0.0027x-0.0772$ ,  $R^2=0.9672$ )  
104 constructed with concentrations ranging from 0 to 50mg / L, and the results were  
105 expressed as mg quercetin  $\text{mL}^{-1}$  extract.

106 The antioxidant activity of the samples was determined by the ability of the  
107 antioxidants to scavenge the 1,1-diphenyl-2 picrylhydrazyl (DPPH) radical. The results  
108 were expressed as  $\text{IC}_{50}$  (half-maximal inhibitory concentration) (Brand-Williams,  
109 Cuvelier, & Berset, 1995). The antioxidant activity by iron reduction (FRAP assay) was  
110 performed according to the methodology described by Benzie and Strain (1996), using a  
111 Trolox calibration curve and the results were expressed as  $\mu\text{mol TE} / \text{g}$  sample. The  
112 analysis was performed in triplicate.

113 The calibration curves were elaborated with Microsoft Excel statistical software  
114 (Microsoft Corporation, Microsoft Office Excel2007, Redmond, WA).

115

### 116 *2.4. Addition of EFM (extract of male flowers) and preparation of sausages*

117

118 Five treatments were performed to determine the effect of EMF on the  
119 physicochemical, oxidative, and sensory characteristics of the sausages, as shown in  
120 Table 1. The pork and pork back fat were donated by a Federal Inspection Slaughter. The  
121 other additives and condiments were donated by Ibrac Aditivos e Condimentos (Rio  
122 Claro, São Paulo, Brasil).

123 The pork and pork back fat were ground in a grinder using 8mm discs (Jamar  
 124 PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil). Subsequently, pork was mixed (MJI 35, Jamar) with  
 125 the salt for the extraction of myofibrillar proteins. The remaining ingredients were added  
 126 and mixed until complete homogenization. Then, the mixture was stuffed in 10mm  
 127 diameter natural casings previously hydrated in 1 % acetic acid solution. The raw  
 128 sausages were then placed in polystyrene trays, covered with plastic wrap and stored for  
 129 28 days at  $4 \pm 1$  °C.

130

131 **Table 1**

132 Formulation of sausages containing four concentrations of extract of male flowers  
 133 (EMF).

(%)	Control	EFM <sub>0.5%</sub>	EFM <sub>1%</sub>	EFM <sub>1.5%</sub>	EFM <sub>2%</sub>
Pork	78.86	78.86	78.86	78.86	78.86
Pork back fat	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Water	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Extract of male flowers	-	0.50	1.00	1,50	2,00
Salt	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Sodium nitrite	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Sodium erythorbate	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Monosodium glutamate	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Garlic	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Black pepper	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100	100	100	100	100

134

135 *2.5. Physicochemical characterization of the sausages*

136

137 *2.5.1. Proximate composition*

138

139 All determinations were performed in triplicate on the first day of storage of raw  
 140 sausages. Moisture, ash, protein, and lipid contents were determined according to official  
 141 methods described by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998).

142 *2.5.2. Determination of pH and water activity (aw)*



143

144 The pH and aw were determined in triplicate on days 1, 7, 14, 21, and 28 of  
145 storage. For that, 10 g of raw sausage were homogenized with 100mL of distilled water  
146 and the pH was measured by a digital potentiometer, calibrated with pH4.0 and pH7.0  
147 buffer solutions. The water activity was measured in an AquaLab apparatus Series 4 TEV  
148 (Decagon Devices, INC.).

149

#### 150 2.5.3. *Color measurements*

151

152 The color of the raw sausages was analyzed according to the International  
153 Lighting Commission (CIE) system using the parameters L \*, a \* and b \* (CIELAB scale)  
154 in a colorimeter (Chroma Meter CR-300 Konica Minolta Sensing, Ins. Japan) calibrated  
155 using white calibration plate. The analysis was performed with illuminant A, 10°  
156 observation angle and round aperture size of 1.5cm diameter. Ten readings were taken on  
157 the surface of each sample. Results were expressed as L \*, a \*, b \* values.

158

#### 159 2.5.4. *Lipid oxidation-TBARS*

160

161 The evaluation of the lipid oxidation of the raw sausages was performed by the  
162 Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) assay according to Bruna, Ordonez,  
163 Fernández, Herranz, and Hoz (2001), TBARS values were determined in triplicate on  
164 days 1,7,14, 21 and 28 of storage, and the results were expressed as mg malonaldehyde  
165 per kilogram sample (mg MDA / kg).

166

#### 167 2.5.5. *Consumer study*

168

169 The project was approved by the Research Ethics Committee (CAAE:  
170 81489317.1.0000.5346) of the Federal University of Santa Maria (UFSM). Prior to  
171 sensory analysis, the microbiological quality of the raw sausages was evaluated in  
172 accordance with the microbiological standards established by the Brazilian legislation  
173 (Brasil, 2002). For this reason, the sensory evaluation was carried out on the 10th day of  
174 storage. The sausages were cooked in an oven at 180 °C until reaching an internal  
175 temperature of 72 °C. The cooked sausages were cut into 2 cm slices, individually  
176 wrapped in aluminum foil and kept in an oven at 60 °C. Each consumer received

177 approximately 30g of sample of each treatment. The samples were coded with three  
178 random numbers and served to consumers in sequential monadic form, following a  
179 Williams Latin Square design (Macfie, Bratchell, Greenhof, & Vallis, 1989). Consumers  
180 were also provided with water and biscuits for palate cleansing. The tests were performed  
181 in individual booths with fluorescent lighting (350lx). The acceptance of the samples was  
182 investigated by the effective acceptability test using 96 assessors (75 % male and 25 %  
183 female, aged 20 to 58 years) (Stone, Bleibaum, & Thomas, 2012). The assessors used a  
184 9-point structured hedonic scale (1 - disliked very much; 9- liked very much) to rate the  
185 attributes color, aroma, flavor, texture, and overall acceptance.

186

## 187 *2.6. Statistical analysis*

188

189 The whole experiment was repeated four times (n=4). Data were analyzed by  
190 analysis of variance (ANOVA) using a general linear model. For the physicochemical  
191 analysis, two sources of variance were evaluated, the first one was the EMF levels (0, 0.5,  
192 1, 1.5 and 2 %) and the second was the storage period (1, 7, 14, 21 and 28 days). EMF  
193 levels and storage period and their interactions were considered as a fixed factors in the  
194 model and replicates as a random effect. Sensory analysis was done in one session. For  
195 the sensory analysis, treatments were considered as a fixed effect and consumers as a  
196 random variable. When significant differences were found, the Tukey's test at 5 %  
197 significance level was used. Data were evaluated using the SPSS statistical program  
198 (SPSS, Chicago, IL, USA).

199

## 200 **3. Results and discussion**

201

### 202 *3.1. Bioactive compounds of banana inflorescence extracts*

203

204 The extracts of the banana inflorescence constituents were characterized for total  
205 phenolics, flavonoids, IC<sub>50</sub> and FRAP assays (Table 2).

206

207 Several health benefits can be attributed to the phenolic compounds present in  
208 fruits, vegetables, and medicinal herbs, such as antioxidant, anti-inflammatory,  
209 antimicrobial and anticarcinogenic activities. In addition, the consumption of flavonoid-  
containing products is associated with a lower risk of cardiovascular disease, with health

benefits even in small quantities (Somparn, Saenthaweeuk, Naowaboot, Thaeomor, & Kukongviriyapan, 2018). In this study, all extracts made with the various parts of banana inflorescences (bracts, male flowers, rachis, and whole inflorescence) contained phenolic compounds and flavonoids, and the highest ( $p < .001$ ) level was observed in the extract made with the male flowers (EMF) (Table 2). The EMF also presented the lowest ( $p < .001$ )  $IC_{50}$  value and the highest ( $p < .001$ ) FRAP value ( $p < .05$ ) among all extracts analyzed (Table 2). Thus, EMF was selected to be used as a natural antioxidant in sausage formulations, due to higher phenolic and flavonoid contents and higher antioxidant activity.

219

## 220 **Table 2**

221 Bioactive compounds of banana inflorescence extracts.

Extract	Total Phenolics (mg GAE/L)	Flavonoids (mg quercetinmL <sup>-1</sup> )	$IC_{50}$ (mg/ml)	FRAP ( $\mu$ mol TE/g)
Bracts	106.24 <sup>b</sup>	9.55 <sup>c</sup>	2.50 <sup>b</sup>	3.12 <sup>b</sup>
Male flowers	181.25 <sup>a</sup>	20.68 <sup>a</sup>	0.46 <sup>d</sup>	9.77 <sup>a</sup>
Rachis	70.47 <sup>d</sup>	7.35 <sup>d</sup>	4.70 <sup>a</sup>	1.82 <sup>d</sup>
Whole inflorescence	87.63 <sup>c</sup>	11.78 <sup>b</sup>	2.10 <sup>c</sup>	2.98 <sup>c</sup>
SEM	0.9	0.4	0.9	0.2
Sig	***	***	***	***

222 <sup>a-d</sup>Mean values in the same column not followed by a common letter differ significantly ( $p < .05$ ) by Tukey  
 223 test. SEM: standard error of the mean. Sig.: significance: □□□ ( $p < .001$ ).

224

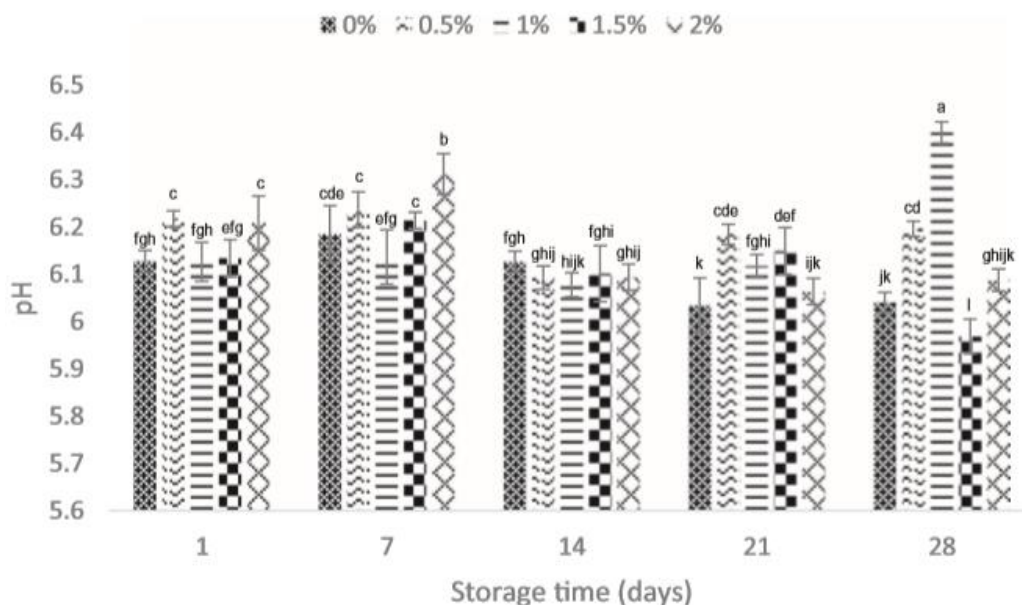
### 225 *3.2 Effect of the addition of EMF on the physicochemical, oxidative, and* 226 *sensory characteristics of the sausages*

227 The addition of EMF did not affect ( $p > .05$ ) the proximate composition of the  
 228 sausages, with 47.5 to 50.9 % moisture, 15.3 to 18.3 % protein, and 25.1 to 27.0 % fat  
 229 (data not shown). Moisture, protein, and fat contents of all treatments were within the  
 230 parameters established by the Brazilian legislation (Brasil, 2000).

231 A significant ( $p < .001$ ) interaction was detected between the EMF level and  
 232 storage time on pH values (Fig. 2). However, the effect of adding EMF was not evident.  
 233 The pH values ranged from 5.9 to 6.4 during storage. This evolution of pH values of  
 234 sausages during the storage period can be considered normal (Šojić et al., 2019). The  
 235 addition of EMF and the storage time and their interactions did not affect ( $p > .05$ ) the

236 aw values of sausages. The aw values of sausages during storage were close to 0.96 (data  
 237 not shown), which is as expected for this type of meat product (Feiner, 2006).

238



239

240 **Fig. 2.** Overall effects of EMF level and storage time on pH values of sausages. Averages  
 241 followed by the same letter did not show any significant difference ( $P > .05$ ) by Tukey  
 242 test.

243

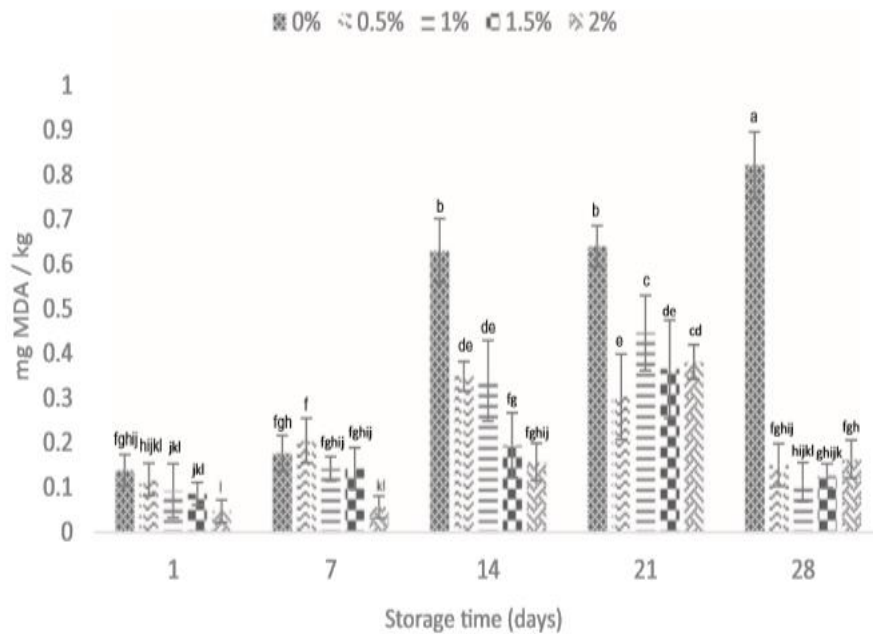
244 The determination of TBARS is one of the most commonly used methods for  
 245 assessing the lipid oxidation of meat products during storage (Fan et al., 2018). The  
 246 interaction between the effects (EMF levels  $\times$  storage period) was significant ( $p < .001$ )  
 247 for TBARS values (Fig. 3). The addition of EMF significantly reduced the TBARS values  
 248 of the sausages. These results are closely related to the high antioxidant activity of EMF  
 249 (Table 2). Soon after the manufacture (day 1), TBARS values were close to 0.1 mg  
 250 MDA/kg, which is in line with results obtained by other authors for meat products  
 251 (Almeida et al., 2015). In general, TBARS increased significantly during storage for all  
 252 treatments. This result is expected and can be due to the oxidation of unsaturated fatty  
 253 acids present in the lipid fraction of the sausages (Heck et al., 2017).

254

255 Lower TBARS values ( $p < .001$ ) were observed for the treatments with the  
 256 addition of EMF when compared to the control, from day 14 until the end of storage. It is  
 257 noteworthy that on the 14th day of storage, the TBARS values of the control were  
 258 associated with consumers' perception of rancid flavor ( $>0.5$  MDA/kg) (Gray & Pearson,  
 1987). On the other hand, the addition of EMF was effective to keep the TBARS values

259 of the sausages below the detection limit throughout the storage. These results are closely  
 260 related to the high antioxidant activity of EMF (Table 2).

261



262

263 **Fig.3.** Overall effects of EMF level and storage time on TBARS values of sausages.  
 264 Averages followed by the same letter did not show any significant difference ( $P > .05$ )  
 265 by Tukey test.

266

267 The addition of plant extracts usually causes changes in the color of meat products,  
 268 which may lead to rejection by consumers (Almeida et al., 2015). In this study, the  
 269 addition of up to 1.5 % EMF did not cause major changes in  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values  
 270 immediately after manufacture (day 1) (Table 4). However, the formulation EMF<sub>2.0%</sub> had  
 271 lower ( $p < 0.001$ )  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values when compared to the control on day 1, probably  
 272 due to the higher water retention of this formulation for its higher pH (Table 3). In general,  
 273  $L^*$  values increased during 28 days of storage for all treatments, leading to an increase  
 274 in pigment concentration and a consequent increase in  $a^*$  and  $b^*$  values. This behavior  
 275 has already been reported by other authors (Biswas, Chatli, & Sahoo, 2012; Stefanello et  
 276 al., 2015) and is expected for this type of meat product.

277 **Table 3**

278 Overall effects of EMF level and storage time on instrumental color (L\*, a\* and b\*) of  
 279 sausages.

Variance source	L*					a*			b*		
	N	Mean	SEM	Sig.	Mean	SEM	Sig.	Mean	SEM	Sig.	
Extract level (EL)	0%	160	50.4 <sup>a</sup>	0.3	n.s.	15.7 <sup>a</sup>	0.1	**	14.1 <sup>a</sup>	0.1	n.s.
	0.5%	160	52.3 <sup>a</sup>			16.2 <sup>a</sup>			14.4 <sup>a</sup>		
	1%	160	52.6 <sup>a</sup>			15.6 <sup>a</sup>			14.1 <sup>a</sup>		
	1.5%	160	52.1 <sup>a</sup>			14.8 <sup>b</sup>			14.1 <sup>a</sup>		
	2.0%	160	53.7 <sup>a</sup>			14.4 <sup>b</sup>			14.4 <sup>a</sup>		
Storage period (ST) (Days)	1	146	46.9 <sup>c</sup>	0.4	***	13.1 <sup>b</sup>			12.6 <sup>b</sup>		
	7	146	48.4 <sup>c</sup>			14.6 <sup>b</sup>	0.1	***	13.1 <sup>b</sup>	0.1	***
	14	146	46.6 <sup>c</sup>			13.2 <sup>b</sup>			12.7 <sup>b</sup>		
	21	146	58.7 <sup>b</sup>			18.1 <sup>a</sup>			16.7 <sup>a</sup>		
	28	146	60.4 <sup>a</sup>			17.7 <sup>a</sup>			16.1 <sup>a</sup>		
			ELxST	n.s.		ELx ST	n.s.		ELx ST	n.s.	

280 SEM: Standard error of the mean. Averages within the same column in the same section followed by the  
 281 same letter did not show any significant difference ( $p > .05$ ) by Tukey test. Sig.: significance; □□□P <  
 282 .001.; □□p < .01; □p < .05; n.s. (not significant).

283

**Table 4**

Results of consumer study of sausages containing EMF.

	Batches					SEM	Sig.
	Control	EMF0.5	EMF1.0	EMF1.5	EMF2.0		
<b>Color</b>	6,72 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	0,3	*
<b>Aroma</b>	6,30 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	6,44 <sup>a</sup>	6,34 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	0,2	*
<b>Flavor</b>	6,77 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	0,3	*
<b>Texture</b>	6,60 <sup>a</sup>	6,54 <sup>a</sup>	6,72 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	0,2	*
<b>Overall acceptability</b>	6,84 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>	0,2	*

284 SEM- Standard error of the mean. Averages within the same line followed by the same lowercase letters  
 285 did not show any significant difference ( $p > .05$ ) by Tukey test. Batches: Control: 0 % extract of male  
 286 flowers (EMF); EMF0.5 %: 0.5 % EMF; EMF1.0 %: 1.0 % EMF; EMF1.5 %: 1.5 % EMF; EMF2.0 %: 2.0  
 287 % EMF. Sig.: significance; n.s. (not significant).

288

289 The sensory characteristics of the sausages made with different concentrations of  
 290 EMF are shown in Table 5. All attributes had average scores around 6 and 7, classified  
 291 as “liked slightly” and “liked moderately” in the hedonic scale, with no significant

292 differences ( $p < 0.05$ ) when compared to the control (0 % extract). Therefore, this result  
293 suggests that the addition of up to 2 % EMF did not impair the sensory quality of the  
294 sausages.

295

#### 296 **4. Conclusion**

297

298 The determination of the bioactive compounds and the antioxidant activity of  
299 extracts made with different parts of banana inflorescences proved that male flowers have  
300 great potential to be used as natural antioxidants. The addition of EMF to the sausage  
301 formulations had a very positive effect on the control of lipid oxidation during storage.  
302 The maximum amount of EMF (2 %) used in this study did not affect the sensory  
303 acceptance of the products. Therefore, further studies are necessary to find out at what  
304 percentage of addition of EMF the sensory quality is affected. This information will be  
305 useful to make end products with maximum antioxidant property.

306

#### 307 **5. References**

308

309 Almeida, P. L., Lima, S. N., Costa, L. L., Oliveira, C. C., Damasceno, K. A., Santos, B.  
310 A., & Campagnol, P. C. B. (2015). Effect of jabuticaba peel extract on lipid  
311 oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during  
312 refrigerated storage. *Meat Science*, *110*, 9-14.

313 Amaral, A. B., Silva, M. V., & Lannes, S. C. S. (2028). Lipid oxidation in meat:  
314 mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology*, *38*, 1-  
315 15.

316 Anvisa, Resolução RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001 – Aprova o regulamento  
317 técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>.

319 AOAC (1998). Official methods of analysis (16th ed.). Arlington, DC: Association of  
320 Official Analytical Chemists.

321 Benzie, I. F.F., & Strain, J.J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a  
322 measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, *239*,  
323 70-76.

324 Biswas, A. K., Chatli, M. K., & Sahoo, J. (2012). Antioxidant potential of curry  
325 (Murrayakoenigii L.) and mint (Menthaspicata) leaf extracts and their effect on  
326 colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage.  
327 *Food Chemistry*, *133*, 467-472.

- 328 Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method  
329 to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- 330 Brasil. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000.  
331 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela, Linguiça, Salsicha,  
332 Almôndega, Hambúrguer e Fiambre. *Diário Oficial da República Federativa do*  
333 *Brasil*, Brasília.
- 334 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC  
335 nº 12 de 02 de janeiro de 2002, que aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões  
336 Microbiológicos em alimentos. Brasília.
- 337
- 338 Campagnol, P. C. B., Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N., & Pollonio, M. A. R. (2011).  
339 The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl  
340 content. *Meat Science*, 87, 290-298.
- 341 Chai, S. Y., Abbasiliasi, S., Lee, C. K., Ibrahim, T. A. T., Kadkhodaei, S., Mohamed,  
342 M. S., & Tan, J. S. (2018). Extraction of fresh banana waste juice as non-cellulosic  
343 and non-food renewable feedstock for direct lipase production. *Renewable Energy*,  
344 126, 431–436.
- 345 Dutcosky, S. D. (2007). Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat.
- 346 Fan, X.-J., Liu, S.-Z., Li, H.-H., He, J., Feng, J.-T., Zhang, X., & Yan, H. (2018).  
347 Effects of *Portulaca oleracea* L. extract on lipid oxidation and color of pork meat  
348 during refrigerated storage. *Meat Science*, 147, 82-90.
- 349 Gray, J., & Pearson, A. (1987). Rancidity and warmed-over flavor. In A. Pearson, & T.  
350 Dutson (Eds). *Advances in meat research*, 221-269.
- 351 Macfie, H., Bratchell, N., Greenhof, K., & Vallis, L. Designs to balance the effect of  
352 order of presentation and first- order carry- over effects in hall tests. *Jouranl of*  
353 *Sensory Studies*, 4, 129-148.
- 354
- 355 Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Cox, R. B., Mallikarjunan, K.,  
356 & Roohinejad, S. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life,  
357 nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*,  
358 145, 245–255.
- 359 Kim, S. J., Min, S. C., Shin, H. J., Lee, Y. J., Cho, A. R., Kim, S. Y., & Han, J. (2013).  
360 Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant  
361 extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, 93, 715-722.
- 362 Lorenzo, J. M., Vargas, F. C., Strozzi, I., Pateiro, M., Furtado, M. M., Sant'Ana, A. S., &  
363 do Amaral Sobral, P. J. (2018). Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein  
364 oxidation of pork burger during shelf-life. *Food Research International*, 114, 47–54.



- 365 Park, Y. K., Koo, M. H., Sato, H.H., & Contado, J. L. (1995). Estudo de alguns  
366 componentes da própolis coletada por *Apis mellifera* no Brasil. *Arquivos de biologia*  
367 *e tecnologia*, 38, 1253-1259.
- 368 Qamar, S., & Shaikh, A.(2018). Therapeutic potentials and compositional changes of  
369 valuable compounds from banana- A review. *Trends in Food Science & Technology*,  
370 79, 1-9.
- 371 Ramos, E. M., & Gomide, L. M. A. (2007). *Avaliação da qualidade de carnes:*  
372 *fundamentos emetodologias*. Viçosa, MG: UFV.
- 373 Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A.,  
374 Lannes, S. C. S., & Silva, M. V. (2019). Natural antioxidants used in meat products:  
375 A brief review. , *Meat Science*, 148, 181-188.
- 376 Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants  
377 in meat and meat products. *Meat Science*, 98, 21–33.
- 378 Sheng, Z.W., Wei-hong, M., Jin-he, G., Yang, B., Wei-min, Z., Hua-ting, D., & Zhi-  
379 Qiang J. (2010). Investigation of dietary fiber, protein, vitamin E and other nutritional  
380 compounds of banana flower of two cultivars grown in China. *African Journal of*  
381 *Biotechnology*, 9, 3888-3895.
- 382 Silva, A.C.P. da., Sartori, G. V., & Oliveira, A.L. de.(2014). Composição nutricional do  
383 coração da bananeira e sua utilização como um alimento alternativo. *SaBios: Revista*  
384 *de Saúde e Biologia*, 9, 40-45.
- 385 Somparn, N., Saenthaweeuk, S., Naowaboot, J., Thaeomor, A., & Kukongviriyapan, V.  
386 (2018). Effect of lemongrass water extract supplementation on atherogenic index and  
387 antioxidant status in rats. *Acta Pharmaceutica*,68, 185–197.
- 388 Soto Ballestero, M. (1992). Bananos: cultivo y comercialización. 2 ed. San José.
- 389 Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total  
390 phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu  
391 reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- 392 Stefanello, F. S., Cavalheiro, C. P.; Ludtke, F.L., Silva, M. S da., Fries, L.L.M., & Kubota,  
393 E. H. (2015). Efeito da adição de extrato de cogumelo do sol em linguiça suína e  
394 avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica do produto. *Semina: Ciências*  
395 *Agrárias*, 36, 171-186.
- 396 Terra, N. N. (1998). Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo: Unisinos.
- 397 Terra, N. N.; Brum, M. A. R. (1998). Carne e seus derivados: técnicas de controle de  
398 qualidade. São Paulo: Nobel.
- 399 Yim, D.-G., Seo, J.-K., Yum, H.-W., Zahid, M.A., Park, J.-Y., Parvin, R., Go, J.,

400        Jin, S.-K., Koo, O.-K., & Yang, H.-S. (2019). Effects of *Caesalpinia sappan* L.  
401        extract on the color stability, antioxidant and antimicrobial activity in cooked pork  
402        sausages during cold storage. *Food Science and Technology*, *112*, 108-235.

## 5 MANUSCRITO 2

*Artigo formatado segundo a revista "Meat Science", Qualis A1 em Ciência de Alimentos.*

### 1 **Linguiça Toscana adicionada de farinha da inflorescência de bananeira como** 2 **antioxidante e substituto de gordura**

3

4 Angela Souza Rodrigues<sup>a</sup>, Paulo Cezar Bastianello Campagnol<sup>b</sup>, Camila Giacomelli da Silva<sup>a</sup>,  
5 Jamila dos Santos Alves<sup>a</sup>, Artur Henrique Pereira<sup>c</sup>, Suslin Raatz Thiel<sup>a</sup>, Anelise  
6 Friedriczewski<sup>a</sup>, Daniele Alves de Oliveira<sup>d</sup>, Milena Govea<sup>b</sup> e Ernesto Hashime Kubota<sup>b</sup>.

7

8 <sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências  
9 Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

10 <sup>b</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais,  
11 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

12 <sup>d</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria  
13 – UFSM.

14 <sup>c</sup>Departamento de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR

15

### 16 **RESUMO**

17 O objetivo deste trabalho foi à utilização da farinha da inflorescência de bananeira em linguiça  
18 a fim de elaborar um produto benéfico à saúde e que apresente características sensoriais  
19 aceitáveis uma vez que, a fibra alimentar atua nas características físicas do produto ao agir como  
20 agente emulsificante. Foi analisada a composição centesimal e tecnológica da farinha da  
21 inflorescência de bananeira. Posteriormente, elaboradas linguiças com diferentes concentrações  
22 de gordura e gel (farinha da inflorescência de bananeira + água). A partir de, foram realizadas  
23 as análises físico-químicas, sensoriais e microbiológicas durante os 35 dias de armazenamento  
24 da linguiça a 4 °C. A incorporação da farinha da inflorescência de bananeira influenciou  
25 positivamente nas características físico-químicas e oxidativas das linguiças toscanas durante o  
26 shelf life. Sendo assim, pode-se concluir que a farinha da inflorescência de bananeira pode ser  
27 adicionada em produtos cárneos, a fim de substituir a gordura e agir como um antioxidante  
28 natural diminuindo a oxidação lipídica.

29

30 **Palavras-chave:** Banana. Inflorescência. Fibra.

31

## 32 1. Introdução

33 A adoção de uma dieta rica em fibras pode contribuir para a diminuição das concentrações  
34 de lipídios séricos e dos níveis de adiposidade corporal e, ainda, reduzir a incidência de doenças  
35 cardíacas coronárias, diabetes *mellitus* e certos tipos de câncer, além de uma maior expectativa  
36 de vida (Oliveira et al., 2013; Fruet et al., 2014). Em decorrência desses fatores, é cada vez mais  
37 evidente a utilização de fibras alimentares em diferentes alimentos, bem como em produtos  
38 cárneos, pois essas também são almejadas por suas propriedades tecnológicas e econômicas,  
39 pois possuem funções de formar géis, reter água e gordura, aumentar a viscosidade,  
40 influenciando na textura, na formação e na estabilidade de emulsão (Henning, Tshalibe &  
41 Homan, 2016).

42 A banana ocupa a segunda posição na produção mundial de frutas (Silva, 2013), sendo uma  
43 das culturas agrícolas mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil  
44 são plantados mais de 480 mil hectares de banana por ano (IBGE, 2012) e o processo gera cerca  
45 de 105 milhões de toneladas de resíduo, do ponto de vista ambiental é fundamental seu  
46 reaproveitamento.

47 A inflorescência da bananeira, também conhecida como botão floral ou coração de  
48 bananeira, é um dos resíduos da bananicultura, e corresponde ao conjunto de flores masculinas  
49 ainda em desenvolvimento (Soto Ballester, 1992). As inflorescências desidratadas são um  
50 excelente complemento nutritivo com base no seu alto teor de potássio e fibras. Em virtude do  
51 seu elevado valor nutricional as inflorescências podem ser utilizadas nas dietas sob a forma de  
52 farinha desidratada e, portanto, facilmente incorporados em alimentos (Fingolo & Moura,  
53 2011).

54 Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais  
55 de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório  
56 natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado. Linguiça designada  
57 Toscana é especificamente o produto cru obtido exclusivamente de carnes suína, adicionada de  
58 gordura suína e ingredientes (Brasil, 2000).

59 Os produtos cárneos como salsichas, mortadelas, hambúrgueres e linguiças, geralmente  
60 contêm 20 a 30 % de gordura. Embora a gordura seja uma fonte importante de energia e ácidos  
61 graxos essenciais (Choi et al., 2010; Henning, Tshalibe & Homan, 2016), a possível associação  
62 entre a ingestão de gordura saturada e uma variedade de doenças crônicas não transmissíveis  
63 levou à demanda dos consumidores por produtos à base de carne mais saudáveis (Han &  
64 Bertram, 2017).

65 A indústria cárnea tem procurado desenvolver produtos que satisfaçam sensorialmente  
66 a expectativa dos consumidores e que ao mesmo tempo, possam ser consumidos sem oferecer  
67 riscos à saúde. As mudanças nas exigências dos consumidores e o aumento da competição  
68 global no mercado de alimentos têm levado as indústrias a adotarem novas tecnologias de  
69 processamento e uso de novos ingredientes (Carraro, 2012). As fibras alimentares têm sido  
70 avaliadas em vários estudos como substitutos de gordura em alimentos, incluindo os produtos  
71 cárneos (Petersson et al., 2014).

72 Neste sentido, este trabalho visou à aplicabilidade da farinha da inflorescência de  
73 bananeira como antioxidante e substituto da gordura em linguiça, a fim de elaborar um produto  
74 que além de ocasionar benefício à saúde também atua nas características físicas do produto ao  
75 agir como agente emulsificante.

76

## 77 **2. Material e métodos**

### 78 *2.1. Matéria-prima*

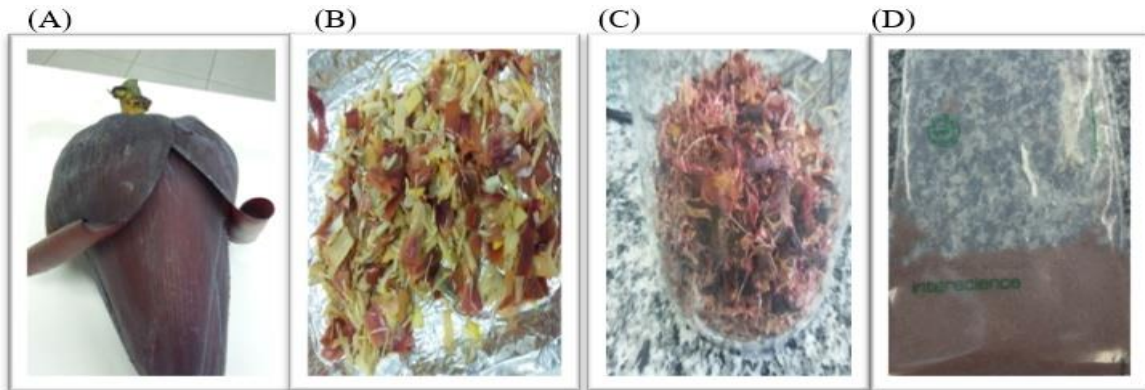
#### 79 *2.1.1. Ingredientes*

80 A carne suína, pernil e toucinho foram adquiridos em supermercado, localizado na  
81 cidade de Santa Maria/RS, as inflorescências de bananeira foram obtidas em São João do  
82 Polêsine (RS, Brasil) (29° 36' 50" S, 53° 26' 44" W, altitude: 37m) e os demais aditivos e  
83 condimentos foram doados pela Ibrac Aditivos e Condimentos (Rio Claro, São Paulo, Brasil).

84

#### 85 *2.1.2. Farinha da inflorescência de bananeira (FIB)*

86 Para a obtenção da farinha da inflorescência de bananeira (*Musa cavendishii*), foram  
87 utilizadas as inflorescências de bananeira (Figura 1A) da cultivar banana prata orgânica (*Musa*  
88 *paradisíaca*). Primeiramente as inflorescências foram higienizadas com água corrente até a  
89 completa remoção da sujidade aparente. Após serem higienizadas foram cortadas manualmente  
90 com faca de aço inox e submetidas ao branqueamento (100 °C, 1 min) (Borges et al., 2010),  
91 resfriadas em ácido cítrico 1 % (Figura 1B) e secas em estufa com circulação forçada de ar, a  
92 55 °C por 24 horas (Figura 1C). Posteriormente trituradas em moinho analítico (tipo Wiley) na  
93 granulometria de 1 mm, embaladas em sacos plásticos (Figura 1D) e armazenadas a -18 °C até  
94 o momento das análises.



95

96 **Fig. 1.** Inflorescência de bananeira (A); Pós branqueamento (B); Pós secagem (C); Amostra  
97 moída.

98

## 99 2.2. Avaliação físico-química e tecnológica da farinha da inflorescência de bananeira

100

A caracterização físico-química da inflorescência de bananeira foi determinada por  
101 umidade pela secagem em estufa a 105 °C até peso constante, as cinzas foram obtidas por meio  
102 da incineração da amostra em mufla a 550 °C, a proteína bruta foi determinada pelo método de  
103 micro-Kjeldahl e os lipídios foram determinados conforme o método descrito por Bligh & Dyer  
104 (1959). As porcentagens de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel foram determinadas pelo  
105 método gravimétrico enzimático e os carboidratos obtidos pelo cálculo da diferença das demais  
106 frações analisadas (AACC, 1995).

107

Para a capacidade de absorção de água (CAA), uma amostra de 0,5 g da farinha foi  
108 homogeneizada em 5 mL de água destilada, em tubo de centrífuga graduado por 1  
109 minuto, após foi deixada em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (25 °C). Em  
110 seguida foi centrifugada por 30 minutos a 2600 rpm. A água retida após a centrifugação foi  
111 considerada como água absorvida. O sedimento no tubo da centrífuga, após separação do  
112 sobrenadante foi pesado e a capacidade de absorção de água (CAA) foi calculada pela Equação  
113 1, conforme Glória, Regitano D'arc (2000):

114

$$CAA (\%) = \frac{PS}{PAS} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

115

116 Em que: CAA é a capacidade de absorção de água, PS é a massa do sedimento em gramas e  
117 PAS é a massa de amostra seca em gramas.

118

119 Para a capacidade de absorção de óleo (CAO), uma amostra de 0,5 g da farinha foi  
 120 homogeneizada com 3 mL de óleo de soja refinado em tubo de centrífuga graduado por 1  
 121 minuto, após foi deixado em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (25 °C). Em  
 122 seguida, foi centrifugada durante 30 minutos a 2600 rpm. O sedimento no tubo da centrífuga,  
 123 após separação do sobrenadante foi pesado e a capacidade de absorção de óleo (CAO) foi  
 124 calculada pela Equação 2, conforme Glória, Regitano D'arc (2000):

$$125 \quad CAO (\%) = \frac{PS}{PAS} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

126

127 Em que: CAO é a capacidade de absorção de óleo, PS é a massa do sedimento em gramas e  
 128 PAS é a massa de amostra seca em gramas.

129

130 As propriedades emulsificantes foram determinadas segundo Kaur & Singh (2005).  
 131 Amostras de farinha (0,35 g) foram homogeneizadas por 30 segundos com 5 mL de água em  
 132 vortex. Após, foram adicionados 2,5 mL de óleo de soja refinado e a mistura foi homogeneizada  
 133 novamente por mais 30 segundos. Em seguida, outros 2,5 mL de óleo de soja foram adicionados  
 134 e a mistura foi homogeneizada por mais 90 segundos. Posteriormente, a mistura foi  
 135 centrifugada durante 5 minutos em 1700 rpm.

136 A atividade emulsificante (AE) foi calculada dividindo o volume da camada  
 137 emulsificada pelo volume total antes da centrifugação. A estabilidade da emulsão (EE) foi  
 138 determinada usando as amostras preparadas para a medição da atividade emulsificante. Os tubos  
 139 foram aquecidos durante 15 minutos a 85 °C, após, esfriou-se os tubos e centrifugou-se  
 140 novamente durante 5 minutos em 1700 rpm. A estabilidade da emulsão foi expressa como a %  
 141 de atividade de emulsão restante após o aquecimento.

142 A solubilidade em água foi avaliada de acordo com Chen et al., (2014) com pequenas  
 143 modificações. A amostra (0,5 g) foi cuidadosamente misturada com 50 mL de água destilada.  
 144 Em seguida, a mistura foi agitada suavemente a 90 ° C durante 30 min. Submetida ao banho de  
 145 água do termostato seguido de centrifugação a 3000 rpm por 15 min. O sobrenadante foi seco  
 146 até o peso constante.

147

### 148 2.3. *Elaboração de linguiça toscana com diferentes concentrações de FIB*

149 Foram elaboradas cinco formulações para determinar o efeito da FIB sobre as  
 150 características físico-químicas, oxidativas, e sensoriais das linguiças. As formulações foram

151 elaboradas de acordo com a Tabela 1. A carne suína e o toucinho foram moídos em moedor  
 152 usando discos de 8 mm (Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil). Posteriormente, a carne  
 153 suína foi misturada (MJI 35, Jamar), com o sal para a extração das proteínas miofibrilares.

154

155 **Tabela 1.**

156 Formulação de linguiças elaboradas com farinha da inflorescência de bananeira.

Ingredientes (%)	CONTROLE	F2	F3	F4	F5
Carne suína	70,05	70,05	70,05	70,05	70,05
Toucinho	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00
Gel (1:1)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Sal de cura	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Eritorbato de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Condimento para linguiça	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pimenta do reino branca em pó	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Realçador de sabor	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Alho	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Corante	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Água/gelo	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
TOTAL	100	100	100	100	100

157 Gel: Água + farinha da inflorescência de bananeira.

158

159 O gel foi preparado com água e farinha na proporção (1:1) para cada formulação, a água  
 160 e a farinha foram pesadas e misturadas em copo plástico durante 5 minutos e posteriormente  
 161 adicionado nas linguiças.

162 Os demais ingredientes foram acrescentados e a massa cárnea foi misturada até completa  
 163 homogeneização. Logo depois a massa cárnea foi embutida em tripas naturais de 10 mm de  
 164 diâmetro previamente hidratadas em solução de ácido acético 1 % (Terra, 1998). Após o  
 165 embutimento, as linguiças foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, cobertas com  
 166 filme plástico e armazenadas por 35 dias a  $4 \pm 1$  °C.

167

168 *2.4. Composição centesimal do produto*



169 A composição centesimal das formulações de linguiça toscana foi realizada em triplicata  
170 e no 1º dia de armazenamento.

171 Foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios segundo métodos  
172 oficiais descritos pelas *Association Of Official Analytical Chemists*, AOAC (1995).

173

#### 174 *2.5. Determinação de pH e Atividade de água*

175 A determinação de pH seguiu a metodologia descrita na AOAC (1995), foi coletado 10  
176 g da linguiça adicionada de 100 mL de água destilada, homogeneizado e mensurado através de  
177 um potenciômetro digital (Modelo DM-23DC-pHmetro, São Paulo, Brasil), devidamente  
178 calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0.

179 Foi utilizado o aparelho AquaLab Series 4 TEV (DecagonDevices, INC.) para analisar  
180 a atividade de água. As análises foram realizadas em triplicata nos dias 1, 7, 14, 21, 28 e 35 de  
181 armazenamento do produto.

182

#### 183 *2.6. Avaliação de oxidação lipídica – TBARS*

184 Foi realizada pelo teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)  
185 segundo Raharjo et al. (1992), adaptado por Pereira (2009), para a análise foi pesado 10 g de  
186 amostra previamente moída e homogeneizada em saqueta plástica, adicionado 40 mL de ácido  
187 tricloroacético(TCA) 5 % e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15 %.  
188 Homogeneizado por um minuto em Stomacher, filtrou-se com auxílio de papel filtro qualitativo  
189 para balão volumétrico de 50 mL sendo o volume completado com a solução de ácido  
190 tricloroacético 5 %. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de  
191 ensaio, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08 M em acético 50 %. Os tubos  
192 foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos. A leitura foi realizada a 531 nm e  
193 os resultados comparados contra o branco. Os valores de TBARS foram determinados em  
194 triplicata para cada amostra no 1, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de armazenamento e os resultados  
195 foram expressos em mg de malonaldeído por quilograma de amostra.

#### 196 *2.7. Determinação de cor*

197 Para a determinação de cor da linguiça foi utilizado o calorímetro Minolta, que mede as  
198 diferenças na coloração e brilho do produto, determinando os valores L\* (Luminosidade), a\*  
199 (teor de vermelho) e b\* (teor de amarelo), pelo sistema CIELAB. A análise foi realizada com

200 iluminante A e ângulo de observação de 10°. Foram efetuadas dez leituras na superfície de cada  
201 amostra de linguiça e a análise foi realizada no 35 ° dia de armazenamento.

## 202 2.8. *Textura objetiva*

203 A análise de textura das linguiças foi realizada em equipamento específico, texturômetro  
204 TA-XT.plus® (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England). Para a avaliação da força de  
205 cisalhamento as amostras foram cortadas em cilindros de 20 mm de comprimento e submetidas  
206 à determinação da força de cisalhamento pela utilização do probe Warner-Bratzler (HDP/WBV)  
207 movendo-se a uma velocidade de pré-teste de 1,0 mm/seg; velocidade de teste de 2,0 mm/seg;  
208 velocidade de pós-teste de 10,0 mm/seg; distância da amostra de 65 mm; distância de  
209 penetração na amostra de 30 mm; força aplicada de 5 g.

## 210 2.9. *Análises microbiológicas*

211 As análises microbiológicas foram realizadas durante 35 dias de armazenamento (4 °C)  
212 para microrganismos mesófilos e psicotróficos. As análises microbiológicas de coliformes a 35  
213 °C, coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella sp* e *Clostridium*  
214 *sulfitorredutor* foram realizadas no dia 1 de armazenamento do produto (APHA, 2001).

215

## 216 2.10. *Análise sensorial*

217 Para a realização da análise sensorial, o projeto foi submetido à aprovação do Comitê  
218 de Ética em Pesquisa (CAAE: 81489317.1.0000.5346) (Anexo D) da Universidade Federal de  
219 Santa Maria (UFSM). Foi avaliada a aceitabilidade de todas as formulações de linguiça toscana  
220 elaboradas com diferentes percentuais de farinha da inflorescência da bananeira.

221 Para a análise sensorial das linguiças, estas foram assadas em forno a temperatura de  
222 180 °C até atingir uma temperatura interna de 73 °C, aproximadamente por 40 minutos. Após  
223 foram cortadas em rodela de aproximadamente 1 cm e servidas em pratos descartáveis brancos,  
224 devidamente identificadas com números aleatórios de três algarismos. A análise sensorial do  
225 produto cárneo foi feita por membros da comunidade acadêmica, de forma aleatória que foram  
226 convidados a participar da degustação da linguiça.

227 A aceitação das amostras foi verificada a partir do teste afetivo de aceitabilidade (Anexo  
228 C) utilizando-se 80 provadores não treinados (idade entre 18 a 60 anos com uma porcentagem  
229 64 % de homens e 36 % mulheres) (Dutcosky, 2007). Os consumidores utilizaram uma escala  
230 hedônica estruturada de 9 pontos (1 - Desgostei muitíssimo; 9- Gostei muitíssimo) para atribuir

231 notas para os atributos cor, aroma, sabor, textura e aceitação global. A análise sensorial ocorreu  
232 no 12º dia de armazenamento, pois se esperou os resultados de todas as análises microbiológicas  
233 para a liberação da avaliação sensorial.

### 234 2.11. Análise Estatística

235 As análises foram realizadas em três repetições e em triplicata, os resultados foram  
236 submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si por meio do teste  
237 de Tukey, considerando o nível de significância de 95 % ( $p < 0,05$ ). Os gráficos e cálculos dos  
238 efeitos foram submetidos pelo programa estatístico Statistica® 8.0 (STATSOFT, INC).

239

## 240 3. Resultados e Discussão

241

### 242 3.1. Composição centesimal e Tecnológica da farinha da inflorescência de bananeira

243 Os resultados da composição centesimal da inflorescência de bananeira (*Musa*  
244 *cavendishii*) encontram-se na Tabela 2. Em relação ao teor de umidade a amostra apresentou  
245 valor superior a 90 % em base úmida. Carvalho & Rigo (2015) também encontraram um teor  
246 de umidade alto (93,13 g/100 g) para brácteas de bananeira *in natura*. O teor de água é de grande  
247 importância na produção de alimentos, pois têm influência direta no controle da taxa de  
248 deterioração por microrganismos e reações enzimáticas e químicas que ocorrem durante a  
249 armazenagem (Silva et al., 2017).

250 Para o conteúdo de cinzas (Tabela 2), foi encontrado um valor de 0,69 g/100 g. Carvalho  
251 & Rigo (2015) para o teor de cinzas em brácteas de bananeira encontraram valor de 0,82 g/100  
252 g, valor superior ao resultado deste estudo.

253 Em relação à proteína (Tabela 2) foi encontrado um valor de 0,65 g/100g, resultado  
254 discordante foi encontrado por Schimidt (2014) ao analisar a parte integral da inflorescência de  
255 bananeira encontrou 1,46 g/100 g em base úmida. A diferença, quando comparado a este estudo,  
256 pode está relacionada com a época que foi colhida a inflorescência de bananeira. Sendo assim,  
257 essas partes da inflorescência que são geralmente desprezadas poderiam ser usadas para  
258 aumentar os teores de proteína de algumas preparações.

259 Para o conteúdo de lipídios (Tabela 2) foi encontrado o valor de 0,12 % em base úmida.  
260 Franzen et al., (2016) encontrou valores de 0,23 %, de lipídios nas pétalas de rosa, valor maior  
261 ao encontrado neste estudo. Monteiro também detectou valores superiores ao deste estudo em

262 flores de couve-flor (0,5 % de lipídios). Villas Boas et al.(1999) determinaram que, valores de  
 263 lipídios menores de 1 %, podem ser indicados para dietas de redução de peso, pois este valor  
 264 compreende a maioria dos frutos, hortaliças folhosas e flores comestíveis.

265

266 **Tabela 2.**

267 Resultados encontrados para composição centesimal da farinha de inflorescência de bananeira  
 268 em base úmida (g/100 g de amostra).

<b>Constituintes</b>	<b>FIB</b>	<b>FIB</b>
	<b>g/100g de base úmida (%)</b>	<b>g/100g de base seca (%)</b>
<b>Umidade</b>	94,11± 0,02	11,85 ±0,09
<b>Cinzas</b>	0,69± 0,01	12,10 ± 0,01
<b>Proteína</b>	0,65± 0,03	8,09 ± 0,40
<b>Lipídeos</b>	0,12± 0,00	2,11 ± 0,05
<b>Fibra alimentar total</b>	3,68± 0,12	62,62 ± 2,07
<b>Fibra Insolúvel</b>	3,47± 0,09	58,97 ± 1,59
<b>Fibra Solúvel</b>	0,21± 0,03	3,64 ± 0,48
<b>Carboidratos não fibrosos</b>	0,75± 0,04	3,23 ± 0,84

269 \*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

270 FIB: farinha da inflorescência de bananeira

271

272 Atualmente, a fibra alimentar é considerada alimento funcional, pois desempenha no  
 273 organismo funções importantes, como intervir no metabolismo dos lipídios e carboidratos e na  
 274 fisiologia do trato gastrointestinal, além de assegurar uma absorção mais lenta dos nutrientes e  
 275 promover a sensação de saciedade (Menezes et al. 2017).O teor de fibra alimentar total  
 276 encontrado neste estudo foi de 3,68 (g/100 g de base úmida). O valor alto de fibra alimentar  
 277 total pode estar relacionado como teor de celulose e lignina desta inflorescência.

278 Em relação à parcela insolúvel da fibra alimentar (Tabela 2) o valor encontrado foi de  
 279 3,47g/100 g de base úmida. Araujo et al., (2009) avaliaram o conteúdo de fibra insolúvel em  
 280 inhame (0,99 g/100 g em base úmida), valor inferior ao encontrado para deste estudo.

281 A fibra solúvel foi de 0,21 g/100 g. Elleuch et al., (2011) salientam que as fibras  
 282 alimentares quando adicionadas nos produtos, aumentam a capacidade de retenção de água,  
 283 capacidade de retenção de gordura, emulsificação e formação de gel. Além disso, evita a

284 sinérese (a separação de líquido a partir de um gel provocada por contração) e melhora a vida  
285 de prateleira dos produtos.

286 O teor de carboidratos não fibrosos (Tabela 2) encontrados na amostra de inflorescência  
287 de bananeira foi de 0,75 g/100 g. Storck et al., (2013) encontraram maior percentual de  
288 carboidratos na casca de laranja (17,96 %), valor maior ao do encontrado.

289 A CAA (Tabela 3) da farinha de inflorescência de bananeira apresentou um valor de  
290 627,38 %. Pode-se constatar que a farinha da inflorescência de bananeira apresentou um  
291 significativo teor de carboidratos não fibrosos, este valor pode indicar um aumento no volume  
292 de água absorvido. A capacidade de absorção de água é importante para características de certos  
293 produtos, tais como a umidade, retrogradação do amido e subsequente endurecimento do  
294 produto (Sathe, 2002).

295 O índice de absorção de óleo é utilizado em diversas pesquisas. Este trata da combinação  
296 de gordura com grupos não polares das proteínas ou disponibilidade de grupos lipofílicos  
297 (Seibel & Beléia, 2009). Em relação à CAO (Tabela 3), observa-se que a farinha obteve um  
298 valor de 127,09 %. O resultado encontrado neste estudo é maior que o encontrado por Castilho  
299 et al., (2010), onde os valores de CAO para a farinha de tremçoço doce foi de 1,2-1,3 % e farinha  
300 de feijão guandu (2,0-2,1 %), sugerindo que essas farinhas apresentam valores satisfatórios para  
301 desempenharem funcionalidade em alimentos industrializados. Desta forma, a inflorescência  
302 de bananeira analisada neste estudo apresentou valores de CAO superior ao encontrado por  
303 esses autores, sugere-se que a inflorescência de bananeira pode determinar funcionalidade em  
304 alimentos industrializados. O conhecimento da CAO de farinhas é importante para o  
305 desenvolvimento de novos produtos alimentícios e determinação da estabilidade no  
306 armazenamento, principalmente na formação de *flavor* característico numa matriz que ocorre  
307 rancidez oxidativa (Siddiq et al., 2010).

308 Observa-se que a SA apresentou um valor de 72,45 %. Santana et al., (2017),  
309 encontraram valores de SA em farinhas de uva (13,00 %) e maracujá (10,00 %), menores do  
310 que os encontrados neste estudo. Tavares et al., (2012), encontrou valores de SA de 1,2 % para  
311 farinha de arroz cru, valor inferior aos encontrados neste estudo.

312 O Índice de Solubilidade em Água é um parâmetro que reflete a degradação sofrida  
313 pelos constituintes da fibra, ou seja, o somatório dos efeitos de gelatinização, dextrinização e,  
314 consequentemente, solubilização (Gutkosky, 1997). A solubilidade tem efeito na  
315 funcionalidade da fibra e, principalmente, na estabilidade da viscosidade (Guillon & Champ,  
316 2000).

317 Em relação à AE (Tabela 3) os resultado obtidos foi de 41,46 %. Maiores valores foram  
 318 encontrados por Santana et al., (2017), para as farinhas de linhaça dourada (55,55 %), soja e  
 319 linhaça marrom (53,33 %), feijão branco (52,22 %), banana (50,00 %), quinoa (45,55 %) e trigo  
 320 integral (40,00 %), sem diferença significativa entre elas. Porte et al., (2011) encontraram  
 321 valores para atividade emulsificante de farinhas de semente de abóbora e semente de mamão  
 322 de 48,06 e 48,14 %, respectivamente, valores semelhantes ao deste estudo.

323

324 **Tabela 3.**

325 Capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de absorção de óleo (CAO), solubilidade  
 326 em água (SA), atividade emulsificante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) das amostras da  
 327 farinha de inflorescência de bananeira.

328

329

330

331

332

333

334

PARÂMETROS (%)	FIB
CAA	627,38± 0,74
CAO	127,09±2,38
SA	72,45±0,22
AE	41,46± 1,27
EE	41,46± 0,00

335

\*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

336

FIB: farinha da inflorescência de bananeira

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

Para a estabilidade da emulsão (EE), observa-se que mesmo com o tratamento térmico de 85 °C durante 15 minutos, não houve quebra da emulsão e ela manteve-se estável. A estabilidade da emulsão se refere à habilidade da proteína para formar uma emulsão que permaneça sem alterações durante um tempo de duração determinado, sob condições específicas de tempo ou temperatura (Kinsella, 1976).

3.2. *Composição Centesimal das formulações de linguiça suína com diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira (FIB)*

347

348

349

350

Os resultados da caracterização química das diferentes formulações de linguiça toscana (em 100 g de amostra) estão exibidos na Tabela 4. Para os teores de umidade das linguiças todos os tratamentos diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ). O Tratamento controle apresentou o menor conteúdo de umidade, já os tratamentos com concentrações diferentes de FIB abrangem

351 maiores teores de umidade. Sendo que, a FIB influenciou positivamente para retenção de água  
352 do produto. Esse estudo concorda com o trabalho de Choe et al., (2013) e Santos Alves et al.,  
353 (2016), que analisaram que a adição de pele de porco e mistura de fibras alimentares ou níveis  
354 mais altos de adição levaram a um aumento na umidade e a uma diminuição no teor de gordura  
355 de linguiças com gordura reduzida.

356 Os valores apresentados para proteína demonstram que não houve diferença estatística  
357 ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Portanto esses resultados encontram-se em concordância com o  
358 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiças Frescas que estabelece teor  
359 mínimo de 12 % de proteína.

360 Em relação ao teor de cinza, todos os tratamentos não diferiram estatisticamente  
361 ( $p > 0,05$ ) entre si. Choe and Kim (2019) observaram em geral, que a adição de CSFM (mistura  
362 pele de frango com fibra de trigo) resultou em um aumento no teor de cinzas ( $P < 0,0001$ ),  
363 valores discordante ao encontrado neste estudo.

364 Para os resultados da gordura (Table 4), observa-se que todos os tratamentos obtiveram  
365 diferença estatística ( $p < 0,05$ ), sendo o controle (21,33 %) o maior valor. Sendo assim houve  
366 uma redução de 18,53, 14,86, 10,57, 6,27 % nos valores de gordura. Portanto conseguiu elaborar  
367 formulações com teores reduzidos de gordura e consequentemente valores satisfatórios para  
368 mais estudos e possíveis elaborações industriais. A reformulação lipídica proposta neste estudo  
369 foi útil para fornecer benefícios nutricionais às linguiças elaboradas.

370 Henning, Tshalibe, and Hoffman (2016) encontraram teor de gordura semelhante ( $p >$   
371  $0,05$ ) entre as linguiças contendo fibras variando entre  $15,2 \pm 0,22$  % e  $16,0 \pm 0,33$  %. Esses  
372 baixos valores totais de gordura foram atribuídos às baixas quantidades de gordura adicionadas  
373 nas formulações de linguiça, corroborando com este estudo.

374 Já para carboidratos (Table 4), os tratamentos FIB3 (8,73 %) e FIB4 (10,07 %)   
375 apresentaram os maiores valores de carboidratos e diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si.  
376 Esses valores estão relacionados com os valores de fibra alimentar, visto que os mesmos  
377 tratamentos apresentaram os maiores valores de fibra alimentar total (6,2 % e 4,65 %).

378 Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos valores de fibra alimentar total, dessa forma  
379 a quantidade foi aumentando em decorrência da quantidade de fibra adicionado. Segundo a  
380 legislação (Brasil, 1998), define-se produto rico em fibras quando o teor mínimo de fibra  
381 alimentar total for de 6 g/100 g e produto fonte de fibra devem apresentar teor mínimo de 3  
382 g/100 g. Sendo assim, o tratamento FIB4 (6,2 %) se enquadra em alimento rico em fibra e os  
383 tratamentos FIB2 (3,1 %) e FIB3 (4,65 %) em alimentos fonte de fibras.

384 **Tabela 4.**

385 Composição química das lingüiças toscanas adicionadas de farinha da inflorescência de  
 386 bananeira (*Musa cavendishii*) em 100 g de produto.

Tratamentos	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)	Carboidratos (%)	Fibra Alimentar Total (%)
<b>CONTROLE</b>	60,26 <sup>e±1,01</sup>	13,82 <sup>a±1,00</sup>	3,17 <sup>a±0,65</sup>	21,33 <sup>a±0,72</sup>	1,42 <sup>e±0,43</sup>	0,00 <sup>e±0,02</sup>
<b>FIB1</b>	64,44 <sup>d±0,87</sup>	13,55 <sup>a±0,67</sup>	3,24 <sup>a±0,23</sup>	15,06 <sup>b±0,49</sup>	3,71 <sup>d±0,76</sup>	1,55 <sup>d±0,42</sup>
<b>FIB2</b>	66,30 <sup>c±0,44</sup>	13,17 <sup>a±0,86</sup>	3,28 <sup>a±0,48</sup>	10,76 <sup>bc±0,58</sup>	6,49 <sup>c±0,55</sup>	3,1 <sup>c±0,31</sup>
<b>FIB3</b>	68,30 <sup>b±0,46</sup>	13,42 <sup>a±0,87</sup>	3,08 <sup>a±0,76</sup>	6,47 <sup>c±0,55</sup>	8,73 <sup>b±0,64</sup>	4,65 <sup>b±0,22</sup>
<b>FIB4</b>	70,00 <sup>a±0,65</sup>	13,58 <sup>a±0,97</sup>	3,58 <sup>a±0,54</sup>	2,80 <sup>d±0,29</sup>	10,07 <sup>a±0,66</sup>	6,2 <sup>a±0,20</sup>

387 Médias na mesma coluna com letras diferentes sobrescritas diferem significativamente entre si pelo teste de  
 388 Tukey (p<0,05).

389 \*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

390 CONTROLE: 20 % gordura, 0 % gel; FIB1: 15 % gordura, 5 % gel; FIB2: 10 % gordura, 10 % gel; FIB3: 5 %  
 391 gordura, 15 % gel; FIB4: 0 % gordura, 20 % gel.

392 **3.3. Determinação pH e atividade de água (Aa)**

393 Em relação ao pH (Tabela 5) houve diferença significativa entre os tratamentos  
 394 (p<0,05), e ainda houve uma tendência de aumento do pH durante os 35 dias de armazenamento.  
 395 Pode-se observar que o tratamento que apresentou maior concentração da farinha de  
 396 inflorescência de bananeira foi o que apresentou menor valor de pH, o que pode ser explicado  
 397 pela ação das bactérias produtoras de ácido lático ou compostos de baixo peso molecular  
 398 formado a partir da atividade endógenas e exógenas no produto.

399 Choi et al., (2010) afirmaram que a adição de fibra pode aumentar ou não os valores de  
 400 pH dos produtos à base de carne, dependendo do tipo de fibra (Henning, Tshalibe, & Hoffman,  
 401 2016). Esse aumento dos valores de pH podem está relacionados com às reações enzimáticas,  
 402 hidrólise bacteriana ou a presença de compostos alcalinos oriundos da decomposição protéica



403 (Sikorki, Kolakowska & Burt, 1974). É, no entanto, a interação da fibra com os outros  
404 componentes da mistura de linguiça que determina as propriedades físico-químicas gerais dos  
405 produtos.

406 Já para a atividade de água (Tabela 5), os valores médios variaram de 0,93 a 0,98.  
407 Observou-se que o tratamento com maior concentração de farinha foi o que obteve os menores  
408 valores durante os 35 dias de armazenamento. Este decréscimo pode estar relacionado com a  
409 diminuição nos valores de pH, pois a capacidade de retenção das proteínas da carne é diminuída  
410 quando o pH se aproxima do seu ponto isoelétrico (5,7), acelerando a desidratação e  
411 consequentemente diminuído a atividade de água (Terra, 1998). Portanto, uma baixa atividade  
412 de água, aliada a baixa temperatura vem a colaborar com uma menor multiplicação microbiana,  
413 ou seja, com maior tempo de vida útil do produto (Sales, 2007).

414

#### 415 *3.4. Oxidação lipídica pelo método TBARS*

416 Na Tabela 5, podem-se observar os valores médios de substâncias relativas ao ácido 2-  
417 tiobarbitúrico (TBARS) de linguiças com adição de farinha da inflorescência de bananeira ao  
418 longo dos 35 dias de armazenamento. Os resultados encontrados de malonaldeído/kg nas  
419 linguiças foram na faixa de 0,05 a 1,88 mg. Segundo Trindade et al., (2008) odores de ranço  
420 podem ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0,5-1,0 e 0,6-2,0 mg  
421 malonaldeído/kg amostra, respectivamente, observou-se que os tratamentos FIB2 e FIB4  
422 apresentaram valores menores em comparação à esses valores detectáveis.

423 Pode-se observar que até o 28º dia de armazenamento, os tratamentos 10 %, 15 % e 20  
424 % de gel mantiveram o produto livre de ranço. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da farinha  
425 nas linguiças, ou seja, o tratamento que apresentou maiores concentrações da FIB foi o que  
426 obteve menor valor de TBARS no 35º dia de armazenamento. Este valor pode estar atribuído  
427 com o teor de gordura encontrado no tratamento, ou seja, foi encontrado um valor menor (2,80  
428 %) que diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos, pois se sabe que quanto maior  
429 o teor de gordura mais susceptível o produto está a oxidar. Resultados semelhantes foram  
430 encontrados por Mendes et. al., (2014), a adição de fibras de subprodutos de vinho nos salames  
431 reduziu significativamente a evolução da oxidação lipídica avaliada pelo método TBARS.

432 **Tabela 5.**

433 Valores de pH, TBARS e Atividade de água das linguças com diferentes concentrações de  
 434 farinha da inflorescência de bananeira durante 35 dias de armazenamento.

	Dias	CONTROL	FIB1	FIB2	FIB3	FIB4
		E				
<b>pH</b>	<b>1</b>	5,74 <sup>Ba</sup> ±0,02	5,36 <sup>Cb</sup> ±0,12	5,19 <sup>Dc</sup> ±0,11	5,16 <sup>Ec</sup> ±0,23	5,03 <sup>BCd</sup> ±0,3
						3
	<b>7</b>	5,80 <sup>Ba</sup> ±0,20	5,57 <sup>Bb</sup> ±0,15	5,36 <sup>BCc</sup> ±0,13	5,29 <sup>CDd</sup> ±0,4	4,96 <sup>Ce</sup> ±0,34
						5
	<b>14</b>	5,93 <sup>Aa</sup> ±0,25	5,59 <sup>Bb</sup> ±0,22	5,40 <sup>ABc</sup> ±0,5	5,39 <sup>Ac</sup> ±0,55	5,11 <sup>Ad</sup> ±0,78
				4		
	<b>21</b>	6,00 <sup>Aa</sup> ±0,20	5,66 <sup>Ab</sup> ±0,50	5,42 <sup>Ac</sup> ±0,14	5,34 <sup>Bd</sup> ±0,67	5,10 <sup>ABe</sup> ±0,4
					6	
<b>28</b>	5,95 <sup>Aa</sup> ±0,42	5,54 <sup>Bb</sup> ±0,35	5,36 <sup>Cc</sup> ±0,18	5,31 <sup>BCd</sup> ±0,89	5,09 <sup>ABe</sup> ±0,2	
					8	
<b>35</b>	5,78 <sup>Ba</sup> ±0,35	5,37 <sup>Cb</sup> ±0,17	5,20 <sup>Dd</sup> ±0,34	5,26 <sup>Dc</sup> ±1,00	5,13 <sup>Ae</sup> ±0,55	
<b>Aw</b>	<b>1</b>	0,93 <sup>Cc</sup> ±0,34	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,12	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,10	0,96 <sup>Cb</sup> ±0,00	0,96 <sup>Cb</sup> ±0,00
	<b>7</b>	0,93 <sup>Cb</sup> ±0,01	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,10	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,00	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,22	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,10
	<b>14</b>	0,97 <sup>Ba</sup> ±0,10	0,96 <sup>Cb</sup> ±0,11	0,95 <sup>Cc</sup> ±0,04	0,96 <sup>Db</sup> ±0,43	0,95 <sup>Dc</sup> ±0,13
	<b>21</b>	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,15	0,96 <sup>Cb</sup> ±0,10	0,94 <sup>Dc</sup> ±0,08	0,94 <sup>Ec</sup> ±0,10	0,93 <sup>Ed</sup> ±0,28
	<b>28</b>	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,01	0,97 <sup>Bb</sup> ±0,30	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,01	0,97 <sup>Ab</sup> ±0,12	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,32
	<b>35</b>	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,00	0,98 <sup>Aa</sup> ±0,13	0,97 <sup>Bb</sup> ±0,20	0,97 <sup>Bb</sup> ±0,05	0,96 <sup>Cc</sup> ±0,55
	<b>TBARS</b>	<b>1</b>	0,18 <sup>Dd</sup> ±1,10	0,24 <sup>Dc</sup> ±1,12	0,31 <sup>Db</sup> ±2,01	0,42 <sup>Ca</sup> ±1,33
<b>7</b>		0,05 <sup>Fd</sup> ±1,00	0,19 <sup>Dbc</sup> ±0,5	0,20 <sup>Fb</sup> ±2,10	0,22 <sup>Ea</sup> ±1,90	0,18 <sup>Dc</sup> ±1,00
			6			
<b>14</b>		0,15 <sup>Ec</sup> ±0,59	0,26 <sup>Da</sup> ±1,17	0,24 <sup>Eab</sup> ±1,56	0,25 <sup>Dab</sup> ±1,15	0,24 <sup>Cb</sup> ±0,95
<b>21</b>		0,29 <sup>Cb</sup> ±1,40	0,41 <sup>Ca</sup> ±0,89	0,42 <sup>Ca</sup> ±1,90	0,27 <sup>Db</sup> ±0,89	0,23 <sup>CDc</sup> ±1,4
						5
<b>28</b>		1,34 <sup>Ba</sup> ±1,43	1,08 <sup>Bb</sup> ±0,67	0,58 <sup>Bc</sup> ±0,90	0,48 <sup>Bd</sup> ±0,67	0,30 <sup>Be</sup> ±1,78
<b>35</b>	1,88 <sup>Aa</sup> ±1,50	1,16 <sup>Ab</sup> ±0,88	0,60 <sup>Ac</sup> ±0,98	1,08 <sup>Ab</sup> ±1,00	0,36 <sup>Ad</sup> ±2,03	

435 <sup>A</sup>Médias na mesma coluna com letras diferentes sobrescritas diferem significativamente entre si pelo teste de  
 436 Tukey (p<0,05).<sup>a</sup>Médias na mesma linha com letras diferentes sobrescritas diferem significativamente entre si pelo  
 437 teste de Tukey (p<0,05). \*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

438 CONTROLE: 20 % gordura, 0 % gel; FIB1: 15 % gordura, 5 % gel; FIB2: 10 % gordura, 10 % gel; FBI3: 5 %  
 439 gordura, 15 % gel; FIB4: 0 % gordura, 20 % gel.  
 440

### 441 3.5. Determinação da cor e textura

442 Em relação à Tabela 6 o tratamento FIB4 obteve o menor valor (43,84 %) de L\* em  
 443 comparação aos demais tratamentos. Segundo Choe and Kim (2019), o decréscimo do nível de  
 444 gordura nos produtos à base de carne normalmente diminuiu o valor de L\*, o que é um aspecto  
 445 negativo, pois pode ser desfavorável para atratividade do consumidor.

#### 446 Tabela 6.

447 Resultados das coordenadas de cor (L\*, a\* e b\*) e da Textura (firmeza) das linguças com  
 448 diferentes concentrações de farinha da inflorescência de bananeira durante 35 dias de  
 449 armazenamento.

TRATAMENTOS	L*	a*	b*	Firmeza (N)
<b>CONTROLE</b>	46,21 <sup>ab</sup> ±0,89	18,99 <sup>a</sup> ±1,34	14,68 <sup>b</sup> ±2,01	18,31 <sup>ab</sup> ±1,63
<b>FIB1</b>	47,32 <sup>a</sup> ±0,97	15,83 <sup>b</sup> ±1,15	15,19 <sup>ab</sup> ±1,89	19,23 <sup>a</sup> ±2,47
<b>FIB2</b>	46,16 <sup>ab</sup> ±1,10	13,36 <sup>c</sup> ±1,54	16,21 <sup>a</sup> ±1,20	18,55 <sup>ab</sup> ±3,57
<b>FIB3</b>	45,13 <sup>b</sup> ±0,94	12,74 <sup>d</sup> ±1,00	15,22 <sup>ab</sup> ±2,20	18,53 <sup>ab</sup> ±2,97
<b>FIB4</b>	43,84 <sup>c</sup> ±0,69	12,45 <sup>d</sup> ±1,15	16,07 <sup>a</sup> ±1,10	15,35 <sup>c</sup> ±1,58

450 Médias na mesma coluna com letras diferentes sobrescritas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey  
 451 (p<0,05). \*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

452 CONTROLE: 20 % gordura, 0 % gel; FIB1: 15 % gordura, 5 % gel; FIB2: 10 % gordura, 10 % gel; FBI3: 5 %  
 453 gordura, 15 % gel; FIB4: 0 % gordura, 20 % gel.

454 Para os valores de a\* (Tabela 6), os tratamentos FIB3 (12,74) e o FIB4 (12,45) não  
 455 diferiram (p>0,05) entre si, entretanto diferiram dos demais tratamentos, estes resultados podem  
 456 está relacionados com a coloração rósea da fibra da inflorescência de bananeira. Resultado  
 457 semelhante foi encontrado por Vidal and Prestes (2014) quando adicionaram fibra alimentar de  
 458 trigo em hambúrgueres bovinos, observaram declínio no valor de a\* durante o período de  
 459 armazenamento, este declínio tem sido frequentemente associado com a formação de  
 460 metamioglobina, que é formada por produtos de oxidação lipídica.

461 Em geral, os valores de b\* (Table 6) nas amostras de embutidos diminuíram  
 462 significativamente com o aumento dos níveis de adição de FIB. Esta observação pode também  
 463 ser atribuída à cor rósea inerente da fibra da farinha de inflorescência de bananeira.

464 As propriedades de textura de um produto cárneo afetam a qualidade geral do produto  
 465 final, bem como suas propriedades sensoriais (Herrero et al., 2007). O aumento da concentração  
 466 de FIB (Table 6) levou a uma dureza relativamente menor em relação às demais amostras de  
 467 linguiça. Portanto, geralmente, produtos de carne com baixo teor de gordura podem induzir uma  
 468 diminuição na dureza devido a um aumento na proporção de umidade (Atashkar et al., 2018).

### 469 3.6. Análise microbiológica

470 Para os resultados das análises microbiológicas observou-se que as linguiças  
 471 desenvolvidas encontravam-se dentro dos padrões microbiológicos vigentes estabelecidos pela  
 472 Resolução RDC n. 12, da ANVISA (Brasil, 2001). Verificou-se ausência de *Salmonella* em 25  
 473 g de amostra e valores menores que  $1,0 \times 10$  UFC/g para Coliformes a 35 °C, Coliformes a 45  
 474 °C, *Staphylococcus coagulase* positiva, *Staphylococcus coagulase* negativae *Clostridium sulfito*  
 475 redutores.

### 476 3.7. Análise sensorial

477 A aceitabilidade das linguiças (Tabela 7) foi analisada no dia 12 de armazenamento do  
 478 produto, devido aos resultados da análise microbiológica. As médias das notas ficaram entre 5  
 479 e 7, escores classificados como “indiferente” e “gostei moderado” na escala estruturada de 9  
 480 pontos.

481 Na análise sensorial (Tabela 7), observou-se que a linguiça com 5 % de gel (F1B1)  
 482 diferiu do controle apenas no sabor ficando classificado como “gostei moderadamente”  
 483 atribuído na escala hedônica, a linguiça com 20 % de gel ficou classificada como “gostei  
 484 levemente” em todos os atributos inclusive na aceitação global, demonstrando que a  
 485 substituição de gordura por fibra ao nível de 20 % não afetou sensivelmente a aceitação global  
 486 do controle.

487

### 488 **Tabela 7.**

489 Resultados da análise sensorial das linguiças elaboradas com diferentes concentrações de  
 490 farinha da inflorescência de bananeira no dia 12 de armazenamento.

---

Tratamentos

---

**Controle      FIB1      FIB2      FIB3      FIB4**

<b>Cor</b>	6,50 <sup>a</sup> ±3,00	7,00 <sup>a</sup> ±3,09	6,00 <sup>b</sup> ±1,09	6,00 <sup>b</sup> ±2,10	6,50 <sup>a</sup> ±2,44
<b>Aroma</b>	7,00 <sup>a</sup> ±2,09	7,50 <sup>a</sup> ±2,90	6,50 <sup>b</sup> ±3,00	6,00 <sup>b</sup> ±2,55	6,14 <sup>b</sup> ±1,46
<b>Sabor</b>	7,50 <sup>a</sup> ±3,04	6,00 <sup>b</sup> ±3,00	5,50 <sup>c</sup> ±1,90	5,50 <sup>c</sup> ±3,10	6,33 <sup>b</sup> ±1,76
<b>Textura</b>	7,50 <sup>a</sup> ±3,50	7,00 <sup>a</sup> ±3,02	6,50 <sup>b</sup> ±2,10	6,00 <sup>b</sup> ±3,33	6,33 <sup>b</sup> ±2,00
<b>Aceitação global</b>	7,50 <sup>a</sup> ±2,89	7,50 <sup>a</sup> ±3,50	5,00 <sup>c</sup> ±2,40	5,55 <sup>c</sup> ±1,59	6,56 <sup>b</sup> ±2,60

491 <sup>a</sup>Médias na mesma linha com letras diferentes sobrescritas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey  
492 (p<0,05). \*Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

493 CONTROLE: 20 % gordura, 0 % gel; FIB1: 15 % gordura, 5 % gel; FIB2: 10 % gordura, 10 % gel; FBI3: 5 %  
494 gordura, 15 % gel; FIB4: 0 % gordura, 20 % gel.

495 Stefanello et al., (2015) relatou que a adição de cogumelo de sol em pó interferiu na  
496 concepção dos provadores, sendo que, o tratamento sem pó apresentou nota superior aos outros  
497 tratamentos, corroborando dos resultados obtidos neste estudo.

498

#### 499 **4. Conclusão**

500 A farinha da inflorescência de bananeira apresentou alta concentração de fibra, boa CAA  
501 e CAO. A inclusão de 10 %, 15 % e 20 % de gel (fibra +água) atuou como antioxidante nas  
502 llinguiças até os 35 dias de armazenamento.

503 A linguiça com 20 % de gel pode ser classificada como rica em fibra. A linguiça com 20  
504 % de gel teve boa aceitação sensorial comparada com a amostra controle, uma vez que ficou  
505 classificada na escala hedônica como gostei levemente, além de conservá-la até o 35° dia.

506 Pode-se inferir que a fibra da inflorescência de bananeira tem propriedade antioxidante e  
507 que pode ser adicionada a linguiça como substituto de gordura.

508

509

#### 510 **5. Bibliografia**

511

512 AACC- American Association Cereal Chemists. Approved methods. 8. ed. Saint Paul, 1995.

513 APHA (2001) –*Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the*  
514 *microbiological examination of foods* (4ed). Washington: American Public Health  
515 Association.

516 Araújo, E. M. de.; Menezes, H. C. de.; Tomazini, J.M. (2009). Fibras solúveis e insolúveis de  
517 verduras, tubérculos e canela para uso em nutrição clínica. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 29,  
518 401-406.

- 519 Atashkar, M., M. Hojjatoleslami, and L. S. Boroujeni. (2018). The influence of fat substitution  
520 with  $\kappa$ -carrageenan, konjac, and tragacanth on the textural properties of low-fat sausage.  
521 *Food Sci. Nutr*, 6, 1015–1022.
- 522 Benedicti, C. M. **Produção de linguiça frescal (toscana) através de cura natural com**  
523 **extrato de aipo** (*Apium graveolens*). 2014. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso-  
524 Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão, Paraná, 2014.  
525
- 526 Brasil. Ministério da saúde, Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de  
527 alimentos para fins especiais Portaria n° 29, de 13 de janeiro de 1998.  
528
- 529 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa  
530 Agropecuária. Instrução Normativa n° 4 de 31 de março de 2000 – Anexo IV –  
531 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela, Linguiça, Salsicha,  
532 Almôndega, Hambúrguer e Fiambre. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*,  
533 2000.  
534
- 535 Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de  
536 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.  
537 Brasília: *Diário Oficial da União*, 2001.  
538
- 539 Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification.  
540 *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- 541 Borges, S.V.; Mancini, M.C.; Corrêa, J.L.G.; Leite, J. (2010). Secagem de bananas prata e  
542 d'água por convecção forçada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 30, 605-612.
- 543 Carraro, C I. *Aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substitutos de*  
544 *gordura em produto cárneo emulsionado*. Dissertação de Mestrado - Faculdade de  
545 Engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2012.
- 546 Carvalho, K.; Rigo, A. M (2015). *Efeito da adição de farinha de brácteas de bananeira e goma*  
547 *hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) nas características físicas, instrumentais e de*  
548 *composição proximal de pão sem glúten*. (Trabalho de Conclusão de Curso) -Universidade  
549 Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.
- 550 Castilho, F.; Fontanari, G. G.; Batistuti, J. P. (2010). Avaliação de algumas propriedades  
551 funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan*  
552 (L.) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,  
553 30, 68- 75.
- 554 Chen, X.; Zhao, Y.; Shen, H.; Zhou, L.; Pan, S.; Jin, M. Fast determination of seven synthetic  
555 pigments from wine and soft drinks using magnetic dispersive solidphase extraction  
556 followed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry.(2014). *Journal of*  
557 *Chromatography A*, 1346, 123-128.

- 558 Choe, J., H. Y. Kim. (2019). Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken  
559 sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. *Poultry Science*  
560 *Association Inc*, 98, 2662-2669.  
561
- 562 Choe, J. H., H. Y. Kim, J. M. Lee, Y. J. Kim, and C. J. Kim. (2013). Quality of frankfurter-type  
563 sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 93,  
564 849– 854.  
565
- 566 Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Jeong, J., Chung, H. & Kim, C. (2010). Effects  
567 of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fibre on the  
568 quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 84, 557-563.  
569
- 570 Dutcosky, S.D. (2007). *Análise sensorial de alimentos* (p.239). Curitiba: Champagnat.  
571
- 572 Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary  
573 fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological  
574 functionality and commercial applications. *Food Chemistry*, 124, 411- 421.
- 575 Fingolo, C.E., Moura, M.R. and Kaplan Mac. (2011). Farinha nutritiva, processo de produção  
576 da farinha nutritiva e seus usos. Brazilian Patent PI0905055-8A2.
- 577 Franzen, F. L.; Richards, N.S.P.dos.S.; Oliveira, M.S.R. de.; Backes, F.A.A.L.; Menegaes, J.F.;  
578 Zago, A.P. (2016). Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais.  
579 *Acta Iguazu*, 5, 58-70.
- 580 Fruet, A.P.B.; Stefanello, F.S.; Silva, M.S.; Kirinus, J.K.; Nörnberg, J.L.; Teixeira, C.; Dörr, A.  
581 C. (2014). Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. *Revista Eletrônica em*  
582 *Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 18, 11-17.
- 583 Glória, M. M.; Regitano-D'arc, M. A. B. (2000). Concentrado e isolado proteico de torta de  
584 castanha do Pará: obtenção e caracterização química e funcional. *Ciência e Tecnologia de*  
585 *Alimentos*, 20, 240-245.
- 586 Guillon, F.; Champ, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences  
587 of processing on human physiology. *Food Research International*, 33, 233- 245.
- 588 Gutkosky, L. C. *Caracterização tecnológica de frações de moagem de aveia e efeito de umidade*  
589 *e temperatura de extrusão na sua estabilidade*. 1997. 241p. Tese (Doutorado em  
590 Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual  
591 de Campinas, Campinas, 1997.
- 592 Han, M., and H. C. Bertram. 2017. Designing healthier comminuted meat products: effect of  
593 dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat*  
594 *Science*, 133, 159– 165.  
595  
596
- 597 Henning, S. S. C., Tshalibe, P., & Hoffman, L. C. (2016). Physico-chemical properties of  
598 reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres  
599 and water. *LWT*, 74, 92–98.

- 600  
601 Herrero, A. M., J. A. Ordóñez, R. de Avila, B. Herranz, L. de La Hoz, and M. I. Cambero.  
602 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture  
603 profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77, 331–338.  
604
- 605 IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Indicadores Conjunturais – Produção  
606 Agrícola Municipal. Disponível em: < [http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=22)  
607 [asp?c=1613&z=p&o=22](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=22) > Acesso em: 19 jan. 2019.
- 608 Kaur, M.; Singh, N. Studies on functional, thermal and pasting properties of flour from different  
609 chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. (2005). *Food Chemistry*, 91, 403-411.
- 610 Kinsella, J. E. (1976). Functional properties of proteins in foods: a Suvey. *Science and Nutrition*,  
611 7, 219-280.
- 612 Lee, M.A., Han, D.J., Jeong, J.Y., Choi, J.H., Choi, Y.S., Kim, H.Y., Paik, H.D. & Kim,  
613 C.J. (2008). Effect of kimchi powder level and drying methods on quality characteristics of  
614 breakfast sausage. *Meat Science*, 80, 708-714.  
615
- 616 Mendes, A. C. G., Rettore, D. M., Ramos, A. de. L. S. Cunha, S. de. F. V. da., Oliveira, L. C.  
617 de., Ramos, E. M. (2014). Salames tipo Milano elaborados com fibras de subprodutos da  
618 produção de vinho tinto. *Ciência Rural*, 44, 1291-1296.  
619
- 620 Oliveira, A. F.; Roman, J. A. Fibras Alimentares. In:\_\_\_\_\_. Nutrição para tecnologia e  
621 engenharia de alimentos. Curitiba: Editora CRV, 2013 a. p. 35-46.
- 622 Pereira, M. P. *Aplicação de Antioxidantes Naturais em carne mecanicamente separada (CMS)*  
623 *de ave*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009, 128 f. (Dissertação,  
624 Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).  
625
- 626 Petersson, K.; Godard, O.; Eliasson, A. C.; Tornberg, E. (2014). The effects of cereal additives  
627 in low-fat sausages and meatballs. Part 2: Rye bran, oat bran and barley fibre. *Meat*  
628 *Science*, 96, 503-508.
- 629 Porte, A.; Silva, E. F.; Almeida, V. D. S.; Silva, T.X.; Porte, L. H. M.; Propriedades funcionais  
630 tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita*  
631 *sp*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13, 91-96.
- 632 Raharjo, S., Sofos, J. N., Schmidt, G. R.(1992). Improved speed, specificity, and limit of  
633 determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for  
634 measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40,  
635 2182-2185.
- 636 Sales, R. O. & Porto, E. (2007). Disseminação Bacteriana. Principais Patogenos e  
637 Higienização no Abate de Frangos: Uma revisão. *Revista Brasileira de Higiene e*  
638 *Sanidade Animal*, 1, 14-36.



- 639 Santana, G. S.; Oliveira Filho, J. G.; Egea, M. B. (2017). Características tecnológicas de  
640 farinhas vegetais comerciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4, 88-95.
- 641 Santos Alves, L. A. A., J. M. dos Lorenzo, C. A. A. Gonçalves, B. A. Santos, R. T. dos Heck,  
642 A. Cichoski, and P. C. B. Campagnol. (2016). Production of healthier bologna type  
643 sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat Science*, 121, 73–  
644 78.
- 645  
646 Sathe, S. K. (2002). Dry bean protein functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22, 175-  
647 223.
- 648  
649 Saura-Calixto, F. (1998). Antioxidant dietary fiber product: a new concept and a potential food  
650 ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4303-4306.
- 651 Seibel, N. F.; Beléia, A. D. P. (2009). Hidrólise enzimática de fibras de cotilédones de soja e  
652 caracterização das frações sólidas e solúveis. *Pesq. agropec. Brás*, 44.
- 653  
654 Shahidi, F., Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional  
655 Foods*, 18, 757-781.
- 656 Schmidt, M. M. *Avaliação da atividade antioxidante de extrato de inflorescência de bananeira  
657 e sua aplicação em hambúrguer de carne suína*. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em  
658 Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos  
659 Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- 660 Siddiq, M.; Ravi, R.; Harte, J. B.; Dolan, K. D. Physical and functional characteristics of  
661 selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. (2010). *LWT – Food Science and  
662 Technology*, 43, 232-237.
- 663 Sikorski, Z. E., Kolakowska, A., Burt, J. R. (1974). Postharvest biochemical and microbial  
664 changes. In: *Seafood : resources, nutritional, composition and preservation*. Editora: CRC  
665 Press (Boca Raton), 55-73.
- 666 Silva, A.K.N. da.; Beckman, J. C.; Rodrigues, A.M. C.; Silva, L.H.M. da. (2017) Avaliação da  
667 composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí.  
668 *Revista Brasileira Tecnologia Agroindustrial*, 11, 2205-2216.
- 669 Silva, M. J. R. da; Anjos, J. M. C. dos; Jesus, P. R. R. de; Santos, G. S. dos; Lima, F. B. F.;  
670 Ribeiro, V. G. (2013). Produção e caracterização da bananeira “Prata Anã” (AAB) em dois  
671 ciclos de produção (Juazeiro, Bahia). *Revista Ceres*, 60, p. 122-126.
- 672 Soto Ballesteros, M (1992). **Bananos: cultivo y comercialización**. 2 ed. San José: Litografía e  
673 imprenta.
- 674 Stefanello, F. S.; Cavalheiro, C. P.; Ludtke, F. L.; Silva, M. S.; Fries, L. L. M.; Kubota, E. H.  
675 (2015). Efeito da adição de extrato de cogumelo do sol em linguiça suína e avaliação da  
676 estabilidade oxidativa e microbiológica do produto. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 171-  
677 186.

- 678 Storck, C.; Nunes, G. L.; Oliveira, B. B. de.; Basso, C. (2013). Folhas, talos, cascas e sementes  
679 de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de  
680 preparações. *Ciência Rural*, 43, 537-543.
- 681 Tavares, J. A. S.; Soares Júnior, M. S.; Becker, F. S.; Costa, E. E. (2012). Mudanças funcionais  
682 de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de  
683 processamento. *Revista Ciência Rural*, 42, 1102–1109.
- 684 Trindade, M. A., Nunes, T. P., Contreras-Castillo, C. J., Felício, P. D. (2008). Estabilidade  
685 oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada  
686 de antioxidantes durante período de armazenamento a –18 °C, *Ciência e Tecnologia  
687 de Alimentos*, 28, 160-168.
- 688  
689 Vidal, A. R., Prestes, R. C. (2014). Effects of Addition of Wheat Fiber on Color and pH of  
690 Hamburger. *Científica, Ciencia e Biologia da Saúde*, 16, 169-73.
- 691 Villas Boas, E. V. B.; Oliveira, E. C. M.; Oliveira, E. R.; Lima, L. C. O. (1999). Composição  
692 centesimal do cogumelo do sol (*Agaricus blazei*). *Revista da Universidade de Alfenas,  
693 Alfenas*, 5, 169-172.

## 6 DISCUSSÃO GERAL

A primeira etapa do trabalho baseou-se em realizar a extração de antioxidantes a partir de um resíduo da bananeira. A flor masculina da inflorescência de bananeira foi utilizada como fonte de compostos fenólicos e flavonóides, a fim de fornecer propriedades antioxidantes, prolongando a vida útil das linguiças elaboradas.

O primeiro manuscrito, tendo como título “Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products”, engloba as etapas de caracterização bioativa dos constituintes da inflorescência de bananeira e o efeito do extrato com maiores concentrações de antioxidante em linguiças suínas.

Recentemente, os produtos cárneos têm sido alvo de várias discussões em relação ao seu desenvolvimento. Os aditivos sintéticos têm demonstrado insegurança aos consumidores em decorrência dos danos que podem causar a saúde, desta forma, os consumidores têm demonstrado uma certa preferência por alimentos mais naturais. Muitos estudos estão sendo elaborados envolvendo a utilização de antioxidantes naturais em produtos cárneos (RODRIGUES, 2019).

A avaliação da caracterização bioativos e a atividade antioxidante dos extratos elaborados com diferentes constituintes da inflorescência da banana provaram que as flores masculinas têm grande potencial para serem usadas como antioxidantes naturais em produtos cárneos. A adição de extrato das flores masculinas da inflorescência de bananeira nas formulações de linguiça suína teve um efeito muito satisfatório no controle da oxidação lipídica durante os 28 dias de armazenamento do produto. No início da vida útil as linguiças apresentaram valores próximos de 0,1mg MDA / kg. De modo geral, os valores de TBARS aumentou significativamente durante o armazenamento para todos os tratamentos.

Estudos como de Almeida et al. (2015) e Kim et al. (2014) também relataram que a adição de extratos naturais influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) os valores TBARS

durante o armazenamento dos produtos cárneos, sendo que, os valores de TBARS aumentaram significativamente durante o armazenamento para todos os tratamentos, provavelmente devido à oxidação de ácidos graxos insaturados das amostras (Mendes, Pestana e Gonçalves, 2008).

A concentração máxima de extrato (2 %) não influenciou a aceitabilidade do produto pelos provadores. Portanto, a utilização do extrato natural é uma ótima alternativa para substituição dos antioxidantes sintéticos que são usualmente utilizados em embutidos.

Já o manuscrito número dois, intitulado como “Aplicação da farinha da inflorescência de bananeira em linguiça toscana com teor reduzido de gordura”, teve como objetivo a utilização da farinha da inflorescência de bananeira como fonte de fibra alimentar em linguiça toscana.

Nos últimos anos, o interesse dos consumidores em reduzir a gordura em produtos à base de carne vem crescendo devido a riscos, como doença cardíaca coronária e obesidade, decorrentes do consumo de gordura animal, que contem grandes quantidades de ácidos graxos e colesterol (DRANSFIELD, 2008). Portanto, em vários estudos tentaram identificar maneiras de reduzir o teor de gordura destes produtos à base de carne usando substitutos de gordura ou uma mistura de água e água ingredientes e, simultaneamente, minimizando as mudanças suas propriedades sensoriais e texturais. Exemplos de tais substitutos incluem colágeno, fibra alimentar e hidrocolóides (HAN e BELTRAM, 2017).

Sendo assim, optou-se em elaborar linguiças com adição de fibra da inflorescência de bananeira, o tratamento com maiores concentrações de fibra (6,2 %) e menor concentração de gordura (2,80 %), apresentar ótimos resultados em relação às características físico-químicas e oxidativas das linguiças formuladas. A fibra alimentar é normalmente derivada da porção comestível de plantas ou produtos agrícolas (MEHTA et al., 2015). A incorporação de fibra alimentar em produtos à base de carne resulta em propriedades tecnofuncionais desejáveis, como aumento na capacidade de ligação com a água (PINTADO et al., 2018).

Santos Alves et al., (2016), observaram que a adição de fibras alimentares levaram a um aumento na umidade e a uma diminuição no teor de gordura, resultados semelhantes ao encontrado neste estudo.

Já para a aceitabilidade do produto, o tratamento com menor concentração de farinha foi o que obteve valores muito semelhante ao grupo controle, sendo assim, necessita de maiores estudos para melhorar as características sensoriais das linguiças com maiores teores de fibra. Segundo Choe e Kim (2019), um nível de gordura abaixo de 10 % nos produtos cárneos pode reduzir a capacidade de retenção de água e impactar negativamente as propriedades sensoriais.

Através da elaboração destes dois manuscritos, pode-se observar e concluir que a inflorescência de bananeira que é em muitos casos descartada ou até mesmo utilizada como adubo da própria bananeira é uma fonte riquíssima de antioxidante e fibra alimentar, sendo assim, uma alternativa viável para a indústria cárnea e conseqüentemente a valorização deste resíduo que é pouco conhecido e estudado.

## **7 CONCLUSÃO GERAL**

Resultados satisfatórios foram obtidos pela adição da inflorescência de bananeira nas formulações de linguiças. As linguiças apresentaram características físico-químicas e microbiológicas dentro dos padrões adequados pela legislação brasileira.

A concentração maior de extrato das flores masculinas da inflorescência de bananeira foi eficaz em retardar a oxidação lipídica das linguiças armazenadas a 4 °C. No 10 ° dia de armazenamento do produto, não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados, demonstrando a não interferência das concentrações aplicadas de extrato.

A farinha da inflorescência de bananeira (FIB), também influenciou positivamente nas características físico-químicas e oxidativas das formulações de linguiça. Conclui-se que a FIB obtidas no presente estudo pode vir contribuir de forma satisfatória quando incluídas em formulações de embutidos, visto que as linguiças apresentaram boa aceitabilidade na avaliação sensorial realizadas pelos provadores.

## REFERÊNCIAS

AĞAR, B., GENÇCELEP, H., SARICAOĞLU, F. T., & TURHAN, S. Effect of sugar beet fiber concentrations on rheological properties of meat emulsions and their correlation with texture profile analysis. **Food and Bioproducts Processing**, v. 100, p. 118–131, 2016.

ALMEIDA, J. DE F., REIS, A. S., HELDT, L. F. S., PEREIRA, D., BIANCHIN, M., MOURA, C. DE, PLATA-OVIEDO, M.V, HAMINIUK, C.W.I. RIBEIRO, I.S., LUZ, C.F.P., & CARPES, S.T. Lyophilized bee pollen extract: A natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in refrigerated sausages. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 299–305, 2017.

ALMEIDA, C de O. **Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às práticas em supermercado**. 2005. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

ARMENTEROS, M., MORCUENDE, D., VENTANAS, J., e ESTÉVEZ, M. The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. **Meat Science**, v. 116, p. 253–259, 2016.

ARUN, K. B., THOMAS, S., RESHMITHA, T. R., AKHIL, G. C., & NISHA, P. Dietary fibre and phenolic-rich extracts from *Musa paradisiaca* inflorescence ameliorates type 2 diabetes and associated cardiovascular risks. **Journal of Functional Foods**, v. 31, p. 198–207, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 – Anexo IV – **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela, Linguiça, Salsicha, Almôndega, Hambúrguer e Fiambre**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, publicado em 5 de abril de 2000.

BENEDICTI, C. M. **Produção de linguiça frescal (toscana) através de cura natural com extrato de aipo (*Apium graveolens*)**. 2014. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, Paraná, 2014.

BERNARDI, W. F.; RODRIGUES, B. I.; NETO, P. C, ANDO, A.; TULMANN NETO A.; VOLO, L. C C.; MONTES, S. M. N M. Micropropagação de baixo custo em bananeira cv. Maçã em meios com diferentes fontes de carbono e avaliação da performance em campo das mudas produzidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 503-506, 2004.

BREWER, M.S. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. **Meat Science**, v.91, p.385-395, 2012.

BREWER, M. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.10, p. 211-247, 2011.

- DECKER, E.A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v.86, p.49-55, 2010.
- DRANSFIELD, E. The taste of fat. **Meat Science**, v. 80, p.37–42, 2008.
- CRISTOFOLETTI, M.F. et al. Associação entre consumo de alimentos embutidos e obesidade em um estudo de base populacional de nipo-brasileiros. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.57, n.6, p.464-472, 2013.
- CHOE, J., H. Y. KIM. Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. **Poultry Science Association Inc**, 98, 2662-2669, 2019.
- CHOI, Y. S., CHOI, J. H., HAN, D. J., KIM, H. Y., LEE, M. A., KIM, H. W., JEONG, J. Y., KIM, C. J. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v. 82, p. 266-271, 2009.
- FAUSTMAN, C., SUN, Q., MANCINI, R. & SUMAN, S. P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v. 86, p. 86–94, 2010.
- FELLENBERG, M. A., & SPEISKY, H. Antioxidants: Their effect on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **Poultry Science Journal**, v. 62, p. 53–69, 2016.
- FINGOLO, C.E.; MOURA, M.R.L AND KAPLAN MAC. 2011. Farinha nutritiva, processo de produção da farinha nutritiva e seus usos. Brazilian Patent PI0905055-8A2.
- FORSTER, M.P.; RODRÍGUEZ, E.R.; ROMERO, C.D. Differential characteristics in the chemical composition of bananas from Tenerife (Canary Islands) and Ecuador. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 26, p.7586-7592, 2002.
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Antioxidant activity in banana peel extracts. Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1030-1039, 2010.
- HAN, M., & BERTRAM, H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, v. 133, p. 159–165, 2017.
- HAO, M.; BETA, T. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hull extracts. **Food Chemistry**, v.133, p.1320-1325, 2012.
- HJELM, L., MIELBY, L. A., GREGERSEN, S., EGGERS, N., & BERTRAM, H. C. Partial substitution of fat with rye bran fibre in Frankfurter sausages – Bridging technological and sensory attributes through inclusion of collagenous protein. **LWT**, v. 101, p. 607-617, 2018.
- HUBER, E. **Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura**. 2012. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

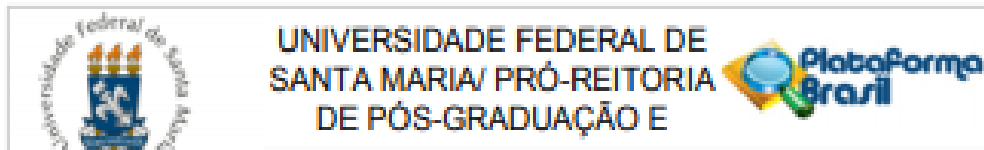
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 7, n.2, p. 41-48, 1996.
- KAUR, R., & SHARMA, M. Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. *Journal of Functional Foods*, v. 62, p. 103527, 2019.
- KIM, H. W., CHOI, J. H., CHOI, Y. S., HAN, D. J., KIM, H. Y., LEE, M. A., ET AL. Effects of Sea Tangle (*Lamina japonica*) Powder on Quality Characteristics of Breakfast Sausages. **Korean Journal of Food Science and Animal Resource**, v.30, p. 55–61, 2010.
- KLUGE, R.A., VICTÓRIA, FILHO, R., SCARPARE FILHO, J.A. Densidade e sistema de espaçamento de bananeiras nanicao Musa AAA subgrupo Cavendishii produção de ráquis e relação ráquiscacho **Ciência Agrícola**, 1999.
- LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept, (B) practical implementations. *Bioresource Technology*. v.8, n.2, p.167-198, 2003.
- LORENZO, J. M., MUNEKATA, P. E. S., GÓMEZ, B., BARBA, F. J., MORA, L; SANTAESCOLÁSTICA, C. P., TOLDRÁ, F. Bioactive peptides as natural antioxidants in food products. **A review. Trends in Food Science & Technology**, v. 79, p.136-147, 2018.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MEHTA, N., S. S. AHLAWAT, D. P. SHARMA, AND R. S. DABUR. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products— a critical review. **J. Food Sci. Technol.** V. 52, p. 633–647, 2015.
- MEHTA, N. et al. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products - a critical review. **Journal of Food Science and Technology**, p.1-15, 2013.
- MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. **Food Research International**, Oxford, v. 27, n. 5, p. 425-431, 1994.
- NAM, K. C.; AHN, D. U. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties. **Meat Science**, v. 63, n.1, p.1-8, 2003.
- NETO, A. R.; MELO, B.. A Cultura da Bananeira. (2014). Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/banana3.htm#2> > Acesso em: 20 de março de 2019.
- NKUKWANA, T. T., MUCHENJE, V., MASIKA, P. J., HOFFMAN, L.C., DZAMA, K., DESCALZO, A. M. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. **Food Chemistry**, v. 142, p. 255-261, 2014.



- OLIVEIRA, D. F. de. COELHO, A. R. BURGARDT, V. de. C. da. F., HASHIMOTO, E. H., LUNKES, A. M., MARCHI, J. F., TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.3, p. 163-174, 2013.
- OSAWA, C. C.; FELICIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n.4, p. 655-663, 2005.
- OZVURAL, E. B., VURAL, H. The effects of grape seed extract on quality characteristics of frankfurters. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 36, p. 291-297, 2012.
- PADAM, B. S.; TIM, H. S.; CHYE, F. Y.; ABDULLAH, M. I. Antibacterial and antioxidative activities of the various solvent extract of banana (*Musa paradisiaca* cv. Mysore) inflorescences. **Journal of Biological Sciences**, v. 12, p. 62-73, 2012.
- PIÑERO, M.P., PARRA, K., HUERTA-LEIDENZ, N., ARENAS DE MORENO, L., FERRER, M., ARAUJO, S., BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v.80, p.675-680, 2008.
- PINTADO, T., A. M. HERRERO, F. JIMENEZ-COLMENERO, C. PASQUALIN CAVALHEIRO, AND C. RUIZ-CAPILLAS. 2018. Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. **Meat Science**, v. 135, p.6-13, 2018.
- POGORZELSKA, E., GODZISZEWSKA, J., BRODOWSKA, M., WIERZBICKA, A. Antioxidant potential of Haematococcus pluvialis extract rich in astaxanthin on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigerated storage. **Meat Science**, v.135, p. 54-61, 2018.
- RODRIGUES, A. S., KUBOTA, E. H., DA SILVA, C. G., DOS SANTOS ALVES, J., HAUTRIVE, T. P., RODRIGUES, G. S., & CAMPAGNOL, P. C. B. Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. **Meat Science**, v. 161, p. 107991, 2019.
- SELGAS, M. D., CÁCERES, E., GARCIA, M. L. Long-chain soluble dietary fiber as functional ingredient in cooked meat sausages. **Food Science Technology International**, v. 11, n. 1, p. 41-47, 2005.
- SHAH, M. P., REDDY, G. V., BANERJEE, R., BABU, P. R., KOTHARI, I. L. Microbial degradation of banana waste under solid state bioprocessing using two lignocellulolytic fungi (*Phylosticta* spp. MPS-001 and *Aspegillus* spp. MPS-002). **Process biochemistry**, v. 40, p. 445-451, 2005.
- SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 757-781, 2015.
- SHAN, B., CAI, Y. Z., CORKE, H. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 89, p. 1879-1885, 2009.

- SILVA, M. L. C.; SANTANA, A. S.; COSTA, R. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 1999.
- SOARES, D. J., TAVARES, T. M., BRASIL, I. M., FIGUEIREDO, R. W. de., SOUZA, H. M. de. Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, p. 263-272, 2012.
- ŠOJIC, B., PAVLIC, B., ZEKOVIC, Z., TOMOVIC, V., IKONIC, P., KOCIĆTANACKOV, S., & DŽINIĆ, N. The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. **LWT**, v. 89, p. 749–755, 2018.
- SANTOS ALVES, L. A. A., J. M. dos., LORENZO, C. A. A. GONÇALVES, B. A. SANTOS, R. T. DOS HECK, A. CICHOSKI, AND P. C. B. Campagnol. Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. **Meat Science**, 121, 73–78, 2016.
- SOTO BALLESTERO, M (1992). **Bananos: cultivo y comercialización**. 2 ed. San José: Litografía e imprenta.
- TANG, S.; KERRY, J. P.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. **Food Research International**, v. 34, n. 8 p. 651-657, 2001.
- TERRA, N. N. BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados**. Técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1998. 121 p.
- XIANG, R., CHENG, J., ZHU, M., & LIU, X. Effect of mulberry (*Morus alba*) polyphenols as antioxidant on physiochemical properties, oxidation and bio-safety in Cantonese sausages. **LWT**, v. 116, p. 108504, 2019.
- WEISS, J., GIBIS, M., SCHUH, V., SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n.1, p. 196-213, 2010.
- ZHANG, W., XIAO, S., SAMARAWEERA, H., LEE, E.J., AHN, D. U. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v.86, p.15-31, 2010.

## ANEXO A - CARTA DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Extração e caracterização da fibra de diferentes constituintes da inflorescência de bananeira e aplicação em produtos cárneos com teor reduzido de gordura.

**Pesquisador:** Ernesto Hashime Kubota

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 81489317.1.0000.5346

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.485.461

#### Apresentação do Projeto:

É uma tese e visa a extração do teor de fibra da inflorescência de bananeira, e sua aplicabilidade em produtos cárneos a fim de elaborar um produto benéfico à saúde e que apresente características sensoriais aceitáveis uma vez que, a fibra alimentar atua nas características físicas do produto ao agir como agente emulsificante, por exemplo. Este trabalho será composto por três ensaios experimentais. O primeiro ensaio será composta pela caracterização das partes da inflorescência de bananeira, modificação, extração e caracterização da fibra da inflorescência de bananeira. No segundo ensaio, serão elaborados patês de presunto com substituição parcial da gordura animal (toucinho) por distintas concentrações de fibra de inflorescência de bananeira. No terceiro ensaio, serão formuladas linguiças frescas com substituição parcial da gordura animal por fibra de inflorescência de bananeira. Em cada ensaio, serão analisados os aspectos físico-químico, sensorial e microbiológico dos produtos elaborados.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Geral:** extrair e caracterizar a fibra de diferentes constituintes da inflorescência de bananeira (*Musa cavendishii*) e aplicar em produtos cárneos com teor reduzido de gordura.

**Específicos:** caracterizar as partes da inflorescência de bananeira (*Musa cavendishii*) quanto à

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

**Bairro:** Camobi

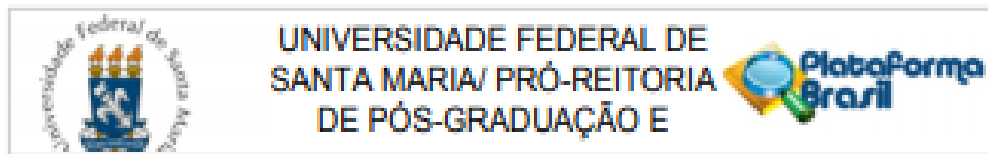
**CEP:** 97.105-970

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362

**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.465.481

composição físico-química, propriedades funcionais e atividade antioxidante; Extrair a fibra da inflorescência de bananaeira (*Musa cavendishii*) e determinar seu rendimento; Caracterizar a fibra de inflorescência de bananaeira quanto à composição físico-química, propriedades funcionais; Modificar fisicamente a fibra com melhor característica através de processos de ultrassom e micro-ondas; Desenvolver diferentes formulações de patê de presunto e Linguiça suína frescal adicionadas de distintas concentrações de fibra de inflorescência de bananaeira e gordura, utilizando planejamento fatorial 2<sup>2</sup> completo com ponto central; Avaliar o efeito da adição de fibra e gordura sobre as propriedades físico-químicas, estruturais e sensoriais dos produtos elaborados, através do método de superfície de resposta.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** os riscos seriam alergias e intolerâncias a linguiça suína, patê de presunto e banana, entretanto estes seriam os critérios para exclusão de indivíduos para participação na análise sensorial. Além disso, todos os produtos serão avaliados previamente através de análise físico-químicas e microbiológicas para assegurar que os produtos estão aptos ao consumo.

**Benefícios:** não terá benefícios diretos aos participantes, entretanto, ajudará a comunidade científica na construção do conhecimento sobre as características sensoriais (cor, aparência, etc.) do produto em desenvolvimento.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

.

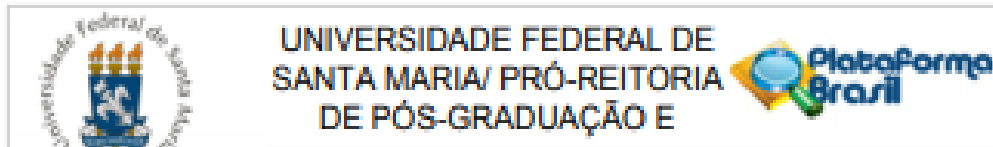
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos obrigatórios foram apresentados adequadamente.

**Recomendações:**

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. **ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.**

<b>Endereço:</b> Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar	
<b>Bairro:</b> Camobi	<b>CEP:</b> 97.105-970
<b>UF:</b> RS	<b>Município:</b> SANTA MARIA
<b>Telefone:</b> (55)3220-9262	<b>E-mail:</b> cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.466.461

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Incluir nos riscos da pesquisa o cansaço e, às vezes, a confusão a que o julgador pode estar exposto ao responder o questionário sensorial.

Corrigir a resolução CNS. A vigente é a CNS 466/2012 e não a 196/1996.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1057511.pdf	22/12/2017 18:43:29		Aceito
Outros	ProjetoAngelaGAP.pdf	22/12/2017 18:43:06	Ernesto Hashime Kubota	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermodeconfidencialidadeAngela.pdf	21/12/2017 11:02:51	Ernesto Hashime Kubota	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizaDTCAAngela.pdf	21/12/2017 10:58:35	Ernesto Hashime Kubota	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDoutoradoAngela.pdf	21/12/2017 10:57:41	Ernesto Hashime Kubota	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEAngela.pdf	21/12/2017 10:57:21	Ernesto Hashime Kubota	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoAngela.pdf	21/12/2017 10:55:23	Ernesto Hashime Kubota	Aceito

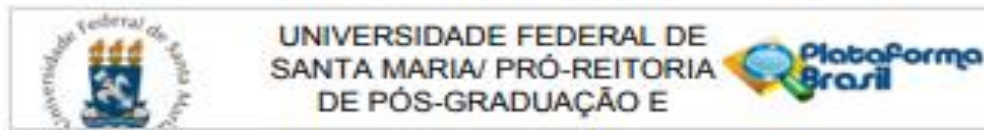
**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-910  
 UF: RS Município: SANTA MARIA  
 Telefone: (51)3220-9362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Formoc: 2.465.461

SANTA MARIA, 11 de Janeiro de 2018

---

**Assinado por:**  
**CLAUDEMIR DE QUADROS**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Rozalina, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cqp.ufsm@gmail.com

## ANEXO B - MANUSCRITO 1 PUBLICADO

Meat Science 161 (2020) 107991



Contents lists available at ScienceDirect

Meat Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/meatsci](http://www.elsevier.com/locate/meatsci)

## Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products



Angela Souza Rodrigues, Ernesto Hashime Kubota, Camila Giacomelli da Silva, Jamila dos Santos Alves, Tiffany Prokopp Hautrive, Geangela Souza Rodrigues, Paulo Cezar Bastianello Campagnol\*

Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Natural antioxidant  
Bioactive compounds  
Banana inflorescence

### ABSTRACT

The bioactive compounds and the antioxidant activity of extracts made with various parts of banana inflorescences (bracts, male flowers, rachis, and whole inflorescence) were evaluated in the first part of this study. The extract made with male flowers (EMF) had a higher content of phenolics and flavonoids, lower  $IC_{50}$  value, and higher FRAP value. Thus, EMF was selected to be used in sausage formulations at the concentrations of 0, 0.5, 1, 1.5, and 2%. The effect of this reformulation on the physicochemical, oxidative, and sensory characteristics of the sausages was evaluated during the refrigerated storage (28 days). EMF presented an effective antioxidant activity, with no major changes on pH, aw, and color parameters. In addition, the sensory quality of the product was not affected by the addition of up to 2% EMF. Therefore, EMF has great potential to be used as a natural antioxidant in meat products.

## ANEXO C - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

### Instrumento para Avaliação Sensorial

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

Amostra: \_\_\_\_\_

Experimente cuidadosamente a amostra de produto cárneo e assinale com um “x” nos atributos o que melhor representar seu sentimento em relação a ela.

#### CÓDIGO DA AMOSTRA

	COR	AROMA	SABOR	MACIEZ	APARÊNCIA GLOBAL
Gostei muitíssimo					
Gostei muito					
Gostei moderado					
Gostei levemente					
Indiferente					
Desgostei levemente					
Desgostei moderadamente					
Desgostei muito					
Desgostei muitíssimo					



## ANEXO D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS  
ALIMENTOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS.

**Pesquisadores:** Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota e Doutoranda Angela Souza Rodrigues.

**Instituição/Departamento:** UFSM/ – Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos – CCR /Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Local de coleta de dados:** Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos – Sala 3212/Prédio 42

**Contato:** (55) 991361723 ange-atinha@hotmail.com

Você está sendo convidado a participar voluntariamente de um estudo intitulado EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS, que tem como objetivo elaborar produtos cárneos “mais saudáveis” e com ingredientes funcionais. Existe uma tendência na indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos com ingredientes funcionais que quando consumidos proporcionam benefícios à saúde humana. Não está bem esclarecido na literatura se o produto cárneo elaborado com ingredientes funcionais possui efeitos benéficos a saúde quando comparados com o produto de formulação tradicional, isto justifica a importância do trabalho.

***Procedimentos a serem realizados***

Serão oferecidas a você amostras de produtos cárneos. Será solicitado que você as prove, marcando nas fichas a sua resposta com relação às características sensoriais (cor, aparência, sabor e textura) do produto oferecido.

***Riscos possíveis e benefícios esperados***

Fica claro que você não é obrigado a participar do projeto. No caso de recusa você não terá nenhum tipo de prejuízo. A qualquer momento da pesquisa você é livre para retirar-se da mesma. No caso de aceite, fica claro que os produtos oferecidos são seguros e de boa qualidade, não havendo prejuízos ou riscos a sua saúde.

Como critério de inclusão para participar da análise sensorial os provadores devem ser consumidores de linguiça suína/patê de presunto. Os critérios de exclusão: indivíduos alérgicos e intolerantes a linguiça suína, patê de presunto e banana. Caso você for alérgico a linguiça suína, patê de presunto e banana, não participe do projeto. Não haverá benefício financeiro pela sua participação e nenhum custo para você. Você não terá benefícios diretos, entretanto, ajudará a comunidade científica na construção do conhecimento sobre as características sensoriais (cor, aparência, etc.) de um novo produto.

***Confidencialidade***

Os dados obtidos com esta pesquisa serão publicados em revistas científicas reconhecida. Os seus dados serão analisados em conjunto com os de outros participantes, assim, não aparecerão informações que possam lhe identificar, sendo mantido o sigilo de sua identidade.

***Utilização dos dados obtidos***

O material coletado e os seus dados serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão guardados com o pesquisador por 5 (cinco) anos, após o qual serão destruídos. Os dados ficarão armazenados na Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, na sala 4213 – Prédio 43, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Cidade Universitária, Santa Maria – RS.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo são Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota e Angela Souza Rodrigues, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM. Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos pesquisadores responsáveis pelo estudo para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Este estudo obteve aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, com protocolo número 81489317.1.0000.5346. Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo intitulado EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSTITUINTES DA INFLORESCÊNCIA DE BANANEIRA E APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS. Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos caso seja alérgico a algum ingrediente do produto, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante ele, sem penalidades ou prejuízo. Este termo será assinado em duas vias, uma de posse do pesquisador e a outra de posse do entrevistado.

---

Assinatura do participante

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntaria o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

---

Assinatura do responsável pelo estudo

Santa Maria, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM - Cidade Universitária – Bairro Camobi, Av. Roraima, nº1000 - CEP: 97.105.900 Santa Maria – RS. Telefone: (55) 3220-9362 – Fax: (55) 3220-8009 Email: cep.ufsm@gmail.com. Web: www.ufsm.br/cep.