

# SPIRULINA PLATENSIS COMO SUBSTITUTO DE POLIFOSFATOS NO DESENVOLVIMENTO DE LINGUIÇAS FRESCAIS

## SPIRULINA PLATENSIS AS A SUBSTITUTE FOR POLYPHOSPHATES IN THE DEVELOPMENT OF FRESH PORK SAUSAGES

**RODRIGUES, Éllen Francine**<sup>1</sup>; **SBEGHEN, Alessandro Lima**<sup>2</sup>; **REINEHR, Christian Oliveira**<sup>3</sup>; **COLLA, Eliane**<sup>4</sup>; **CANAN, Cristiane**<sup>5</sup>; **COLLA, Luciane Maria**<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup> Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Universidade de Passo Fundo - Passo Fundo-BR

<sup>1</sup> Email: [ellen\\_fr@hotmail.com](mailto:ellen_fr@hotmail.com) / <sup>2</sup> Email: [asbeghen@hotmail.com](mailto:asbeghen@hotmail.com)

<sup>3,6</sup> Laboratório de Fermentações, Prédio L1 – Universidade de Passo Fundo/Passo Fundo - BR

<sup>3</sup> Email: [reinehr@upf.br](mailto:reinehr@upf.br) / <sup>6</sup> Email: [lmcolla@upf.br](mailto:lmcolla@upf.br)

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/  
Câmpus Medianeira - Medianeira - Brasil

<sup>4</sup> Email: [ecolla@utfpr.edu.br](mailto:ecolla@utfpr.edu.br) / <sup>5</sup> Email: [canan@utfpr.edu.br](mailto:canan@utfpr.edu.br)

### RESUMO

Linguiças frescas são um dos derivados cárneos mais fabricados no Brasil, sendo essencial a presença de estabilizantes na formulação, a fim de conferir liga entre os pedaços de carne e suculência ao produto final. O emprego de diversos aditivos tem sido questionado quanto a sua inocuidade, e considerando o fato de que os aditivos naturais têm recebido atenção especial por nutricionistas e pesquisadores, há uma tendência geral no processamento de alimentos em substituir os aditivos químicos por naturais. A Spirulina tem sido estudada por apresentar diversas propriedades funcionais, como a atividade antioxidante e emulsificante, em função da presença de compostos fenólicos e de seu elevado teor de proteínas, respectivamente. Neste trabalho, objetivou-se a substituição dos polifosfatos por Spirulina platensis, como agente estabilizante e antioxidante, em linguiças frescas. A partir de uma formulação básica foram testadas duas formulações, uma com polifosfatos e uma com Spirulina platensis (ausência de polifosfatos), as quais foram avaliadas durante o tempo de armazenamento quanto ao grau de oxidação lipídica (índice de peróxidos), parâmetros de textura, qualidade microbiológica e avaliação sensorial. A formulação adicionada de Spirulina apresentou índice de peróxidos de 1,95 meq/kg (crua) e 3,18 meq/kg (assada), após 30 dias de armazenamento, resultados considerados baixos quando comparados com a legislação em vigor. Com relação à avaliação sensorial, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no teste de preferência pareada, entre a formulação adicionada de Spirulina platensis e a formulação com polifosfato. No teste de aceitabilidade, os atributos de aroma, sabor e textura apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%.

**Palavras-chave:** embutidos cárneos, aditivos alimentares, estabilidade oxidativa, estabilizantes, Spirulina platensis.

### ABSTRACT

Fresh sausages are one of the most manufactured meat products in Brazil, being essential the presence of stabilizers in the formulation, in order to confer connects between the pieces of meat and the final product juiciness. The use of various additives has been questioned as to its safety, and considering the fact that natural additives have received special attention by nutritionists and researchers, there is a general trend in food processing, in replace chemical by natural additives. Spirulina has been studied due to its properties such as antioxidant and emulsifier, due to the presence of phenolic compounds and their high protein content, respectively. The aim of this work was the replacement of polyphosphates by Spirulina platensis, due to its stabilizer and antioxidant properties, in fresh pork sausages. From a basic formulation, two formulations were prepared, one with polyphosphate and another with Spirulina platensis (no polyphosphate). The formulations were evaluated during the storage time in relation to lipid oxidation (perox-

ide value), texture parameters, microbiological quality and sensory evaluation. The formulation added of Spirulina presented peroxide value of 1.95 meq/kg (raw) and 3.18 meq/kg (roasted) after 30 days of storage, results considered low when compared to Brazilian legislation. With respect to sensory evaluation, there was no significant difference ( $p>0.05$ ) in the paired preference test between the formulation added of Spirulina platensis and formulation with polyphosphate. In the test of acceptability, the attributes of aroma, flavor and texture showed acceptability index above 70%.

**Keywords: fresh sausages, food additives, oxidative stability, stabilizers, Spirulina platensis.**

## 1. INTRODUÇÃO

No mercado nacional existe uma grande variedade de derivados de carne suína. Dentre os produtos processados, a linguiça frescal do tipo toscana (constituída exclusivamente de carne suína) representa alternativa para o aproveitamento de cortes suínos menos nobres, devido ao baixo custo de produção e grande aceitação pelo mercado consumidor (RAMUNDO et al., 2005).

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. Linguiça designada Toscana é o produto cru obtido exclusivamente de carnes suína, adicionada de gordura suína e ingredientes (BRASIL, 2000).

As linguiças estão entre os produtos obtidos da carne suína mais conhecidos no Brasil, sendo o produto mais consumido a nível domiciliar (24%) depois da carne “in natura” (37%) (ABIPECS, 2009). A linguiça frescal é um produto cárneo com processamento relativamente simples e, empregando-se normas higiênico-sanitárias adequadas a produção pode ser bastante rentável. É um produto que devido ao alto teor de gordura, a natureza das matérias-primas e a falta de tratamento térmico, tornam-se propenso à deterioração por oxidação lipídica e contaminação

microbiana (GEORGANTELIS et al., 2007).

Para que ocorra a união entre a fase oleosa e aquosa em produtos cárneos embutidos, há a necessidade da presença de proteínas, que constituem o agente emulsificante ou estabilizante (SHIMOKOMAKI et al., 2006). A proteína cárnea, especialmente as proteínas miofibrilares, por possuírem uma porção hidrofóbica e outra hidrofílica, atuam na interface entre a gordura e a água, permitindo a formação da emulsão (YUNES, 2010).

Os fosfatos e polifosfatos são adicionados à carne e ou massas de produtos cárneos embutidos com finalidade de aumentar a capacidade de ligação da água em carnes cozidas, sendo o mais comum o tripolifosfato de sódio. A água fica imobilizada na rede formada por proteínas e fosfatos. Esta rede é estabilizada pela coagulação das proteínas durante o tratamento térmico dos produtos (MARBA, 2004).

Os fosfatos e polifosfatos adicionados à carne ou às massas de produtos cárneos embutidos possuem várias propriedades, como ação coagulante e gelatinizante sobre as proteínas, ação dispersante e emulsionante sobre as gorduras e ação sequestrante de metais pesados (PARDI et al., 1996), o que pode levar ao esgotamento de íons metálicos importantes na nutrição, como o cálcio e magnésio, devido a isso a importância do seu uso dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 1998).

As propriedades funcionais das proteínas são definidas como as propriedades físico-químicas

que afetam o seu comportamento no alimento durante o preparo, processamento e armazenamento, e contribuem para a qualidade e atributos sensoriais dos alimentos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Segundo Araújo (2004), a composição e sequência de aminoácidos, a carga líquida e sua distribuição, a relação hidrofobicidade/hidrofilicidade, estruturas primária, secundária, terciária e quaternária, flexibilidade/rigidez, e a habilidade de reagir com outros componentes influenciam na funcionalidade de proteínas em alimentos.

As proteínas não cárneas apresentam interesse industrial na produção de embutidos cárneos, as quais juntamente com as proteínas da carne, formam uma malha proteica interna que estabiliza o produto, aumentam o rendimento, devido ao acréscimo de peso em relação ao peso inicial (OLIVO, 2006), aumentam a estabilidade e conferem aos produtos maior valor nutritivo, por serem fontes de aminoácidos (VAN-HEKKEN; STRANGE, 1993).

A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria filamentosa de cor verde-azulada, encontrada em locais como solos, pântanos, lagos alcalinos e águas salobras, marinhas e doces (DERNER et al., 2006; AMBROSI et al., 2008).

Esta microalga é composta por cerca de 60-70% de proteína (COLLA et al., 2004; AMBROSI et al., 2008), carboidratos, minerais, vitaminas (WANG et al., 2007; AMBROSI et al., 2008), compostos fenólicos (COLLA et al., 2007), pigmentos fotossintéticos como clorofila, a luteína,  $\beta$ -caroteno, ficocianina, aloficocianina, dentre outros (WANG et al., 2007; SILVA, 2008; MALA et al., 2010; MOHAMMED;

MOHD, 2011), e ácidos graxos como ácido gama-linolênico, alfa-linolênico e o araquidônico (COLLA et al., 2004; COLLA et al., 2007; WANG et al., 2007; SILVA, 2008; CHU et al., 2010).

A ação da *Spirulina* foi analisada em pesquisas experimentais “in vivo” e “in vitro”, verificando-se seu efeito protetor na indução do estresse oxidativo e hepatotoxicidade por Cádmio em ratos (AMIN et al. 2006), auxílio na remoção de chumbo existente em águas residuais (HONG; SHAN-SHAN, 2005), inibição do crescimento de Células do Carcinoma de Ascite de Ehrlich (EACC), pela ficocianina, atuando como agente quimiosupressor (EL-BAKY, 2003), ação hipocolesterolêmica (NAGAOKA et al., 2005), propriedade antidiabética, aumentando a atividade da hexoquinase e diminuindo a atividade da glicose-6-fosfatase (LAYAM; REDDY, 2006), proteção contra radiação ultravioleta, atividade antioxidante (BIERHALS et al., 2009; GUARIENTI et al., 2010) e redução da obesidade pelo aumento da atividade da lipase lipoproteica (LPL) e pelo efeito da proteína na saciedade, que devido à elevação do nível de aminoácidos plasmáticos, observada após a ingestão de proteínas, estimula a liberação de hormônios anorexígenos e insulina, os quais atuam sobre o centro da saciedade, resultando na redução do apetite (LANG et al., 1998; PAIVA et al., 2007),

O uso de *Spirulina platensis* como bioemulsificante ainda é pouco explorado. O uso da microalga em alimentos é uma alternativa ao desenvolvimento de alimentos funcionais, visto ser livre de toxinas.

A ficocianina, além de propriedades como antioxidante e corante, pode apresentar atividades emulsionantes, visto ser uma

estrutura proteica caracterizada como uma ficobiliproteína (RODRIGUES et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de substituição de polifosfatos por *Spirulina plantensis* em linguiça fresca, como agente emulsificante e antioxidante.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ELABORAÇÃO DAS LINGUIÇAS FRESCAIS

Foram elaboradas 2 (duas) formulações de linguiças frescas (Tabela 1) sendo uma formulação padrão, adicionada de polifosfato (0,3%), e uma formulação adicionada de *Spirulina platensis* (0,3%), em substituição ao polifosfato.

A carne e o toucinho foram cominuídos de forma individual em moedor com disco de 8 mm. Em seguida realizou-se a homogeneização durante três minutos, adicionou-se os demais componentes com exceção dos emulsificantes, misturando-se por mais 7 minutos, para uma melhor distribuição dos ingredientes.

A massa foi dividida em duas partes iguais para adição de polifosfato (padrão) ou *Spirulina platensis*, sendo mantida em repouso por aproximadamente 1 hora para a realização da cura.

O processo de embutimento manual foi realizado com o uso de tripa natural, dividida em gomos de 10 cm, os quais foram amarrados com barbante.

As linguiças foram embaladas em sacos com peso aproximado de 1 kg e acondicionadas sob refrigeração a 3 °C até a realização das determinações analíticas.

**Tabela 1: Formulações das linguiças frescas.**

Ingredientes (%)	Formulações	
	Padrão	FSP*
Carne suína	58,0	58,0
Toucinho	29,0	29,0
Água	2,5	2,5
Sal de Cura	0,2	0,2
Sal fino	1,7	1,7
Polifosfato	0,3	0,0
<i>Spirulina platensis</i>	0,0	0,3
Salsa Desidratada	0,2	0,2
Condimentos	0,3	0,3
Cebola, pimentão e tomate	7,9	7,9

\*FSP: Formulação adicionada de *Spirulina platensis*.

### 2.2 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS E ÍNDICE DE PERÓXIDOS

O teor de lipídios e o índice de peróxidos das formulações foram determinados conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), nos tempos inicial (0), 15 e 30 dias de armazenamento, sendo que em 30 dias foi avaliada a linguiça crua e após processo de assar em forno elétrico a 180 °C por 30 minutos.

### 2.3 AVALIAÇÃO DA TEXTURA

A análise de textura das formulações de linguiça foi realizada em Texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System®) acoplado com lâmina Blade Set e célula de cisalhamento do tipo Warner Bratzler (STABLE MICRO SYSTEMS, 1998).

Após o cozimento em forno pré-aquecido a 180 °C durante 30 minutos, as amostras cortadas em pedaços de 1x1x2 cm<sup>2</sup> (altura, largura e comprimento) foram colocadas individualmente na base do aparelho sendo posicionadas perpendicularmente à lâmina de cisalhamento.

Os parâmetros utilizados para a análise foram: velocidade de pré-teste 2,0 mm/s; velocidade de ensaio 2,0 mm/s; velocidade de retorno 10,0 mm/s e distância do ensaio de 30,0 mm, sendo a força medida em kgf. As leituras foram realizadas observando o pico máximo da força de cisalhamento.

## 2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO SENSORIAL

Anteriormente a avaliação sensorial, amostras das formulações em estudo foram submetidas às análises microbiológicas exigidas pela Resolução RDC nº 12 de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), seguindo a metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2003), sendo realizadas as análises de contagem de Clostrídios sulfito redutores, *Salmonella* sp., *Estafilococos* coagulase positiva e *Coliformes* a 45°C.

Uma vez assegurada a qualidade microbiológica, as formulações foram avaliadas sensorialmente após cozimento por meio do método afetivo de preferência pareada, e a formulação com *Spirulina platensis* foi submetida a teste de aceitação sensorial por 30 provadores não treinados, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (pontuação 1 referente a expressão desgostei muitíssimo e 9 referente a expressão gostei muitíssimo) (ABNT, 1998).

Os julgadores avaliaram os atributos de aroma, sabor, cor, textura e impressão global.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) do produto, utilizou-se a Equação 1,

$$H = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (1)$$

sendo, A = Nota média obtida para o produto; B = Nota máxima dada ao produto.

O critério de decisão para o índice ser de boa aceitação é de igual ou superior a 70% (DUTCOSKY, 1996).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 LIPÍDIOS E ÍNDICE DE PERÓXIDOS

As formulações avaliadas apresentaram resultados semelhantes para o percentual de lipídios, (18,5% para a formulação padrão e 18,9% para a formulação com *Spirulina platensis*) ambas dentro do limite de 30% estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2000). Os resultados para o índice de peróxidos da linguiça frescal crua nos tempos de armazenamento inicial e de 15 dias, e após 30 dias para linguiça frescal crua e assada, estão apresentados na Tabela 2.

O índice de peróxidos é um indicador sensível para a fase inicial de oxidação e a sua presença está relacionada com a deterioração do sabor e do odor, resultado da instabilidade lipídica (ZAMBIAZI, 1999).

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o índice de peróxidos para as formulações padrão e adicionada de *Spirulina platensis* apresentaram comportamentos semelhantes até o tempo de 15 dias, demonstrando o potencial antioxidante da microalga, uma vez que a formulação com *Spirulina*

platensis não recebeu adição de polifosfato.

Após 30 dias de armazenamento as formulações foram avaliadas cruas e assadas, observando-se que a linguiça frescal padrão apresentou resultados semelhantes para o índice de peróxidos, antes e depois de ser assada, atingindo-se valores de 0,93 meq/kg.

Para a linguiça frescal adicionada de *Spirulina platensis*, os resultados para o índice de peróxidos foram superiores aos resultados da formulação padrão (3,18 meq/kg após assada), mas ainda abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira (10 meq/kg) (BRASIL, 2000).

Tabela 2: Índice de peróxidos (meq/kg) das formulações de linguiças frescas padrão e adicionada de *Spirulina platensis*.

peróxidos (meq/kg) das formulações de linguiças frescas padrão e adicionada de *Spirulina platensis*.

	Índice de Peróxidos (meq/kg) <sup>a</sup>	
	Padrão	FSP <sup>b</sup>
Tempo (0)	0,64 ± 0,00	0,72 ± 0,01
Tempo (15)	1,21 ± 0,27	1,03 ± 0,05
Tempo (30) Crua	0,78 ± 0,15	1,95 ± 0,34
Tempo (30) Assada	0,93 ± 0,18	3,18 ± 0,73

<sup>a</sup>Resultados: média ± erro padrão; <sup>b</sup>FSP: Formulação adicionada de *Spirulina platensis*.

A *Spirulina* foi capaz de impedir a peroxidação lipídica, embora em um nível inferior ao polifosfato, o que pode ser explicado em função das propriedades de retenção de água e elevado teor de compostos fenólicos deste aditivo, apresentando um fator de proteção aos lipídios e proteínas, assegurando também baixos níveis de oxidação.

Em trabalhos realizados anteriormente, a *Spirulina platensis* apresentou uma alta capacidade antioxidante sendo relatada por alguns pesquisadores como Souza et al. (2006), Pillaty et al. (2007) e Canfield et al. (2008) em estudos que verificaram a capacidade antioxidante da

*Spirulina platensis* e da ficocianina em sistemas lipídicos, aquoso e “in vivo”, respectivamente.

Bertolin et al. (2011) demonstraram a capacidade antioxidante da ficocianina, pigmento extraído a partir da microalga *Spirulina*, em pescado salgado seco.

De acordo com Vieira (2003), os produtos industrializados elaborados com carne moída sofrem oxidação lipídica muito facilmente, pois ocorre acréscimo da superfície de contato das gorduras com o oxigênio. Alguns pigmentos utilizados e a adição de sal em embutidos também catalisam a oxidação, ocorrendo inclusive em condições de armazenamento sob congelamento.

Como as gorduras animais “in natura” são normalmente desprovidas de antioxidantes naturais, a oxidação lipídica pode rapidamente degradá-las, causando sua rancidez. Segundo Ferrari (1999), o teor de umidade de carnes e derivados também é relevante em fenômenos lipo-oxidativos.

Ang (1988) relatou uma correlação positiva entre a quantidade de água tecidual e oxidação lipídica e explica que a água é um solvente em que são dissolvidos o oxigênio e os metais catalíticos e apresenta um importante papel no desenvolvimento da oxidação lipídica.

Desta forma, o elevado teor de proteínas da *Spirulina* pode contribuir para o aumento da capacidade de retenção de água em produtos cárneos, diminuindo o teor de água livre e, portanto, a oxidação lipídica.

### 3.2 TEXTURA

Os resultados para os parâmetros de textura

das formulações estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Força de cisalhamento aplicada às formulações de linguiça frescal padrão e linguiça frescal adicionada de *Spirulina platensis*

Amostras	Força de Cisalhamento (kgf)*
Padrão	2,340 ± 0,0198
FSP <sup>b</sup>	1,247 ± 0,0177

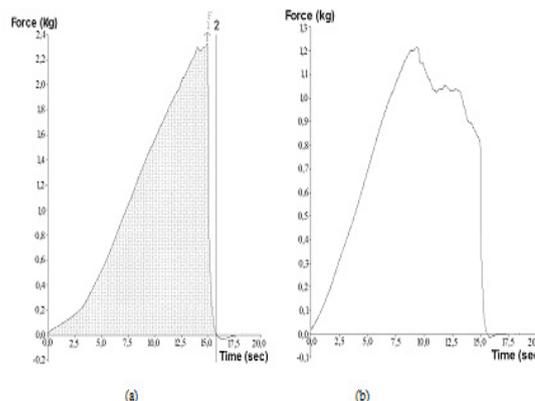
\*Resultados: média ± erro padrão; <sup>b</sup>FSP: Formulação adicionada de *Spirulina platensis*.

Miller et al. (1995) afirmaram que quando a força de cisalhamento da carne é pequena esta é considerada macia por meio de avaliação sensorial.

Os resultados da avaliação da textura da linguiça frescal padrão e adicionada de *Spirulina platensis* estão dentro dos padrões de maciez satisfatória para produtos cárneos, pois a força de cisalhamento das formulações apresentou-se abaixo do limite estabelecido por Huffman et al. (1996), que define que para a determinação da aceitação da maciez de carnes para consumidores, os valores de força de cisalhamento devem ser inferiores a 4,1 kgf, podendo assegurar a satisfação do consumidor a um nível de 98% de probabilidade.

A amostra adicionada de *Spirulina platensis* apresentou uma força de cisalhamento inferior em comparação à amostra padrão, ou seja, uma maior maciez, que pode ser explicada pela menor estabilização da linguiça frescal causada pela *Spirulina* (identificada por sua massa granulosa), quando comparada com a formulação padrão, e podendo ser observada no formato da curva de força de cisalhamento (Figura 1).

Figura 1: Determinação da força de cisalhamento para a formulação padrão (a) e adicionada de *Spirulina platensis* (b).



### 3.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL

As formulações avaliadas apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos vigentes, mostrando-se próprias para o consumo humano, sendo portanto encaminhadas para a avaliação sensorial.

A partir dos resultados obtidos para o teste de preferência, realizado por 30 julgadores, observou-se que as formulações não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ), pois considerando um nível de significância de 5%, o mínimo de respostas como preferidas é de 20, sendo obtidas 18 respostas para a formulação de linguiça frescal adicionada de *Spirulina platensis* e 12 respostas para linguiça frescal padrão.

Pode-se visualizar na Figura 2 as médias da distribuição das notas para cada atributo analisado no teste de aceitabilidade, para a amostra adicionada de *Spirulina platensis*.

Com relação ao índice de aceitabilidade geral das amostras, Dutcosky (1996) relata que o mesmo deve atingir no mínimo 70%, para que uma amostra seja bem aceita pelos consumidores.

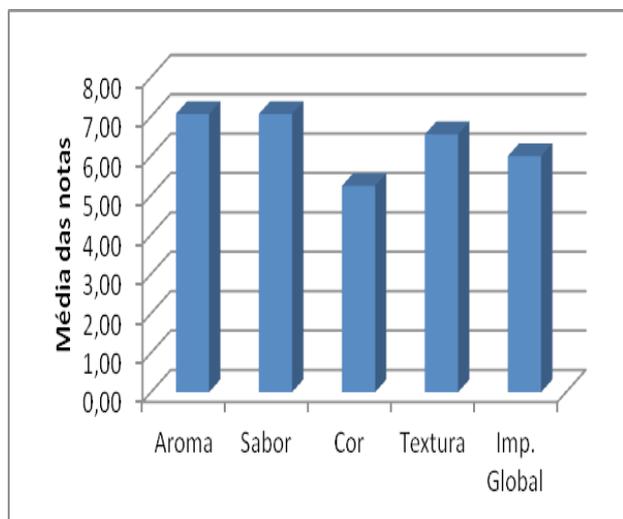
Os índices de aceitabilidade obtidos

foram superiores a 70% nos atributos de aroma (78,5%), sabor (78,5%) e textura (72,2%). Quanto ao atributo de cor, o índice de aceitabilidade foi de 58,2% e na impressão global foi de 66,7%.

Deve-se considerar, entretanto, que apesar dos baixos índices de aceitabilidade para estes atributos (cor e impressão global), a rejeição do consumidor não foi suficiente para ocasionar diferença entre a preferência das amostras no teste de preferência pareada.

A linguiça adicionada de Spirulina apresentou leve coloração esverdeada que foi confundida por muitos julgadores com temperos, não afetando a aceitabilidade final da amostra.

Figura 2: Distribuição das notas para cada atributo analisado no teste de aceitabilidade, para a amostra adicionada de Spirulina platensis.



#### 4. CONCLUSÕES

A Spirulina platensis demonstrou potencial atividade antioxidante na linguiça frescal, com índice de peróxidos abaixo do máximo permitido pela legislação brasileira, durante os 30 dias

de armazenamento. Sensorialmente e na análise instrumental de textura, a linguiça adicionada de Spirulina apresentou-se mais granulosa, entretanto, o índice de aceitabilidade para o atributo de textura foi considerado aceitável (superior a 70%), juntamente com os atributos de aroma e sabor.

Não foi observada diferença significativa entre as formulações com polifosfato e Spirulina no teste de preferência pareada, de modo que a adição de Spirulina platensis em linguiças frescas, visando suas propriedades antioxidantes e estabilizantes, pode ser considerada viável, permitindo a substituição de um aditivo químico (polifosfato) por um ingrediente com apelo funcional e nutricional.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Relatório ABIPECS 2009. 2010. Disponível em <http://www.Abipecs.org.br/pt/relatorios.html>, acesso em 23/02/ 2013.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

AMBROSI, M. A. et al. Propriedades de saúde da microalga Spirulina. Rev. Cien. Farm. Bas. Aplic., v.29, n.2, p.115-123, 2008.

AMIN, A. et al. Spirulina protects against cadmium-induced hepatotoxicity in rats. American Journal of Pharmacology and Toxicology, v. 2, n. 1, p. 21-25, 2006.

ANG, C. Y. W. Comparison of broiler tissues for

**oxidative changes after cooking and refrigerated storage.** Jour. F. Sc., v.5, p.53-1072, 1988.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática.** 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. p. 137-160.

BERTOLIN, T. E. et al. **Efeito antioxidante da ficocianina em pescado salgado-seco.** Cien. Agrotec., v.35, n.4, p.751-757, 2011.

BIERHALS, V. S. et al. **Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisuras enriquecidas com a microalga Spirulina platensis.** Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.68, n.1, p.8-42, 2009.

BRASIL. **Ministério da Saúde.** Agência Nacional de Vigilâncias Sanitária. Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998, que aprova o Regulamento Técnico: “Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Carneos”, constante do Anexo desta Portaria. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 14 de dezembro de 1998.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 05 de abril de 2000.

BRASIL. **Ministério da Saúde.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 02 de Janeiro de 2001.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução Normativa Nº 62, de 26

de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 18 de setembro de 2003.

CANFIELD, A.J. et al. **Restrição calórica e a ficocianina no processo de envelhecimento de ratos sob parâmetros de estresse oxidativo.** Rev. Cient. Jopef Onl., v.1, n.3, 2008.

CHU, W.-L. et al. **Protective effect of aqueous extract from Spirulina platensis against cell death induced by free radicals.** BCM Complementary and Alternative Medicine., v.10, n.53, p.1472-6882, 2010.

COLLA, L. M. et al. **Fatty acids profile of Spirulina platensis grown under different temperatures and nitrogen concentrations.** Z. Naturforsch., v.59, p.55-59, 2004.

COLLA, L. M. et al. **Production of biomass and nutraceutical compounds by Spirulina platensis under different temperature and nitrogen regimes.** Bioresour. technol., v.98, p.1489-1493, 2007.

DERNER, R. B. et al. **Microalgas, produtos e aplicações.** Cienc. Rural, Santa Maria, RS., v.36, n.6, p.1959-1967, 2006.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Editora Champagnat, 1996. p.123.

EL-BAKY, H. H. A. **Over Production of Phycocyanin Pigment in Blue Green Alga Spirulina sp. and It's Inhibitory Effect on Growth of Ehrlich Ascites Carcinoma Cells.** J. Med. Sc., v.4, n.3, p.314-324, 2003.

FERRARI, C.K.B. **Fatores bioquímicos e físicos pró e antioxidantes, relacionados à oxidação lipídica**

- dos alimentos. Hig. Aliment., v.14, n.78, p.37-44, 2000.
- FERRARI, C.K.B. **Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas.** Revista Nutrição., v.11, p.3-14, 1999.
- GEORGANTELIS, D. et al. **Effect of Rosemary extract, chitosan and alfa-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C.** Meat Sci., p.76, v.1, p.172-181, 2007.
- GUARIENTI, C. et al. **Capacidade antioxidante da microalga *Spirulina platensis* em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae* submetidas ao estressor paraquat.** Rev. Inst. Adolfo Lutz., v.69, n.1, 2010.
- HONG, C. e SHAN-SHAN, P. **Biorremediation potential of *Spirulina*: toxicity and bio-sorption studies of lead.** Journal of Zhejiang University Science., v.3, n.6B, p.171-174, 2005.
- HUFFMAN, K. L. et al. **Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant.** J. Anim. Sci., Savoy., v.74, n.1, p.91-97, 1996.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3 ed., São Paulo, 1985. v. 1
- LANG, V. et al. **Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatina, soy protein, and wheat gluten.** Am. J. Clin. Nutri., v.67, n.6, p.1197-1204. 1998.
- LAYAM, A. e REDDY, C. L. K. **Antidiabetic property of *Spirulina*.** Diabetologia Croatica., v.2, n.35, p.29-33, 2006.
- MALA, R. et al. **Milking of *Spirulina platensis* for the production of carotenoids by aqueous two phase bioreactor systems.** Int. J. Chem. Sci., v.8, n.5, p.84-91, 2010.
- MARBA. **O que é polifosfato?** Disponível em <http://www.marba.com.br/html/034.html>, acesso em 12/12/2012.
- MILLER, M. F. et al. **Consumer acceptability of beef steak tenderness in the home and restaurant.** J. Food Sci., Chicago., v.60, n.5, p.963-965, 1995.
- MOHAMMED, M. K.; MOHD, M. K. **Production of carotenoids (antioxidants/ colourant) in *Spirulina platensis* in response to indole acetic acid (IAA).** Int. J. Eng. Sci. Tech., v.3, n.6, p.4973-4979, 2011.
- NAGAOKA, S. et al. **A novel protein C-phycoerythrin plays a crucial role in the hypocholesterolemic action of *Spirulina platensis* concentrate in rats.** J. Nutr., v.135, n.1, p.2425-2430, 2005.
- OLIVO, R. **Atualidades na qualidade da carne de aves.** In: Olivo, R., & Olivo, N. O mundo das carnes. Ciência, Tecnologia & Mercado. São Paulo: Varela, 2006.
- PAIVA, A. C. et al. **Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo.** Revista Brasileira de Nutrição Clínica., v.22, n.1, p.83-88. 2007.
- PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** 1. ed. Goiânia: UFG, v.2, 1996, p.719-744.
- PILATTI, D. et al. **Efeito da microalga *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*) sobre a lipoperoxidação no hipocampo e perfil lipídico em ratos com hipercolesterolemia induzida.** In: CONGRESSO NACIONAL DE ENVELHECIMENTO HUMANO. Anais... Passo Fundo: II Congresso

nacional de Envelhecimento Humano. UPF, 2007.

RAMUNDO, A. et al. **Elaboração e análise sensorial de linguças caseiras**. Hig. Aliment., v.19, n.128, p.70-77, 2005.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2007. p. 184.

RODRIGUES, E. F. et al. **Emulsification activity of phycocyanin from Spirulina platensis**, Passo Fundo, RS, 2011. In: WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. Anais... Foz do Iguaçu, PR: World Congress of food Science and Technology, 2012.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Editora Varela, 2006, p.236.

SILVA, L. A. **Estudo do processo biotecnológico de produção, extração e recuperação do pigmento ficocianina da Spirulina platensis**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

SOUZA, F. T. et al. **Avaliação do potencial antioxidante da ficocianina em sistemas lipídico óleo de soja e azeite de oliva**. Aliment. Nutr., v.17, n.3, p.275-279, 2006. STABLEMICROSYSTEMS. UserManual. TexturaAnalyser Modelo TAXT2, Vienna Court, version 6.10, 1998, p.87.

VAN-HEKKEN, D.L., STRANGE, E.D. **Functional properties of dephosphorylated bovine whole casein**. J. Dairy Sci., ST. Champaign., v.76, n.5, p.3384-3391, 1993.

YUNES, J. F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação

em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Santa Maria, RS, 2010.

VIEIRA, A. **A oxidação lipídica e o uso de antioxidantes sintéticos em produtos cárneos. Aditivos e Ingredientes.**, v.26, p.71-75, 2003.

WANG, L. et al. **Antioxidant activity of Spirulina platensis extracts by supercritical carbon dioxide extraction**. Food Chem., v.105, p.36-41, 2007.

ZAMBLAZI, R. C. **Oxidation reactions of vegetable oils and fats**. Bol. do SBCTA., v.33, p.1-7, 1999.

**Artigo submetido em: 04.04.2014**

**Artigo aceito para publicação em: 29.06.2015**