



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Elisa Rafaela Bonadio Bellucci

Influência da adição de betalaína em linguiça Toscana com diferentes
níveis de nitrito de sódio sobre as propriedades tecnológicas e
sensoriais

São José do Rio Preto
2018

Elisa Rafaela Bonadio Bellucci

Influência da adição de betalaína em linguiça Toscana com diferentes níveis de nitrito de sódio sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto

São José do Rio Preto
2018

Bellucci, Elisa Rafaela Bonadio.

Influência da adição de betalaína em linguiça Toscana com diferentes níveis de nitrito de sódio sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais / Elisa Rafaela Bonadio Bellucci. -- São José do Rio Preto, 2018
78 f. : il., tabs.

Orientador: Andrea Carla da Silva Barretto
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Carne de porco - Indústria.
3. Embutidos. 4. Alimentos de origem animal - Conservação. 5. Corantes em alimentos. 6. Nitrito de sódio. 7. Beterraba. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 664.94

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Elisa Rafaela Bonadio Bellucci

Influência da adição de betalaína em linguíça Toscana com diferentes níveis de nitrito de sódio sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Andrea Carla da Silva Barretto
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Maria Raquel Manhani
IFSP – Câmpus de Suzano

Prof^ª. Dr^ª. Natália Soares Janzantti
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto
19 de fevereiro de 2018

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial aos meus pais, Edson e Dora, meus irmãos, Eder e Elisiane e meu namorado Leonardo por todo apoio, amor e carinho concedidos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força diante das dificuldades, sabedoria diante às decisões, ânimo e coragem quando me senti desanimada, amparo diante às decepções e saúde para desfrutar das minhas conquistas.

À Prof. Dra. Andrea Carla de Silva Barretto pela oportunidade, pela confiança, pelos ensinamentos, pelo convívio nesta jornada e pela excelente orientação neste trabalho.

À todos os membros da banca pelas correções e sugestões que ajudaram a valorizar ainda mais este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

Ao meus pais, Edson e Dora, e meus irmãos, Eder e Elisiane, pelo incentivo e por sempre acreditarem na minha capacidade.

Ao meu namorado, Leonardo, pela paciência, incentivo e ajuda durante todo o projeto.

Ao Programa de Pós-graduação e Engenharia e Ciência de Alimentos e ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UNESP - campus de São José do Rio Preto pelo apoio à pesquisa e pela oportunidade concedida.

À Profa. Dra. Vânia Regina Nicoletti Telis e à colega Dra. Larissa Zuanon pela colaboração neste projeto

Aos técnicos dos laboratórios do departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Alana, Luiz e Tânia.

Aos colegas de laboratório Camila Bis e Tiago Barretto e em especial à amiga de vida, de graduação e de pós-graduação, Paula Carosio Pereira, por me ajudarem e terem me acompanhado durante todos os períodos do mestrado.

RESUMO

No Brasil, a carne suína é consumida principalmente na forma de produto processado, sendo a linguiça toscana um exemplo de produto de carne suína processada. O conservante mais utilizado em produtos cárneos é o nitrito de sódio devido a sua atividade antimicrobiana sobre bactérias patogênicas, como *Clostridium botulinum*, além de ser um antioxidante e contribuir com a cor do produto. No entanto, sua ingestão tem sido associada ao aumento do risco de alguns tipos de câncer. A cor de produtos cárneos é tida como o principal fator de decisão de compra pelos consumidores e por isso a indústria faz uso de corantes para prolongar a aceitação desses produtos pelo consumidor durante toda sua vida útil. Carmim de cochonilha é o corante mais utilizado, porém outros corantes naturais podem ser adicionados a produtos cárneos, como por exemplo a betalaína. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de betalaínas e carmim de cochonilha em linguiças toscanas com redução de nitrito de sódio armazenadas sob refrigeração e congelamento. Foram realizados 9 tratamentos: C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha). Os níveis de nitrito residual foram até 68% menores do que os adicionados inicialmente aos tratamentos e, após 14 dias (refrigeração) e 90 dias (congelamento) de armazenamento não foi possível quantificar nitrito residual. A estabilidade oxidativa não foi comprometida pela redução de nitrito de sódio e uso de corantes naturais. Os tratamentos BCP75 e BME75 apresentaram as maiores intensidades de cor vermelha (valor de a^*), seguidos de CC75. O tratamento BCP75 obteve as maiores médias para o atributo cor, seguido de C150, BME75 e CC75 e este atributo influenciou a aceitação global de linguiça toscana. O corante betalaína influenciou no aumento do valor de a^* em linguiça toscana crua e cozida. É possível reduzir a quantidade de nitrito de sódio em linguiça toscana armazenada sob congelamento com adição dos corantes de betalaína, sem afetar sua estabilidade físico-química e sensorial.

Palavras-chave: Tecnologia de Alimentos. Carne de porco – Indústria. Embutidos. Alimentos de origem animal – Conservação. Corantes em Alimentos. Nitrito de sódio. Beterraba.

ABSTRACT

In Brazil, pork is mostly consumed in the form of processed product, with Toscana sausage being one example. The most commonly used preservative in meat products is sodium nitrite due to its antimicrobial activity on pathogenic bacteria, such as Clostridium botulinum, besides being an antioxidant and contributing to the color of the product. However, their intake has been linked to an increased risk of some types of cancer. The colour of meat products is regarded as the main purchasing factor by consumers and therefore the industry makes use of colourants to prolong the consumer's acceptance of these products during their shelf-life. Cochineal carmine is the most used colourant, but other natural colourants can be added to meat products, such as betalaine. The objective of this work was to evaluate the effect of the addition of betalains and cochineal carmine on Toscana sausages with reduced sodium nitrite stored under refrigeration and freezing. Nine treatments were prepared: C150 (150 mg/kg of sodium nitrite); C75 (75 mg/kg sodium nitrite); C0 (without sodium nitrite); BME75 (1,5 % microencapsulated betalain and 75 mg/kg sodium nitrite); BME0 (1,5 % microencapsulated betalain); BCP (0,19 % commercial betalain and 75 mg/kg sodium nitrite); BCP0 (0,19 % commercial betalain); CC75 (0,02 % cochineal carmine and 75 mg/kg sodium nitrite); CC0 (0,02 % cochineal carmine). The residual nitrite levels were up to 68% lower than those initially added to the treatments and it was not possible to quantify residual nitrite in 14 days (refrigeration) and 90 days (freezing). Oxidative stability was not compromised by the reduction of sodium nitrite and the use of natural colourants. The treatments BCP75 and BME75 showed the highest red color intensities (a^ value), followed by CC75. The BCP75 treatment obtained the highest averages for the color attribute, followed by C150, BME75 and CC75, and this attribute influenced the overall acceptance of Toscana sausage. The betalaine colourant influenced the increase of a^* value in raw and cooked Toscana sausage. It is possible to reduce the amount of sodium nitrite in Toscana sausage stored under freezing with the addition of the betalain colourants, without affecting its physical-chemical and sensory stability.*

Key words: Food Technology. Pork – Industry. Sausages. Foods of animal origin – Conservation. Food colourants. Sodium nitrite. Beetroot.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema geral da oxidação lipídica.....	18
Figura 2. Estrutura química do grupamento heme do pigmento da carne: A) mioglobina e B) metamioglobina.	19
Figura 3. Sequência da reação de nitrosilação em produtos curados.	20
Figura 4. Estrutura química dos pigmentos da carne curada.....	21
Figura 5. Estrutura química do ácido carmínico.	24
Figura 6. Estrutura química geral da betalaína: A) Estrutura química do ácido betalâmico, presente em toda betalaína; B) Estrutura que pode representar tanto as betacianinas como as betaxantinas, dependendo do radical 1 e 2 presentes na molécula.....	25
Figura 7. Ficha de caracterização dos avaliadores	32
Figura 8. Ficha de avaliação para aceitação de linguiça toscana.	33
Figura 9. Fotografia das linguiças toscana armazenadas sob refrigeração A) zero dia - cruas; B) zero dia – cozidas; C) 14 dias – cruas; D) 14 dias – cozidas.	42
Figura 10. Resultados de intenção de compra de linguiça toscana (%).	62
Figura 11. Análise dos componentes principais do teste de aceitação sensorial. A) Projeção das variáveis; B) Projeção dos tratamentos.	65
Figura 12. Análise de componentes principais dos parâmetros de cor e textura instrumental e perda no cozimento. A) Projeção das variáveis; B) Projeção dos tratamentos.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferenças entre os tratamentos de linguiça toscana.	27
Tabela 2. Valores médios de composição centesimal e de pH das matérias-primas cárneas utilizadas.....	35
Tabela 3. Valores médios de composição centesimal dos diferentes tratamentos de linguiça toscana armazenada sob congelamento.	36
Tabela 4. Valores médios de pH ao longo da estocagem refrigerada dos diferentes tratamentos de linguiça toscana.....	37
Tabela 5. Oxidação lipídica de linguiça toscana em mg de TBARS/kg de amostra durante estocagem refrigerada.....	38
Tabela 6. Valores médios da concentração nitrito residual ao longo da estocagem resfriada da linguiça toscana.....	40
Tabela 7. Valores médios de L* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.	41
Tabela 8. Valores médios de a* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.	43
Tabela 9. Valores médios de b* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.	44
Tabela 10. Valores médios de C* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.	45
Tabela 11. Valores médios de H* da linguiça toscana crua e cozida obtidos durante estocagem sob refrigeração.	46
Tabela 12. Perda por cozimento das linguiças toscanas refrigeradas (%).	47
Tabela 13. Valores médios de pH ao longo da estocagem sob congelamento dos diferentes tratamentos de linguiça toscana.	48

Tabela 14. Oxidação lipídica em mg de TBARS/kg de amostra ao longo da estocagem sob congelamento da linguiça toscana.....	49
Tabela 15. Valores médios da concentração de nitrito residual ao longo da estocagem sob congelamento da linguiça toscana.	50
Tabela 16. Características de textura para linguiça toscana armazenada sob congelamento em 30 dias de estocagem.	51
Tabela 17. Valores médios de L* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.	52
Tabela 18. Valores médios de a* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.	54
Tabela 19. Valores médios de b* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.	55
Tabela 20. Valores médios de C* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.	56
Tabela 21. Valores médios de H* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.	57
Tabela 22. Perda por cozimento dos diferentes tratamentos de linguiça toscana congelada.....	58
Tabela 23. Características microbiológicas dos diferentes tratamentos de linguiça toscana armazenada sob congelamento em zero dia de armazenamento.	59
Tabela 24. Aceitação sensorial da linguiça toscana.....	60
Tabela 25. Coeficientes de correlação de Pearson entre atributos sensoriais, parâmetros de textura e parâmetros de cor instrumentais.	63

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	8
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Reformulação de produtos cárneos	15
3.2. Principais fatores que afetam a qualidade de produtos cárneos	17
3.3. Principais aditivos usados em produtos cárneos	19
3.3.1. <i>Conservantes em produtos cárneos</i>	<i>19</i>
3.3.2. <i>Antioxidantes em produtos cárneos</i>	<i>22</i>
3.3.3. <i>Corantes em produtos cárneos</i>	<i>23</i>
4. MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1. Produção da linguiça toscana	27
4.2. Análises realizadas e frequência	28
4.3. Descrição das análises realizadas	29
4.3.1. <i>Determinação da composição centesimal das matérias-primas e dos diferentes tratamentos de linguiças toscanas</i>	<i>29</i>
4.3.2. <i>Análise de pH</i>	<i>29</i>
4.3.3. <i>Análise de Oxidação Lipídica (TBARS)</i>	<i>30</i>
4.3.4. <i>Cor instrumental</i>	<i>30</i>
4.3.5. <i>Análise microbiológica</i>	<i>31</i>
4.3.6. <i>Análise sensorial</i>	<i>31</i>

4.3.7.	<i>Determinação do perfil de textura (TPA)</i>	33
4.3.8.	<i>Determinação de nitrito residual</i>	33
4.3.9.	<i>Perda por cozimento</i>	34
4.3.10.	<i>Análise dos resultados</i>	34
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1.	Caracterização da matéria-prima cárnea utilizada	35
5.2.	Linguiça Toscana	35
5.3.	Linguiça Toscana armazenada sob refrigeração	37
5.3.1.	<i>Estabilidade físico-química</i>	37
5.4.	Linguiça Toscana armazenada sob congelamento	48
5.4.1.	<i>Estabilidade físico química</i>	48
5.4.2.	<i>Análise microbiológica</i>	58
5.4.3.	<i>Análise de aceitação sensorial</i>	59
5.4.4.	<i>Correlação de Pearson e Análise de componentes principais</i>	62
6.	CONCLUSÃO	67
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	APÊNDICE A -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	75
	ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	76

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a mais consumida no mundo. No Brasil, seu consumo é menor que o consumo de carne bovina e de frango (MONTEIRO et al., 2017). O consumo per capita de carne suína em 2016 no país foi de 14,4 kg/habitante, sendo que 89% foi na forma de alimento processado como linguiça, presunto e mortadela e apenas 11% foi na sua forma “in natura” (ABPA, 2017). O mercado de produtos cárneos industrializados tem se expandido ano a ano pois é atrativo para os consumidores devido ao preço acessível de alguns produtos, sua praticidade, facilidade e rapidez no preparo (MELO FILHO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2013; VASCONCELLOS, 2015; BALDIN et al., 2016).

A linguiça fresca é um produto cárneo que tem se destacado no mercado brasileiro (OLIVEIRA et al., 2005), devido a sua boa aceitabilidade. Em uma pesquisa que avaliou o comportamento do consumidor brasileiro no ano de 2015, constatou-se que o mercado de embutidos ganhou espaço e o gasto das famílias com linguiça apresentou um aumento de 18,4% (CAVALCANTI, 2016). Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionado ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado. A linguiça toscana é definida como o produto cru e curado obtido exclusivamente de carne suína, adicionada de gordura suína, ingredientes, e deve ser composta por, no máximo, 70% de umidade e 30% de gordura e, no mínimo, 12% de proteína (BRASIL, 2000).

O uso de aditivos para reduzir a atividade de água e inibir a deterioração por micro-organismos em carne é uma prática antiga (HONIKEL, 2008). O nitrito de sódio é o conservante mais utilizado na industrialização de carnes devido a sua atividade antimicrobiana, pois possui ação inibitória do desenvolvimento de bactérias patogênicas, principalmente o *Clostridium botulinum*, tornando-o aditivo obrigatório em alguns produtos cárneos (BRASIL, 2000). Além disso, possui propriedades antioxidantes, capacidade de fornecer intensa cor vermelha e exercer influência no sabor (OLIVEIRA et al., 2005; TOLDRÁ et al., 2009; KETO-TIMONEN et al., 2012). No entanto, o uso do nitrito de sódio, além de ser associado a alergias e efeito vaso dilatador, também está associado ao risco de câncer, devido à formação de compostos denominados nitrosaminas

(MELO FILHO et al., 2004; LIRA et al., 2005; JIN et al. 2012; KETO-TIMONEN et al., 2012; RUIZ-CAPILLAS et al., 2015).

A perda da qualidade em carnes e produtos cárneos tem por principais causas a deterioração química e microbiológica. A deterioração química está associada principalmente à oxidação lipídica, que ocasiona alterações na qualidade sensorial do produto em atributos como cor, sabor, odor e textura, e também na formação de compostos tóxicos, afetando a qualidade nutricional. O processo de oxidação lipídica depende de fatores como a composição da carne ou produto cárneo, presença de luz, temperatura de armazenamento e principalmente, a disponibilidade de oxigênio (KARRE et al., 2013; SHAH et al., 2014). A perda de cor e a oxidação lipídica correspondem aos maiores problemas apresentados por produtos à base de carne suína, como linguiças frescas, nos períodos de processamento e estocagem (BALDIN et al., 2016). Por isso, a indústria da carne tem utilizado corantes para reduzir a perda da cor durante a vida útil dos produtos cárneos processados. Tem-se observado uma popularização dos corantes naturais entre os consumidores nos últimos vinte anos devido aos riscos que os corantes sintéticos trazem, como intolerância e aumento ou desenvolvimento de alergias (BLOUKAS et al., 1999; VOLP et al., 2009).

O corante mais utilizado em produtos cárneos é o carmim de cochonilha, o qual é adicionado para melhorar a cor, tornando o produto final mais atrativo para o consumidor durante sua vida útil. Neste estudo, corantes naturais foram adicionados em linguiça toscana, a fim de verificar se eram capazes de reduzir a perda da coloração característica causada pela redução do nitrito de sódio ou até melhorar tal coloração, para que não houvesse comprometimento da aceitação sensorial.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito da adição de betalaína, extraída da beterraba, e de carmim de cochonilha como corantes naturais em linguiças toscanas com redução de nitrito de sódio, armazenadas sob refrigeração e congelamento sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a influência dos corantes naturais betalaína e carmim de cochonilha sobre as propriedades de cor, pH, oxidação lipídica, nitrito residual das linguiças toscanas com redução de nitrito de sódio e sem adição deste conservante, durante estocagem sob refrigeração e congelamento.
- Avaliar a aceitação sensorial das linguiças toscanas com redução de nitrito de sódio e sem a adição de nitrito de sódio, contendo corantes betalaína e carmim de cochonilha.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Reformulação de produtos cárneos

Há uma tendência de busca por alimentos mais saudáveis e com menores riscos à saúde entre os consumidores. Bedale et al. (2016) relatam que consumidores estão cada vez mais preocupados e temerosos em relação aos conservantes e demais aditivos utilizados nos alimentos e que a maioria dos americanos procura alimentos que tenham em seus rótulos nomenclaturas que remetam à ideia de mais natural e menos processado.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015) publicou um relatório afirmando que o consumo de carne processada está associado ao aumento do risco de câncer, sendo que a ingestão diária de 50 g destes produtos aumenta em 18% o risco do câncer de colo retal. Neste relatório, os produtos cárneos foram classificados no Grupo 1 (carcinogênico para humanos), na mesma classificação do tabaco, amianto e fumaça de óleo diesel. Ferguson (2010) relata que o risco de câncer endometrial pode ser aumentando com o alto consumo de produtos cárneos e que o maior risco é decorrente dos produtos cárneos processados. Portanto, aumenta a necessidade de reformulação de produtos cárneos, reduzindo aditivos que possam comprometer a saúde e contemplando aditivos mais naturais.

Muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas, visando à reformulação de produtos cárneos em relação a sua composição e principalmente seus aditivos com o objetivo de torná-los mais saudáveis. Trevisan et al. (2016) estudaram a redução de sódio e de gordura em hambúrguer cozido e congelado com a adição de fibra de aveia, observando seus efeitos sobre as propriedades físico-químicas. Nesse estudo, determinou-se que a adição de fibra de aveia representa uma alternativa para a reformulação de produtos cárneos com redução do teor de gordura e de sal. Bis et al. (2016) estudaram as propriedades físico-químicas e a aceitação sensorial de rosbife congelado com redução parcial de cloreto de sódio. Os autores relataram a dificuldade de diminuir as quantidades de cloreto de sódio em produtos cárneos pela sua função sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais nesses produtos. No entanto, o estudo mostrou que a substituição parcial do cloreto de sódio por um aditivo contendo em sua maior parte cloreto de potássio não alterou a característica sensorial e as propriedades físico-químicas avaliadas. Barretto et al. (2015)

mostraram que a redução de gordura em mortadela foi possível com a adição de fibra de aveia, inulina e fibra de trigo, mantendo boa aceitabilidade sensorial do produto.

Além disso, a indústria de produtos cárneos também vem buscando substitutos naturais para os antioxidantes artificiais, sem que eles causem alterações deletérias significativas no produto final e na percepção do consumidor, já que estes estão dispostos a pagar mais caro por produtos de apelo saudável (KARRE et al., 2013). Brewer (2011) e Kulkarni et al. (2011) afirmaram haver um crescente interesse por produtos com o denominado “clean label” (rótulo limpo), com ingredientes naturais, orgânicos, que de alguma forma sejam conhecidos e que tragam a ideia de saudável.

A redução do nitrito de sódio em produtos cárneos é um desafio para a indústria da carne e comunidade científica, devido a sua ação conservante e seu efeito sobre as características sensoriais do produto. Os estudos que têm sido conduzidos para a redução de nitrito contemplam a preocupação com as características do produto final e sua segurança. Jin et al. (2012) avaliaram o efeito de duas concentrações de polpa de batata doce roxa (0,25 e 0,50 %) em linguças cozidas suínas com diferentes concentrações de nitrito de sódio (50 e 0 mg/kg) sobre a cor e textura do produto, comparadas com o controle adicionado de 150 mg/kg de nitrito de sódio. Os autores relataram que a combinação do corante com o nitrito de sódio mostrou melhor resultado para cor quando comparado ao controle.

De acordo com Feng et al. (2016a), quando os produtos cárneos possuem em seus rótulos as alegações “natural” ou “sem conservantes”, o nitrito de sódio não pode ser adicionado e então são denominados “não-curados” ou “uncured”. No entanto, fontes naturais desse conservante podem ser inseridas no produto, como o uso de extrato de aipo, ou de outros extratos vegetais que contenham em sua composição nitrato, além da adição de uma cultura de bactérias que seja capaz de reduzir este composto em nitrito (SINDELAR et al., 2010)

Ruiz-Capillas et al. (2015) relatam sobre o uso do extrato de aipo como alternativa para adicionar nitrato de forma indireta em produtos cárneos. Os autores mencionam que essa substituição pode afetar as propriedades tecnológicas e sua qualidade, dependendo do tipo de produto final. Os autores avaliaram o uso do extrato de aipo (1 %) como substituto do nitrito de sódio em salsichas tipo hot-dog e de corantes naturais como

urucum (0,025 %) e carmim de cochonilha (0,05 %) e compararam a um controle com adição de 120 mg/kg de nitrito de sódio, concluindo que a adição de carmim de cochonilha combinado com fontes naturais de nitrito representou uma alternativa para a redução do nitrito de sódio em salsicha tipo hot-dog.

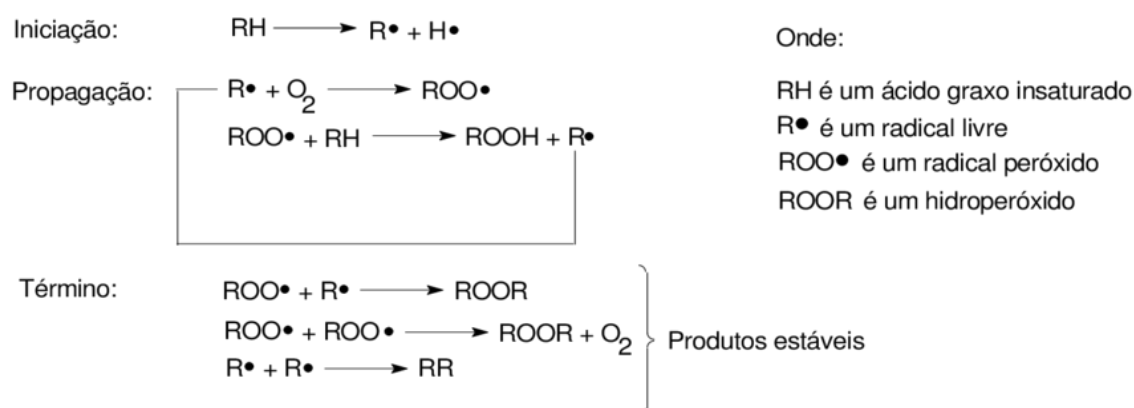
3.2. Principais fatores que afetam a qualidade de produtos cárneos

A perda de qualidade de produtos cárneos está relacionada principalmente com a oxidação do seu conteúdo lipídico, com a descoloração do produto ao longo da estocagem e com a contaminação microbiana. A perda da cor e a oxidação lipídica são os maiores problemas apresentados por produtos à base de carne suína, como linguiças frescas nos períodos de processamento e estocagem (BALDIN et al., 2016).

Os lipídios podem ser constituídos de ácidos graxos saturados, insaturados, parte de triglicerídeos neutros ou até mesmo originados de fosfolipídios (BREWER, 2011). A oxidação lipídica em produtos cárneos ocorre nos ácidos graxos insaturados devido a seus pontos de insaturação (C=C), tal região torna o ácido graxo suscetível ao ataque por agentes oxidantes de alta energia como hidroperóxidos, oxigênios reativos ou pigmentos fotossensíveis, transformando-o em um radical livre. Essa reação é auto catalítica, depende da presença de oxigênio e é denominada auto-oxidativa (KUMAR et al., 2015).

A auto-oxidação ocorre em três fases: iniciação, propagação e terminação, como mostrado na Figura 1. A fase de iniciação é caracterizada pela perda do hidrogênio da cadeia do ácido graxo insaturado devido à ação de pró-oxidantes como os hidroperóxidos e oxigênios reativos (singletes) e pela formação de radicais livres ou radicais alquilas. O radical livre reage com uma molécula de oxigênio, dando origem a um radical peróxido, que, em seguida reage com outro ácido graxo insaturado, resultando em hidroperóxidos e um novo radical livre. Essas reações ocorrem na fase de propagação, sendo os hidroperóxidos os primeiros produtos da oxidação. Reações de isomerização e deterioração ocorrem e os hidroperóxidos formam produtos secundários como pentanal, hexanal, 4-hidroxinonanal e o malonaldeído. Na fase de terminação, duplas de radicais livres reagem entre eles em diversas combinações, formando produtos estáveis que contribuem com o “sabor de requentado” perceptível em baixas concentrações (TORRES, 1988; BREWER, 2011; KUMAR et al., 2015).

Figura 1. Esquema geral da oxidação lipídica.



Fonte: RAMALHO; JORGE, 2006.

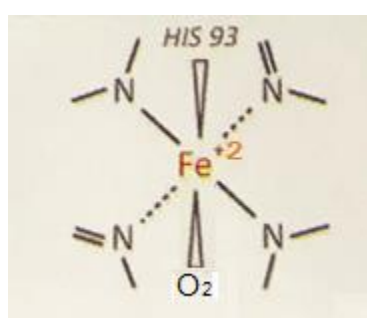
Para evitar a oxidação, a indústria faz uso de substâncias antioxidantes. Os antioxidantes agem de diversas maneiras, mas sua maior função é a de reagir com radicais livres, gerando produtos relativamente estáveis. Os mecanismos de ação dos antioxidantes podem ser através da inativação de compostos que iniciam a peroxidação ou da redução do oxigênio, quebrando a reação de auto-oxidação (BREWER, 2011; SHAH et al. 2014).

A oxidação lipídica reflete em outro fator de perda da qualidade em produtos cárneos – a descoloração. A cor é considerada a característica sensorial mais importante no momento de decisão de compra do consumidor, ela é normalmente associada com a qualidade do produto e com seu frescor. A cor é responsável pelo primeiro estímulo de aceitação pelo consumidor e uma das metas da indústria é desenvolver, cada vez mais, produtos que sejam capazes de atrair os consumidores através de sua coloração (BLOUKAS et al., 1999; JOSEPH et al., 2014; RUIZ-CAPILLAS et al., 2015). Nos produtos cárneos não é diferente, sendo a cor o fator que mais prejudica a aparência do produto durante a estocagem, pois a cor desses produtos é de fácil degradação, encurtando sua vida útil e sua aceitação. Essa descoloração, que ocorre na superfície, é acelerada em produtos moídos ou triturados, por estarem mais expostos ao ar e à ação de micro-organismos (MARTÍNEZ et al, 2006).

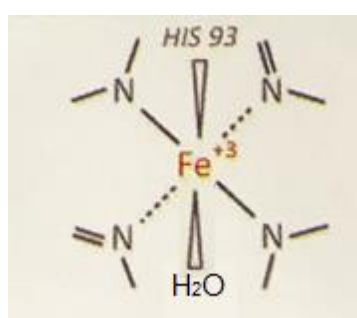
De acordo com Baldin et al. (2016), a perda da cor e a oxidação lipídica são os maiores problemas apresentados por linguiça fresca durante o processamento e a estocagem, o que pode levar a uma redução da qualidade do produto afetando as características sensoriais como textura e sabor.

Durante a oxidação lipídica, pigmentos presentes na carne como mioglobina (Figura 2A) e hemoglobina também sofrem oxidação, gerando alterações em sua coloração (COUTINHO DE OLIVEIRA et al., 2012). Segundo Kumar (2015), carne quando exposta ao oxigênio torna-se marrom devido à formação de metamioglobina (Figura 2B), sendo seu aumento diretamente proporcional ao aumento da oxidação lipídica, pois a metamioglobina é um catalisador da reação oxidativa e, conseqüentemente, ocorre a descoloração e a deterioração de sabor em produtos cárneos.

Figura 2. Estrutura química do grupamento heme do pigmento da carne: A) mioglobina e B) metamioglobina.



A) Mioglobina



B) Metamioglobina

Fonte: Adaptado de Ramos & Gomide, 2017.

Chakanya et al. (2017) relataram que a cor de carne e produtos cárneos pode sofrer mudanças de acordo com a quantidade e o estado químico da mioglobina, o processo de oxidação da superfície cárnea, a dieta do animal e sua suplementação, o estresse sofrido antes do abate, da embalagem em que o produto é acondicionado e das condições de armazenamento, como o congelamento e refrigeração.

3.3. Principais aditivos usados em produtos cárneos

Em produtos cárneos são utilizados uma série de aditivos que atuam na conservação química, microbiológica e sensorial como antioxidantes, conservantes e corantes.

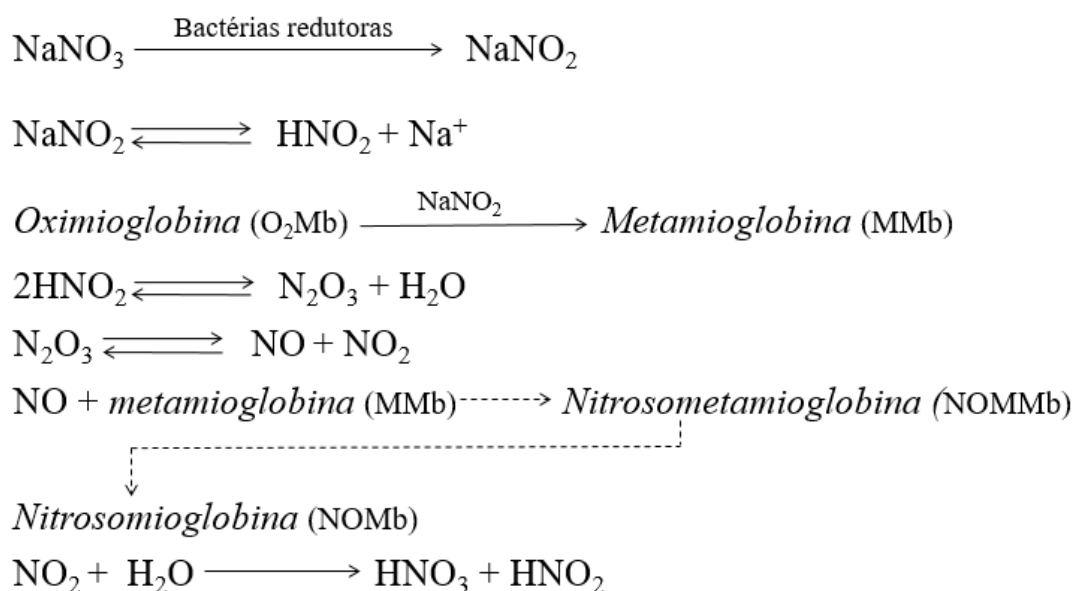
3.3.1. Conservantes em produtos cárneos

O nitrito de sódio é o conservante mais utilizado em produtos cárneos. Devido a sua toxicidade, há controle pela legislação brasileira vigente para seu uso. No Brasil, o

valor de nitrito de sódio residual ou nitrito de potássio residual máximo permitido em produtos cárneos é de 150 mg/kg (BRASIL, 2006).

O termo “cura” é atribuído a produtos cárneos aos quais são adicionados nitrito e nitrato de sódio e/ou potássio, de grande importância para a tecnologia de carnes, pois atuam como inibidores da oxidação lipídica, além de serem os precursores da cor desses produtos (BINSTOK et al., 1996; MELO FILHO et al., 2004; FENG et al., 2016b). A formação da cor característica de produtos curados é obtida através de reações específicas que ocorrem no processo de cura. As reações que ocorrem com o nitrato e o nitrito de sódio em meio cárneo estão apresentadas na Figura 3.

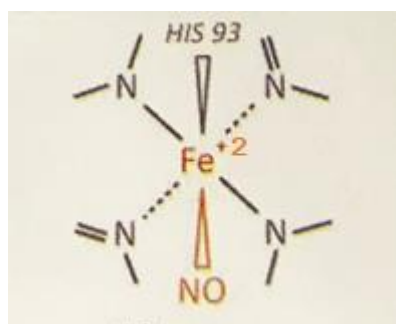
Figura 3. Sequência da reação de nitrosilação em produtos curados.



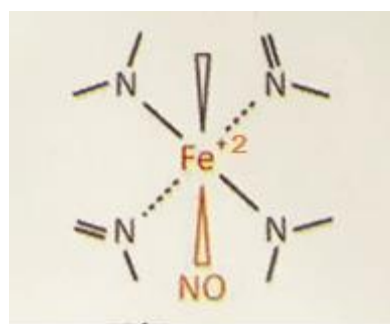
Fonte: Adaptado de Ramos & Gomide (2017).

A reação de nitrosilação (Figura 3) ocorre quando o óxido nítrico formado a partir do nitrito reage com a mioglobina, formando um composto instável denominado nitrosomioglobina (MbNO), de coloração vermelho brilhante, que se transforma em um composto estável e de coloração rosa (nitroso-hemocromo) após o aquecimento (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010; PARTHASARATHY, BRYAN, 2013). As estruturas químicas da nitrosomioglobina e do nitroso-hemocromo estão apresentados na Figura 4.

Figura 4. Estrutura química dos pigmentos da carne curada.



Nitrosomioglobina



Nitroso-hemocromo

Fonte: Adaptado de Ramos & Gomide, 2017.

Além disso, o nitrito é responsável pelo efeito de inibição da germinação dos esporos do *Clostridium botulinum*. Essa ação antimicrobiana não está bem elucidada, porém há relatos de que se deve à formação do óxido nítrico e sua interação com as proteínas ferro-enzimas clostridiais, como ferredoxina e oxidoredutase ferredoxina-piruvato, resultando numa rápida redução do ATP intracelular e a acumulação de piruvato (TOLDRÁ et al., 2009; HOSPITAL et al., 2016).

O nitrito também atua contra a ação prejudicial de outras bactérias deteriorantes (RUIZ-CAPILLAS et al., 2015). Parthasarathy e Bryan (2013) relatam que o nitrito de sódio também pode atuar no controle de bactérias patogênicas como *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens* quando combinados com outros sais.

Toldrá et al. (2009) relataram que níveis de nitrito de sódio entre 80 e 100 mg/kg de produto já seriam suficientes para minimizar riscos microbiológicos, principalmente contra o *Clostridium botulinum*. Keto-Timonen et al. (2012), ao avaliarem o efeito de três concentrações de nitrito de sódio no crescimento e toxicidade do grupo II do *Clostridium botulinum* tipo B, afirmaram que concentrações de 75 mg/kg de nitrito de sódio já promoveriam segurança em produtos cárneos processados. As cepas deste grupo de *C. botulinum* são psicotróficas são capazes de se desenvolver a temperaturas de refrigeração, além de seus esporos resistirem aos processos térmicos sofridos por carnes e produtos cárneos.

Existem outros conservantes utilizados em produtos cárneos. Lactato de sódio está associado com a redução da carga microbiana e com um aumento na vida útil destes produtos, retardando a deterioração microbiana e atuando na manutenção de sua cor

(CHOI; CHIN, 2003; CRIST et al., 2014). Choi e Chin (2003) afirmaram também que o este sal pode ter efeito contra bactérias patogênicas como *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes*, bactérias estas que causam riscos à saúde e segurança do consumidor, além de melhorar o sabor de produtos cárneos. O lactato de sódio não tem restrição de uso em produtos cárneos (BRASIL, 2006) e seu uso contribui com a estabilidade da cor de carne fresca, além de também atuar controlando o pH, reduzindo a atividade de água e inibindo a oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos crus e cozidos (NNANNA et al., 1994; ALAHAKOON et al., 2015).

As bacteriocinas são peptídeos ou proteínas sintetizadas por algumas bactérias que possuem efeito bactericida ou bacteriostático sobre bactérias Gram-positivas, como por exemplo *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus* (NASCIMENTO et al., 2008). A nisina é a mais conhecida, sendo produzida por algumas cepas de *Lactococcus lactis subsp.* É conservante amplamente utilizado pela indústria da carne em muitos países e age através de sua permeabilização na membrana citoplasmática de bactérias Gram-positivas, formando poros que causam a desestabilização da membrana e a fuga de metabólitos. Além disso, é um aditivo termicamente estável e de fácil degradação por enzimas intestinais (SOLOMAKOS et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2008).

3.3.2. Antioxidantes em produtos cárneos

No músculo vivo, fatores intrínsecos controlam o processo de oxidação, mas estes são inativados em processos posteriores ao abate, quando o músculo se converte em carne, e nas etapas seguintes do processamento. Portanto, a adição de compostos antioxidantes à carne e aos seus derivados se faz importante (KUMAR et al., 2015).

O eritorbato de sódio é um aditivo derivado do ácido ascórbico e um esteroisômero do ascorbato de sódio e tem atividade antioxidante, sendo muito utilizado no Brasil pela indústria de produtos cárneos. Segundo Figueirêdo et al. (2014), a ação antioxidante do eritorbato de sódio vem da sua capacidade de extinção do oxigênio reativo ou singlete, na doação de átomos de hidrogênio e do seu “poder” de redução. Além disso, segundo Honikel (2008), o ácido ascórbico ou ascorbato e o eritorbato agem prevenindo a formação de nitrosaminas devido a sua reação com o nitrito e redução de nitrito residual.

A busca por antioxidantes naturais tem incentivado as pesquisas com muitos compostos extraídos de fontes naturais como frutas, vegetais, sementes, condimentos, folhas, castanhas, raízes, cascas etc. e seus potenciais antioxidantes em prevenir a iniciação ou propagação da oxidação lipídica (SHAH et al., 2014; KUMAR et al., 2015; ARMENTEROS et al., 2016). Kumar et al. (2015) relataram sobre o potencial antioxidante do bagaço, da semente e do extrato uva, do alecrim, orégano, além de alho, sálvia e outras especiarias, além do potencial antioxidante do mel, vitamina E, abacate e do chá verde em carnes, produtos cárneos e produtos de carne de frango. Joseph et al. (2014) avaliaram a eficácia da polpa de goiaba rosa como um antioxidante em emulsão de carne de porco crua e concluíram que tal polpa é rica em antioxidantes naturais como o β -caroteno e o licopeno, podendo ser usada como antioxidante para minimizar oxidação lipídica em tal produto cárneo, minimizando ou prevenindo o “sabor de requeimado” e a descoloração da superfície do produto. A polpa de goiaba rosa também resultou em melhoria na cor e sua utilização não afetou a qualidade sensorial.

O nitrito de sódio também atua como antioxidante em produtos cárneos, pois nestes alimentos, o óxido nítrico formado através das reações a partir do nitrito adicionado age como receptor de radicais livres, além de ter a capacidade de se ligar ou estabilizar o ferro heme dos pigmentos da carne, diminuindo a quantidade de ferro livre no meio, um potente catalisador da oxidação lipídica (PARTHASARATHY, BRYAN, 2012). Segundo Honikel (2008), a ação antioxidante do nitrito de sódio deve-se à oxidação do óxido nítrico a dióxido de nitrogênio (NO_2), agindo desta forma como um sequestrante de oxigênio nesses produtos.

3.3.3. *Corantes em produtos cárneos*

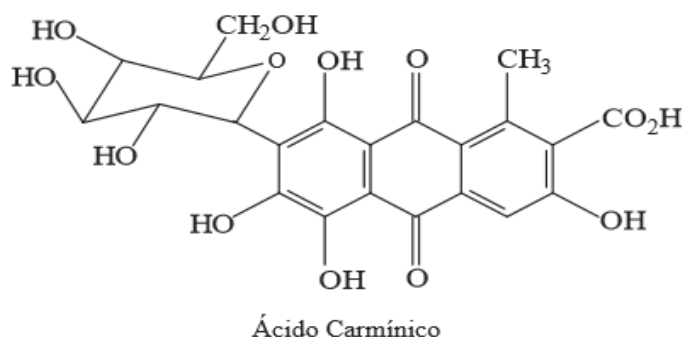
Pesquisas mostram que mais de 70% dos consumidores julgam a cor como sendo o fator mais importante no momento de decisão pela compra de um produto e o seu uso pode ser uma alternativa em produtos cárneos, já que nesses produtos ocorre a perda da cor na superfície durante a estocagem, além disso, os corantes naturais são associados a produtos saudáveis pelos consumidores (BLOUKAS et al., 1999; MARTÍNEZ et al., 2006).

Segundo a legislação brasileira apenas os corantes naturais carmim de cochinha, ácido carmínico, caramelo natural, caramelo I, caramelo II, caramelo III, caramelo IV,

carotenos naturais, urucum, páprica, vermelho de beterraba e betanina podem ser usados em carnes e produtos cárneos (BRASIL, 2006). Os corantes caramelos e a betalaína sao liberados para uso em quantidade suficiente, sem restriao.

O carmim de cochonilha é um dos corantes mais utilizados em produtos cárneos. Refere-se a complexos formados pelo ácido carmínico, como mostrado na Figura 5. No Brasil, seu uso é permitido (BRASIL, 2006) no limite de até 0,01 g de ácido carmínico/100 g produto final. É extraído de fêmeas dessecadas do inseto da espécie *Dactylopius coccus*, sendo a cochonilha americana o inseto de maior uso comercial para extraao deste ácido e sao necessários 70.000 deles para produzir 500 g de ácido carmínico com 50% de intensidade de cor. O ácido carmínico é o responsável pela cor do corante carmim de cochonilha, é solıvel em água e sua cor depende do pH do meio em que foi adicionado, apresentando-se avermelhado em valores de pH entre 5 e 7. Possui estabilidade ao calor e à luz e resistência à oxidaao. O pH ótimo de aplicaao em alimentos sao valores acima de 3,5, podendo ser aplicado em carnes e produtos cárneos como salsichas, presuntos e linguicas (VOLP et al., 2009; BORGES et al., 2012).

Figura 5. Estrutura química do ácido carmínico.



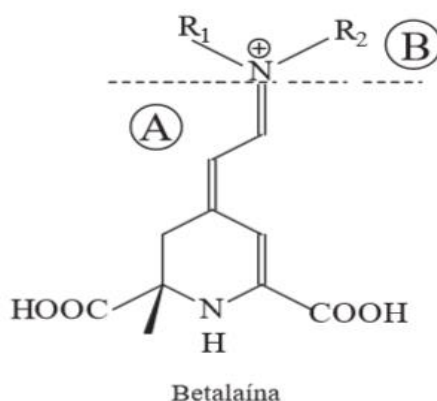
Fonte: VOLP et al., 2009.

As betalaínas, compostos N-heterocíclicos e solıveis em água, apresentam coloraao vermelha, amarela e laranja em flores e frutas, sendo a beterraba (*Beta vulgaris* L.) a maior fonte deste composto. A Figura 6 mostra a estrutura química da betalaína.

As betalaínas podem ser divididas em betacianinas e betaxantinas, com cores vermelho ao vermelho violeta e amarelo, respectivamente (VOLP et al., 2009). A beterraba vermelha possui em maior porcentagem (75%) betalaínas do grupo das betacianinas, entre elas as betaninas, que se destacam como corantes em alimentos. As betaxantinas aparecem em menor concentraao na beterraba vermelha, e sao

representadas pelas vulgoxantinas I e II (DRUNKLER et al., 2006). Estes compostos são considerados antioxidantes naturais, possuindo efeito anti-radicaais livres (KHAN, 2016).

Figura 6. Estrutura química geral da betalaína: A) Estrutura química do ácido betalâmico, presente em toda betalaína; B) Estrutura que pode representar tanto as betacianinas como as betaxantinas, dependendo do radical 1 e 2 presentes na molécula.



Fonte: VOLP et al., 2009.

As betalaínas podem ser usadas como corantes em alimentos, porém fatores como pH, temperatura, atividade de água, luz e metais afetam sua estabilidade e restringem seu uso (DRUNKLER et al, 2006). As betalaínas apresentam boa estabilidade em pH entre 4 e 6 e em temperatura de estocagem de 4 °C, podendo ser usadas em produtos lácteos e produtos cárneos sem prejudicar sua estabilidade, gerando bons resultados (KHAN, 2016).

Autores atribuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antivirais às betalaínas, o que está gerando um aumento no interesse por esse corante (CHETHANA; CHETAN; RAGHAVARAO, 2006). Como uma alternativa para aumentar a estabilidade do pigmento da beterraba, aumentar sua disponibilidade e facilitar sua administração, tem-se estudado o processo de encapsulação, utilizando-se polissacarídeos como agentes carreadores e tecnologia de *spray-drier*. O uso da encapsulação visa aumentar as aplicações comerciais das betalaínas, uma vez que poderá controlar sua higroscopicidade e sua baixa estabilidade (KHAN, 2016).

Corantes naturais como a curcumina, ácido carmínico, caramelo, beta-caroteno, extrato de páprica e betanina foram testados em salsichas por Bloukas et al. (1999) com duas diferentes concentrações de nitrito de sódio (0 e 150 mg/kg). Os autores também

avaliaram diferentes concentrações de produto comercial a base de betanina, variando as concentrações de nitrito de sódio entre 100 e 150 mg/kg. Segundo os autores, a cor apresentada pelas salsichas produzidas com betanina foram as mais aceitas sensorialmente pelos consumidores. No entanto, o nitrito de sódio não influenciou a aceitabilidade da salsicha com relação a este atributo. As salsichas produzidas com betanina obtiveram as maiores notas para aceitação global, comparada aos demais tratamentos. Os autores ainda concluíram que reduzir as concentrações de nitrito de 150 para 100 mg/kg não afetou os a intensidade de vermelho (valor de a^*) dos produtos, quando adicionado a quantidade apropriada de betanina e que a quantidade de 1,4 mg de betanina/kg foi a mais aceita sensorialmente para o atributo cor.

Baldin et al. (2016) avaliaram a ação antioxidante e antimicrobiana de extrato de jabuticaba microencapsulado como corante em linguiça fresca. A cor foi o atributo sensorial mais afetado negativamente, em ambos os tratamentos com adição de extrato de jabuticaba microencapsulado. Porém, o extrato de jabuticaba microencapsulado a 2% pode ser considerado uma boa opção para substituir o carmim de cochonilha e atender à crescente demanda de corantes naturais. Gómez et al. (2008) também estudaram o efeito da utilização da páprica sobre a cor de produtos cárneos e os resultados mostraram que a utilização de páprica em sinergia com a ação de antioxidantes pode ajudar a diminuir os problemas de redução na intensidade de cor vermelha em produtos cárneos ao longo do período de estocagem.

Como o nitrito de sódio é responsável pela formação da cor rosa atrativa de produtos cárneos curados, a redução de sua concentração pode afetar negativamente a intenção de compra desses produtos. Tendo em vista que se trata do aditivo mais temido pelos consumidores (BEDALE; SINDELAR; MILKOWSKI, 2016) e devido a seus problemas associados ao risco à saúde do consumidor, sua redução mostra-se necessária e o uso de corantes naturais pode representar uma alternativa para o aumento ou manutenção da aceitação do produto cárneo com redução de nitrito.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Produção da linguiça toscana

As matérias-primas cárneas utilizadas para a fabricação de linguiça toscana foram pernil suíno e retalho gordo suíno, adquiridas do Frigorífico Olhos D'Água (Ipoã, São Paulo) com serviço de inspeção estadual. Foram elaborados 9 tratamentos e, as diferenças entres eles, estão apresentadas na Tabela 1. Todas as formulações tiveram a adição dos seguintes ingredientes: 68% de pernil suíno moído em disco de 10 mm de diâmetro, 15% de retalho gordo suíno moído em disco de 10 mm de diâmetro, 2,0% de lactato de sódio (Purac, Brasil), 1,0% de condimento para linguiça toscana (NewMax, Brasil), 0,6% de cloreto de sódio, 0,37% de hexametáfosfato de sódio (NewMax, Brasil), 0,4% de alho natural, 0,4% de eritorbato de sódio (NewMax, Brasil), 0,195% de pimenta do reino branca e 0,02% de ácido ascórbico (NewMax, Brasil). O processamento foi realizado em triplicata (n=3), em dias diferentes.

Os ingredientes foram homogeneizados em misturador (Frigomaq, Brasil) por 10 minutos e o embutimento da linguiça foi feito em tripa natural de suíno calibre 32/34 mm, amarrando-se os gomos a cada 12 cm. As linguiças toscanas foram embaladas em sacos de nylon-polietileno sob vácuo e foram avaliadas em duas condições de estocagem: sob resfriamento (4 ± 1 °C) em até 14 dias e sob congelamento (-16 °C) em até 90 dias.

Tabela 1. Diferenças entre os tratamentos de linguiça toscana.

Tratamentos	Quantidade (%)				
	Água	NaNO ₂ ¹	BME ²	BCP ³	CCL ⁴
C150	12,00	0,015	-	-	-
C75	12,0075	0,0075	-	-	-
C0	12,015	-	-	-	-
BME75	10,5075	0,0075	1,5	-	-
BME0	10,5150	-	1,5	-	-
BCP75	11,8175	0,0075	-	0,19	-
BCP0	11,8275	-	-	0,19	-
CC75	12,0075	0,0075	-	-	0,02
CC0	12,015	-	-	-	0,02

¹Nitrito de sódio; ²Corante betalaína microencapsulada; ³Corante betalaína comercial; ⁴Corante carmim de cochonilha.

O corante betalaína microencapsulada (BME) foi obtido no Laboratório de Medidas Físicas da Unesp de São José do Rio Preto através da homogeneização de beterraba com etanol 70%, que em seguida foi filtrado e evaporado até volume constante (15°Brix), este extrato foi encapsulado utilizando amido modificado e maltodextrina como carreadores na proporção Am:Md de 80:20 através de secagem por atomização em mini *spray dryer* e a concentração obtida foi de 0,034% de betalaínas totais (ZUANON; TELIS, 2014). O corante betalaína comercial (BCP) utilizado foi da marca Christian Hansen (B-35-WSP), contendo betalaínas na concentração de 0,25 a 0,28% e maltodextrina. As concentrações dos corantes foram determinadas de forma que as concentrações de betalaínas neles presentes se equivalessem. O corante carmim de cochonilha utilizado também foi da empresa Christian Hansen (CC-300-WS-FCCII(KOH)) com concentração de ácido carmínico de 2,80 a 3,20%.

4.2. Análises realizadas e frequência

Na matéria prima foram feitas as análises de composição centesimal e pH.

Em zero dia foram realizadas as análises de pH, determinação de TBARS / kg de produto, cor instrumental na linguiça crua e cozida, perda por cozimento, teor de nitrito residual e análises microbiológicas.

Nos diferentes tratamentos de linguiça toscana armazenados sob refrigeração (4 ± 1 °C) foram feitas as análises de pH (7 e 14 dias), determinação de TBARS / kg de produto (7 e 14 dias), cor instrumental na linguiça crua e cozida (7 e 14 dias), perda por cozimento (7 e 14 dias) e teor de nitrito residual (7 e 14 dias).

Para os tratamentos submetidos ao armazenamento sob congelamento (-18 ± 1 °C) foram realizadas as análises de composição centesimal, análise sensorial em 15 dias de estocagem, pH (30, 60 e 90 dias), determinação de TBARS/kg de produto (30, 60 e 90 dias), teor de nitrito residual (30, 60 e 90 dias), cor instrumental na linguiça crua e cozida (30, 60 e 90 dias), perda por cozimento (30, 60 e 90 dias) e análise do perfil de textura da linguiça cozida (30 dias).

4.3. Descrição das análises realizadas

4.3.1. Determinação da composição centesimal das matérias-primas e dos diferentes tratamentos de linguiças toscanas

- Determinação de umidade: a metodologia oficial da *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 2007) foi utilizada para determinação de umidade com secagem em estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$, baseado na remoção de água por aquecimento até peso constante. Todas as determinações foram feitas em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%) em base úmida.

- Determinação de lipídios: foi utilizado o método de extração por solvente a frio descrito por Bligh & Dyer (1959). Todas as determinações foram feitas em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%).

- Determinação de proteínas: foi realizado pelo método de Kjeldahl, o qual consiste na determinação do conteúdo de nitrogênio orgânico total da amostra e multiplicação por um fator de conversão para a quantificação de proteínas, de acordo com AOAC (2007). O fator de conversão utilizado para converter a quantidade de nitrogênio em proteína foi 6,25. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%).

- Determinação de cinzas: o método empregado foi o de incineração em mufla, ($550^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$), no qual toda a matéria orgânica é incinerada. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%). (AOAC, 2007).

4.3.2. Análise de pH

A análise de pH foi realizada em pHmetro digital PG 1800, da marca GEHAKA (Brasil), com sonda de penetração e em quadruplicada. Utilizou-se dois gomos de linguiça toscana de cada tratamento e a leitura foi sendo realizada em dois pontos de cada gomo e em duas extremidades.

4.3.3. Análise de Oxidação Lipídica (TBARS)

As substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Vynche (1970) para os diferentes tratamentos de linguiça toscana. Utilizou-se o acréscimo 2 mL de solução de sulfanilamida (0,5 g de sulfanilamida em 100 mL de HCl 20% v/v) em todas as amostras, pois, em algumas, havia a presença de nitrito de sódio. (ZIPSER; WATTS, 1962). Para minimizar a interferência da betalaína no resultado final, foi feito o mesmo procedimento para determinação, mas não foi utilizado o ácido tiobarbitúrico para produzir a reação da cor, e então foi feita a leitura em espectrofotômetro (SP-22, Biospectro, Brasil) a 532 nm. Assim, esse valor foi descontado do resultado final. As análises foram feitas em duplicata e o valor de TBARS foi calculado a partir da curva de malonaldeído e expresso em mg de TBARS/kg amostra.

4.3.4. Cor instrumental

A análise de cor instrumental foi determinada em colorímetro, modelo ColorFlex45/0 (Hunterlab, Estados Unidos), com configurações iluminantes D65, ângulo do observador 10°, com o Software Universal versão 4.10. O sistema de especificação de cor foi o CIELAB e os parâmetros obtidos foram o valor L* (luminosidade), a* (intensidade de cor vermelha) e b* (intensidade de cor amarela). Foram feitas dez leituras para cada tratamento, utilizando três diferentes gomos de linguiça toscana. Para os tratamentos armazenados sob congelamento, estes foram retirados do congelador (-18 ± 1 °C) e armazenados em incubadora B.O.D. (4 ± 1 °C) 24 h antes da realização da análise. O chroma é o índice de saturação e corresponde ao vetor no plano (a*, b*), é calculado empregando-se a equação (1) e descreve a intensidade de uma cor. O ângulo Hue (H*), obtido pela fórmula (2) é o ângulo de tonalidade, que indica a posição da amostra no diagrama de cromaticidade. As equações (1) e (2) foram empregadas de acordo com Hunter & Harold (1987).

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (1)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

4.3.5. *Análise microbiológica*

As análises microbiológicas foram conduzidas seguindo os padrões microbiológicos estabelecidas pela Resolução RDC nº 12/2001 – ANVISA (BRASIL, 2001), nas amostras de todas as formulações de linguiças toscanas. As análises realizadas foram: número mais provável (NMP) de coliformes a 45 °C, contagem de *Estafilococos* coagulase positiva, contagem de anaeróbios sulfito redutores a 46 °C e detecção de *Salmonella* spp em 25 g, conforme recomendações da legislação vigente (BRASIL, 2003).

4.3.6. *Análise sensorial*

As análises foram realizadas com alunos e funcionários do IBILCE, maiores de 18 anos, excluindo-se indivíduos com patologias relacionadas à ingestão de alimentos como diabéticos, hipertensos, com intolerância à lactose e ao glúten, dentre outros.

Foram recrutados 80 consumidores 15 dias após o processamento e após o resultado das análises microbiológicas. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências, Letras de Ciências Exatas (IBILCE-UNESP) e o parecer está apresentado no ANEXO 1. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos consumidores antes do início da análise, em duas vias, e eles foram orientados a ler e preencher uma via, o qual ficou sob a responsabilidade da pesquisadora responsável, enquanto que a segunda via ficou com o próprio consumidor. O TCLE (APÊNDICE A) será mantido com a pesquisadora responsável por um prazo de 5 anos. A ficha de caracterização (Figura 7) foi entregue junto com o TCLE, antes da análise. Foram excluídos os julgadores que não se caracterizavam como consumidores de linguiça toscana, respondendo entre “desgosto ligeiramente” a “desgosto muitíssimo” ou quando alegavam não consumir o produto.

Um teste afetivo de aceitação foi realizado usando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (escala variando de 1-“desgostei muitíssimo” a 9-“gostei muitíssimo”) juntamente com uma escala de intenção de compra, que variou de “certamente compraria” a “certamente não compraria”.

Figura 7. Ficha de caracterização dos avaliadores

1. Nome: _____	2. Data: _____	
3. Idade: _____	4. Sexo: () M () F	5. Fumante: () Sim () Não
6. Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta ou desgosta de linguiça toscana?		
(9) Gosto muitíssimo		
(8) Gosto muito		
(7) Gosto moderadamente		
(6) Gosto ligeiramente		
(5) Nem gosto / nem desgosto		
(4) Desgosto ligeiramente		
(3) Desgosto moderadamente		
(2) Desgosto muito		
(1) Desgosto muitíssimo		
7. Com que frequência você consome linguiça toscana?		
(6) 4 vezes por semana ou mais		
(5) 2 a 3 vezes por semana		
(4) 1 vez por semana		
(3) 1 vez por quinzena		
(2) 1 vez por mês ou menos		
(1) Não consumo		

Fonte: Própria autoria

O teste foi realizado com as linguiças toscanas armazenadas sob congelamento (-18 ± 1 °C), as quais foram descongeladas em B.O.D. a 4 ± 1 °C 24 horas antes da realização da análise. Em seguida, as amostras foram assadas até que a temperatura interna atingisse 72 ± 1 °C, por meio do uso de termopar (Instrutemp, ITTH-1400) no centro geométrico da linguiça durante todo período de cozimento. As amostras foram cortadas em pedaços de 2 cm e mantidas em banho-maria a 90 ± 2 °C e servidas aos avaliadores em copos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos, de forma monádica (MEILGAARD, 1999) e conduziu-se o teste em duas sessões. A temperatura ambiente nas cabines estava em torno de 22°C e luz branca foi acesa. Os atributos avaliados foram: cor, aroma, textura, sabor e aceitação global (Figura 8).

Figura 8. Ficha de avaliação para aceitação de linguiça toscana.

Nome: _____	Data: _____												
1. Você está recebendo uma amostra de linguiça toscana. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo.													
9- gostei extremamente	Amostra nº _____ <table border="1"><thead><tr><th>Item</th><th>Avaliação</th></tr></thead><tbody><tr><td>Cor</td><td></td></tr><tr><td>Aroma</td><td></td></tr><tr><td>Textura</td><td></td></tr><tr><td>Sabor</td><td></td></tr><tr><td>Aceitação Global</td><td></td></tr></tbody></table>	Item	Avaliação	Cor		Aroma		Textura		Sabor		Aceitação Global	
Item		Avaliação											
Cor													
Aroma													
Textura													
Sabor													
Aceitação Global													
8- gostei muitíssimo													
7- gostei moderadamente													
6- gostei levemente													
5- não gostei / nem desgostei													
4- desgostei levemente													
3- desgostei moderadamente													
2- desgostei muitíssimo													
1- desgostei extremamente													
2. Assinale, para esta amostra, qual seria sua intenção de compra:													
<input type="checkbox"/> Eu certamente compraria esta amostra													
<input type="checkbox"/> Eu provavelmente compraria esta amostra													
<input type="checkbox"/> Tenho dúvidas se compraria esta amostra													
<input type="checkbox"/> Eu provavelmente não compraria esta amostra													
<input type="checkbox"/> Eu certamente não compraria esta amostra													
Comentários: _____													

Fonte: Própria autoria

4.3.7. Determinação do perfil de textura (TPA)

Foi realizada em texturômetro TA-XT/ Plus/50 (Godalming, Inglaterra) previamente calibrado com peso padrão de 5 kg. A coleta dos dados e a construção das curvas de TPA foram realizadas pelo programa Texture Exponent 32 (Stable Micro Systems Godalming, Inglaterra), utilizando a metodologia de Bourne (1978) com modificações. Os parâmetros avaliados foram dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade. O teste foi conduzido com dois ciclos de compressão de 50% com uma velocidade de teste de 1 mm/s na linguiça toscana cozida.

4.3.8. Determinação de nitrito residual

A análise de nitrito residual foi realizada nos tratamentos com adição de nitrito de sódio (C150, C75, BME75, BCP75 e CC75) e seguiu-se a metodologia baseada na reação de diazotização de nitritos com ácido sulfanílico e acoplamento com cloridrato de alfa-naftilamina em meio ácido, formando o ácido alfa-naftilamino-pazobenzeno-p-sulfônico, que apresenta coloração rosa. Foi realizada leitura em espectrofotômetro (SP-22, Biospectro, Brasil) a 540 nm, e, através de uma curva padrão com diferentes concentrações de nitrito de sódio, calculando-se a concentração de nitrito residual nas

amostras. Conduziu-se a determinação em triplicata e os resultados expressos em mg/kg (ARAÚJO; MÍDIO, 1989; BRASIL, 1999).

4.3.9. Perda por cozimento

As amostras de linguiça toscana crua foram pesadas em balança semi-analítica e cozidas em forno elétrico (FELS3, Imeque - Indústria Metalúrgica de Equipamentos, Brasil) dotado de duas resistências internas, uma superior e outra inferior que foram mantidas ligadas durante todo cozimento e sua temperatura foi ajustada para 120 ± 2 °C. Usando um termopar (Instrutemp, ITTH-1400) no centro geométrico dos gomos de linguiça, a temperatura interna foi controlada até que atingisse 72 ± 1 °C e, em seguida, foram resfriadas em temperatura ambiente e pesadas em balança semi-analítica. A perda por cozimento foi calculada pela diferença entre os pesos inicial e final, de acordo com Honikel (1998) e os resultados expressos em porcentagem (%).

4.3.10. Análise dos resultados

Para análise dos resultados, utilizou-se o programa estatístico Minitab® 16.2.0, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), empregando-se ANOVA fator único para análise de variância e o Teste de Tukey para análise das diferenças entre as médias.

A correlação de Pearson ($p < 0,05$) foi realizada para determinar a correlação entre os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e H^*), perfil de textura (dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade), perda por cozimento e atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor e aceitação global), considerando forte correlação quando o coeficiente de correlação obtido fosse maior que 0,7 e menor que -0,7. Foi realizada uma análise de componentes principais (ACP) para os parâmetros de cor - L^* , a^* , b^* , C^* e H^* , perfil de textura e perda por cozimento e, outra ACP para os atributos sensoriais, usando matriz de correlação. O software utilizado para estas análises foi o STATISTICA (StatSoft, Inc., versão 7.0).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização da matéria-prima cárnea utilizada

Os resultados de composição centesimal e de pH das matérias-primas cárneas utilizadas estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de composição centesimal e de pH das matérias-primas cárneas utilizadas.

	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	pH
Pernil suíno	71,66 ± 0,28	19,13 ± 0,29	5,33 ± 0,11	0,92 ± 0,07	5,81 ± 0,03
Retalho gordo suíno	60,15 ± 0,75	15,49 ± 0,03	22,68 ± 0,09	0,90 ± 0,11	6,16 ± 0,02

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (NEPA, 2011) o pernil suíno apresenta em sua composição 67,1 % de umidade, 20,1 % de proteína, 11,1 % de gordura e 1,0 % de cinzas. Os resultados encontrados para composição centesimal (Tabela 2) das matérias-primas cárneas utilizadas estão coerentes com os descritos na literatura científica para todos as determinações, com exceção dos valores de gordura apresentados pelo pernil suíno utilizado.

5.2. Linguíça Toscana

Os resultados obtidos para a análise de composição centesimal dos diferentes tratamentos de linguíça toscana armazenadas sob congelamento estão apresentados na Tabela 3. O nitrito de sódio afetou significativamente ($p < 0,05$) o teor de umidade das linguíças toscanas controles e com adição dos corantes betalaínas, mas não teve efeito quando o corante carmim de cochonilha foi usado. A ausência do nitrito de sódio aumentou a umidade das amostras. De acordo com Alahakoon et al. (2015), o uso de sais de nitrito em carne reduz sua umidade e atividade de água. Além disso, Honikel (2008) mostra que nas reações químicas com o nitrito, há a formação de ácido nítrico, que entra em equilíbrio com a formação de óxido nítrico. O monóxido de nitrogênio reage com a mioglobina, enquanto o dióxido de nitrogênio reage com água, formando novamente ácido nítrico.

De Paula et al. (2011) encontraram valores de umidade até 66,9% em linguíça

Toscana armazenadas sob congelamento em diferentes tipos de embalagens. Monteiro et al. (2017) encontram valores entre 58,98 e 61,45% de umidade em linguiça Toscana com substituição de gordura por óleo de canola.

Os resultados de proteína variaram entre 15,31 a 18,36 %, e o maior valor foi apresentado pelo tratamento C0. Para gordura, os resultados obtidos variaram entre 5,35 e 8,97 %, referente a C0 e C150, respectivamente. Os valores de cinzas variaram entre 2,40 e 2,83 %. As diferenças apresentadas para proteína, gordura e cinzas são inerentes a matéria prima carne utilizada e também a homogeneização do processamento da linguiça toscana.

Tabela 3. Valores médios de composição centesimal dos diferentes tratamentos de linguiça toscana armazenada sob congelamento.

	Umidade	Proteínas	Gorduras	Cinzas
C150	70,31 ± 0,30 ^{bc}	16,23 ± 0,06 ^{bcd}	8,97 ± 0,84 ^a	2,40 ± 0,06 ^b
C75	70,38 ± 0,27 ^{bc}	16,76 ± 0,25 ^{bc}	7,16 ± 0,08 ^b	2,69 ± 0,08 ^{ab}
C0	73,04 ± 0,14 ^a	18,36 ± 0,06 ^a	5,35 ± 0,14 ^c	2,78 ± 0,07 ^a
BME75	69,18 ± 0,09 ^d	15,31 ± 0,09 ^d	7,31 ± 0,24 ^{ab}	2,69 ± 0,07 ^{ab}
BME0	70,38 ± 0,45 ^{bc}	15,32 ± 0,51 ^d	6,11 ± 0,26 ^{bc}	2,69 ± 0,01 ^{ab}
BCP75	69,61 ± 0,26 ^{cd}	16,29 ± 0,40 ^{bc}	7,37 ± 0,40 ^{ab}	2,77 ± 0,05 ^a
BCP0	70,28 ± 0,20 ^{bc}	16,89 ± 0,18 ^b	6,68 ± 0,59 ^{bc}	2,83 ± 0,11 ^a
CC75	71,17 ± 0,08 ^b	15,82 ± 0,02 ^{cd}	6,91 ± 0,61 ^{bc}	2,75 ± 0,08 ^a
CC0	71,14 ± 0,04 ^b	16,31 ± 0,03 ^{bc}	7,73 ± 0,21 ^{ab}	2,45 ± 0,10 ^b

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=3.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Os diferentes tratamentos de linguiça toscana foram armazenados em duas condições, sob refrigeração (4 ± 1 °C) e sob congelamento (-18 ± 1 °C), e seus resultados serão apresentados e discutidos nos itens 5.3 e 5.4, respectivamente.

5.3. Linguiça Toscana armazenada sob refrigeração

5.3.1. Estabilidade físico-química

Os resultados de pH são mostrados na Tabela 4. A diminuição da concentração do nitrito de sódio não afetou o pH das linguças toscanas armazenadas sob refrigeração. Em zero dia de armazenamento, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, apresentando valores entre 5,71 e 5,93. Em 7 dias, é possível observar que os menores valores ($p < 0,05$) foram apresentados pelos tratamentos com adição de corantes betalaínas, tanto o corante microencapsulado quanto o corante comercial.

Aos 14 dias de estocagem, os tratamentos controles e os que tiveram a adição de corante carmim de cochonilha apresentaram valores de pH semelhantes. Os maiores valores de pH foram apresentados pelos controles com adição de nitrito de sódio, e os menores valores de pH foram apresentados pelos tratamentos que tiveram adição de betalaínas e estes foram similares entre si ($p > 0,05$). Esses resultados podem ser justificados pela quantidade de carboidratos adicionados à formulação provenientes dos agentes carreadores dos corantes utilizados como maltodextrina e amido modificado.

Tabela 4. Valores médios de pH ao longo da estocagem refrigerada dos diferentes tratamentos de linguça toscana.

Tratamentos	0 dia	7 dias	14 dias
C150	5,89 ± 0,10 ^a	5,86 ± 0,20 ^{ab}	5,79 ± 0,18 ^{ab}
C75	5,93 ± 0,17 ^a	5,86 ± 0,16 ^a	5,81 ± 0,05 ^a
C0	5,71 ± 0,04 ^a	5,66 ± 0,03 ^{cd}	5,68 ± 0,16 ^{ab}
BME75	5,91 ± 0,11 ^a	5,67 ± 0,19 ^{bcd}	5,38 ± 0,12 ^c
BME0	5,85 ± 0,21 ^a	5,48 ± 0,06 ^{de}	5,33 ± 0,09 ^c
BCP75	5,82 ± 0,17 ^a	5,57 ± 0,15 ^{cde}	5,47 ± 0,09 ^c
BCP0	5,77 ± 0,24 ^a	5,46 ± 0,09 ^e	5,46 ± 0,08 ^c
CC75	5,87 ± 0,26 ^a	5,66 ± 0,18 ^{cd}	5,65 ± 0,12 ^b
CC0	5,78 ± 0,21 ^a	5,69 ± 0,15 ^{abc}	5,69 ± 0,08 ^{ab}

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=12.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Segundo Triki et al. (2013), a redução no pH durante a estocagem é normalmente apresentada em produtos cárneos frescos e deve-se à ação de microrganismos, principalmente de bactérias ácido lácticas presentes nesse tipo de produto. Resultados semelhantes foram encontrados por Baldin et al. (2016) que obtiveram os valores de pH reduzidos de 6,0 para 5,0 e de 5,9 para 4,9 em 15 dias de estocagem refrigerada de linguiças frescas com adição de extrato de jabuticaba microencapsulado (contendo maltodextrina como material carreador), enquanto os maiores valores foram apresentados pelo controle e pela formulação com adição de corante carmim de cochonilha.

A oxidação lipídica foi avaliada através da quantificação das substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (mg de TBARS/kg de amostra) e os resultados são mostrados na Tabela 5. Quando comparados os três controles (C150, C75 e C0) entre si, não foi possível perceber uma ação antioxidante do nitrito de sódio, pois se mantiveram semelhantes nos períodos analisados. Houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$) em cada período de estocagem analisado, sendo que os maiores valores foram apresentados pelas formulações com adição de corante betalaína.

Tabela 5. Oxidação lipídica de linguiça toscana em mg de TBARS/kg de amostra durante estocagem refrigerada.

Tratamentos	mg de TBARS/kg de amostra		
	0 dia	7 dias	14 dias
C150	0,010 ± 0,007 ^c	0,070 ± 0,013 ^{ab}	0,071 ± 0,022 ^b
C75	0,018 ± 0,016 ^c	0,049 ± 0,023 ^b	0,065 ± 0,021 ^b
C0	0,018 ± 0,016 ^c	0,055 ± 0,009 ^b	0,068 ± 0,019 ^b
BME75	0,076 ± 0,018 ^{ab}	0,084 ± 0,013 ^{ab}	0,062 ± 0,026 ^b
BME0	0,087 ± 0,013 ^a	0,105 ± 0,009 ^a	0,089 ± 0,042 ^{ab}
BCP75	0,083 ± 0,008 ^a	0,107 ± 0,054 ^a	0,142 ± 0,055 ^a
BCP0	0,036 ± 0,013 ^{bc}	0,073 ± 0,018 ^{ab}	0,143 ± 0,040 ^a
CC75	0,009 ± 0,008 ^c	0,044 ± 0,007 ^b	0,090 ± 0,026 ^{ab}
CC0	0,028 ± 0,024 ^c	0,051 ± 0,013 ^b	0,063 ± 0,016 ^a

^{a,c} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=6.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Em zero dia, os valores estiveram entre 0,009 e 0,087 mg de TBARS/kg de amostra, em 7 dias os valores não foram superiores que o valor de 0,107 mg de TBARS/kg de amostra, apresentado pelo tratamento BCP75. Já em 14 dias, o maior valor de TBARS foi apresentado pelo tratamento BCP0 (0,143 mg de TBARS/kg de amostra) e não significativamente foi diferente de BCP75, mostrando, desta forma, que em todos os períodos analisados, os valores de oxidação lipídica se mantiveram inferiores aos valores descritos por O'Neill et al. (1998) como inicialmente perceptíveis por meio do aroma, entre 0,5 e 2,0 mg de TBARS/kg de amostra.

De Paula et al. (2017), ao avaliarem a estabilidade de linguiça toscana armazenada a vácuo e sob refrigeração em diferentes tipos de material de embalagem (polietileno de baixa densidade, nylon-poliéster e copolímero de etileno e álcool vinílico), encontraram valores de TBARS entre 0,264 e 0,421 mg de TBARS/kg de amostra em 14 dias de armazenamento. Baldin et al. (2016) adicionaram extrato de jabuticaba microencapsulado em linguiça fresca nas concentrações de 2 e 4 g/100g e estocaram em refrigeração por 15 dias, além do tratamento controle e um tratamento com adição de carmim de cochonilha. Os autores relataram que no final do período, valores de 0,60 e 0,65 mg de TBARS/kg de amostra foram apresentados pelos tratamentos controle e com carmim de cochonilha, respectivamente, enquanto os tratamentos com adição de extrato de jabuticaba microencapsulado apresentaram valores de oxidação lipídica inferiores, de 0,02 e 0,01 mg de TBARS/kg de amostra, mostrando o potencial antioxidante das antocianinas presentes no extrato de jabuticaba.

Com relação à determinação do teor de nitrito residual, em 0 dia de estocagem, os tratamentos que tiveram adição de nitrito de sódio apresentaram teor de nitrito residual de até 68% menores do que a concentração de nitrito de sódio adicionado inicialmente, conforme mostrado na Tabela 6. Os tratamentos controles tiveram uma redução de aproximadamente 50% do teor de nitrito residual quando comparado à quantidade de nitrito de sódio adicionado inicialmente, e o tratamento BME75 teve uma redução de aproximadamente 42,77%.

Tabela 6. Valores médios da concentração nitrito residual ao longo da estocagem resfriada da linguiça toscana.

Tratamentos	mg/kg		
	0 dias	7 dias	14 dias
C150	77,69 ± 11,85 ^a	29,69 ± 0,49 ^a	ND
C75	37,42 ± 5,58 ^b	ND	ND
BME75	32,08 ± 9,69 ^b	16,52 ± 0,34 ^b	ND
BCP75	24,10 ± 13,84 ^b	15,48 ± 0,56 ^b	ND
CC75	28,97 ± 13,01 ^b	ND	ND

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=9.

ND: Não detectável ou abaixo do limite de quantificação.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (0,02% de carmim de cochonilha).

No presente estudo, foi possível detectar a presença de nitrito de sódio residual apenas nos tratamentos C150, BME75 e BCP75 após sete dias de armazenamento refrigerado. Nestes tratamentos, os valores encontrados correspondem a uma redução de aproximadamente 80% da quantidade de nitrito de sódio adicionado inicialmente à formulação. Nos tratamentos C75, CC75, que também tiveram a adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio, não se detectou nitrito de sódio residual, pois a concentração de nitrito de sódio presente foi inferior ao limite de detecção da metodologia utilizada. Isso permite inferir que os tratamentos contendo betalaína e 75 mg/kg de nitrito de sódio (BME75 e BCP75) apresentam algum efeito na inibição da reação do nitrito, fazendo com que o nitrito residual estivesse presente após 7 dias de estocagem, ainda que em concentrações menores do que no dia zero de análise. Aos 14 dias de estocagem sob refrigeração, não foi possível quantificar o nitrito residual em todos os tratamentos.

Honikel (2008) estudou o teor de nitrito residual em produtos cárneos após o aquecimento e durante o armazenamento, e mostrou que a maior redução de nitrito de sódio ocorreu do início do processo até o final do aquecimento e esta queda representou até 65% do total de nitrito de sódio adicionado inicialmente. Esse mesmo autor também afirma que essa redução aconteceu até os 60 dias de estocagem refrigerada e que a redução do pH do produto é um fator que pode ter contribuído.

A Tabela 7 apresenta os resultados dos valores de L* durante estocagem refrigerada para linguiças toscanas cruas e cozidas, ilustradas nas fotografias presentes na

Figura 9. As Figuras 9A e 9B mostram as amostras de linguiça cruas e cozidas em zero dia e as Figuras 9C e 9D, as amostras cruas e cozidas após 14 dias de armazenamento refrigerado. Os tratamentos apresentaram valores de L* diferentes ($p < 0,05$) em todos os períodos de estocagem para a linguiça toscana crua e após o cozimento.

Tabela 7. Valores médios de L* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.

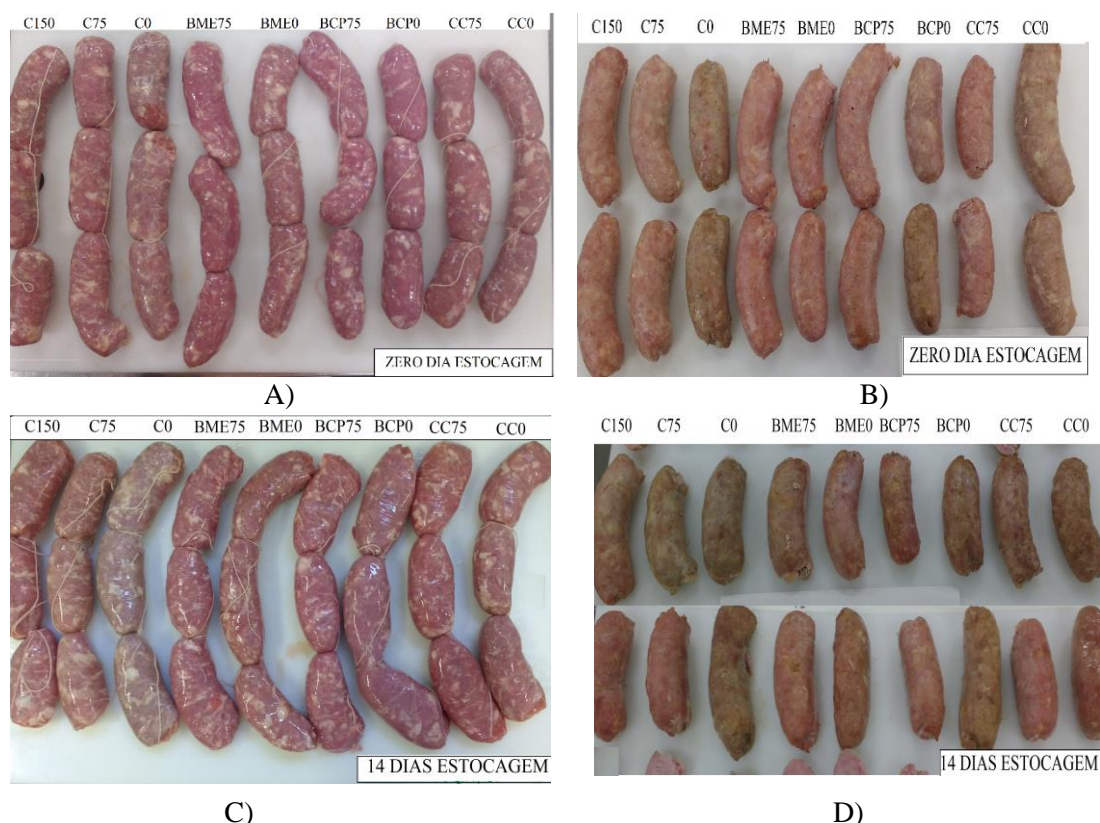
Tratamentos	Crua			Cozida		
	0 dia	7 dias	14 dias	0 dia	7 dias	14 dias
C150	54,26±2,39 ^{ab}	54,50±1,98 ^a	55,63±1,80 ^a	53,74±1,90 ^a	54,76±1,94 ^a	54,84±2,21 ^a
C75	55,75±3,53 ^a	54,29±4,55 ^a	55,12±2,27 ^{ab}	53,76±1,25 ^a	54,08±1,66 ^a	54,79±1,64 ^a
C0	55,93±2,22 ^a	53,88±2,15 ^{ab}	53,20±2,11 ^{bc}	53,57±3,43 ^a	53,32±3,47 ^a	53,28±3,39 ^{ab}
BME75	51,79±2,98 ^b	51,73±1,51 ^b	52,96±2,54 ^{bc}	51,82±1,26 ^{ab}	52,74±1,83 ^{abc}	51,64±3,36 ^b
BME0	53,16±2,79 ^{ab}	52,87±1,68 ^{ab}	52,90±2,81 ^{bc}	50,24±2,02 ^b	50,67±1,78 ^c	51,68±2,91 ^b
BCP75	53,09±3,56 ^{ab}	54,00±1,75 ^a	52,78±2,26 ^c	52,09±2,03 ^{ab}	53,21±2,87 ^{ab}	50,77±3,05 ^b
BCP0	53,91±4,56 ^{ab}	52,23±1,90 ^{ab}	52,03±2,17 ^c	53,10±3,05 ^a	51,02±2,99 ^{bc}	50,92±2,24 ^b
CC75	52,72±1,57 ^{ab}	53,58±2,27 ^{ab}	53,51±2,18 ^c	53,45±2,30 ^a	52,80±3,28 ^{abc}	51,79±2,96 ^b
CC0	54,51±2,09 ^{ab}	54,29±2,19 ^a	55,63±1,80 ^{abc}	52,88±2,23 ^a	52,73±1,74 ^{abc}	51,87±2,74 ^b

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Em zero dia de estocagem, os tratamentos C75 e C0 mostraram-se com maior luminosidade, enquanto o menor valor de L* foi apresentado pelo tratamento BME75, contudo, os demais tratamentos se mantiveram semelhantes. Quando submetidos ao processo de cozimento, o menor valor de L* foi apresentado pelo tratamento BME0, mas este foi semelhante a BME75 e BCP75. Os demais tratamentos foram os de maior luminosidade. Em 7 e 14 dias de estocagem, os maiores valores de L* foram obtidos nos tratamentos controles C150 e C75 para as linguiças cruas e após o cozimento.

Figura 9. Fotografia das linguças toscana armazenadas sob refrigeração A) zero dia - cruas; B) zero dia – cozidas; C) 14 dias – cruas; D) 14 dias – cozidas.



Fonte: Arquivo pessoal. Local: Laboratório de carnes e derivados do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos – UNESP, campus de São José do Rio Preto/SP.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Joseph et al. (2014), ao adicionarem polpa de goiaba rosa em emulsão de carne suína, constataram que os menores valores de L^* foram apresentados pelo controle (sem a polpa) e a adição da polpa de goiaba tornou a emulsão mais escura. Baldin et al. (2016) também encontraram que a adição de extrato de jabuticaba microencapsulado em linguça fresca diminuiu os valores de L^* em comparação com o controle, que não possuía o extrato e se mostrou mais claro que os demais tratamentos.

Os resultados para os valores de a^* estão apresentados na Tabela 8. Avaliando os controles sem adição de corantes, nota-se que em 0 dia, todos tiveram resultados semelhantes para o valor de a^* , resultados que podem estar relacionados à não finalização da reação de cura. Bloukas et al. (1999) relatam que inicialmente o nitrito reduz a óxido nítrico (NO) e este processo envolve a oxidação da mioglobina à metamioglobina, produzindo coloração marrom, e que inicialmente há uma diminuição do valor de a^* no

produto. Posteriormente, o NO reage com a mioglobina da carne formando NO-mioglobina, também conhecido como nitrosomioglobina, composto de coloração vermelho brilhante estável em ausência de oxigênio, porém em condições aeróbias torna-se sensível à luz. Após o aquecimento desse composto há a formação de um segundo composto denominado nitrosil-hemocromo, que possui coloração rosa e maior estabilidade.

Para linguiça toscana crua, os menores valores de a^* foram apresentados pelo tratamento controle C0 em todos os períodos de estocagem refrigerada, enquanto os maiores valores foram apresentados pelos tratamentos BCP75 e BME75, mostrando que a adição de betalaína colaborou para o aumento da intensidade de cor vermelha.

Tabela 8. Valores médios de a^* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	0 dia	7 dias	14 dias	0 dia	7 dias	14 dias
C150	10,11±1,62 ^{ef}	11,33±1,33 ^d	10,72±1,47 ^c	15,31±1,15 ^b	10,76±0,96 ^b	9,85±0,73 ^{cd}
C75	10,07±1,68 ^{ef}	10,71±1,22 ^{de}	10,15±1,20 ^c	15,31±0,90 ^b	10,55±1,38 ^b	8,66±1,37 ^d
C0	9,28±1,45 ^f	9,02±1,58 ^f	7,84±1,83 ^d	9,08±1,32 ^d	8,53±1,51 ^c	7,18±0,89 ^e
BME75	13,93±1,63 ^{ab}	14,89±0,72 ^a	13,64±0,93 ^{ab}	16,78±1,27 ^a	12,63±1,57 ^a	11,80±1,64 ^{ab}
BME0	12,79±1,69 ^{bc}	13,51±1,04 ^{bc}	12,44±1,12 ^b	13,40±1,42 ^c	12,33±1,62 ^a	11,61±1,20 ^{ab}
BCP75	14,80±1,29 ^a	15,32±1,07 ^a	14,37±1,43 ^a	17,21±1,35 ^a	12,76±0,81 ^a	12,99±0,96 ^a
BCP0	13,67±1,28 ^{ab}	14,47±1,00 ^{ab}	12,76±0,97 ^b	12,77±1,47 ^c	10,99±1,71 ^b	10,68±2,21 ^{bc}
CC75	11,73±1,95 ^{cd}	13,12±1,20 ^c	13,27±1,62 ^{ab}	16,52±1,10 ^{ab}	12,83±1,11 ^a	11,88±2,05 ^{ab}
CC0	11,01±1,14 ^{de}	10,16±0,97 ^e	9,97±1,72 ^c	12,85±1,01 ^c	10,34±1,75 ^b	10,11±1,76 ^c

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/Kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/Kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Segundo Joseph et al. (2014), a intensidade da cor vermelha é o parâmetro mais importante para a decisão de compra de produtos cárneos pelo consumidor, pois estes associam a cor à qualidade do alimento e em estar ou não apto ao consumo. Em estudo, obtiveram que os maiores valores de a^* foram apresentados pelos tratamentos com a adição de polpa de goiaba rosa em emulsão cárnea crua durante a estocagem, quando comparados ao controle. Os valores de a^* aumentaram com o aumento da quantidade de

polpa adicionada, justificado pelo aumento da quantidade de licopeno na emulsão, potente corante presente na polpa da fruta estudada.

Após o cozimento, os tratamentos BCP75 e BME75 mantiveram valores de a^* superiores ao apresentado pelos demais tratamentos, seguido dos controles C150 e C75 em zero dia, CC75 e BME0 em 7 e 14 dias de estocagem. Esses resultados mostram que a adição de betalaína colaborou com o aumento de a^* em um produto cárneo com redução de nitrito de sódio.

Em todos os casos, a adição de corante resultou em maiores valores de a^* na linguiça toscana crua, comparado com os controles, com exceção do tratamento CC0, que se manteve semelhante aos controles. Tais resultados demonstram que a adição de corante betalaína aumenta a intensidade de cor vermelha em linguiça toscana armazenada sob refrigeração e que após seu cozimento, os corantes se mantiveram estáveis no produto. Resultados semelhantes foram obtidos por Gómez et al. (2008) ao adicionar páprica em linguiça fresca e em chouriço.

A Tabela 9 mostra os resultados dos valores de b^* em linguiças toscanas cruas e cozidas durante estocagem.

Tabela 9. Valores médios de b^* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	0 dia	7 dias	14 dias	0 dia	7 dias	14 dias
C150	12,95±0,58 ^a	12,86±1,18 ^a	12,49±1,40 ^{ab}	19,46±2,96 ^{abc}	18,51±1,95 ^a	18,97±1,32 ^a
C75	12,88±1,30 ^a	12,83±1,29 ^a	12,75±1,19 ^a	17,99±2,23 ^{cd}	18,52±1,94 ^a	18,46±1,77 ^a
C0	12,75±1,20 ^{ab}	11,85±1,39 ^{ab}	11,66±0,99 ^{abc}	20,06±1,46 ^{ab}	19,31±1,78 ^a	18,53±2,08 ^a
BME75	11,37±1,16 ^c	11,25±1,11 ^{bc}	10,41±1,48 ^{def}	19,29±2,49 ^{abc}	19,15±2,37 ^a	17,27±1,53 ^{ab}
BME0	11,87±1,11 ^{bc}	10,88±0,95 ^{bc}	10,10±1,22 ^{ef}	19,71±1,87 ^{abc}	19,11±2,32 ^a	16,09±2,53 ^b
BCP75	10,17±0,98 ^d	10,22±1,19 ^{cd}	9,34±0,96 ^f	19,52±1,99 ^{abc}	18,07±3,28 ^a	17,94±2,22 ^a
BCP0	9,59±1,02 ^d	9,28±1,42 ^d	9,59±1,57 ^f	20,89±2,40 ^a	19,18±2,87 ^a	18,05±2,23 ^a
CC75	11,96±0,78 ^{bc}	11,20±1,36 ^{bc}	10,96±1,23 ^{cde}	17,15±1,40 ^d	17,92±1,67 ^a	17,16±1,48 ^{ab}
CC0	11,79±0,81 ^c	11,42±1,32 ^{bc}	11,52±1,13 ^{bcd}	18,69±1,33 ^{bcd}	18,02±1,01 ^a	17,70±1,89 ^{ab}

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

As linguças toscanas cruas C150, C75 e C0 apresentaram maiores valores para o parâmetro b^* ($p < 0,05$) durante a estocagem, enquanto os tratamentos BCP75 e BCP0 apresentaram os menores valores. Baldin et al. (2016) relataram que os maiores valores de b^* em linguça fresca foram apresentados pelo tratamento controle e pelo tratamento com adição de carmim de cochonilha, enquanto os tratamentos com adição de extrato de jabuticaba microencapsulado apresentaram os menores valores de b^* .

Os valores de chroma (C^*) estão apresentados na Tabela 10. Os maiores valores para este parâmetro ($p < 0,05$) para linguça toscana crua foram apresentados pelos tratamentos BME75 e BCP75 em 0, 7 e 14 dias de estocagem refrigerada, mostrando que o corante natural betalaína aplicado com 75ppm de nitrito de sódio influenciou no aumento do chroma. Em 0 dia estes tratamentos não se diferiram de CC75 e, em 14 dias, não se diferiram dos controles C150 e C75. Os menores valores de C^* foram apresentados pelo controle C0 em todos os períodos analisados, porem este não diferiu dos controles C150 e C75 e dos tratamentos BME0 e CC75 e CC0 em zero dia de armazenamento e em 7 e 14 dias, C0 foi semelhante a CC0.

Tabela 10. Valores médios de C^* da linguça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob refrigeração.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	0 dia	7 dias	14 dias	0 dia	7 dias	14 dias
C150	16,56±1,27 ^c	17,29±1,30 ^c	16,51±1,05 ^{abc}	24,72±2,96 ^{abc}	19,77±3,41 ^a	20,27±2,73 ^a
C75	16,58±1,25 ^{bc}	16,76±1,54 ^c	16,38±1,37 ^{abcd}	23,93±2,84 ^{bcd}	20,20±3,33 ^a	19,42±3,16 ^a
C0	16,15±1,75 ^c	14,91±1,62 ^d	14,16±1,85 ^e	22,62±2,45 ^d	19,39±3,42 ^a	18,81±3,28 ^a
BME75	18,14±1,98 ^a	18,65±0,99 ^a	17,42±1,19 ^a	25,74±2,37 ^{ab}	21,75±3,58 ^a	19,91±2,96 ^a
BME0	18,11±2,90 ^{ab}	17,46±0,98 ^{bc}	16,11±0,88 ^{bcd}	24,19±1,79 ^{abcd}	21,41±3,63 ^a	19,85±2,84 ^a
BCP75	18,24±1,63 ^a	18,46±1,22 ^{ab}	17,30±1,25 ^a	26,14±1,87 ^a	20,91±3,42 ^a	20,78±3,88 ^a
BCP0	17,14±1,69 ^{abc}	16,88±1,60 ^c	15,81±1,66 ^{cd}	24,84±2,23 ^{abc}	20,99±4,43 ^a	20,59±3,18 ^a
CC75	16,83±1,46 ^{abc}	17,07±1,40 ^c	17,17±1,31 ^{ab}	23,79±1,58 ^{bcd}	20,33±2,86 ^a	19,86±3,56 ^a
CC0	16,24±1,22 ^c	15,30±1,24 ^d	15,32±1,12 ^{de}	22,79±1,43 ^{cd}	19,65±3,30 ^a	19,40±4,04 ^a

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Após o cozimento, houve um aumento do valor de chroma quando comparado com as linguiças cruas. O maior valor de chroma ($p < 0,05$) foi apresentado pelo tratamento BCP0 e BCP75, que não foi diferente do controle C150 e dos tratamentos BME75, BME0 e BCP75. As betalaínas tiveram efeito no aumento do chroma após o cozimento nas linguiças toscanas, mesmo sem o uso do nitrito de sódio. Já o controle C0 apresentou o menor valor de C^* em zero dia. Em 7 e 14 dias não houve diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$).

A Tabela 11 apresenta os valores de ângulo hue (H^*) dos tratamentos de linguiça toscana crua e cozida. Em zero dia, os controles apresentaram os maiores valores de H^* , enquanto os tratamentos com adição de betalaína comercial apresentaram os menores valores ($p < 0,05$). Em 7 e 14 dias, o maior valor de H^* foi apresentado pelo controle C0, seguido do controle C75, já BCP75 e BCP0 apresentaram os menores valores para este parâmetro. Após o cozimento, C0 apresentou o maior valor de hue em todos os períodos analisados.

Tabela 11. Valores médios de H^* da linguiça toscana crua e cozida obtidos durante estocagem sob refrigeração.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	0 dia	7 dias	14 dias	0 dia	7 dias	14 dias
C150	52,12±5,37 ^a	48,62±4,90 ^b	49,42±7,63 ^b	51,12±4,88 ^c	55,22±6,46 ^b	60,27±4,51 ^{bc}
C75	52,53±7,97 ^a	49,98±4,61 ^{ab}	51,70±6,28 ^{ab}	49,29±2,13 ^{cd}	56,56±6,52 ^{ab}	63,64±3,63 ^b
C0	53,48±5,40 ^a	53,59±6,13 ^a	56,16±6,53 ^a	63,53±4,32 ^a	61,71±5,51 ^a	67,35±4,35 ^a
BME75	39,70±4,29 ^{cd}	36,71±3,43 ^{de}	36,76±6,21 ^{cd}	48,96±4,14 ^{cd}	53,90±6,05 ^b	55,00±3,71 ^{de}
BME0	43,16±4,78 ^{bc}	38,94±4,68 ^{cd}	39,14±5,32 ^{cd}	55,42±5,26 ^b	54,98±6,15 ^b	53,91±3,97 ^e
BCP75	35,15±4,27 ^d	33,73±4,31 ^e	33,54±5,21 ^d	48,54±4,29 ^{cd}	57,27±3,12 ^{ab}	52,36±4,30 ^e
BCP0	36,18±5,32 ^d	32,85±6,20 ^e	35,16±7,76 ^{cd}	59,09±5,36 ^b	60,77±4,57 ^a	58,23±4,55 ^{cd}
CC75	46,10±5,75 ^b	41,37±5,80 ^c	39,91±6,86 ^c	46,2±3,53 ^d	54,48±4,77 ^b	52,95±4,32 ^e
CC0	46,78±3,56 ^b	48,00±5,22 ^b	48,95±7,33 ^b	55,50±3,64 ^b	61,01±2,48 ^a	59,02±3,59 ^c

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Martínez et al. (2006) relataram que a adição de betanina e corante do arroz vermelho fermentado nas maiores concentrações utilizadas (70 mg/kg e 200 mg/kg,

respectivamente) em linguiça fresca resultou em valores de chroma maiores do que os controles (sem adição de corantes) e do que os demais tratamentos com menores concentrações dos corantes, indicando uma cor vermelha mais saturada. Os autores afirmaram também que a adição de corantes em linguiça resultou na diminuição dos valores de H* em comparação com os controles.

A Tabela 12 mostra a perda no cozimento durante estocagem refrigerada para as linguiças toscanas. Os resultados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que em zero dia de estocagem, o controle C0 apresentou a maior perda, seguido dos tratamentos BME0 e BCP0. Em 7 dias de estocagem os maiores valores de perda foram apresentados pelos tratamentos BME0 e BCP0, seguidos do controle C0. Aos 14 dias, o tratamento BME0 continuou apresentando o maior valor de perda, seguido de BCP0.

Tabela 12. Perda por cozimento das linguiças toscanas refrigeradas (%).

Tratamentos	0 dias	7 dias*	14 dias
C150	9,72 ± 0,75 ^b	10,84 ± 2,05 ^c	12,45 ± 1,46 ^f
C75	9,56 ± 1,29 ^b	10,37 ± 1,17 ^c	11,70 ± 1,56 ^f
C0	13,30 ± 1,62 ^a	19,49 ± 6,34 ^{ab}	19,79 ± 1,56 ^{bcd}
BME75	9,71 ± 0,73 ^b	13,04 ± 2,22 ^{bc}	21,74 ± 2,03 ^{bc}
BME0	11,44 ± 1,71 ^{ab}	25,00 ± 7,23 ^a	32,38 ± 2,19 ^a
BCP75	10,50 ± 1,59 ^b	16,50 ± 5,36 ^{abc}	17,82 ± 2,03 ^{cde}
BCP0	11,33 ± 1,40 ^{ab}	22,09 ± 5,53 ^a	23,09 ± 3,47 ^b
CC75	9,63 ± 1,41 ^b	11,02 ± 3,00 ^{bc}	14,19 ± 2,00 ^{ef}
CC0	10,08 ± 1,03 ^b	12,08 ± 3,47 ^{bc}	17,07 ± 2,71 ^{de}

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=9.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Em todos os períodos de estocagem os menores valores de perda foram apresentados pelos controles C150 e C75, sendo semelhantes aos demais tratamentos com adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio. Tais resultados mostram a possível influência do nitrito de sódio na retenção de água e de gorduras durante o cozimento. Os altos valores de perda dos tratamentos BME75, BME0, BCP75 e BCP0 em 7 e 14 dias estão relacionados aos menores valores de pH apresentados por esses produtos nos períodos

analisados, pois quanto mais próximo do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, menor é a capacidade de retenção de água, influenciando a perda durante o cozimento.

5.4. Linguiça Toscana armazenada sob congelamento

5.4.1. Estabilidade físico química

A Tabela 13 mostra os resultados de pH para linguiça toscana durante estocagem sob congelamento. O pH variou entre 5,90 e 6,20 durante o período de estocagem. A adição de betalaínas não comprometeu o pH das linguiças toscanas durante armazenamento sob congelamento por 90 dias.

Tabela 13. Valores médios de pH ao longo da estocagem sob congelamento dos diferentes tratamentos de linguiça toscana.

Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias
C150	6,16±0,09 ^{ab}	6,04± 0,03 ^{ab}	6,16 ± 0,09 ^{ab}
C75	6,20±0,05 ^a	6,09± 0,15 ^a	6,17 ± 0,07 ^a
C0	5,97±0,15 ^d	5,90± 0,10 ^c	5,95 ± 0,12 ^c
BME75	6,09±0,02 ^{bc}	6,02±0,06 ^{abc}	6,08 ± 0,08 ^{abc}
BME0	6,05±0,02 ^{cd}	5,98±0,01 ^{abc}	6,06 ± 0,04 ^{bcd}
BCP75	6,02±0,05 ^{cd}	5,97±0,10 ^{abc}	5,97 ± 0,02 ^{de}
BCP0	6,02±0,07 ^{cd}	5,93±0,09 ^{bc}	5,99 ± 0,08 ^{cde}
CC75	6,07±0,07 ^{bc}	5,98±0,13 ^{abc}	5,98 ± 0,02 ^{cde}
CC0	6,05±0,06 ^{cd}	5,95±0,14 ^{bc}	5,95 ± 0,03 ^e

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=12.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Em estudo, Kulkarni et al. (2011) compararam o efeito antioxidante do extrato de semente de uva com outros antioxidantes normalmente utilizados em linguiça pré-cozida e congelada, sem a adição de nitrito de sódio, durante 4 meses, e durante este período os valores de pH se mantiveram entre 6,1 e 6,5 no início do estudo e entre 6,2 e 6,4 ao final do período proposto. Jin et al. (2012), ao avaliarem o efeito do pó de batata doce de polpa roxa sobre a cor, textura e características sensoriais em linguiça cozida com redução de

nitrito de sódio, encontraram valores de pH entre 6,15 e 6,45 no início da estocagem e valores entre 5,76 e 5,86 após 6 semanas sob refrigeração a 4 °C.

Os resultados de oxidação lipídica estão apresentados na Tabela 14. Pela avaliação dos controles, não foi possível mostrar o efeito antioxidante do nitrito de sódio no produto estudado. Em 30 e 90 dias de estocagem não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos de linguiça toscana, e os valores não ultrapassaram a quantidade de 0,2 mg de TBARS/kg de amostra. Em 60 dias, os valores variaram entre 0,041 a 0,111 mg de TBARS/kg de amostra. Os corantes de betalaína e o carmim de cochonilha também não apresentaram efeito antioxidante em linguiça toscana. De acordo com O'Neill et al. (1998) o odor de ranço em carne de porco começa a ser detectado entre os valores de 0,5 e 2,0 mg de TBARS/kg de amostra, portanto, mesmo após 90 dias de armazenamento sob congelamento, os valores para oxidação lipídica não ultrapassaram os valores que comprometem a qualidade sensorial do produto, pois o maior valor de TBARS encontrado foi de no máximo 0,122 mg de TBARS/kg de amostra após 90 dias de armazenamento.

Tabela 14. Oxidação lipídica em mg de TBARS/kg de amostra ao longo da estocagem sob congelamento da linguiça toscana.

Tratamentos	mg de TBARS/kg de amostra		
	30 dias	60 dias	90 dias
C150	0,058 ± 0,031 ^a	0,041 ± 0,014 ^c	0,069 ± 0,014 ^a
C75	0,062 ± 0,033 ^a	0,059 ± 0,016 ^{bc}	0,120 ± 0,085 ^a
C0	0,072 ± 0,056 ^a	0,087 ± 0,008 ^{ab}	0,100 ± 0,029 ^a
BME75	0,077 ± 0,027 ^a	0,058 ± 0,001 ^{bc}	0,104 ± 0,040 ^a
BME0	0,083 ± 0,016 ^a	0,111 ± 0,034 ^a	0,122 ± 0,019 ^a
BCP75	0,070 ± 0,029 ^a	0,098 ± 0,013 ^{ab}	0,113 ± 0,038 ^a
BCP0	0,070 ± 0,042 ^a	0,078 ± 0,020 ^{abc}	0,102 ± 0,024 ^a
CC75	0,051 ± 0,007 ^a	0,069 ± 0,011 ^{abc}	0,089 ± 0,013 ^a
CC0	0,071 ± 0,023 ^a	0,069 ± 0,011 ^{abc}	0,086 ± 0,018 ^a

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

De Paula et al. (2011), ao avaliarem a oxidação lipídica de linguiça Toscana

congelada em até 150 dias de armazenamento em diferentes tipos de embalagem, encontraram valores de oxidação lipídica entre 0,093 a 0,220 mg de TBARS/kg de amostra em 95 dias de armazenamento sob congelamento, sendo que, nas amostras armazenadas em embalagem de nylon-polietileno sob vácuo, similar ao presente estudo, foi encontrado o valor de 0,182 mg de TBARS/kg de amostra nesse período.

A Tabela 15 apresenta os resultados de determinação de nitrito residual em linguiças toscanas durante armazenamento sob congelamento. Após 30 dias de armazenamento, o teor residual de nitrito de sódio do tratamento controle C150 representou 10% do valor adicionado inicialmente na formulação, enquanto nos tratamentos C75 e BME75 a redução de nitrito de sódio foi em torno de 86%. Nos tratamentos BCP75 e CC75 a redução foi de 91 e 87%, respectivamente. Em 60 dias de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram teores residuais de nitrito de sódio com valores iguais a 5% ou inferiores à quantidade adicionada inicialmente ao produto e aos 90 dias de estocagem já não foi possível quantificar nitrito de sódio nas amostras através da metodologia utilizada.

Tabela 15. Valores médios da concentração de nitrito residual ao longo da estocagem sob congelamento da linguiça toscana.

Tratamentos	mg/kg		
	30 dias	60 dias	90 dias
C150	15,65 ± 0,04 ^a	4,72 ± 0,39 ^a	ND
C75	10,67 ± 0,28 ^b	3,77 ± 0,10 ^{ab}	ND
BME75	10,68 ± 0,30 ^b	2,47 ± 0,72 ^{bc}	ND
BCP75	6,75 ± 0,54 ^d	2,06 ± 0,13 ^c	ND
CC75	9,60 ± 0,19 ^c	3,83 ± 0,27 ^{ab}	ND

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=9.

ND: Não detectável ou abaixo do limite de quantificação.

C150 (150 mg/Kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/Kg de nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/Kg de nitrito de sódio).

Ruiz-Capillas et al. (2015) constataram uma redução de apenas 26% do nitrito de sódio adicionado na formulação inicial, ao final do processamento de salsicha tipo hot dog e afirmaram que a redução de nitrito de sódio em produtos cárneos acontece rapidamente devido a reações do nitrito com componentes da carne, como proteínas e

lipídeos ou ligações entre eles. Jin et al. (2012), em trabalho utilizando diferentes concentrações de nitrito de sódio (100 e 50 mg/kg) e polpa de batata doce roxa em pó em linguiça suína cozida, encontraram que o tratamento que apresentou maior quantidade de nitrito residual em 0, 2, 4 e 6 semanas de estocagem foi o tratamento controle, no qual havia a adição de 100 mg/kg de nitrito de sódio.

Os resultados para a análise de textura estão apresentados na Tabela 16. Não se observou diferença significativa ($p>0,05$) para elasticidade e mastigabilidade entre os tratamentos. Houve diferença para dureza entre os tratamentos ($p<0,05$) e os resultados variaram entre 32,48 e 26,88 N. BME75, CC75 e CC0 tiveram valores maiores para dureza que o tratamento BCP75. A adição de corantes e a redução de nitrito de sódio parece não ter influência no perfil de textura em linguiça toscana armazenada sob congelamento. Para coesividade, somente o tratamento BCP 75 foi diferente ($p<0,05$) do C0. Jin et al. (2012) não encontraram diferença significativa em parâmetros de textura como coesividade, elasticidade e mastigabilidade durante as seis semanas de armazenamento em linguiça suína cozida com a adição de polpa de batata doce roxa em pó combinado com diferentes quantidades de nitrito de sódio, no entanto a adição do pó aumentou significativamente os valores de dureza até quatro semanas de armazenamento.

Tabela 16. Características de textura para linguiça toscana armazenada sob congelamento em 30 dias de estocagem.

Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade (N)
C150	29,51±5,63 ^{ab}	0,55±0,06 ^{ab}	0,67±0,07 ^a	10,80±2,04 ^a
C75	31,67±4,23 ^{ab}	0,51±0,10 ^{ab}	0,70±0,04 ^a	11,28±2,93 ^a
C0	30,43±4,74 ^{ab}	0,49±0,07 ^b	0,66±0,06 ^a	9,74±1,85 ^a
BME75	32,01±3,63 ^a	0,50±0,07 ^{ab}	0,68±0,06 ^a	10,74±1,73 ^a
BME0	31,35±4,09 ^{ab}	0,50±0,06 ^{ab}	0,68±0,06 ^a	10,56±1,59 ^a
BCP75	26,88±4,17 ^b	0,59±0,15 ^a	0,64±0,05 ^a	10,23±3,12 ^a
BCP0	31,59±4,78 ^{ab}	0,53±0,07 ^{ab}	0,65±0,06 ^a	10,75±1,80 ^a
CC75	32,27±4,55 ^a	0,51±0,07 ^{ab}	0,67±0,04 ^a	10,99±2,43 ^a
CC0	32,48±5,27 ^a	0,52±0,05 ^{ab}	0,65±0,06 ^a	11,03±2,53 ^a

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos. N=30

C150 (150 mg/Kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/Kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

A cor é um atributo de grande importância em produtos cárneos, pois é capaz de influenciar sua aceitação, sendo o principal fator para a decisão de compra pelos consumidores (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010). Os valores de L* dos tratamentos de linguiça toscana, crua e cozida, em 30, 60 e 90 dias de estocagem sob congelamento estão apresentados na Tabela 17. Não houve diferença significativa em relação aos valores de L* ($p < 0.05$) entre os controles, portanto a redução de nitrito de sódio não teve efeito sobre este parâmetro. Os controles com adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio (C75) e o controle sem nitrito de sódio (C0) foram as amostras mais claras durante o armazenamento, porém C150 não se diferiu destas em todos os períodos analisados.

Em 30 dias de estocagem sob congelamento, foi possível observar que os tratamentos com adição de betalaína e sem a adição de nitrito de sódio tiveram valores de L* menores que todos os controles, ou seja, a betalaína influenciou na redução do valor de L* mesmo sem a adição de nitrito de sódio, o que não ocorreu com a adição do carmim de cochonilha. Aos 60 dias, os resultados obtidos mostraram-se semelhantes aos de 30 dias. Já aos 90 dias, o tratamento C0 foi o único tratamento que mostrou maior valor de L* ($p < 0,05$) e mostrou-se diferente dos tratamentos BME75, BME0 e BCP75.

Tabela 17. Valores médios de L* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
C150	58,15±3,61 ^{ab}	57,87±3,01 ^{ab}	57,07±2,90 ^{ab}	57,40±2,18 ^a	56,88±5,21 ^a	56,66±2,88 ^a
C75	58,60±2,03 ^a	58,60±3,21 ^a	57,57±2,59 ^{ab}	56,32±2,68 ^{ab}	57,89±4,73 ^a	56,18±3,38 ^a
C0	58,75±1,93 ^a	57,40±2,35 ^{ab}	58,64±2,64 ^a	55,76±3,83 ^{ab}	56,14±3,85 ^a	55,97±2,35 ^a
BME75	54,80±2,85 ^{cd}	54,54±3,37 ^c	54,44±3,72 ^b	54,01±2,27 ^{bc}	55,88±3,76 ^a	53,99±3,33 ^a
BME0	55,35±4,31 ^{bcd}	55,21±2,32 ^{bc}	54,81±3,14 ^b	51,70±4,27 ^c	55,43±4,38 ^a	53,84±3,30 ^a
BCP75	54,12±2,30 ^d	54,34±2,26 ^c	55,32±3,23 ^b	52,26±2,37 ^c	55,00±3,61 ^a	55,18±3,68 ^a
BCP0	53,14±3,62 ^d	53,82±2,45 ^c	55,52±3,14 ^{ab}	53,46±3,25 ^{bc}	54,95±3,11 ^a	53,97±2,74 ^a
CC75	54,49±2,23 ^{cd}	56,55±3,42 ^{abc}	56,86±4,66 ^{ab}	55,84±2,86 ^{ab}	55,92±3,81 ^a	56,15±3,34 ^a
CC0	57,13±3,09 ^{abc}	58,10±3,05 ^a	56,48±3,07 ^{ab}	53,53±4,02 ^{bc}	56,37±5,12 ^a	56,02±2,79 ^a

^{a,d} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Martínez et al. (2006), ao aplicarem beterraba vermelha, betanina e arroz fermentado pelo fungo *Monascus purpureus* em linguiça fresca suína, observaram que todos os tratamentos com adição de corante apresentaram menores valores de L*, comparados ao controle, sendo assim, mais escuras.

Ruiz-Capillas et al. (2015) encontraram que o maior valor de luminosidade foi apresentado pelo tratamento controle com adição de nitrito de sódio em salsicha tipo hot-dog, comparados com tratamentos feitos somente com adição de corante fontes naturais de nitrito e justificaram seus resultados ao afirmarem que vários estudos mostram que produtos cárneos contendo nitrito de sódio apresentam os maiores valores de L*. Resultados semelhantes foram encontrados por Bloukas et al. (1999) que, ao estudarem o efeito de diferentes corantes e do nitrito de sódio na cor de salsicha frankfurter, constataram que os maiores valores de L* foram apresentados pelo controle, em que somente havia a adição de nitrito, e os tratamentos com adição de corantes como ácido carmínico e betanina foram os mais escuros, e que o nitrito de sódio aumentou os valores de luminosidade. Os autores também avaliaram diferentes concentrações de betanina e de nitrito de sódio em salsicha frankfurter, onde se observou que o aumento da concentração de betanina na formulação, diminuiu o valor de L*. Após o cozimento, com 30 dias de estocagem, o tratamento C150 apresentou maior valor de L* ($p < 0,05$) do que todos os tratamentos contendo betalaína e que C0. Em 60 e 90 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Os resultados dos valores de a* estão apresentados na Tabela 18. Em 30 dias de estocagem sob congelamento, o tratamento com maior valor de a* ($p < 0,05$) dentre as amostras cruas, foi o tratamento BCP75. Com 60 dias, tanto BCP75 quanto BME75 tiveram os maiores valores de a*, mas CC75 teve valor de a* semelhante ao BME75. Já com 90 dias de estocagem, BCP75, BME75 e CC75 mostraram que não houve diferença significativa entre eles e foram diferentes de todos os outros tratamentos, indicando que os corantes utilizados influenciaram a intensidade de cor vermelha das linguiças toscanas congeladas cruas, quando houve a adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio.

Com 30 dias de estocagem e após o cozimento, BCP75 teve maior valor de a* e este não diferiu significativamente do tratamento BME75, mas eles foram diferentes dos tratamentos C150, C0 e BME0. Com 60 e 90 dias, os maiores valores de a* foram apresentados pelos tratamentos BME75, BCP75, C150 e CC75, após cozimento. Tanto o

corante betalaína comercial quanto o corante betalaína microencapsulado aumentaram o valor de a^* quando foram adicionados em linguiça toscana com a adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio.

Tabela 18. Valores médios de a^* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
C150	11,43±1,26 ^c	10,64±1,77 ^e	11,57±1,43 ^{bc}	12,58±1,90 ^c	11,66±3,19 ^{abc}	12,05±1,48 ^{abc}
C75	11,27±1,15 ^c	10,39±1,03 ^e	11,38±1,24 ^{bc}	13,01±1,39 ^{bc}	10,54±3,24 ^{abc}	11,42±2,51 ^{bcd}
C0	8,31±1,47 ^d	8,40±1,37 ^f	8,02±1,84 ^d	6,84±1,25 ^e	7,39±2,45 ^d	7,28±2,38 ^f
BME75	14,01±1,13 ^b	14,02±1,45 ^{ab}	13,89±1,09 ^a	14,29±1,31 ^{ab}	12,44±2,65 ^a	13,67±1,78 ^a
BME0	11,90±1,03 ^c	11,80±1,06 ^d	11,38±1,09 ^{bc}	10,87±1,33 ^d	9,14±1,99 ^{cd}	9,84±1,33 ^{de}
BCP75	15,61±0,89 ^a	15,05±0,87 ^a	14,33±1,46 ^a	15,10±1,52 ^a	13,02±2,76 ^a	13,33±2,08 ^a
BCP0	13,35±1,52 ^b	12,88±1,13 ^{cd}	12,31±1,21 ^b	10,46±1,40 ^d	9,89±1,72 ^{bc}	10,29±1,21 ^{cde}
CC75	13,99±0,94 ^b	12,98±1,10 ^{bc}	13,73±1,20 ^a	13,41±1,66 ^{bc}	12,20±2,92 ^{ab}	12,76±1,91 ^{ab}
CC0	11,07±1,44 ^c	10,01±1,10 ^e	10,79±1,02 ^c	10,61±2,47 ^d	9,52±2,97 ^{cd}	9,35±1,46 ^e

^{a,b} Letras minúsculas diferente em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/Kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/Kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

O controle C0, sem adição de corante e sem adição de nitrito de sódio, teve o menor valor de a^* ($p < 0,05$) em todos os períodos analisados. Como esperado, houve a interferência da utilização de nitrito de sódio na coloração final de linguiça toscana. Quando houve a adição de corante, mesmo sem adição de nitrito de sódio, houve aumento significativo do valor de a^* em linguiça toscana armazenada sob congelamento e cozida. As amostras com adição de corante e sem adição de nitrito de sódio tiveram valores maiores ou semelhantes do que os controles C150 e C75 e superiores ao controle C0, demonstrando que o uso dos corantes auxiliou na cor de produtos cárneos, mesmo quando não houve adição de nitrito de sódio.

Similar aos resultados obtidos neste estudo, Bloukas et al. (1999) encontraram que ácido carmínico, betanina e extrato de páprica aumentaram significativamente os valores de a^* em salsicha Frankfurter e que a interação com o nitrito resultou em um aumento nesses valores. Os autores também afirmam que a interação do nitrito de sódio com

corantes naturais interfere de maneira positiva na intensidade de cor vermelha em salsicha, resultando em uma maior aceitação pelos consumidores.

Os valores de b^* estão apresentados na Tabela 19. Os tratamentos controles não apresentaram diferenças ($p > 0.05$) para os valores de b^* em 30, 60 e 90 dias de estocagem sob congelamento. No entanto, os menores valores de b^* ($p < 0,05$) em linguças toscanas cruas foram encontrados nos tratamentos com adição de betalaína comercial, justamente os tratamentos que tiveram os maiores valores de a^* . Em desacordo com este estudo, Bloukas et al. (1999) afirmaram que a betanina aumentou os valores de b^* em relação ao controle e aos demais corantes utilizados e que, conforme sua concentração foi aumentada, maiores foram os valores de b^* , apesar de ter aumentado também os valores de a^* . Em linguça toscana cozida houve aumento dos valores de b^* para estes tratamentos e também para os tratamentos com adição de betalaína microencapsulada (BME0).

Tabela 19. Valores médios de b^* da linguça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
C150	11,76±1,22 ^{abc}	11,65±1,35 ^{abc}	11,83 ± 0,90 ^{ab}	16,19±1,13 ^c	16,98±2,19 ^{abc}	17,06±2,03 ^{bc}
C75	12,10±1,11 ^{ab}	11,99±1,30 ^{ab}	12,41 ± 1,21 ^a	16,59±1,92 ^c	16,50±2,84 ^{bc}	17,65±2,43 ^{bc}
C0	12,22±1,25 ^a	12,30±1,17 ^a	12,38 ± 1,05 ^a	18,55±1,10 ^{ab}	18,59±3,44 ^{ab}	18,59±2,77 ^{abc}
BME75	10,76±1,41 ^{cd}	11,05±1,23 ^{bc}	10,65 ± 1,27 ^{cd}	17,91±2,23 ^{abc}	17,82±3,15 ^{abc}	19,18±1,81 ^{bc}
BME0	10,59±0,89 ^d	10,75±1,02 ^c	10,12 ± 1,01 ^d	18,91±1,46 ^a	19,82±2,64 ^a	20,22±1,88 ^a
BCP75	9,09±1,14 ^e	9,55±0,87 ^d	9,08 ± 0,92 ^e	17,55±2,89 ^{abc}	17,53±3,45 ^{abc}	18,22±2,33 ^{abc}
BCP0	9,43±1,17 ^e	8,75±1,28 ^d	9,74 ± 0,98 ^{de}	18,82±2,71 ^a	17,58±2,53 ^{abc}	20,25±2,57 ^a
CC75	11,08±1,04 ^{bcd}	11,60±1,65 ^{abc}	11,21 ± 1,25 ^{bc}	16,60±1,28 ^c	15,07±1,96 ^c	16,51±1,78 ^c
CC0	11,67±0,85 ^{abc}	11,68±1,36 ^{abc}	11,83 ± 0,74 ^{ab}	16,74±1,39 ^b	16,33±1,67 ^{bc}	16,94±1,43 ^c

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Em todos os tratamentos com adição de betalaína sem a adição de nitrito de sódio houve aumento dos valores de b^* em linguça toscana cozida. Segundo Bloukas et al. (1999) a adição de páprica, beta-caroteno e betanina aumentaram os valores de b^* quando

comparados a outros corantes naturais, como ácido carmínico, cúrcuma e caramelo e com o tratamento controle em salsicha tipo Frankfurters.

Os valores de chroma estão apresentados na Tabela 20. Em todos os períodos analisados, os maiores valores de chroma são apresentados pelos tratamentos com adição de corante e de nitrito de sódio, enquanto o menor valor foi apresentado pelo tratamento controle C0 em linguiça toscana crua. Segundo Coutinho de Oliveira (2012), maior intensidade de cor vermelha é caracterizada por maiores valores de chroma e menores valores do ângulo hue. Portanto, a adição de corantes de betalaína e carmim de cochonilha em linguiça toscana com adição de 75 mg/kg de nitrito de sódio resultou em tratamentos com maior saturação do vermelho. Quando não houve a adição de nitrito de sódio, os tratamentos com adição de corantes se mantiveram semelhantes aos controles C150 e C75 em 30 e 60 dias.

Tabela 20. Valores médios de C* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
C150	16,39±0,98 ^b	15,92±0,58 ^b	16,47±1,24 ^{bc}	20,48±2,11 ^{cd}	21,16±3,35 ^a	21,00±2,29 ^{abc}
C75	16,54±1,24 ^b	15,86±0,88 ^b	16,86±0,93 ^{ab}	20,88± 2,20 ^{bcd}	19,91±3,39 ^a	21,08±3,14 ^{abc}
C0	14,74±0,76 ^c	14,90±0,87 ^c	14,59±0,87 ^e	19,38±1,84 ^d	19,82±4,12 ^a	19,76±2,96 ^{bc}
BME75	17,74±1,15 ^a	17,90±1,34 ^a	17,74±1,56 ^a	23,16±2,40 ^a	22,14±3,63 ^a	23,40±3,50 ^a
BME0	16,01±0,93 ^b	16,00±0,94 ^b	15,36±0,85 ^{de}	21,85±1,75 ^{abc}	21,66±2,84 ^a	22,41±2,25 ^{ab}
BCP75	18,08±1,05 ^a	17,88±0,83 ^a	17,11±1,49 ^{ab}	23,01±2,84 ^{ab}	22,25±3,85 ^a	22,72±3,30 ^a
BCP0	16,42±1,28 ^b	15,65±1,13 ^{bc}	15,74±1,33 ^{cd}	21,61±2,60 ^{abc}	20,23±2,29 ^a	22,95±2,93 ^a
CC75	17,93±0,78 ^a	17,48±1,13 ^a	17,76±0,95 ^a	20,96±2,53 ^{bcd}	19,47±3,16 ^a	21,09±2,71 ^{abc}
CC0	16,16±0,75 ^b	15,53±1,32 ^{bc}	16,08±0,97 ^{bcd}	19,82±2,52 ^{cd}	18,94±3,09 ^a	19,34±2,05 ^c

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Os resultados dos valores de H* estão apresentados na Tabela 21. Como esperando, o maior valor de H* foi apresentado pelo controle C0, enquanto o menor valor foi apresentado pelo tratamento BCP75, sendo semelhante aos tratamentos BME75 e CC75. Os tratamentos BME0 e BCP0 apresentaram menores valores de H*, quando

comparados aos tratamentos controle. Jin et al. (2012) encontraram que a adição de polpa de batata doce roxa em pó comprometeu os valores de chroma e hue em linguiça cozida.

Tabela 21. Valores médios de H* da linguiça toscana crua e cozida obtidos ao longo da estocagem sob congelamento.

Tratamentos	Crua			Cozida		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
C150	46,08±5,68 ^{bc}	47,20±7,58 ^b	46,27±4,82 ^{bc}	52,18±3,25 ^{cd}	54,44±6,58 ^{de}	54,85±3,45 ^{de}
C75	47,53±5,47 ^b	49,00±5,32 ^b	47,71±5,49 ^b	53,76±5,98 ^c	57,62±7,94 ^{cde}	56,29±6,08 ^d
C0	56,11±6,72 ^a	57,08±4,56 ^a	58,60±6,18 ^a	70,48±3,23 ^a	71,17±3,24 ^a	70,47±2,96 ^a
BME75	37,52±6,09 ^{de}	38,29±4,31 ^{cd}	36,45±5,22 ^{ef}	51,24±4,19 ^{cd}	54,08±5,78 ^{de}	54,25±2,76 ^{de}
BME0	41,75±4,90 ^{cd}	42,33±4,08 ^c	41,65±5,61 ^{cd}	59,55±4,28 ^b	66,75±4,82 ^{ab}	64,55±2,79 ^b
BCP75	30,08±3,80 ^f	32,42±3,34 ^e	32,68±4,72 ^f	48,81±5,75 ^d	52,43±6,71 ^e	53,73±3,66 ^{de}
BCP0	35,39±5,29 ^e	34,16±5,09 ^{de}	38,44±3,88 ^{de}	60,84±5,31 ^b	60,85±6,49 ^{bcd}	63,18±2,53 ^{bc}
CC75	38,47±4,84 ^{de}	41,66±5,33 ^c	38,94±5,71 ^{de}	49,51±5,57 ^{cd}	51,76±6,92 ^e	51,75±3,54 ^e
CC0	46,89±6,38 ^b	49,08±5,58 ^b	47,70±4,25 ^b	58,37±5,51 ^b	61,23±6,71 ^{bc}	61,15±2,55 ^c

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=30.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Os resultados de perda pelo cozimento nos tratamentos acondicionados sob congelamento estão apresentados na Tabela 22. Comparando os controles, sem adição de corantes, observa-se que a remoção do nitrito de sódio (C0) afetou a perda por cozimento em 30 e 90 dias de estocagem, apresentando valores maiores que os observados para os controles C150 e C75. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em 30 e 60 dias de estocagem entre os tratamentos. Em 30 dias de estocagem, a perda pelo cozimento ficou entre 8,79 e 12,85%, enquanto aos 60 dias, ficou entre 10,72 e 13,21%. Aos 90 dias de estocagem houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo C0 o tratamento com maior perda. Uma perda de aproximadamente 12% foi observada por Ruiz-Capillas et al. (2015) em salsicha após processo térmico, e não houve diferença entre os tratamentos com e sem a adição de nitrito de sódio.

Tabela 22. Perda por cozimento dos diferentes tratamentos de linguiça toscana congelada.

Tratamentos	Porcentagem (%)		
	30 dias	60 dias	90 dias
C150	8,88±1,74 ^a	12,83±2,03 ^a	12,05±1,64 ^{ab}
C75	8,79±1,16 ^a	11,28±2,38 ^a	10,24±2,26 ^{ab}
C0	12,85±2,07 ^a	12,27±2,66 ^a	14,70±1,01 ^a
BME75	11,41±1,03 ^a	12,32±1,83 ^a	12,38±2,44 ^{ab}
BME0	10,16±2,11 ^a	13,21±2,81 ^a	11,42±1,82 ^{ab}
BCP75	11,40±2,92 ^a	13,18±2,58 ^a	12,29±1,47 ^{ab}
BCP0	12,21±2,73 ^a	11,85±0,79 ^a	12,72±0,98 ^{ab}
CC75	10,17±3,00 ^a	11,66±0,46 ^a	11,51±0,57 ^{ab}
CC0	11,38±2,87 ^a	10,72±1,08 ^a	10,49±1,43 ^b

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=9.

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

5.4.2. Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica são apresentados na Tabela 23. Mostram que as linguiças toscanas estão de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira vigente para produtos cárneos resfriados ou congelados “in natura” (BRASIL, 2001), indicando que o processamento foi realizado em boas condições sanitárias.

Tabela 23. Características microbiológicas dos diferentes tratamentos de linguiça toscana armazenada sob congelamento em zero dia de armazenamento.

Tratamentos	Coliformes a 45°C	Estafilococos coagulase positiva	Contagem de anaeróbios sulfito redutores a 46°C	<i>Salmonella</i> sp em 25g
C150	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
C75	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
C0	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
BME75	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
BME0	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
BCP75	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
BCP0	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
CC75	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
CC0	< 3 NMP/g	< 10 ² UFC/g	10 ¹ NMP/g	Ausente
RDC 12/01*	5x10 ³ NMP/g	5x10 ³ UFC/g	3x10 ³ NMP/g	Ausente

C150 (150 mg/Kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/Kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/Kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

*Limites máximos permitidos.

5.4.3. Análise de aceitação sensorial

O perfil dos consumidores que participaram da análise sensorial caracterizou-se em 38,75% dos consumidores do sexo masculino e 61,25%, do sexo feminino. Dentre eles, 71,25% responderam que “gostam muito” ou “gostam muitíssimo” de linguiça toscana. A frequência de consumo mostra que 64,56% dos consumidores participantes consomem linguiça toscana até 3 vezes por semana.

Os resultados da análise de aceitação sensorial estão apresentados na Tabela 24. Com relação ao atributo cor, o tratamento BCP 75 teve a maior média para este atributo, não diferindo ($p>0,05$) dos tratamentos C150, BME75 e CC75. O tratamento C0 teve a menor média para cor, com média entre os termos “desgostei levemente” e “desgostei moderadamente” e não foi diferente do tratamento BME0, o qual também não foi adicionado nitrito de sódio. Todos os tratamentos que não tiveram a adição de nitrito de sódio tiveram médias entre 5,05 e 3,96, mostrando que este aditivo influencia no atributo cor.

Tabela 24. Aceitação sensorial da linguiça toscana.

Tratamentos	Atributos sensoriais				
	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação global
C150	7,22 ± 1,34 ^{ab}	7,21 ± 1,25 ^a	7,61 ± 0,99 ^a	7,60 ± 0,98 ^a	7,57 ± 0,91 ^{ab}
C75	6,80 ± 1,46 ^b	7,02 ± 1,22 ^{ab}	7,06 ± 1,35 ^{abc}	7,24 ± 1,15 ^{ab}	7,10 ± 1,09 ^{bc}
C0	3,96 ± 1,76 ^d	6,24 ± 1,32 ^c	6,56 ± 1,58 ^c	6,85 ± 1,23 ^b	6,04 ± 1,42 ^d
BME75	7,07 ± 1,48 ^{ab}	7,12 ± 1,22 ^{ab}	7,46 ± 1,08 ^{ab}	7,64 ± 1,03 ^a	7,41 ± 0,96 ^{ab}
BME0	4,61 ± 1,69 ^{cd}	6,34 ± 1,53 ^c	7,01 ± 1,34 ^{abc}	7,20 ± 1,39 ^{ab}	6,54 ± 1,78 ^d
BCP75	7,57 ± 1,25 ^a	7,17 ± 1,23 ^{ab}	7,49 ± 1,05 ^{abc}	7,74 ± 1,00 ^a	7,65 ± 0,98 ^a
BCP0	4,76 ± 1,82 ^c	6,34 ± 1,56 ^c	7,11 ± 1,41 ^{ab}	7,25 ± 1,34 ^{ab}	6,57 ± 1,22 ^{cd}
CC75	7,26 ± 1,45 ^{ab}	7,21 ± 1,26 ^a	7,57 ± 1,12 ^{abc}	7,74 ± 1,00 ^a	7,55 ± 0,95 ^{ab}
CC0	5,05 ± 1,82 ^c	6,54 ± 1,47 ^{bc}	6,91 ± 1,28 ^{bc}	7,24 ± 1,38 ^{ab}	6,49 ± 1,29 ^d

^{a,b} Letras minúsculas diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. N=80

C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Para aroma, os tratamentos C150 e CC75 tiveram as melhores notas, e a variação entre todas as médias ficou entre 7,21 e 6,24, correspondendo a “gostei moderadamente e gostei levemente”. Para textura, a maior média foi para o tratamento C150 e este foi considerado diferente de C0 e CC0. O tratamento C0, que obteve menor média para textura, obteve também menor valor para mastigabilidade e coesividade em análise de perfil de textura (instrumental).

Para o atributo sabor, os tratamentos BCP75, CC75, BME75 e C150 foram igualmente aceitos ($p > 0,05$), apresentando as maiores médias para este atributo, diferindo ($p < 0,05$) do tratamento C0. Em estudo realizado por Gómez et al. (2008) em linguiça fresca e em chouriço com adição de diferentes concentrações de páprica, não houve diferenças em relação aos atributos sabor e aroma, indicando que a páprica não afetou estes atributos nestes produtos cárneos.

Os resultados de aceitação global mostraram que as melhores notas foram para os tratamentos BCP75, BME75, CC75 e C150, com adição de corantes e 75 mg/kg de nitrito de sódio e no tratamento com adição de 150 mg/kg de nitrito de sódio. A adição de corantes aumentou a aceitação global de forma significativa ($p < 0,05$) na linguiça toscana mesmo com a redução de 50% da quantidade de nitrito de sódio adicionado. Os

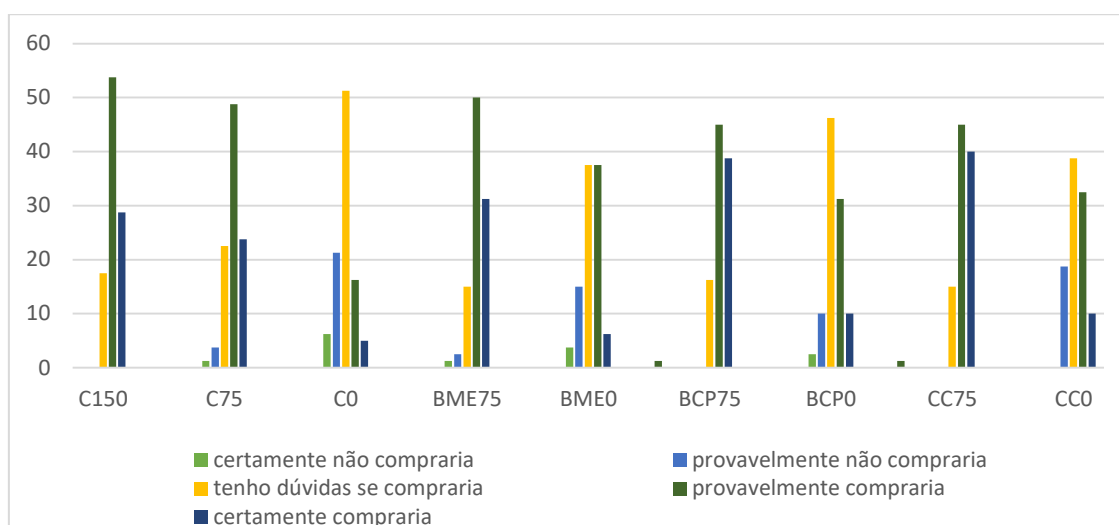
tratamentos que não tiveram a adição de nitrito de sódio apresentaram as menores médias para aceitação global, mesmo com a adição dos corantes BME, BCP e CC, mostrando a influência positiva do nitrito de sódio sobre a aceitação global.

Baldin et al. (2016) avaliaram a aceitação sensorial de linguiça fresca com adição de 2 e 4% de extrato de jabuticaba microencapsulado, porém, a aceitação desses tratamentos foi menor em comparação ao controle e ao tratamento com adição de carmim de cochonilha.

O controle C0, sem adição de corante e de nitrito de sódio, apresentou as menores médias para todos os atributos analisados, portanto foi o menos aceito em relação aos demais tratamentos. Ruiz-Capillas et al. (2015) avaliaram sensorialmente três tratamentos de salsichas tipo hot-dog - com nitrito de sódio, sem nitrito de sódio e com carmim de cochonilha e sem nitrito e com urucum, e seus resultados mostraram que o tratamento com urucum foi menos aceito que os demais tratamentos; a cor foi o parâmetro que mais contribuiu para a aceitação global.

Os resultados de intenção de compra estão apresentados na Figura 10. A intenção de compra de mais de 80% dos consumidores estava entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria” para os tratamentos C150, BME75, BCP75 e CC75. Resultados estes justificados pelas maiores médias para aceitação global apresentados por tais tratamentos em análise de aceitação sensorial. Dos consumidores participantes, 73% “provavelmente compraria” e “certamente compraria” o tratamento C75. O controle C0 teve maior frequência de respostas entre “certamente não compraria” e “tenho dúvidas se compraria” (78%), enquanto os tratamentos BME0, BCP e CC0 tiveram frequência entre 55 e 60% de respostas entre “certamente não compraria” e “tenho dúvidas se compraria”. No entanto, é possível observar, que os consumidores apresentaram maior frequência de dúvida na compra, do que rejeição quando analisados os tratamentos sem adição de nitrito de sódio, sendo que a frequência observada para a resposta “tenho dúvidas se compraria” foi de 51%, 38%, 46% e 39% para C0, BME0, BCP0 e CC0, respectivamente.

Figura 10. Resultados de intenção de compra de linguiça toscana (%).



C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

5.4.4. Correlação de Pearson e Análise de componentes principais

A análise de correlação de Pearson está apresentada na Tabela 25, e pode-se observar que a coesividade tem correlação negativa com a dureza, enquanto a luminosidade tem correlação negativa com o valor de a^* e correlação positiva com o valor de b^* e H^* . A intensidade de vermelho (a^*) influenciou positivamente, com forte correlação, chroma, textura, sabor e aceitação global e, com coeficiente de correlação de 0,66, cor. Já o parâmetro chroma influenciou positivamente todos os atributos de aceitação sensorial.

Os atributos sensoriais e a aceitação global apresentaram forte correlação entre si, com coeficiente de correlação entre 0,87 (do atributo aroma com textura e sabor) e 0,99 (entre cor e aroma). Entre cor e aceitação global foi encontrado um fator de correlação de 0,98, justificando a influência da cor na aceitação global de linguiça toscana em teste de aceitação sensorial.

Tabela 25. Coeficientes de correlação de Pearson entre atributos sensoriais, parâmetros de textura e parâmetros de cor instrumentais.

	D ¹	C ²	E ³	M ⁴	PC ⁵	L*	a*	b*	C*	H*	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação
D ¹	1	-0,8	0,45	0,55	-0,04	0,05	-0,24	0,32	-0,19	0,3	-0,33	-0,27	-0,27	-0,28	-0,35
C ²		1	-0,57	-0,06	-0,1	-0,29	0,52	-0,53	0,47	-0,58	0,51	0,45	0,53	0,56	0,55
E ³			1	0,46	-0,66	0,39	-0,2	0,51	-0,05	0,32	0,18	0,22	0,03	-0,07	0,13
M ⁴				1	-0,66	-0,02	0,23	0,09	0,35	-0,14	0,39	0,4	0,37	0,33	0,36
PC ⁵					1	-0,32	-0,04	-0,33	-0,22	-0,05	-0,55	-0,57	-0,47	-0,36	-0,54
L*						1	-0,83	0,83	-0,63	0,90	-0,15	-0,06	-0,43	-0,49	-0,27
a*							1	-0,65	0,94	-0,97	0,66	0,58	0,77	0,84	0,72
b*								1	-0,36	0,81	0,00	0,11	-0,25	-0,26	-0,11
C*									1	-0,83	0,84	0,79	0,84	0,93	0,86
H*										1	-0,49	-0,39	-0,67	-0,73	-0,59
Cor											1	0,99	0,88	0,9	0,98
Aroma												1	0,87	0,87	0,97
Textura													1	0,97	0,95
Sabor														1	0,95
Aceitação															1

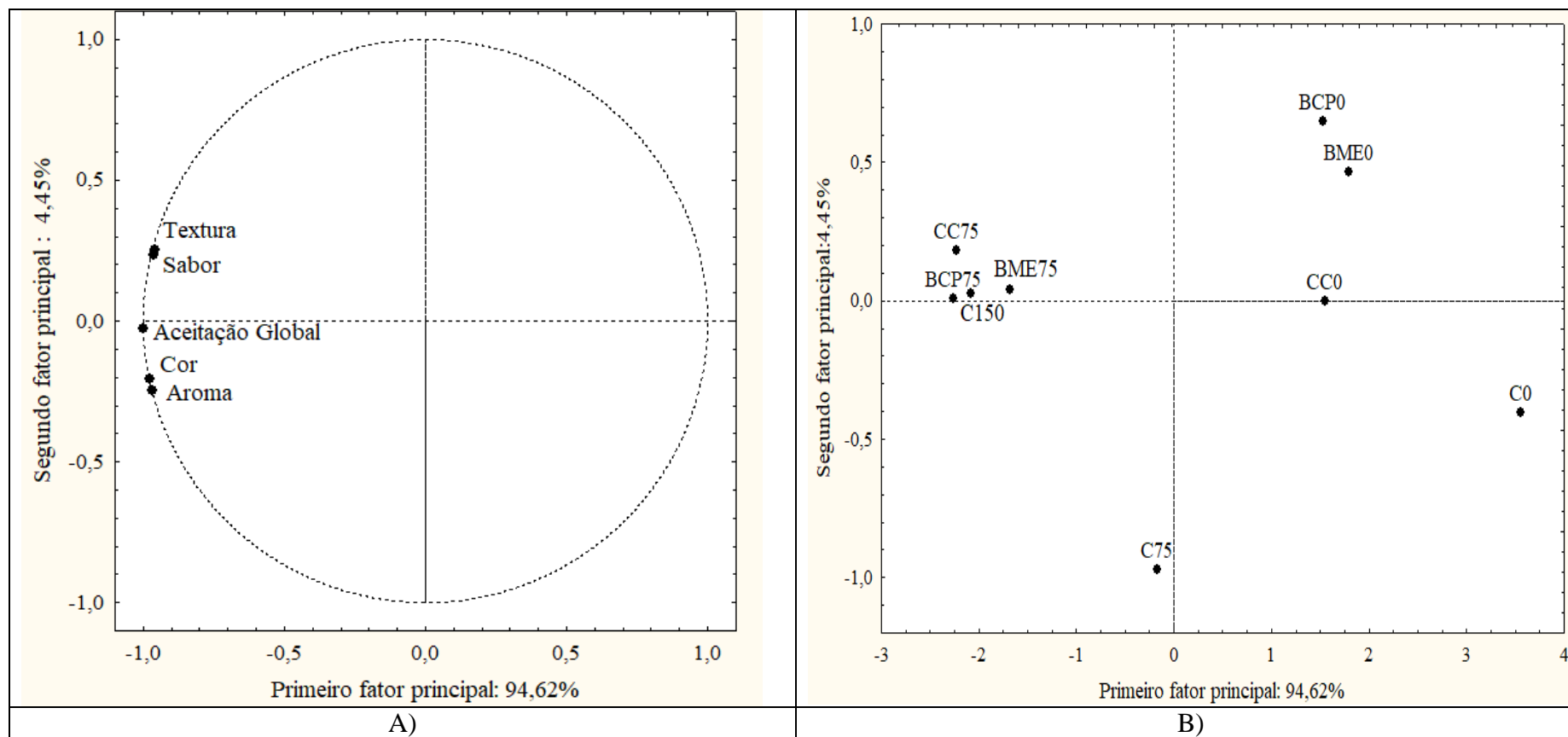
¹D=Dureza; ²C=Coesividade; ³E=Elasticidade; ⁴M=Mastigabilidade; ⁵PC=perda pelo cozimento. Correlação significativa em $p < 0,05$.

A análise dos componentes principais dos resultados obtidos na análise de aceitação sensorial está apresentada na Figura 11, onde a Figura 11A trata-se do gráfico da projeção das variáveis e a Figura 11B, da projeção dos tratamentos. O primeiro e o segundo componente principal explicam 94,62% e 4,45%, respectivamente, das variações desta análise, totalizando 99,07%. O primeiro componente principal é explicado por cor, aroma, textura, sabor e aceitação global (coeficiente de correlação $\leq -0,7$). Os tratamentos sem adição de nitrato de sódio não foram descritos pelos parâmetros de aceitação, mostrando, desta forma, que foram menos aceitos em análise sensorial. O controle sem a adição de nitrato de sódio e de corantes naturais (C0) foi o que apresentou menor aceitação, estando mais afastado dos atributos sensoriais (Figura 11). Os tratamentos C150, BME75, BCP75 e CC75 estão próximos entre si e estão localizados em um mesmo quadrante, sendo descritas por textura, sabor, cor, aroma e aceitação global. Confirmando os resultados obtidos em análise sensorial, onde estes tratamentos apresentaram as maiores médias para estes atributos, desta forma, maior aceitação perante os consumidores.

A análise dos componentes principais dos resultados físico-químicos obtidos em 30 dias de armazenamento está apresentada na Figura 12, onde a Figura 12A trata-se do gráfico da projeção das variáveis e a Figura 12B, da projeção dos tratamentos. O primeiro e o segundo componente principal explicam 48,28 e 25,78%, respectivamente, das variações desta análise, totalizando 74,06%. O primeiro componente principal é explicado pelos parâmetros de cor L*, b*, H* (coeficiente de correlação $\geq 0,7$), a* e C* e coesividade (coeficiente de correlação $\leq -0,7$). O segundo componente principal é explicado por mastigabilidade (coeficiente de correlação $\leq -0,7$) e perda no cozimento (coeficiente de correlação $\geq 0,7$).

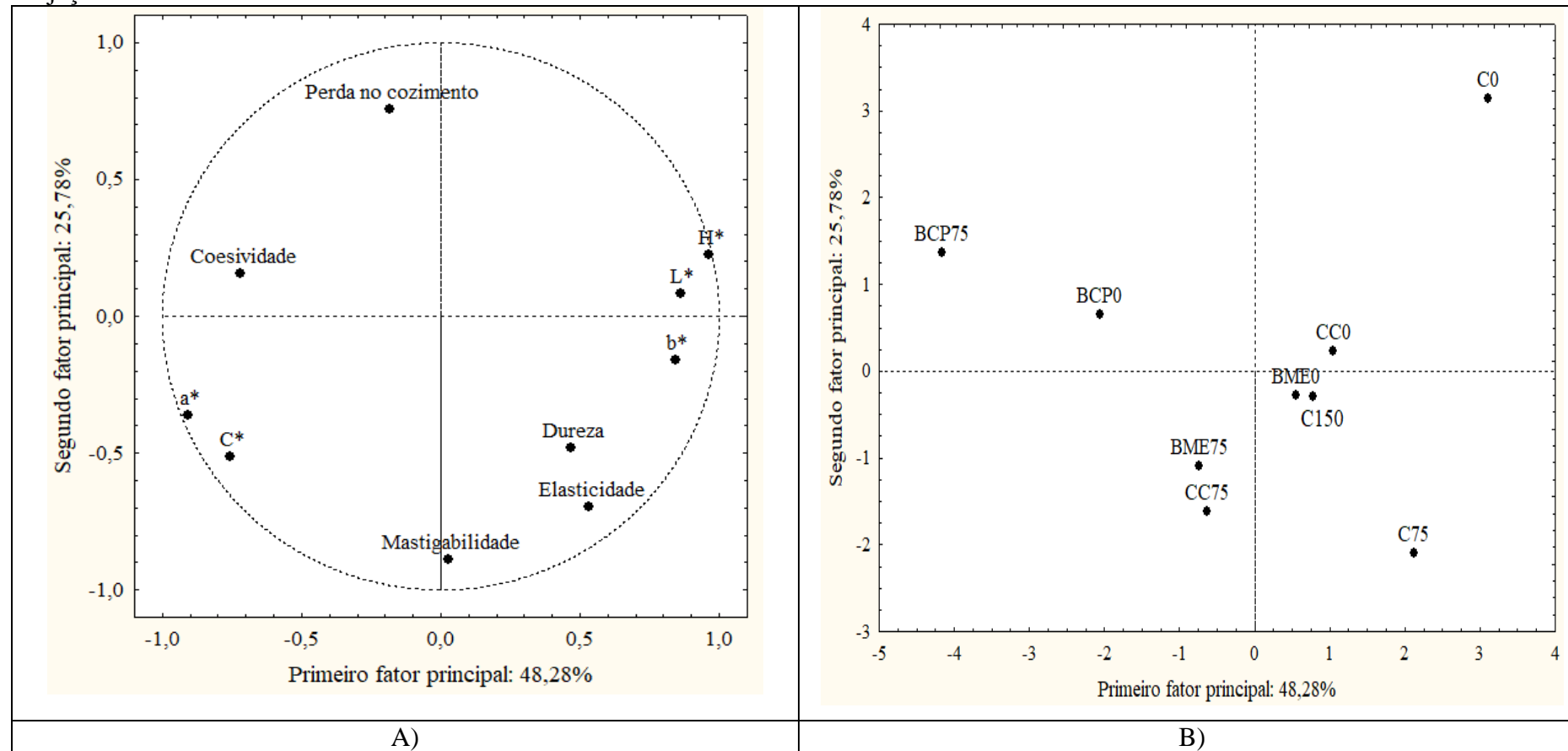
As amostras BCP75 e BCP0 são descritas por perda no cozimento e coesividade, sendo que BCP75 apresentou o maior valor de coesividade em análise de textura instrumental (Figura 12). Os tratamentos BME75 e CC75 são descritos pela intensidade de vermelho (valor de a*) e pelo chroma, no entanto, estes parâmetros não descrevem o controle C0 e o tratamento CC0. Já o controle C150 e os tratamentos BME0 e C75 são descritos por elasticidade, mastigabilidade e valor de b*. Dureza não descreve nenhum das amostras pois não contribuíram para nenhum dos componentes principais.

Figura 11. Análise dos componentes principais do teste de aceitação sensorial. A) Projeção das variáveis; B) Projeção dos tratamentos.



C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

Figura 12. Análise de componentes principais dos parâmetros de cor e textura instrumental e perda no cozimento. A) Projeção das variáveis; B) Projeção dos tratamentos.



C150 (150 mg/kg de nitrito de sódio); C75 (75 mg/kg de nitrito de sódio); C0 (sem nitrito de sódio); BME75 (1,5% de betalaína microencapsulada e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BME0 (1,5% de betalaína microencapsulada); BCP75 (0,19% de betalaína comercial e 75 mg/kg de nitrito de sódio); BCP0 (0,19% de betalaína comercial); CC75 (0,02% de carmim de cochonilha e 75 mg/kg de nitrito de sódio); CC0 (0,02% de carmim de cochonilha).

6. CONCLUSÃO

A redução de nitrito de sódio e sua ausência em linguiça toscana sem adição de corante natural não compromete a oxidação lipídica e pH sob estocagem refrigerada e também sob congelamento. Porém, a ausência de nitrito de sódio afeta a coloração de linguiça toscana comprometendo a aceitação sensorial, mesmo quando os corantes naturais são utilizados.

O corante betalaína melhora a coloração de linguiça toscana crua e cozida durante estocagem refrigerada e congelada, e não tem efeito antioxidante.

A cor é o atributo que mais contribui para a aceitação sensorial de linguiças toscanas. A adição dos corantes naturais betalaína e carmim de cochonilha são bem aceitos em linguiça toscana com redução do nitrito de sódio. É possível reduzir a quantidade de nitrito de sódio em linguiça toscana armazenada sob congelamento com adição dos corantes betalaína, sem afetar a estabilidade físico-química e sensorial.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAHAKOON, A. U. et al. **Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date***Trends in Food Science and Technology*, 2015.
- BALDIN, J. C. et al. Microencapsulated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Science**, v. 118, p. 15–21, 2016.
- BEDALE, W.; SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**, v. 120, p. 85–92, 2016.
- BLOUKAS, J. .; ARVANITOYANNIS, I. .; SIOPI, A. . Effect of natural colourants and nitrites on colour attributes of frankfurters. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 257–265, 1999.
- DE PAULA, R. et al. Assessment of different packaging structures in the stability of refrigerated fresh Brazilian Toscana sausage. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 173–181, 2017.
- GÓMEZ, R.; ALVAREZ-ORTI, M.; PARDO, J. E. Influence of the paprika type on redness loss in red line meat products. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 823–828, 2008.
- HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v. 78, n. 1–2, p. 68–76, 2008.
- HUNTER, R. S.; HAROLD, R. W. **The measurement of appearance**. [s.l: s.n.].
- MAPA. Instrução Normativa nº 51, de 29 de Dezembro de 2006. p. 14, 2006.
- MEILGAARD, C. Sensory Evaluation Techniques, Third Edition. In: **Sensory Evaluation Techniques, Third Edition**. [s.l: s.n.]. p. 124–125.
- MONTEIRO, G. M. et al. Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, n. May, p. 0–1, 2017.
- NEPA - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos. **NEPA - Unicamp**, p. 161, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual de Atividades 2016, 2017. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzi do.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzi_do.pdf)>. Acesso em 18 de janeiro de 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 18ed. Horwitz, W. (Ed.) Washington, DC, Revisão 2, 2007.
- ARAÚJO, J.M.; MÍDIO, A.F. Determinação espectrofotométrica de nitritos e nitratos após redução com coluna de cádmio/cobre em alimentos destinados a população infantil. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 25, n. 1, p. 570, 1989.

ARMENTEROS, M.; MORCUENDE, D.; VENTANAS, J.; 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.

BALDIN, J. C.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y. J.; RODRIGUES, I.; GODOY, S. H. S.; FREGONESI, R. P.; PIRES, M. A.; CARVALHO, L. T.; FERNANDES, A. M.; TRINDADE, M. A. Microencapsulated jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Science**, v. 118, p. 15-21, 2016.

BARRETTO, A. C. S.; PACHECO, M. T. B.; POLLONIO, M. A. R. Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 100-107, 2015.

BEDALE, W.; SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**, v. 120, p. 85-92, 2016.

BINSTOK, G.; CAMPOS, C. A.; GERSCHENSON, L. N. Determination of nitrites in meat systems: an improved procedure. **Meat Science**, v. 42, n. 4, p. 401-405, 1996.

BIS, C. V.; BARRETO, T. L.; HENCK, J. M. M.; MATHIAS, J. C.; OLIVEIRA, L. S.; BARRETTO, A. C. S. Physicochemical characteristics and sensory acceptability of ready-to-eat sliced frozen roast beef with partial reduction of sodium chloride. **Food Science and Technology**, 2016.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Vol. 37, p. 911-917, 1959.

BLOUKAS, J.G.; ARVANITOYANNIS, I.S.; SIOPI, A.A. Effect of natural s and nitrites on colour attributes of frankfurters. **Meat Science**, v. 52, p. 257-265, 1999.

BORGES, M. E.; TEJERA, R. L.; DÍAZ, L.; ESPARZA, P.; IBÁÑEZ, E. Natural colourants extraction from cochineal (*Dactylopius coccus*). New extraction methods. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1855-1860, 2012.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62-66.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução n.12 de 02 de janeiro de 2001: Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em 30 de janeiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n°4, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial [da] União, Brasília, DF**, 5 abr. 2000. Seção 1, p. 6-10.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 20, de 21 de julho de 1999. Aprova o Manual de métodos analíticos oficiais físico-

químicos para controle de carnes, produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura. **Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 9 set. 1999.**

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº62, de 26 agosto de 2003: Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-62-de-26-08-2003,665.html>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 29 dezembro de 2006: Adota o Regulamento Técnico de Atribuição de Aditivos, e seus Limites das seguintes Categorias de Alimentos 8: Carne e Produtos Cárneos. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17560>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2018.

BREWER, M. S. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, p. 221-247, 2011.

CAVALCANTI, G. Com disputa entre marcas, cresce venda de congelados e industrializado, 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/com-disputa-entre-marcas-cresce-venda-de-congelados-industrializados-18735564>>. Acesso em: 07 de junho de 2016.

CHAKANYA, C.; ARNAUD, E.; MUCHENJE, V.; HOFFMAN, L. C. Colour and oxidative stability of mince produced from fresh and frozen/thawed fallow deer (*Dama dama*) meat. **Meat Science**, v. 126, p. 63-72, 2017.

CHETHANA, S.; CHETAN, A. N.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Aqueous two phase extraction for purification and concentration of betalains. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 679-687, 2007.

CHOI, S. H., CHIN, K. B. Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with *Listeria monocytogenes*. **Meat Science**, v. 65, p. 531-537, 2003.

COUTINHO DE OLIVEIRA, T. L.; CARVALHO, S. M.; SOARES, R. A.; ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; RAMOS, E. M.; PICCOLI, R. H. Antioxidant effects of Satureja montana L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, p. 204-212, 2012.

CRIST, C. A.; WILLIAMS, J. B.; SCHILLING, M. W.; HOOD, A. F.; SMITH, B. S.; CAMPANO, S. G. Impact of sodium lactate and vinegar derivatives on the quality of fresh Italian pork sausage links. **Meat Science**, v. 96, p. 1509–1516, 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de Fennema. 4ª Edição. Artmed, 2010.

DE PAULA, R.; COLET, R.; DE OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H. Assessment of different packaging structures in the stability of frozen fresh Brazilian Toscana sausage. **Food Bioprocess Technology**, v. 4, p. 481-485, 2011.

DE PAULA, R. et al. Assessment of different packaging structures in the stability of refrigerated fresh Brazilian Toscana sausage. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2017.

DRUNKLER, D.A. et al. Avaliação da estabilidade de betalaínas em extrato de beterraba (*Beta vulgaris* L.) com α -, β - e γ ciclodextrinas. **B.CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 259-276, 2006.

FENG X.; SEBRANEK, J. G.; LEE, H. Y.; AHN D. U. Effects of adding red wine on the physicochemical properties and sensory characteristics of uncured frankfurter-type sausage. **Meat Science**, v. 121, p. 285-291, 2016a.

FENG, X.; LI, C.; JIA, X.; GUO, Y.; LEI, N.; HACKMAN, R. M.; CHEN, L.; ZHOU, G. Influence of sodium nitrite on protein oxidation and nitrosation of sausages subjected to precessing and storage. **Meat Science**, v. 116, p. 260-267, 2016b.

FERGUSON, L. R. Meat and Cancer. **Meat Science**, v. 84, p. 308-313, 2010.

FIGUEIRÊDO, B. C.; TRAD, I. J.; MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Effect of annatto powder and sodium erythorbate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. **Food Research International**, v. 65, p. 137-143, 2014.

GÓMEZ, R.; ALVAREZ-ORTI, M.; PARDO, J. E. Influence of the paprika type on redness loss in red line meat products. **Meat Science**, v. 80, p. 823-828, 2008.

HONIKEL, K.O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v. 78, p. 68-76, 2008.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, p. 447-457, 1998.

HOSPITAL, X. F.; HIERRO, E.; STRINGER, S.; FERNÁNDEZ, M. A study on the toxigenesis by *Clostridium botulinum* in nitrate and nitrite-reduced dry fermented sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 218, p. 66-70, 2016.

HUNTER, R. S.; HAROLD, R. W. **The measurement of appearance**. [s.l: s.n.].

JIN, S.; KIM, Y.; PARK, J. H.; HUR, I.; NAM, S.; SHIN, D. Effects of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* Cultivar Ayamurasaki) powder addition on color and texture properties and sensory characteristics of cooked pork sausage during storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 25, n. 9, p. 1329-1337, 2012.

JOSEPH, S.; CHATLI, M. K.; BISWAS, A. K. Efficacy of pink guava as an antioxidant in raw pork emulsion. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 8, p. 1492-1500, 2014.

KARRE, L.; LOPEZ, K.; GETTY, K. J. K. Natural antioxidants in meat and poultry products. **Meat Science**, v. 94, p. 220-227, 2013.

KETO-TOMONEN, R.; LINDSTRÖM, M.; PUOLANNE, E.; NIEMISTÖ, M.; KORKEALA, H. Inhibition of Toxigeneses of Group II (Nonproteolytic) *Clostridium botulinum* Type B in meat products by using a reduced level of nitrite. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 7, p. 1346-1349, 2012.

KHAN, M.I. Stabilization of betalains: A review. **Food Chemistry**, v. 197, p. 1280-1285, 2016.

KULKARNI, S.; DESANTOS, F. A.; KATTAMURI, S.; ROSSI, S. J.; BREWER, M. S. Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pré-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. **Meat Science**, v. 88, p. 139-144, 2011.

KUMAR, Y.; YADAV, A. N.; AHMAD, T.; NARSAIAH, K. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, p. 796-812, 2015.

LIRA, G. M.; SILVA NETA, M. L.; SOUZA, J. B.; BARROS, E. S. Teores de nitrito de sódio em produtos cárneos comercializados em Maceió- AL. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 3, n. 63, p. 165-170, 2003.

MARTÍNEZ, L.; CILLA, I.; BELTRÁN, J. A.; RONCÁLES, P. Comparative effect of red yeast rice (*Monascus purpureus*), red beet root (*Beta vulgaris*) and betanin (E-162) on colour and consumer acceptability of fresh pork sausages packaged in a modified atmosphere. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 500-5008, 2006.

MEILGAARD, C. Sensory Evaluation Techniques, Third Edition. In: **Sensory Evaluation Techniques, Third Edition**. [s.l: s.n.]. p. 124–125.

MELO FILHO, A. B.; BISCONTINI, T. M. B.; ANDRADE, S. A. Níveis de nitrito e nitrato em salsichas comercializadas na região metropolitana do Recife. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 390-392, 2004.

MONTEIRO, G. M. et al. Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, n. May, p. 0–1, 2017.

NASCIMENTO, M. S.; MORENO, I.; KUAYE, A. Y. Bacteriocinas em alimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 120-127, 2008.

NEPA - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos. **NEPA - Unicamp**, p. 161, 2011.

NNANNA, I. A.; UKUKU, D. O.; MCVANN, K. B.; SHELEF, L. A. Antioxidant activity of sodium lactate in meat and model system. **LWT – Food Science and Technology**, v. 27, p. 78-85, 1994.

OLIVEIRA, D. F.; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. C. 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.

OLIVEIRA, M. J.; ARAÚJO, W. M. C.; BORGIO, L. Quantificação de nitrato e nitrito em Linguiças do tipo Frescal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, p. 736-742, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat. Disponível em: <<http://www.who.int/features/qa/cancer-redmeat/en/>>. Acesso em: 02 de agosto de 2016.

O'NEILL, L. M.; GALVIN, K.; MORRISSEY, P. A.; BUCKLEY, D. J. Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat products. **British Poultry Science**, v. 39, n. 3, p. 365-371, 1998.

PARTHASARATHY, D. K.; BRYAN, N. S. Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. *Meat Science*, v. 92, p. 274-279, 2012.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias. 2. ed. Viçosa: UFV, 2017. 473 p.

RUIZ-CAPILLAS, C.; TAHMOUNZI, S. TRIKI, M.; RODRÍGUEZ-SALAS, L.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; HERRERO, A. M. Nitrite-free Asian hot dog sausages reformulated with nitrite replacers. **Journal of Food Science and Technology**, v. 7, n. 52, p. 4333-4341, 2015.

SINDELAR, J. J.; TERNS, M. J.; MEYN, E.; BOLES, J. A. Development of a method to manufacture uncured, no-nitrate/nitrite-added whole muscle jerky. **Meat Science**, v. 86, p. 298-303, 2010.

SHAH, M. A.; DON BOSCO, S. J.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 9, p. 21-33, 2014.

SOLOMAKOS, N.; GOVARIS, A.; KOIDIS, P.; BOTSOGLOU, N. The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin and their combination against *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef during refrigerated storage. *Meat Science*, v. 65, p. 531–537, 2003.

TREVISAN, Y. C.; BIS, C. V.; HENCK, J. M.; BARRETTO, A. C. S. Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, e2015079, 2016.

TRIKI, M.; HERRERO, A. M.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; RUIZ-CAPILLAS, C. Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. **Meat Science**, v. 93, p. 351-360, 2013.

TOLDRÁ, F.; ARISTOY, M-C.; FLORES, M. Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. **Grasas Y Aceites**, v. 60, n. 3, p. 291-296, 2009.

TORRES, E. A. F. S. Oxidação lipídica em carnes: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1/2, p. 53-71, 1988.

VASCONCELLOS, F. Após baixa, consumo de carne suína sobe 26% no Brasil, 2016. Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/na-base-dos-dados/post/apos-baixa-consumo-de-carne-suina-sobe-26-no-brasil.html>>. Acessado em: 24 de agosto de 2016.

VYNCHE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Sefein Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084–1087, 1970

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

ZIPSER, M.W., & WATTS, B.M. A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for determination of malonaldehyde in cured meats. **Food Technology**, v. 16, p. 102–104, 1962

ZUANON, L. A. C.; TELIS, V. R. N. Estabilidade à luz de betalaínas microencapsuladas em matrizes de amido modificado e maltodextrina. In: IV Simpósio de Engenharia e Ciência de Alimentos? IV SECA, 2014, São José do Rio Preto. Anais do IV Simpósio de Engenharia e Ciência de Alimentos? IV SECA, 2014.

APÊNDICE A -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Utilização de corante betalaína da beterraba em linguiça toscana com redução de nitrito de sódio” sob responsabilidade da pesquisadora Elisa Rafaela Bonadio Bellucci. O estudo será realizado através de análise sensorial de produtos cárneos desenvolvidos para avaliação da aceitabilidade pelos mesmos. Os riscos físicos à sua saúde são mínimos, embora os produtos tenham sido elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Serão excluídos indivíduos com patologias relacionadas à ingestão de alimentos, como diabéticos, hipertensos, com intolerância à lactose e ao glúten, e assim por diante. Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo e, estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação no teste sensorial, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde (UNAMOS), situado à Rua Cristóvão Colombo, 2265- Jardim Nazareth- São José do Rio Preto/SP- Telefones (17) 3221.2415- 3221.2416- 3221.2485.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo e assine este Termo.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

E-mail: _____ São José do Rio Preto, ____ de ____ de 2016.

Usuário ou responsável legal

Pesquisador(a) responsável

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador

Nome: Elisa Rafaela Bonadio Bellucci	Cargo/Função: Mestranda
Instituição: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos/ IBILCE/UNESP	
Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265- Jardim Nazareth- São José do Rio Preto/SP- Telefones (17) 3221.2250	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP São José do Rio Preto – fone 17-3221.2428/2563 e 3221.2482	

ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DE CORANTE BETALAINA DA BETERRABA EM LINGUIÇA TOSCANA COM REDUÇÃO DE NITRITO DE SÓDIO

Pesquisador: ELISA RAFAELA BONADIO BELLUCCI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 58983516.2.0000.5466

Instituição Proponente: Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.733.294

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa de mestrado de aluna do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do IBILCE/UNESP, sob orientação da Profa. Dra. Andrea Carla da Silva Barretto, do Depto de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do IBILCE e credenciada naquele Programa de Pós-graduação.

A redução do uso de nitrato de sódio em produtos cárneos pode afetar a cor característica destes produtos e sua manutenção durante estocagem. Para minimizar o efeito dessa redução e para um apelo mais saudável será utilizado o corante betalaina da beterraba a fim de que não haja interferência na aceitação sensorial pelo consumidor.

Estima-se que esta pesquisa contribua para o desenvolvimento de novos ingredientes em produtos cárneos, visando a diminuição do uso do nitrato de sódio e utilizando aditivos naturais como corantes e antioxidantes.

Objetivo da Pesquisa:

O trabalho tem como objetivo a avaliação dos efeitos sobre a aceitação sensorial da utilização de corante betalaina da beterraba em linguiça toscana e a redução de nitrato de sódio, comparando com o carmim de cochonilha, corante normalmente utilizado pela indústria da carne. Nove

Endereço: CRISTÓVÃO COLOMBO 2265
Bairro: JARDIM NAZARETH **CEP:** 15.054-000
UF: SP **Município:** SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-2428 **Fax:** (17)3221-2500 **E-mail:** liliane@bilce.unesp.br

Continuação do Parecer: 1.733.294

tratamentos serão realizados: C1 - tratamento controle de linguiça toscana com a adição de 150 mg/Kg de nitrato de sódio (0,015%), sem adição de corante natural. C2 - tratamento controle de linguiça toscana com a adição de 75 mg/Kg de nitrato de sódio (0,0075%), sem adição de corante natural. C3 - tratamento controle de linguiça toscana sem adição de nitrato de sódio e de corante natural. T1 - tratamento com adição de 75 mg/Kg de nitrato de sódio (0,0075%) com adição de 1,5% de betalaina microencapsulada. T2 - tratamento sem de nitrato de sódio com adição de 1,5% de betalaina microencapsulada. T3 - tratamento com adição de 75 mg/Kg de nitrato de sódio (0,0075%) com adição de 0,19% de betalaina em pó de marca comercial. T4 - tratamento sem adição de nitrato de sódio com adição de 0,19% de betalaina em pó de marca comercial. T5 - tratamento com adição de 75 mg/Kg de nitrato de sódio (0,0075%) com adição de 0,02% de corante carmim de cochonilha. T6 - tratamento sem adição de nitrato de sódio com adição de 0,02% de corante carmim de cochonilha. Serão avaliados a composição centesimal, pH durante estocagem, análise microbiológica no início da vida útil e aceitação sensorial.

avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos à saúde do consumidor serão mínimos, visto que os produtos serão elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação e avaliados quanto à estabilidade microbiológica antecipadamente. Os materiais utilizados são todos comercializados de acordo com a legislação vigente e serão produzidos e cozidos de acordo com a CVS-5 (SÃO PAULO, 2013).

Benefícios: Contribuição para o desenvolvimento de novos Ingredientes na área de alimentos, sendo, neste caso, para a redução do nitrato de sódio usado em produtos cárneos por aditivos naturais como o corante obtido da beterraba (betalaina). Comparação com diferentes processos de obtenção (betalaina microencapsulada e extrato de beterraba em pó) e com corante normalmente utilizado pela indústria da carne (carmim de cochonilha).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem escrito e apresenta todos os itens imprescindíveis a um projeto de pesquisa na área. A linguiça toscana será produzida com peixe suíno moído e tocinho. O embutimento da linguiça será feito em tripa natural de suíno calibre 28 mm e os gomos serão amarrados a cada 15 cm. Serão elaborados 9 tratamentos.

Análises a serem feitas: Determinação de lipídios: método descrito por Bligh & Dyer (1959) e determinação de proteínas, cinza e umidade seguindo a metodologia oficial da Association of

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000
UF: SP Município: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-3428 Fax: (17)3221-3500 E-mail: liliane@bilco.unesp.br

Continuação do Parecer: 1.733.294

Official Analytical Chemistry (AOAC, 2007). Análise de pH com sonda de penetração, em triplicata e com perfuração de seis pontos diferentes nas amostras de linguiça toscana. Estabilidade microbiológica: as análises microbiológicas serão feitas seguindo os padrões microbiológicos estabelecidos em Brasil (2001). As análises realizadas serão conforme descritas por Brasil (2003). Análise sensorial: Serão recrutados 120 avaliadores, 15 dias posteriores ao processamento e após o resultado das análises microbiológicas. Serão selecionados indivíduos maiores de 18 anos dentre alunos e funcionários do IBILCE. Critério de Exclusão: Indivíduos menores de 18 anos e com patologias relacionadas à ingestão de alimentos como diabéticos, hipertensos, com intolerância à lactose e ao glúten, assim por diante. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) será entregue aos julgadores antes do início da análise, em duas vias, e eles serão orientados a ler e preencher uma via. As linguiças serão assadas até que a temperatura interna atinja 72°C. As amostras serão cortadas em seis pedaços de 2 cm e mantidas em estufa a 60°C e servidas aos avaliadores em pratos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos, de forma monádica e seguindo delineamento em bloco completo. Os atributos a serem avaliados serão: cor, aroma, textura, sabor e aceitação global. Para análise dos resultados será utilizado o programa estatístico Minitab 17 On TheHub, com nível de significância de 5% e utilizado a ferramenta ANOVA fator único para análise de variância e o Teste de Tukey para análise das diferenças entre as médias.

O projeto terá o custo de R\$ 590,00 o qual será custeado com financiamento próprio. A orientadora demonstra ter conhecimento comprovado e competência nas áreas relacionadas ao projeto.

O cronograma de execução é factível sendo previstas as análises sensoriais para o mês de outubro

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados, o TCLE está devidamente instruído sendo a própria pesquisadora a responsável pela sua obtenção, não haverá uso de fontes secundárias de dados, o Estudo não é Multicêntrico e não haverá retenção de amostras para armazenamento em banco.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Endereço: CRISTOVÃO COLOMBO 2265
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000
UF: SP Município: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-3428 Fax: (17)3221-3500 E-mail: liliana@bilce.unesp.br

Continuação do Parecer: 1.733.294

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa, em reunião ordinária de 14 de setembro de 2016, deliberou, por unanimidade, pela aprovação do presente projeto de pesquisa. Os relatórios parciais devem ser encaminhados semestralmente, a contar desta data.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_775914.pdf	22/08/2016 11:45:59		Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_ELISABELLUCCI.pdf	22/08/2016 11:45:10	ELISA RAFAELA BONADIO BELLUCCI	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	22/08/2016 11:37:35	ELISA RAFAELA BONADIO BELLUCCI	Acelto
Folha de Rosto	ELISABELLUCCI.pdf	22/08/2016 11:31:30	ELISA RAFAELA BONADIO	Acelto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 19 de Setembro de 2016

Assinado por:
 Monica Abrantes Galindo de Oliveira
 (Coordenador)

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265
 Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000
 UF: SP Município: SAO JOSE DO RIO PRETO
 Telefone: (17)3221-2428 Fax: (17)3221-2500 E-mail: liliane@etica.unesp.br