

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

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE
COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) E SUA
APLICAÇÃO EM LINGUIÇA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Flávia Santi Stefanello

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE
COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) E SUA
APLICAÇÃO EM LINGUIÇA**

Flávia Santi Stefanello

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos,
Área de Concentração em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito
parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Orientador(a): Profº Ernesto Hashime Kubota

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COGUMELO DO
SOL (*Agaricus blazei* Murril) E SUA APLICAÇÃO EM LINGUIÇA**

elaborada por
Flávia Santi Stefanello

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ernesto Hashime Kubota, Drº.
(Presidente/Orientador)

Maristela Cortez Sawitzki, Drº. (UNIPAMPA)

Leadir Lucy Martins Fries, PhD. (UFSM)

Santa Maria, 25 de janeiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre comigo me dando força para continuar!

Aos meus amados pais, Anacleto Luiz Moro Stefanello e Maria de Fátima Santi Stefanello, pelo amor, exemplo de caráter, dedicação e força; por me incentivarem sempre a estudar e buscar os meus sonhos; por me incentivar a seguir sempre!

Ao meu noivo André Pegoraro Manfio, pelo amor, companheirismo, apoio, paciência, compreensão, intensa dedicação em todos os momentos, e acima de tudo, incentivo.

Ao meu irmão, Émerson e minha cunhada Gracieli, pelo apoio e exemplo de responsabilidade; além disso, por me proporcionarem o convívio com uma das minhas fontes de inspiração, meus sobrinhos amados: Amábile e Amadeu. A minha irmã, Claudia e meu cunhado Fabiano por estarem sempre dispostos a me ajudar em qualquer situação. A minha prima-irmã, Simone, que personifica a responsabilidade, o otimismo, a alegria contagiante, o meu agradecimento pela paciência nas horas de mau humor e por tantos momentos que dividimos nesses últimos dois anos. Aos meus tios-pais, Renato e Elisane, pelo carinho, pela dedicação e apoio total.

Família. Obrigada por vocês existirem, por depositar em mim a confiança para todas as horas, por compreender minha ausência. Amo vocês eternamente.

Ao meu orientador, Drº Ernesto Hashime Kubota, pela sua orientação e seu apoio. Obrigada por partilhar seus conhecimentos, pela disposição e dedicação na contribuição de minha formação.

À professora amiga, Leadir Lucy Martins Fries, pelo modelo de caráter na simplicidade e companheirismo, e excelência profissional como educadora, além dos momentos de descontração, carinho e apoio.

Aos meus amigos e colegas de mestrado por ter dividido da amizade, alegrias, frustrações, conquistas, discussões. Agradeço a todos pelos conselhos dados, que de forma direta ou indireta, contribuíram na execução desta dissertação.

Agradeço às alunas estagiárias amigas, Fernanda e Mariana, pela amizade autêntica, pelo auxílio, pelo estímulo e por serem capazes de tornarem essa caminhada mais leve.

Aos funcionários do DTCA pela dedicação em ensinar os princípios de laboratório e colaboração na realização deste trabalho, além de momentos de descontração.

Á todos que fizeram parte dessa caminhada e de certa forma colaboraram para a execução desse trabalho. MUITO OBRIGADA!!!

“É na educação dos filhos
que se revelam as virtudes dos pais”

Augusto Cury

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) E SUA APLICAÇÃO EM LINGUIÇA

Autora: Flávia Santi Stefanello

Orientador: Ernesto Hashime Kubota

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de janeiro de 2013.

O presente estudo teve por objetivo verificar a atividade antioxidante do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) e seu efeito antioxidante em linguiça de carne suína. Primeiramente elaboraram-se os extratos hidroetanólicos com diferentes temperaturas e tempos de extração, realizando a caracterização da composição de fenólicos totais e a atividade antioxidante *in vitro*. Após, os extratos obtidos em temperatura de 70° C durante 60 minutos de extração, nas concentrações de 0 %, 0,5%, 1,0% e 2,0% e também o cogumelo do sol em pó, nas concentrações de 0 %, 1,0%, 2,0% e 4,0%, foram aplicados em linguiça de carne suína. As análises realizadas nos embutidos foram: composição centesimal (umidade, proteínas, cinzas, gordura) para a caracterização dos produtos e a cada sete dias realizadas as análises de pH, cor, índice de TBARS e análises microbiológicas. A análise sensorial foi avaliada através do teste de aceitabilidade com escala hedônica de sete pontos e teste de intenção de compra. Os resultados obtidos na composição centesimal, bem como nas análises microbiológicas para *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes a 35 ° C e a 45 ° C, *Samonella sp* e *Clostridium sulfito redutor* dos produtos estavam de acordo com o exigido pela legislação brasileira. Com relação à cor do produto, todos aqueles tratamentos adicionados de cogumelo do sol, tanto na forma de extrato como em pó, apresentaram uma coloração com tonalidade amarelada. No período final de estocagem, ao 21° dia, o valor de TBARS para as linguiças adicionadas com 2,0% de extrato de cogumelo do sol foi de 0,705±0,01 mg MDA/kg de amostra e para o controle foi de 1,097±0,11 mg MDA/kg de amostra, enquanto que, ao 35° dia, o valor de TBARS para as linguiças adicionadas com 1,0%, 2,0% e 4,0% de cogumelo do sol em pó foi de 0,604±0,12; 0,585±0,11; 0,509±0,12 mg MDA/kg de amostra, respectivamente, e para o controle de 1,131±0,12 mg MDA/kg de amostra. O cogumelo do sol não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica ao longo do armazenamento, avaliada pela contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotróficos. Quanto às características sensoriais demonstrou boa aceitabilidade pelo consumidor. Desta forma, conclui-se que o extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 2,0%, estendendo a vida de prateleira em até 21 dias de armazenamento, enquanto que na forma de pó mostrou ser efetivo quando adicionado na concentração de 1,0%, 2,0% e 4,0%, estendendo a vida de prateleira até 35 dias, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+4°C). Logo, a aplicação de cogumelo do sol em linguiça de carne suína mostrou-se como uma fonte antioxidante natural viável com melhor desempenho na forma em pó.

Palavras-Chave: Antioxidante natural. Linguiça de carne suína. Cogumelo do sol. Oxidação.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Food Science and Technology
Federal University of Santa Maria

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SUN MUSHROOM (*Agaricus blazei* Murril) AND ITS APPLICATION IN FRESH PORK SAUSAGE

Author: Flávia Santi Stefanello

Advisor: Ernesto Hashime Kubota

Date and Defense place: Santa Maria, January 25th, 2013.

This study aimed to verify the antioxidant activity of sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) and its antioxidant effect in pork sausage. First drawn up the hydroethanolic extracts with different extraction times and temperatures, making the characterization of the total phenolics composition and antioxidant activity in vitro. After the extracts obtained at 70 ° C for 60 minutes at concentrations of 0%, 0.5%, 1.0% and 2.0% and also the sun mushroom powder, at concentrations of 0% , 1.0%, 2.0% and 4.0% were applied to pork sausage. Moisture, protein, ash and fat was analysed to characterize the products and every seven days was performed the analyzes of pH, color, TBARS values and microbiological counts. Sensory analysis was assessed by testing the acceptability through a hedonic scale with seven points and the purchase intent test. The results on the chemical composition, as well as the microbiological analysis for coagulase positive *Staphylococcus*, Coliforms at 35 ° C and 45 ° C, *Salmonella* and *Clostridium* sp sulfite reducer were in compliance with Brazilian legislation. With respect to product color, those treatments added sun mushrooms, both in extract form as powder, exhibited a yellowish color. At the end of the storage (21 days), the amount of TBARS for the sausages added with 2.0% of the sun mushroom extract was 0.705 ± 0.01 mg MDA/kg of sample and control 1.097 ± 0.11 mg MDA/kg of sample, while the 35th day, the amount of TBARS for sausages added with 1.0%, 2.0% and 4.0% sun mushroom powder was 0.604 ± 0.12 , 0.585 ± 0.11 , 0.509 ± 0.12 mg MDA/Kg of sample, respectively, and control 1.131 ± 0.12 mg MDA/Kg of sample. The sun mushroom has no effect on the microbiological stability during storage, as assessed by counting the total mesophilic aerobic and psychrotrophic microorganisms. Regarding sensory characteristics showed good acceptability by consumers. Thus, it is concluded that the hydroethanolic extract of sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) proved to be effective on the oxidative stability of pork sausage when added in a concentration of 2.0% by extending the shelf life up to 21 days storage, while in powder form was shown to be effective when added at a concentration of 1.0%, 2.0% and 4.0%, extending the shelf life up to 35 days under conditions of packaging permeable to oxygen and temperature cooling (+ 4 ° C) with a viable applicability as a natural antioxidant source with better performance in powder form.

Keywords: Natural antioxidant. Pork sausage. Sun mushroom. Oxidation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual nas diferentes grandes regiões do Brasil no período de 2008-2009	13
--	----

MANUSCRITO 1

Tabela 1 – Composição centesimal do cogumelo do sol desidratado (<i>Agaricus blazei</i> Murril).....	34
Tabela 2 – Fenólicos totais do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (expresso em mg fenólicos totais/g de cogumelo do sol desidratado) obtidos em diferentes temperaturas e tempos de extração	34
Tabela 3 – Concentração de extrato de cogumelo do sol necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (expresso em mg/ml)	35

MANUSCRITO 2

Tabela 1 – Formulação de linguiça de carne suína	41
Tabela 2 – Composição centesimal da linguiça de carne suína armazenada a 4°C	44
Tabela 3 – Valores de pH da linguiça de carne suína durante o período de armazenamento a 4°C	45
Tabela 4 – Valores de TBARS (mg MDA/Kg de amostra) das amostras de linguiça de carne suína durante o período de armazenamento a 4°C	46
Tabela 5 – Parâmetros de cor instrumental (L*, a*, b*, C* e h*) da linguiça de carne suína durante o período de armazenamento a 4°C	48
Tabela 6 – Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicotróficos (Log UFC/g) em amostras de linguiça de carne suína durante o período de armazenamento a 4°C	51
Tabela 7 – Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i> , Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a 45°C, <i>Salmonella</i> e <i>Clostridium sulfito redutor</i> em amostras de linguiça de carne suína ao início do período de armazenamento a 4°C	53
Tabela 8 – Médias das notas atribuídas para as linguiças de carne suína utilizando escala hedônica de 7 pontos	54

MANUSCRITO 3

Tabela 1 – Formulação de linguiça de carne suína	66
--	----

Tabela 2 – Composição centesimal da linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) armazenada a 4°C	69
Tabela 3 – Valores de pH da linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) armazenada a 4°C	70
Tabela 4 – Valores médios de TBARS (mg MDA/Kg de amostra) das amostras de linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) durante o período de armazenamento a 4°C	71
Tabela 5 – Parâmetros de cor instrumental (L*, a*, b*, C* e h*) da linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) durante o período de armazenamento a 4°C	73
Tabela 6 – Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicotróficos em amostras de linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) durante o período de armazenamento a 4°C	76
Tabela 7 – Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i> , Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a 45°C, <i>Salmonella</i> e <i>Clostridium sulfito redutor</i> em amostras de linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) ao início do período de armazenamento a 4°C	78
Tabela 8 – Médias das notas atribuídas para as linguiças de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (<i>Agaricus blazei</i> Murril) utilizando escala hedônica de 7 pontos	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Linguiça de carne suína	12
3.2 Oxidação lipídica	13
3.3 Antioxidantes naturais	15
3.4 Cogumelo do sol (<i>Agaricus blazei</i> Murril)	16
4 ARTIGOS CIENTÍFICOS	20
4.1 Manuscrito 1 – Determinação de fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante <i>in vitro</i> de cogumelo do sol (<i>Agaricus blazei</i> Murril) cultivado na região central do Rio Grande do Sul	20
4.2 Manuscrito 2 – Efeito do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (<i>Agaricus blazei</i> Murril) sobre as características da linguiça frescal de carne suína armazenada sob refrigeração.....	36
4.3 Manuscrito 3 – Estabilidade físico-química e microbiológica durante o armazenamento de linguiça frescal de carne suína adicionada de cogumelo do sol (<i>Agaricus blazei</i> Murril) em pó.....	61
5 CONCLUSÕES	86
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7 APÊNDICE	93

1 INTRODUÇÃO

Os lipídeos desempenham um importante papel no que diz respeito à qualidade dos produtos alimentares, particularmente em relação às propriedades organolépticas que os tornam desejáveis (*flavor*, cor e textura). Além disso, conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácidos linoléico, linolênico e araquidônico) e de vitaminas lipossolúveis (A,D,E,K) (ARAÚJO, 2006).

Apesar dos lipídeos serem importantes componentes dos produtos cárneos, conferindo características desejáveis, estes são facilmente oxidáveis. A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável em sistema natural, com uma implicação direta no valor comercial dos lipídeos e de todos os produtos que a partir deles são formulados (OLIVO, 2006).

A prevenção da oxidação lipídica é umas das buscas da indústria cárnea, já que a mesma é capaz de reduzir a vida de prateleira de produtos cárneos, uma vez que acelera a sua descoloração e resulta no desenvolvimento de *off-flavor*, que compromete a aceitabilidade do consumidor (DESCALZO; SANCHO, 2008), e, ainda, acarreta na destruição de constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos (VALENZUELA; NIETO, 1996), além da formação de compostos tóxicos durante o processamento (DEJONG; LANARI, 2009).

Atualmente, a adição de antioxidantes em alimentos constitui a prática mais comum na indústria para aumentar a estabilidade dos lipídeos, sendo definidos como substâncias que, quando presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, são capazes de preservar os alimentos através do retardo das reações indesejáveis (ADEGOKE et al., 1998). Desta forma, a deterioração da qualidade devido à oxidação lipídica pode ser prevenida através da utilização de antioxidantes sintéticos tais como butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) e terc-butilhidroquinona (TBHQ), amplamente utilizados em produtos cárneos (VALENCIA; ANSONERA; ASTIASARAN, 2007).

Nas duas últimas décadas, o interesse no uso de antioxidantes naturais em alimentos aumentou drasticamente, devido a possíveis efeitos carcinogênicos relatados pelo uso de antioxidantes sintéticos (GEORGANTELIS et al., 2007; FELLEBERG; SPEISKY, 2006), bem como pela comprovação de diversos outros efeitos patológicos (SOARES, 2002), além

do consenso de que alimentos ricos em antioxidantes naturais podem atenuar a patologia de doenças crônicas (BERNARDINI et al., 2011).

Existe um crescente interesse por antioxidantes encontrados em plantas, devido à tendência mundial pelo uso de aditivos naturais em alimentos (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNY, 2006). Demonstrou-se que várias plantas ou seus extratos fenólicos, como alecrim (McCARTHY et al., 2001) casca de batata (KANATT et al., 2005), chá de catequinas (RABABAH et al., 2004), amora silvestre e beterraba (REY et al., 2005), canola e casca de pinheiro (VUORELA et al., 2005) são eficientes antioxidantes lipídicos em carne.

Alguns cogumelos apresentam importantes propriedades terapêuticas sendo tradicionalmente utilizados na medicina oriental. Investigações científicas têm mostrado a ação de diferentes metabólitos destes cogumelos sobre diversas enfermidades como asma alérgica, dermatite atópica, doenças inflamatórias, aterosclerose, hiperglicemia, trombose, tuberculose, vírus da imunodeficiência humana e câncer (TAVEIRA; NOVAES, 2007).

Ainda, vários gêneros de cogumelos comestíveis podem ser uma fonte viável e econômica de antioxidantes na dieta, tais como polifenóis, fornecendo outra razão para incorporar cogumelos na dieta humana (DUBOST; OU; BEELMAN, 2007), uma vez que o consumo de cogumelos pode dar certo nível de proteção a saúde contra danos oxidativos (WONG; CHYE, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar a atividade antioxidante do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) e seu efeito antioxidante em linguiça de carne suína.

2.2 Objetivos Específicos

- Obter e determinar fenólicos totais do extrato hidroalcoólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril);

- Avaliar a atividade antioxidante *in vitro* do extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) e em forma de pó;
- Avaliar o efeito do extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em diferentes concentrações na estabilidade oxidativa da linguiça de carne suína;
- Avaliar o efeito do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó em diferentes concentrações na estabilidade oxidativa da linguiça de carne suína;
- Verificar o efeito do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) na forma de extrato e em pó sobre as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais da linguiça de carne suína.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Linguiça de carne suína

Desde remota antiguidade, o homem vem fabricando diferentes tipos de embutidos cárneos, na busca de conservar a carne e fornecer um produto à altura das expectativas do consumidor (MILANI et al., 2003). Dentre os embutidos cárneos de amplo consumo no país, destaca-se a linguiça, produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). Geralmente, este produto utiliza-se de tripas ou envoltórios naturais, que podem ser definidos como a subcamada da mucosa remanescente após a etapa de higienização de estômago, intestino, trato urinário ou reto (WIJNKER; KOOP; LIPMAN, 2006).

De acordo com Brasil (2000), a classificação do produto cárneo industrializado linguiça é variável de acordo com a tecnologia de fabricação, podendo tratar-se de um produto fresco, produto seco, curado e/ou maturado, produto cozido e outros. No Brasil, a linguiça frescal é um dos produtos cárneos mais consumidos (IBGE, 2010). De acordo com pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a aquisição alimentar domiciliar *per capita* anual, avaliada nas diferentes grandes regiões do Brasil – Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste – no período de 2008-2009, demonstra que dentre os produtos cárneos hambúrguer, linguiça, mortadela, presunto, salame e salsicha, a linguiça é o

produto de maior aquisição *per capita* anual (kg) em todas as grandes regiões do Brasil, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Aquisição alimentar domiciliar *per capita* anual nas diferentes grandes regiões do Brasil no período de 2008-2009

Produtos Cárneos	Aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual (kg)					
	Brasil	Grandes Regiões do Brasil				
		Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Hambúrguer	0,220	0,055	0,130	0,326	0,226	0,121
Linguiça	2,092	1,423	0,971	2,902	2,424	1,840
Mortadela	0,827	0,815	0,668	0,731	1,599	0,467
Presunto	0,477	0,243	0,233	0,629	0,657	0,450
Salame	0,152	0,018	0,101	0,137	0,398	0,087
Salsicha	1,154	0,677	0,712	1,426	1,763	0,609

Fonte: IBGE, 2010

Devido ao alto teor de gordura, a natureza das matérias-primas e a falta de tratamento térmico, a linguiça é propensa a deterioração por ambas, a oxidação lipídica e a contaminação microbiana (GEORGANTELIS et al., 2007). Uma das alternativas para a conservação é a refrigeração, empregando-se, geralmente, a temperatura de 2 a 4° C. Entretanto, na prática a durabilidade dos produtos refrigerados não é muito extensa, chegando ao máximo de 20 dias quando possui aditivos, condimentos esterilizados e boas práticas de fabricação (PRANDL et al., 1994).

A carne suína, matéria-prima principal da linguiça, quando testada com conservantes naturais como o alecrim, sálvia, manjericão e gengibre obtiveram resultados positivos quanto à manutenção da cor e à estabilidade lipídica (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

3.2 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica ou rancificação oxidativa ocorre pela degradação dos ácidos graxos polinsaturados (PUFA). As transformações geradas pela oxidação resultam em produtos residuais, tais como aldeídos, cetonas, ácidos, alcoóis, hidrocarbonetos e, entre estas,

as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e produtos voláteis de lipídios levando a uma perda na qualidade nutricional ou sensorial do alimento (ESTÉVES et al., 2007; BOBBIO; BOBBIO, 2001). Este conjunto de alterações é um processo irreversível que contribui para o desenvolvimento de características organolépticas inaceitáveis (GEORGANTELIS et al., 2007).

A reação em cadeia de radicais livres, neste tipo de oxidação, se dá em três etapas ou fases que são distinguíveis pelos produtos formados e pelas características organolépticas de cada uma das fases. Na primeira fase, inicial ou de indução, não há cheiro ou gosto de ranço, formando-se os primeiros radicais livres; na segunda fase ou de propagação, já apresenta cheiro e odor que tendem a aumentar rapidamente. Também há um aumento da quantidade de peróxidos e de seus produtos de decomposição; na terceira fase ou terminação, ocorrem cheiro e sabor fortes, alterações da cor e da viscosidade do lipídio, bem como da sua decomposição. Além das alterações já citadas, a rancificação oxidativa pode provocar alterações em outros componentes do alimento pela ação oxidante dos peróxidos sobre as vitaminas, carotenóides, proteínas e outros componentes oxidáveis do alimento, alterando o seu valor nutricional (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana. Além da alteração de odor e gosto, ela está relacionada também com a oxidação dos pigmentos da carne, provocando perda de cor. Alguns fatores afetam o processo de oxidação, entre eles, fatores ambientais (umidade, temperatura, luz e oxigênio), presença de metais (cobre, ferro e manganês), enzimas e pigmentos (PINO, 2005).

Algumas estratégias são utilizadas para impedir a oxidação lipídica, dentre elas, pode-se citar a utilização de embalagens a vácuo restringindo o acesso ao oxigênio durante o armazenamento e o uso de antioxidantes (TANG et al., 2001). Os antioxidantes são adicionados a produtos frescos e em carnes processadas para prevenir o ranço oxidativo, retardar o desenvolvimento de *off-flavor* e melhorar a estabilidade de cor (NAM; AHN, 2003). Dentre os antioxidantes sintéticos mais utilizados pode-se citar o BHA (butil hidroxianisol), BHT (butil hidroxitolueno), GP (galato de propila) e TBHQ (terc-butil hidroquinona) (RAMALHO; JORGE, 2006). Como propriedades cancerígenas foram relatadas por alguns antioxidantes sintéticos, o emprego destes compostos tem sido alvo de questionamentos, motivando a busca de antioxidantes naturais, que possam atuar isolados, ou sinergicamente, com outros aditivos, em substituição aos sintéticos (SOARES, 2002).

A exigência dos consumidores e a preocupação constante de proporcionar aos

mesmos, produtos de alta qualidade levaram à adoção de medidas que permitam retardar o fenômeno de oxidação durante as fases de processamento e armazenagem dos produtos. Deste conjunto de ações, a adição de compostos antioxidantes é, sem dúvida, uma prática bastante eficiente, razão que justifica o atual interesse pela pesquisa de novos compostos naturais com capacidade antioxidante. O baixo custo de obtenção, facilidade de emprego, eficácia, termo-resistência e ausência reconhecida de toxicidade, são premissas para a sua seleção e utilização a nível industrial (CASTERA-ROSSIGNOL; BOSQUE, 1994).

3.3 Antioxidantes naturais

Antioxidantes são substâncias capazes de sequestrar ou impedir a formação de radicais livres. O mecanismo de ação dos antioxidantes está bem elucidado, isto é, para que um composto seja eficiente na redução das reações da autooxidação é necessário que ele iniba a formação de radicais livres na iniciação da cadeia de oxidação ou interrompa a sua propagação (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2007).

Para proteger os lipídios e evitar a deterioração sensorial e aparente, as indústrias alimentícias têm feito uso de vários aditivos alimentares com propriedades antioxidantes. Entretanto, a conscientização dos consumidores dos riscos à saúde provocados pelos aditivos, resultou em indicações às indústrias alimentícias para se evitar o uso de aditivos sintéticos, e desta forma estuda-se a possibilidade do uso de aditivos naturais ou métodos alternativos para extensão da vida-de-prateleira, aumentar a segurança e evitar os danos da oxidação lipídica (GEORGANTELIS et al., 2007).

O uso de conservantes naturais para aumentar a vida útil dos produtos de carne é uma tecnologia promissora, uma vez que muitas substâncias vegetais possuem propriedades antioxidante e antimicrobiana. Os ingredientes funcionais em produtos cárneos podem melhorar a qualidade nutricional e prolongar a vida de prateleira (FERNÁNDEZ-GINÉZ et al., 2005). Conforme Lee & Lee (2010) os compostos fenólicos do extrato de folhas de oliveira apresentam forte atividade antimicrobiana e antioxidante *in vitro*, sugerindo que as folhas de oliveira possuem ótimo potencial como um ingrediente de alimentos funcionais.

Extratos das plantas ricas em polifenóis são boas opções, pois eles são facilmente obtidos a partir de fontes naturais e que auxiliam contra a oxidação lipídica em produtos alimentícios. Entre os antioxidantes naturais mais utilizados podem ser citados tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia (WARNER; NEFF; ELLER,

2003).

A atividade antioxidante dos extratos de aipo e acelga foi superior à do nitrato e eritorbato de sódio nas amostras controle durante a produção de salame tipo italiano através de cura natural com estes dois tipos de extratos, mostrando-se eficientes no controle da oxidação lipídica durante o armazenamento (BIASI, 2010). Conforme Backes (2011), a substituição de 15% de toucinho suíno por emulsão contendo óleo de canola permitiu a produção de salames diferenciados, visto que manteve os atributos sensoriais, assim como a segurança microbiológica e a estabilidade oxidativa semelhante ao embutido padrão ao final do período de processamento.

Em produtos inovadores como demonstra os resultados obtidos em estudo com embutido emulsionado com adição de isolado protéico de pescado e antioxidante natural de marcela (*Achyrocline satureioides*) indicam que o extrato hidro-etanólico de marcela se mostrou um antioxidante efetivo na inibição da oxidação lipídica em embutido emulsionado de pescado (PALEZI, 2011). Assim como em estudo desenvolvido por Oliveira (2011) o extrato obtido da erva-cidreira-de-arbusto (*Lippia Alba (Mill) NE Brown*) demonstrou ser efetivo como agente inibidor da oxidação lipídica no embutido cozido a base de carne ovina de descarte, sendo possível elaborar um produto cárneo inovador que apresenta características semelhantes aos apresuntados comerciais.

Em linguiças, produto deste estudo, os extratos hidroetanólicos e purificados de erva-mate e de marcela foram eficazes na redução da oxidação lipídica de linguiça toscana durante o armazenamento refrigerado e não interferiram nos outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos, fornecendo produtos mais seguros aos consumidores (BRUM, 2009). Conforme Alves (2009) as adições de extrato de chá verde e de extrato aquoso de própolis em linguiças toscana também foram eficientes na inibição da oxidação lipídica durante o armazenamento refrigerado por 20 dias e não afetaram as características físico-químicas do produto e o extrato aquoso de própolis, em específico, mostrou-se eficiente no controle microbiológico de microrganismos aeróbios mesófilos durante os dias de armazenamento.

3.4 Cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril)

A espécie *Agaricus blazei* foi descrita, pela primeira vez, por Murrill, em 1945 e coletada em Gainesville, na Flórida (EUA). Os espécimes coletados no Brasil foram descritos por Heinemann (1993), que os identificou como da mesma espécie encontrada nos EUA. A

denominação dessa espécie de cogumelos comestíveis apresenta muitas divergências. No Japão este cogumelo é conhecido como cogumelo “Himematsutake” e nos Estados Unidos como cogumelo “Royal Agaricus”, “Royal Sun Agaricus” ou “Almond Portobello”. No Brasil é popularmente conhecido como cogumelo do sol, cogumelo Piedade, cogumelo de Deus, *Agaricus blazei* Murill (sensu Heinemann) e, mais recentemente, Champignon do Brasil (AMAZONAS; SIQUEIRA, 2004).

O cogumelo do sol é de ocorrência natural nas regiões serranas da Mata Atlântica do sul do Estado de São Paulo e foi descoberto na cidade de Piedade em 1960, e enviado para o Japão, em 1965, para o estudo das suas propriedades medicinais (HERRERA, 2001; EIRA, 2003). Com a descoberta das suas propriedades anti-tumorais, comprovadas em cobaias, o Japão passou a importar esse cogumelo do Brasil. Devido ao seu elevado preço no mercado internacional, muitas empresas e produtores rurais passaram a buscar nesse cogumelo uma nova alternativa de renda (DIAS; ABE; SCHWAN, 2004).

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de cogumelo do sol por ser uma espécie nativa, apresentando as condições climáticas favoráveis para o seu cultivo (TOMIZAWA et al., 2007). Do total da produção nacional, 80% são destinados à exportação, principalmente para o Japão, e 20% são comercializados no mercado interno. Destes, cerca de 60% são vendidos pela Internet apenas desidratados (em pó ou fatiados), por intermediários ou pelo próprio produtor. Os 40% restantes são destinados às indústrias, onde são transformados em extratos ou comprimidos e comercializados em farmácias (em geral nas que comercializam produtos naturais), por *telemarketing* ou pela *Internet* (HERRERA, 2001).

Os cogumelos por sua composição química constituem um alimento com excelente valor nutritivo, pois apresentam alto teor de proteínas e fibras alimentares, além de conter baixo teor de lipídeos e uma considerável quantidade de fósforo (FURLANI; GODOY, 2007). Todas as espécies de cogumelos comestíveis podem ser consideradas como alimentos adequados para serem incluídos na dieta humana, devido à seu alto conteúdo de proteínas e de carboidratos e baixo teor de gordura (VAZ et al., 2011b).

As espécies utilizadas para consumo ou para fins terapêuticos não são capazes de causar danos a saúde, sendo somente relatados casos de hipersensibilidade. Dados sobre fontes de contaminação na produção e processamento das espécies comestíveis são limitados, porém os estudos encontrados mostram certa uniformidade de informações, afirmando que não foram descritos casos de intoxicação em seres humanos. A ingestão acidental de espécies venenosas pode ser perigosa e constitui um alerta para a correta identificação dos cogumelos comestíveis (TAVEIRA; NOVAES, 2007).

Contrastante com países da América do Norte, Europa e Ásia, o consumo de cogumelos no Brasil tem sido geralmente restrito a pequenas comunidades étnicas ou para grupos de status econômico e cultural. Embora plantas medicinais são amplamente utilizadas no Brasil, não há o uso tradicional de cogumelos na medicina prática brasileira, embora recentemente tem havido um maior interesse no seu consumo com a consciência crescente do isolamento de substâncias com propriedades medicinais de várias espécies de cogumelos (DIAS; ABE; SCHWAN, 2004).

As espécies de cogumelos também podem ser utilizadas como uma potencial fonte de antioxidantes naturais, como possível aditivo alimentar, na indústria farmacêutica (ELMASTAS et al., 2007), bem como no desenvolvimento de nutracêuticos (OKE; ASLIM, 2011). De acordo com Silva et al. (2009) o extrato de cogumelo atua como um agente antioxidante natural promissor e sua ação é mais eficiente que o antioxidante sintético BHT (butilhidroxitolueno).

Os cogumelos comestíveis podem ser usados diretamente na dieta humana para combater o *stress* oxidativo, levando vantagem sobre os efeitos sinérgicos e/ou aditivos de todos os compostos fenólicos presentes neles (LIU, 2004), enquanto que as espécies não comestíveis podem representar uma fonte de compostos fenólicos extraídos para serem utilizados como aditivos na indústria de alimentos ou como componentes de formulações de produtos farmacêuticos e cosméticos, devido às suas propriedades antioxidantes conhecidas (VAZ et al., 2011a).

A atividade antioxidante dos extratos de cogumelo é dependente da concentração, com forte inibição da oxidação lipídica em maiores concentrações dos extratos, na maioria dos casos. Os possíveis mecanismos da atividade antioxidante destes extratos incluem a eliminação de radicais livres gerados durante a peroxidação lipídica, por exemplo, por radicais peróxidos, possivelmente através da capacidade de doação de hidrogênio (CHEUNG; CHEUNG; OOI, 2003). Segundo Elmastas et al. (2007), os vários mecanismos antioxidantes de extratos de espécies de cogumelos pode ser atribuído à forte capacidade de doar hidrogênio, a capacidade quelante de metais e sua eficácia como bom ligador de superóxido e radicais livres.

Em geral, há uma correlação entre a atividade antioxidante mais elevada e a maior quantidade de fenólicos totais encontrada nos extratos de cogumelo. Embora outros antioxidantes estejam provavelmente presentes nestes extratos, os compostos fenólicos representam uma contribuição significativa para a atividade antioxidante de cogumelos (CHEUNG; CHEUNG; OOI, 2003). Dessa forma, os compostos fenólicos parecem ser os

principais componentes responsáveis pela atividade antioxidante de todos os extratos de espécies de cogumelos (ELMASTAS et al., 2007), sendo possível aumentar a quantidade de compostos fenólicos livres através da ruptura das paredes celulares pela aplicação de vapor, aumentando a atividade antioxidante do cogumelo, devido à liberação de maiores quantidades destes compostos (JU et al., 2010).

Segundo Oke & Aslim (2011), a catequina, o ácido gálico e o ácido caféico são os componentes fenólicos mais importantes nos extratos de cogumelos, além dos extratos metanólicos de cogumelos estudados apresentar conteúdo de ácido ascórbico e carotenóides, tornando-os antioxidantes *in vitro* muito eficazes, bem como conteúdo de tocoferóis relatado por Vaz et al. (2011b).

Dentre as propriedades do cogumelo do sol, ressalta-se que possuem propriedades antioxidantes excelentes. Além disso, a atividade antioxidante do cogumelo do sol γ -irradiado é significativamente superior ao controle não-irradiado, evidenciando que a γ -irradiação mantém as propriedades antioxidantes e também melhora estas propriedades em certa medida (HUANG; MAU, 2006). O consumo de ambos os corpos de frutificação de cogumelo do sol, jovens e maduros, pode ser igualmente benéfico para a proteção antioxidante humana, já que o conteúdo total de compostos fenólicos entre os dois estágios não apresentam diferença (SOARES et.al., 2009).

4 ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1 Manuscrito 1

**DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril)
CULTIVADO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Submetido à revista*

* O manuscrito está formatado conforme as normas exigidas pela Revista Química Nova

**DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril)
CULTIVADO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Flávia Santi Stefanello^{1*}, Carlos Pasqualin Cavalheiro¹, Fernanda Luísa Ludtke², Mariana dos Santos da Silva³, Ernesto Hashime Kubota⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

² Graduanda em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

³ Graduanda em Farmácia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

⁴ Prof. Associado Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Centro de Ciências Rurais (CCR), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

**DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril)
CULTIVADO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

ABSTRACT

The sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) is widely consumed due to its medicinal properties. The main antioxidants compounds are phenolics. This study evaluated the total phenolic content and antioxidant activity in vitro of sun mushroom grown in the central region of Rio Grande do Sul, through different times and temperatures of extraction. The samples were analyzed for proximate composition, obtaining the extract, determination of total phenolic content and antioxidant activity. The results show that the sun mushroom appears as a potential antioxidant agent, obtaining best results when subjected to a temperature of 70 ° C for 60 minutes extraction.

KEY-WORDS: sun mushroom; total phenolic content; antioxidant activity.

INTRODUÇÃO

A implicação de estresse oxidativo e nitrosativo na etiologia e na progressão de várias doenças clínicas aguda e crônica tais como o câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, levou à sugestão de que os antioxidantes naturais podem ter benefícios de saúde como agentes profiláticos. Estes antioxidantes podem ajudar o sistema de defesa endógeno, assumindo grande importância como possível agente protetor, reduzindo os danos oxidativos.¹

Muitas espécies de frutas, legumes, ervas, cereais, brotos e as sementes têm sido investigadas para a atividade antioxidante durante a última década.^{2,3} Os cogumelos acumulam uma variedade de metabólitos secundários tais como compostos fenólicos, polipeptídeos, terpenos e esteróides possivelmente envolvidos em seus efeitos medicinais.⁴ Frente a este cenário, a possibilidade de incluir cogumelos na nossa dieta pode fornecer benefícios desejáveis para a saúde, para além da nutrição básica.⁵

O cogumelo brasileiro *Agaricus blazei* Murill (AbM) provoca interesse da mídia e da comunidade científica. Conhecido como "cogumelo do sol" e "Himematsutake", é consumido pela população como alimento e chá medicinal, popularmente usado para combater várias doenças, incluindo o câncer.⁶ A forte atividade imuno-estimulante de AbM foi provada,⁷ bem como os seus efeitos antitumorais em modelos de ratos e de culturas de células de câncer.⁸

Os antioxidantes encontrados em cogumelos são principalmente compostos fenólicos, tendo sido quantificados em diferentes espécies encontradas em todo o mundo.⁵ Quanto ao acúmulo destes compostos, o conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante foram estimados e comparados em fases jovens e maduras de corpos de frutificação de AbM não obtendo-se diferença entre elas.⁹ Por outro lado, a composição nutricional e componentes antioxidantes de AbM, incluindo os fenólicos totais podem diminuir quando submetidos a tratamentos térmicos.¹⁰

Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi determinar o teor de fenólicos totais e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* dos extratos de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) cultivado na região central do Rio Grande do Sul, mediante diferentes tempos e temperaturas de extração.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cogumelo do sol utilizadas neste estudo foram fornecidas por um estabelecimento comercial produtor, localizado na cidade de Santa Maria (RS) sob a forma de basidiocarpos imaturos, previamente desidratados. As amostras foram moídas em moinho analítico refrigerado (4°C) (Quimis, modelo Q 298A21, Diadema, Brasil) e acondicionadas em recipientes fechados, ao abrigo da luz e em freezer (-12°C) até o momento de serem utilizadas.

Para a determinação da composição centesimal as amostras de cogumelo do sol foram submetidas a secagem em estufa a 105°C para a análise de umidade, para cinzas à 550°C e proteínas pelo método de Kjeldhal segundo metodologia descrita pela *Association Of Official Analytical Chemists*.¹¹ A gordura foi realizada segundo método descrito por Bligh & Dyer (1959).¹²

Os extratos de cogumelo foram preparados a partir do pó previamente moído, pesado (6g) em um béquer e adicionado de álcool de cereais 80% (60 mL) na proporção 1:10 (p/v). Em seguida esta mistura foi levada ao banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10, Piracicaba, Brasil) com temperatura de 50 e 70°C e submetida a agitação constante utilizando agitador mecânico (Marconi MA-039, Piracicaba, Brasil) variando o tempo de extração em 15, 30 e 60 minutos. Após, os extratos foram filtrados em papel filtro e as soluções resultantes acondicionadas em frascos âmbar e armazenados em freezer (-12 °C) até o momento das análises.

Para a estimativa de fenólicos totais utilizou-se o reagente Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventos (1999).¹³ Em um balão volumétrico os extratos foram diluídos em álcool de cereais 80% na proporção 1:25 (v/v). Posteriormente uma alíquota (0,2 mL) da solução foi misturada a 1 mL de reagente de Folin-Ciocalteu 2 N (diluído 1:10). Posteriormente aguardou-se 8 minutos no escuro e adicionou-se 0,8 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 7,5%. Após a incubação a temperatura ambiente (25°C) por 2 horas, a absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro (SP-220 marca Biospectro, São Paulo, Brasil).

Os resultados do teor de compostos fenólicos totais foram expressos em miligramas de fenólicos por grama de extrato seco de cogumelo do sol (mg fenólicos totais/g de cogumelo do sol), baseados em uma curva de calibração expressa em equivalentes de ácido gálico construída com concentrações que variam de 0 a 70 mg/g. As análises foram realizadas em triplicata e os valores são apresentados como a média (\pm desvio padrão).

A atividade antioxidante dos compostos presentes nos extratos de cogumelo foi determinada por meio da capacidade sequestrante do radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) segundo metodologia descrita por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995).¹⁴ A técnica consistiu na incubação por 30 minutos, de 5 mL de uma solução etanólica (80% v/v) de DPPH 0,1 mM com 5 mL de soluções contendo concentrações crescentes de extrato hidroalcoólico de cogumelo do sol (0,3; 0,6; 1,25; 2,5; 5,0; 10; 15; 20; 25; 30; 35 e 40 mg/mL).

A solução “controle” consistiu de DPPH 0,1 mM em etanol 80% (v/v) e a solução “branco” de solvente etanol (80% v/v). Após incubação foram realizadas as leituras das amostras em espectrofotômetro (SP- 220 marca Biospectro, São Paulo, Brasil) em comprimento de onda de 517nm. A porcentagem de atividade antioxidante (AA%) foi calculada através do percentual de captação do radical DPPH, conforme a Equação 1:

$$AA\% = 100 - \{[(Abs. amostra - Abs. branco) \times 100] \div Abs. controle\} \text{ Equação (1)}$$

Após calculou-se a concentração necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC₅₀) através de equação da reta obtida dos valores da absorbância (AA%) das concentrações crescentes de extrato hidroalcoólico de cogumelo do sol, substituindo o valor de Y por 50, obtendo-se o valor de X como a concentração corresponde.

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de variância (ANOVA) de uma via e teste de comparação de médias (Tukey), utilizando nível de significância de 5%. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS 17.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal do cogumelo do sol desidratado (*Agaricus blazei* Murril) está representada na Tabela 1. O teor de proteína bruta foi de 31,31 g % ($\pm 0,0060$) e o de lipídeos foi de 4,05 g % ($\pm 0,0069$) sendo observado elevado teor de proteínas e baixo de lipídeos, não diferindo de outros cogumelos comestíveis.¹⁵

Os cogumelos desidratados também são excelentes fontes de fibras alimentares conforme observado na Tabela 1, em que o valor encontrado foi de 29,79 g % ($\pm 0,0058$), além de minerais ($6,91 \pm 0,0002$ g %), corroborando com outros valores relatados.¹⁶

Os cogumelos apresentam um alto teor de umidade, caracterizando-se como um produto altamente perecível.¹⁷ O processo de desidratação tem a finalidade de reduzir a umidade do produto, proporcionando armazenagem prolongada, segura e livre da contaminação por microrganismos. Os cogumelos frescos chegam a apresentar umidade inicial de 85 a 95% e, quando desidratados, de 5 a 20%,¹⁸ confirmados pelo resultado encontrado neste estudo em que o valor da umidade do cogumelo desidratado foi de 5,86 g % ($\pm 0,0007$).

Diversos estudos, assim como este, têm comprovado que o valor nutritivo de cogumelo é considerado de qualidade para uma dieta balanceada e a sua utilização como alimento funcional tem aumentado expressivamente nos últimos anos. O cogumelo do sol vem se destacando por apresentar além das suas propriedades nutricionais e medicinais, um agradável sabor amendoado e textura muito melhor que as demais espécies de cogumelos comestíveis.^{16, 19}

A busca de um método de extração de compostos fenólicos prático e eficiente é um processo constante nas avaliações de compostos bioativos, onde diversos parâmetros devem ser observados, podendo ser influenciados pelo solvente, tempo e altas temperaturas.²⁰ A mistura hidroalcoólica etanol e metanol são as mais utilizadas para extração de compostos fenólicos.²¹

Os valores de fenólicos totais do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol, expresso em mg fenólicos totais/g de cogumelo do sol desidratado estão representados na Tabela 2, considerando as variações de tempo e temperatura utilizadas durante a extração.

De acordo com os resultados (Tabela 2) pode-se observar que o tempo de extração de 60 minutos foi o que apresentou o maior teor de fenólicos totais independentemente da temperatura de extração aplicada (50° C e 70°C) com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais tempos de extração.

Entretanto, os teores de compostos fenólicos totais não diferiram significativamente entre si no tempo de 60 minutos para as temperaturas de extrações de 50°C ($4,4143 \pm 0,533$) e de 70°C ($5,3387 \pm 0,048$). A melhor condição de tempo de extração de compostos antioxidantes do cogumelo do sol foi de 60 minutos,²² em concordância com os resultados obtidos neste estudo.

Foi encontrado valor de 2,552 mg fenólicos totais/g de extrato de cogumelo do sol (AbM) utilizando solvente metanol 50% com tempo de extração de 24 horas a temperatura

ambiente.¹⁰ Enquanto que, utilizando solvente metanol 70% no mesmo tempo de extração (24 horas) a temperatura ambiente foi encontrado valores de 0,83 a 42,21 mg fenólicos totais/g de extrato para diferentes cogumelos comestíveis (*Pleurotus porrigens*, *Hygrocybe conica*, *Xerula furfuracea*, *Schizophyllum commune*, *Polyporus tenuiculus* e *Pleurotus florida*), representando uma oscilação bastante acentuada, conforme cada tipo de cogumelo avaliado.

Utilizando a mesma concentração de solvente etanol (80%), mesmo tempo de extração (60 minutos) com temperatura de 60°C, foi relatado valor de 4,32 mg fenólicos totais/g de extrato para o cogumelo comestível Shiitake,²⁴ valor próximo ao encontrado para o cogumelo do sol neste estudo.

As variações encontradas nos teores dos compostos fenólicos totais ocorrem, devido às diferentes variações nas condições da extração, como tipo e concentração de solvente, proporção de amostra-solvente, temperatura e tempo de extração.²⁵ As diferenças de valores também podem estar relacionadas a fatores como o clima e o substrato de cultivo, além do tipo de cogumelo, entre outros.⁹

Os resultados obtidos na determinação da atividade antioxidante *in vitro* dos extratos de cogumelo do sol demonstrados através da concentração capaz de seqüestrar 50% do radical DDPH (IC₅₀) estão representados na Tabela 3.

Quanto menor o valor de IC₅₀, maior a atividade antioxidante do extrato, já que este valor representa a quantidade de extrato necessária para reduzir em 50% a atividade do radical livre, de forma que, valores de IC₅₀ acima de 25 mg/ml são considerados de baixo potencial antioxidante.²⁶

Os resultados (Tabela 3) para as análises *in vitro* realizadas com os extratos de cogumelo do sol neste estudo demonstraram valores de IC₅₀ menores para a temperatura de 70° C independentemente dos tempos de extração. Dessa forma, considerando esta

temperatura de extração, o valor mais baixo do IC₅₀ foi para o tempo de 60 minutos (15,7987 mg/ml).

Nestas condições a atividade antioxidante aumentou com a elevação da temperatura de extração de 50° C para 70° C, diferindo de outros trabalhos em que o tratamento térmico diminui a quantidade de fenólicos totais, bem como altera os tipos e a quantidade relativa destes compostos.¹⁰ Entretanto, corroboram com resultados de outros estudos, que determinaram a temperatura de 70° C como o limite máximo a ser empregado no processo extrativo para evitar a degradação, polimerização e oxidação de compostos fenólicos, fatores que resultariam na redução destes.^{27, 28}

A capacidade antioxidante do cogumelo do sol foi avaliada anteriormente apresentando valor de IC₅₀ de 3 mg de extrato/ml,⁹ em concordância com outro estudo que obteve 2,15 mg de extrato/ml,²⁹ representando uma capacidade antioxidante mais eficiente do que a encontrada neste trabalho. Entretanto, para cogumelos selvagens comestíveis, classificação que engloba o cogumelo estudado, a concentração de extrato necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC₅₀) foi em média de 20 mg de extrato/ml,²³ representando um valor aproximado ao encontrado, de 17,1284 mg de extrato/ml, considerando condições de extração semelhantes.

Cabe salientar que diferentes autores têm apresentado valores de IC₅₀ de antioxidantes naturais com grandes diferenças, dificultando a comparação dos resultados, provavelmente pelo fato de haver diferenças nas metodologias utilizadas para elaboração de extratos.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que o extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) apresenta-se como um potencial agente antioxidante *in vitro*, obtendo melhor resultado quando extraído em temperatura de 70° C durante 60 minutos,

apresentando-se numa relação diretamente proporcional entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L.; ABREU, R. M. V. Antioxidants in wild mushrooms. **Current Medicinal Chemistry**, v.16, p.1543-1560, 2009.
2. ELMASTAS, M.; DEMIRTAS, I.; ISILDAK, O.; ABOUL-ENEIN, H.Y. Antioxidant activity of S-carvone isolated from spearmint (*Mentha spicata* L.). **Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies**, v.29, p.1465–1475, 2006.
3. MOREIRA, L.; DIAS, L.G.; PEREIRA, J.A.; ESTEVINHO, L. Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p.3482–3485, 2008.
4. TURKOGLU, A.; DURU, E. M.; MERCAN, I. K.; GEZER, K. Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. **Food Chemistry**, v.101, p.267–273, 2007.
5. VAZ, J. A.; BARROS, L.; MARTINS, A.; MORAIS, J. S.; VASCONCELOS, M. H.; FERREIRA, I. C. F. R. Phenolic profile of seventeen Portuguese wild mushrooms. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 343-346, 2011.
6. LUIZ, R.C.; JORDÃO, B.Q.; EIRA, A.F.; RIBEIRO, L.R.; MANTOVANI, M.S. Mechanism of anticlastogenicity of *Agaricus blazei* Murill mushroom organic extracts in wild type CHO (K1) and repair deficient (xrs5) cells by chromosome aberration and sister chromatid exchange assays. **Mutation Research**, v.528, p.75–79, 2003.
7. ELLERTSEN, L.K.; HETLAND, G.; JOHNSON, E.; GRINDE, B. Effect of a medicinal extract from *Agaricus blazei* Murill on gene expression in a human monocyte cell line as

- examined by microarrays and immune assays. **International Immunopharmacology**, v.6, p.133–143, 2006.
8. HETLAND, G.; JOHNSON, E.; LYBERG, T.; BERNARDSHAW, S.; TRYGGESTAD, A.M.; GRINDE, B. Effects of the medicinal mushroom *Agaricus blazei* Murill on immunity, infection and cancer. **Scandinavian Journal of Immunology**, v.68, p.363–370, 2008.
 9. SOARES, A. A.; SOUZA, C. G. M.; DANIEL, F. M.; FERRARI, G. P.; COSTA, S. M. G.; PERALTA, R. M. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 112, p. 775–781, 2009.
 10. SUN, L.; ZHUANG, Y.; BAI, X. Effects of boiling and microwaving treatments on nutritional characteristics and antioxidant activities of *Agaricus blazei* Murril. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1209–1215, 2011.
 11. AOAC. Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
 12. BLIGH, E. C. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.
 13. SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol**, v. 299, p. 152-178, 1999.
 14. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.-The quantitative analysis of phenolic constituents. **Lebensm Wiss Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

15. AGAHAR-MURUKAR, D. & SUBBULAKSHMI, G. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. **Food Chemistry**, v.89, p.599-603, 2005.
16. CHANG, S.-T. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In: CHEUNG, P. C. K. **Mushrooms as functional foods**. New Jersey: Wiley-Interscience, p. 1-33, 2008.
17. BRAGA, G. C.; BIAGI, J. D.; SALIBE, A. B.; VALENTINI, S. R. T.; VICENTE, E. Variações de cor e atividade de água em *Agaricus blazei* desidratado e armazenado em diferentes embalagens plásticas. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 83-87, 2005.
18. SAMPAIO, S. M.; QUEIROZ, M. R. Influência do processo de secagem na qualidade do cogumelo Shiitake. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 570-577, 2006.
19. STIJVE, T.; PITTET, A.; ANDREY, D.; AMAZONAS, M. A. L. A; GOESSLER, W. Potential toxic constituents of *Agaricus brasiliensis* (*A. blazei* ss. Heinem.), as compared to other cultivated and wild-growing edible mushrooms. **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**, v. 99. n. 12, p. 475-481, 2003.
20. CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídeos. In: SIMÕES, M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.
21. KARACABEY, E.; BAYINDIRLI, L.; ARTIK, N.; MAZZA, G. Modeling solid-liquid extraction kinetics of trans-resveratrol and trans-e-viniferin from grape cane, **Journal of Food Process Engineering**, p.1-10, 2011.
22. MOURÃO, F.; UEMO, S. H.; TAKEMURA, O. S.; LINDE, G. A.; COLAUTO, N. B. Antioxidant activity of *Agaricus brasiliensis* basidiocarps on different maturations

- phases. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 197-202, 2011.
23. WONG, J. Y.; CHYE, F. Y. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 269–277, 2009.
24. DUBOST, N. J.; OU, B.; BEELMAN, R. B. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 105, p. 727–735, 2007.
25. MATA, A.T.; PROENÇA, C.; FERREIRA, A.R.; SERRALHEIRO, M.L.M.; NOGUEIRA, J.M.F. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of Five plants used as portuguese food spices. **Food Chemistry Barking**, v.103, n.3, p.778-786, 2006.
26. CAMPOS, L. M. A. S.; MICHIELIN, E. M. Z.; DANIELSKI, L.; FERREIRA, S. R. S. Experimental data and modeling the supercritical fluid extraction of marigold (*Calendula officinalis*) oleoresin. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 34, p. 163-170, 2005.
27. BASTOS, D. H. M.; SALDANHA, L. A.; CATHARINO, R. R.; SAWAYA, A. C. H. F.; CUNHA, I. B. S.; CARVALHO, P. O.; EBERLIN, M. N. Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from yerba mate (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts. **Molecules**, v.12, p.423-432, 2007.
28. SOBRINHO, T. J. S. P.; GOMES, T. L. B.; CARDOSO, K. C. M.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Otimização de metodologia analítica para o doseamento de flavonóides de *Bauhinia cheilantha*. **Quimica Nova**, v. 33, n. 2, p.288-291, 2010.
29. TSAI, S. Y.; TSAI, H. L.; MAU, J. L. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 1392-1402, 2007.

Tabela 1 – Composição centesimal do cogumelo do sol desidratado (*Agaricus blazei* Murril).

Composição Centesimal	g (%)
Umidade	5,86±0,0007
Proteína	31,31±0,0060
Cinzas	6,91±0,0002
Gordura	4,05±0,0069
Fibra	29,79±0058

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata

Tabela 2 – Fenólicos totais do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (expresso em mg fenólicos totais/g de cogumelo do sol desidratado) obtidos em diferentes temperaturas e tempos de extração.

Temperatura de extração	15 minutos	30 minutos	60 minutos
50°C	3,2940±0,005 ^{bA}	3,1014±0,077 ^{bA}	4,4143±0,533 ^{aA}
70°C	2,6131±0,140 ^{cB}	4,3199±0,397 ^{bA}	5,3387±0,048 ^{aA}

^a Médias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

^A Médias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata

Tabela 3 – Atividade antioxidante *in vitro* do extrato de cogumelo do sol determinada através da concentração necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (expresso em mg/ml).

Temperatura de extração	15 minutos	30 minutos	60 minutos
50°C	18,8378 ^{aA}	17,0950 ^{bB}	17,1284 ^{bA}
70°C	16,9362 ^{aB}	16,5657 ^{bB}	15,7987 ^{cB}

^a Médias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

^A Médias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

4.2 Manuscrito 2

EFEITO DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE SUINA ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO

A ser submetido à revista*

* O manuscrito está formatado conforme as normas exigidas pela MDT

EFEITO DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE SUINA ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO

Flávia Santi Stefanello¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar o efeito do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) sobre a estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de linguiça fresca de carne suína durante o armazenamento refrigerado a 4°C. O extrato foi utilizado nas concentrações de 0%, 0,5%, 1,0% e 2,0% (p/v) na fabricação de linguiça de carne suína. Foram realizadas as análises de umidade, proteínas, cinzas, e gordura. As linguiças foram analisadas a cada sete dias em relação ao pH, cor, índice de TBARS e análises microbiológicas. A análise sensorial foi avaliada através do teste de aceitabilidade com escala hedônica de sete pontos e teste de intenção de compra. Os resultados obtidos na composição centesimal, bem como nas análises microbiológicas para *Staphylococcus coagulase positiva*, Coliformes a 35 ° C e a 45 ° C, *Salmonella sp* e *Clostridium sulfito redutor* dos produtos estão de acordo com o exigido pela legislação brasileira. Com relação à cor do produto, este apresentou uma coloração com tonalidade amarelada. No período final de estocagem, ao 21º dia, o valor de TBARS para linguiça com 2,0% de extrato foi de 0,705±0,01 mg MDA/kg de amostra e a controle de 1,097±0,11 mg MDA/kg de amostra. O extrato hidroetanólico de cogumelo do sol não apresentou efeito sobre a estabilidade microbiológica ao longo do armazenamento, avaliada pela contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicotróficos. A estabilidade das características sensoriais foi mantida, demonstrando boa aceitabilidade pelo consumidor. Desta forma, conclui-se que o extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 2,0%, estendendo a vida de prateleira até 21 dias de armazenamento, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+ 4°C), sendo viável a aplicabilidade como uma fonte antioxidante natural.

Palavras-chaves: extrato hidroetanólico; cogumelo do sol; linguiça de carne suína; estabilidade oxidativa.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the effect of hydroethanolic extract of sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) on the physical and chemical, microbiological and sensory stability pork sausage, to verify the applicability and maintenance of their characteristics during the storage at 4°C. The extract was used at concentrations of 0%, 0.5%, 1.0% and 2.0% (w/v) in the manufacture of pork sausage. Analyses were performed for moisture, protein, ash, and fat. The sausages were examined every seven days with respect to pH, color, TBARS values and microbiological analyzes. Sensory analysis was assessed by testing the acceptability hedonic scale with seven points and purchase intent test. The results on the chemical composition, as well as in the microbiological analysis for coagulase positive *Staphylococcus*, Coliforms at 35 ° C and 45 ° C, *Salmonella* sp and *Clostridium* sp reducer sulfite are in compliance with required by Brazilian law. With regard to the color of the product, this presented a yellowish staining. In the final period of storage to 21 days, the amount of TBARS for sausage with 2.0% extract was 0.705 ± 0.01 mg MDA / kg of sample and control 1.097 ± 0.11 mg MDA / kg sample. The hydroethanolic extract of the sun mushroom has no effect on the microbiological stability during storage, as assessed by counting the total mesophilic aerobic and psychrotrophic microorganisms. The sensory characteristics stability was maintained, demonstrating good acceptance by consumers. Thus, it is concluded that the hydroethanolic extract of sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) proved to be effective on the oxidative stability of pork sausage when added in a concentration of 2.0% by extending the shelf life up to 21 days storage under conditions of oxygen-permeable packaging and refrigeration temperature (+ 4°C) with a viable applicability as a natural antioxidant source.

Key-words: hydroethanolic extract; sun mushroom, pork sausage; oxidative stability.

INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica é uma das principais razões da deterioração da qualidade de produtos cárneos (GEORGANTELIS et al., 2007). Este processo é influenciado pela composição de fosfolípidos, a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, a presença de íons metálicos, de oxigênio, pigmentos heme, processos mecânicos e da adição de sal durante o processamento (DEVATKAL; NARSAIAH; BORAH, 2010).

A prevenção da oxidação lipídica é uma das buscas da indústria cárnea, já que os processos oxidativos estão associados com alterações irreversíveis que contribuem para o desenvolvimento de características sensoriais indesejáveis não somente pela produção de odores e *flavours* ofensivos (GEORGANTELIS et al., 2007), mas também pela destruição de constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos (VALENZUELA & NIETO, 1996) e formação de compostos tóxicos durante o processamento (DEJONG & LANARI, 2009).

Um método alternativo para reduzir a oxidação lipídica é incluir antioxidantes, os quais não devem afetar a qualidade sensorial da carne e devem ser eficazes a baixas concentrações (FRANCO et al., 2012). Entretanto, por muitos anos, é utilizado em produtos cárneos, antioxidantes sintéticos, como butil-hidroxianisol (BHA) ou butil-hidroxitolueno (BHT), para evitar ou reduzir, a deterioração sensorial destes produtos. No entanto, as preocupações sobre a sua segurança e a preferência do consumidor por alimentos mais naturais resultou em uma alta demanda por aditivo " natural " que podem estender a vida de prateleira de produtos cárneos processados (DEJONG & LANARI, 2009), como a linguiça de carne suína.

Conseqüentemente, a busca por antioxidantes naturais, especialmente de origem vegetal, foi notavelmente aumentada nos últimos anos. Compostos obtidos a partir de fontes naturais, tais como grãos, sementes oleaginosas, especiarias, frutas e vegetais têm sido investigados (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNY, 2006), bem como de cogumelos comestíveis (WONG & CHYE, 2009; VAZ et al., 2011). Demonstrou-se que várias plantas ou seus extratos fenólicos, como hortelã (BISWAS; CHATLI; SAHOO, 2012) casca de batata (KANATT et al., 2005), chá de catequinas (RABABAH et al., 2004), canola (VUORELA et al., 2005), semente de uva (KULKARNI et al., 2011) são eficientes antioxidantes lipídicos naturais para produtos cárneos.

O cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) é um basidiomiceto popularmente conhecido no Brasil e amplamente utilizado hoje em vários países, principalmente nos orientais, tanto como cogumelo comestível, considerado um alimento funcional, como em

terapia natural, devido a importantes propriedades medicinais sobre diabetes, aterosclerose, hipercolesteremia, doenças do coração e para prevenção e tratamento do câncer (FIRENZUOLI; GORI; LOMBARDO, 2008).

Vários gêneros de cogumelos comestíveis, inclusive o cogumelo do sol, podem também representar uma fonte viável e econômica de antioxidantes na dieta, já que são comprovados como antioxidantes muito eficazes *in vitro* (HUANG & MAU, 2006; OKE & ASLIM, 2011). Entretanto, a avaliação da atividade antioxidante do cogumelo do sol aplicada em produtos cárneos não é reconhecida, fornecendo, dentre outras, uma importante razão para incorporar este cogumelo em linguiça de carne suína.

Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi determinar o efeito do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) sobre a estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de linguiça frescal de carne suína durante o armazenamento refrigerado a 4°C.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cogumelo do sol utilizadas neste estudo foram fornecidas por um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Santa Maria (RS) sob a forma de basidiocarpos imaturos previamente secos. As amostras foram moídas em moinho analítico refrigerado (4°C) (Quimis, modelo Q 298A21, Diadema, Brasil) e acondicionadas em recipientes fechados, ao abrigo da luz e em freezer (-12°C) até o momento de serem utilizadas.

Os extratos de cogumelo foram preparados a partir do pó previamente moído, pesado (6g) em um béquer e adicionado de álcool de cereais 80% (60 mL) na proporção 1:10 (p/v). Em seguida esta mistura foi levada ao banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10, Piracicaba, Brasil) e submetida agitação constante utilizando agitador (Marconi MA-039, Piracicaba, Brasil) com temperatura de 70°C durante 60 minutos de extração. Após os extratos foram filtrados em papel filtro e acondicionados em frascos âmbar e armazenados em freezer (-12 °C) até o momento da aplicação.

Para elaboração das linguiças de carne suína levou-se em consideração os requisitos descritos pela Legislação (BRASIL, 2000) e os procedimentos descritos por Terra (1998), conforme observado na Tabela 1.

Inicialmente a carne suína e o toucinho foram moídos em moedor (Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil). Na etapa seguinte, a matéria-prima foi levada para a misturadeira (Jamar MJI 35), adicionada os ingredientes e misturados até a obtenção da liga. Em seguida a

massa foi dividida em quatro lotes de 5 Kg, os quais foram adicionados das concentrações pré-definidas de extrato de cogumelo do sol, originando os quatro tratamentos: tratamento 1 (0% EC) - sem adição de extrato de cogumelo do sol; tratamento 2 (0,5% EC) - linguiça suína adicionada de 0,5% de extrato de cogumelo do sol; tratamento 3 (1,0% EC) - linguiça suína adicionada de 1% de extrato de cogumelo do sol; tratamento 4 (2,0% EC) - linguiça suína adicionada de 2% de extrato de cogumelo do sol.

Tabela 1 – Formulação de linguiça frescal de carne suína.

Ingredientes	Quantidade (%)
Carne suína	74,76
Toucinho	18,69
Água/gelo	2,80
Sal comum	1,87
Cura rápida BREMIL	0,23
Fixador BREMIL	0,23
Pimenta branca moída	0,09
Alho moído	0,19
Açúcar	0,19
Realçador de sabor	0,047
Condimento para linguiça suína BREMIL	0,93
Total	100%

Após a mistura, as massas foram embutidas em tripa suína que passaram por lavagem para remoção do sal e imersão em ácido láctico a 1% por 30 minutos para hidratação. Para o armazenamento, as linguiças foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico, identificadas e imediatamente levadas a estufa D.B.O (ELETROLAB, Modelo EL 101, São Paulo, Brasil) e conservadas à temperatura de + 4°C.

Para determinação da composição centesimal, as amostras de linguiças foram trituradas em multiprocessador até formação de uma pasta homogênea. Foram realizadas análises de umidade em estufa a 105°C, cinzas à 550°C e proteínas pelo método de Kjeldhal segundo metodologia descrita pela *Association Of Official Analytical Chemists* AOAC, (2005). A gordura foi realizada segundo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), pelo método do butirômetro.

A medida do pH foi realizada nos 0°, 7°, 14°, 21° e 28° dias de fabricação do produto. Homogeneizaram-se dez gramas de amostra com água destilada (1:10 p/v) no liquidificador e determinado o pH (DIGIMED, Modelo DM-23DC-pHmetro, São Paulo, Brasil), sendo a leitura realizada em triplicata (TERRA & BRUM, 1988).

A determinação da cor foi avaliada pelo sistema CIELAB, usando aparelho Chroma Meter CR-300 (MINOLTA, Osaka, Japão) nos dias 0°, 7°, 14°, 21° e 28° dias de fabricação. A massa foi retirada da tripa, homogeneizada e em seguida distribuída em placas de petri, quando foi obtido o valor médio de cinco leituras para cada tratamento, de forma que a cada leitura a massa foi misturada e homogeneizada novamente (VIERA, 2012). Os resultados foram expressos como L^* (representa a porcentagem de luminosidade), a^* (onde: $-a^*$ representa direção ao verde e $+a^*$ direção ao vermelho), b^* (onde: $-b^*$ representa direção ao azul e $+b^*$ direção ao amarelo), C^* (índice de saturação) e h^* (ângulo de tonalidade).

A avaliação da oxidação lipídica das linguças suína foi conduzida pelo teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) segundo Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), adaptado por Pereira (2009), onde pesou-se 10g de amostra previamente moída e homogeneizada em saqueta plástica. Adicionou-se 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. Foi homogeneizado por um minuto em Stomacher Elétrico Modelo BOIT-STO1 (LABOR, São Paulo, Brasil) e após filtrou-se com auxílio de papel filtro qualitativo para balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com a solução de ácido tricloroacético 5%. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de ensaio, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08M em ácido acético 50%. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos. A leitura foi realizada a 531 nm e os resultados comparados contra o branco. Os valores de TBARS foram determinados em quintuplicata para cada amostra após 0°, 7°, 14°, 21° e 28° dias de armazenamento e os resultados foram expressos em mg de malonaldeído por quilograma de amostra (mg MDA/kg amostra).

As análises microbiológicas foram realizadas nos dias 0°, 7°, 14°, 21° e 28° dias de armazenamento (+4°C) para microrganismos mesófilos e psicrotróficos. As análises microbiológicas de Coliformes a 35° C, Coliformes a 45° C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella sp* e *Clostridium* sulfito redutor foram realizadas apenas no dia 0° de armazenamento (APHA, 2001; BRASIL, 2003).

A análise sensorial foi realizada pelo teste de aceitabilidade com 55 provadores não treinados utilizando escala hedônica estruturada de 7 pontos (1 desgostei muito e 7 gostei muito) conforme Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com algumas adaptações. Os atributos

avaliados foram cor, odor, sabor, textura e aparência global. Antes da avaliação os provadores foram instruídos a ler e assinar o termo de Consentimento Livre e Esclarecido declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, planejada de forma que cada um dos participantes provasse as 4 amostras servidas sequencialmente em blocos completamente balanceados, com relação a ordem de apresentação.

As linguças de carne suína foram assadas por 45 minutos em temperatura de 180°C. Em seguida foram fatiadas e uma fatia de cada tratamento foi servida em pratos descartáveis brancos, devidamente identificados com números aleatórios de três algarismos. Também foi aplicado teste de intenção de compra, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), o qual afirma que por meio das escalas ou de intenção de compra, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. Foi utilizada escala estruturada de 5 pontos (1 = certamente compraria; 3 = Tenho dúvidas de se compraria e 5 = certamente não compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987).

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de variância (ANOVA) de uma via e teste de comparação de médias (Tukey), utilizando nível de significância de 5%. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS 17.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição centesimal da linguça de carne suína podem ser visualizados na Tabela 2.

Os resultados obtidos para a composição centesimal mostram que os produtos estão de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade do produto (BRASIL, 2000), que estabelece o valor máximo de 70% para umidade, valor máximo de 30% para lipídeos e o valor mínimo de 12% para proteína. Conforme Tabela 2 pode-se observar diferença significativa ($p < 0,05$) nos percentuais de cinzas e gordura. Em contrapartida os teores de umidade e proteína não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2 – Composição centesimal de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 28 dias.

Tratamentos	Umidade g(%)	Proteína g(%)	Cinzas g(%)	Gordura g(%)
0% EC	61,56±0,91 ^a	13,99±0,09 ^a	3,36±0,04 ^b	14,58±0,42 ^b
0,5% EC	61,44±0,97 ^a	13,67±0,92 ^a	3,43±0,07 ^{ab}	16,58±0,70 ^a
1,0% EC	62,35±0,49 ^a	14,15±0,59 ^a	3,50±0,05 ^a	16,17±0,27 ^a
2,0% EC	61,75±0,61 ^a	14,48±0,89 ^a	3,31±0,05 ^b	14,96±0,17 ^b

^aMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata.

EC= Extrato de cogumelo do sol.

Em relação à cinzas e gordura, Mercadante et al. (2010) ao avaliar o efeito de pigmentos naturais na estabilidade lipídica de produtos cárneos armazenados sob refrigeração encontraram valores para cinzas de 3,3 a 3,7 g% e para gordura valores de 12,2 a 15,4 g%. Estas variações, assim como aquelas apresentadas na Tabela 2, representam índices aceitáveis, considerando a dificuldade de homogeneização das matérias-primas (carne suína e toucinho) das formulações durante o processamento.

Em relação à umidade e proteína, Hayes et al. (2011) ao avaliar o efeito de plantas nutracêuticas adicionada em embutido cárneo suíno encontraram para umidade (60,9 - 62,2%), valores semelhantes as deste estudo de 61,44 e 62,35 g%, de forma que a adição do extrato de cogumelo do sol não foi suficiente para alterar significativamente os valores de umidade nos tratamentos adicionados em relação ao controle. O teor de proteína encontrado neste trabalho ficou entre 13,67 e 14,48 g% nos diferentes tratamentos (Tabela 2) corroborando com os resultados obtidos por Mercadante et al. (2010) que encontraram valores de 12,3 a 14,7 g% de proteína ao avaliar o efeito de pigmentos naturais na estabilidade lipídica de produtos cárneos armazenados sob refrigeração.

Os resultados do efeito do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) no pH de linguiça frescal de carne suína armazenada a 4°C durante 28 dias são apresentados na Tabela 3.

No geral, o pH diminuiu (p<0,05) em todos os tratamentos durante o armazenamento. Provavelmente tenha ocorrido a multiplicação de bactérias ácido-láticas, as quais produzem ácido lático através da fermentação, o que acarreta na diminuição do valor de pH (BALDUINO; OLIVEIRA; HAULY). Ao contrário do esperado, uma vez que a contagem

bacteriana aeróbica pode ser manifestada pelo aumento de pH ao longo do período de armazenamento (BISWAS; CHATLI; SAHOO, 2012).

Tabela 3 – Valores de pH de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 28 dias.

	0% EC	0,5% EC	1,0% EC	2,0% EC
Dia 0	6,04±0,04 ^{aA}	6,07±0,02 ^{aA}	6,04±0,11 ^{Aa}	6,08±0,04 ^{Aa}
Dia 7	6,03±0,03 ^{aA}	5,80±0,01 ^{cB}	5,82±0,01 ^{Cb}	5,91±0,02 ^{bAB}
Dia 14	5,69±0,09 ^{aB}	5,52±0,06 ^{aC}	5,77±0,06 ^{aB}	5,75±0,15 ^{aB}
Dia 21	5,46±0,04 ^{aC}	5,33±0,01 ^{bD}	5,35±0,02 ^{Bc}	5,40±0,04 ^{abC}
Dia 28	5,49±0,09 ^{aC}	5,13±0,01 ^{cE}	5,23±0,03 ^{bcC}	5,31±0,02 ^{bcC}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata.

EC= Extrato de cogumelo do sol.

A diminuição no valor de pH ao longo dos dias de armazenamento também foi relatado por Joseph et al. (2012) em produto cárneo refrigerado adicionado de compostos de tomate, sendo que nos tratamentos adicionados de 10% de tomate puro (T-1) e de 6% de tomate liofilizado (T-3), foi observado, respectivamente, uma redução de 5,80 até 5,73 e de 5,54 até 5,38 durante 9 dias de armazenamento, sendo esta variação de pH entre os tratamentos atribuídas a diferenças inerentes ao pH dos produtos adicionados.

O teste de TBARS quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formado durante o processo oxidativo. Os resultados obtidos para TBARS estão apresentados na Tabela 4.

Os valores de TBARS aumentaram (p<0,05) durante o armazenamento em todos os tratamentos, evidenciando a oxidação lipídica. No entanto, houve diferenças significativas (p<0,05) entre o controle e os demais tratamentos (Tabela 4), observando-se que ao 21º dia de armazenamento apenas o tratamento adicionado de 2% de extrato hidroetanólico de cogumelo do sol apresentou valor de TBARS (0,705±0,01) significativamente inferior (p<0,05) ao controle (1,097±0,11) e abaixo de 1,0 mg de MDA/kg de amostra.

Tabela 4 – Valores de TBARS (mg MDA/kg de amostra) das amostras de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 28 dias.

	0% EC	0,5% EC	1,0% EC	2,0% EC
Dia 0	0,334±0,07 ^{aD}	0,289±0,07 ^{aD}	0,171±0,07 ^{bE}	0,058±0,03 ^{cD}
Dia 7	0,340±0,08 ^{bD}	0,530±0,08 ^{aC}	0,507±0,04 ^{aD}	0,465±0,05 ^{aC}
Dia 14	0,739±0,09 ^{bC}	1,365±0,07 ^{aB}	0,732±0,12 ^{bC}	0,694±0,05 ^{bB}
Dia 21	1,097±0,11 ^{bB}	1,289±0,07 ^{aB}	1,089±0,02 ^{bB}	0,705±0,01 ^{cB}
Dia 28	1,320±0,12 ^{dA}	2,051±0,03 ^{aA}	1,758±0,03 ^{bA}	1,635±0,03 ^{cA}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em quintuplicata.

EC= Extrato de cogumelo do sol.

Ahmad e Srivastava (2007) relataram que no intervalo de valores de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg de MDA/kg de amostras de carne, não é possível detectar odor de ranço no produto. Entretanto, valores de TBARS entre 1 e 2 mg de MDA/kg de produto inicia-se a detecção sensorial de oxidação lipídica. Aos 28 dias de armazenamento, os valores de TBARS encontrados neste trabalho em todas as amostras avaliadas, apresentaram-se entre 1,320 e 2,051 mg MDA/kg de amostra, o que faria a oxidação lipídica perceptível por parte dos consumidores.

É importante ressaltar que o produto elaborado neste estudo, linguiça de carne suína, nas condições de processamento, embalagem e armazenamento submetidas, apresenta-se muito vulnerável a desenvolver uma maior oxidação lipídica, além de, em sua formulação ser permitido altos níveis de gordura (JOSEPH et al., 2012).

A atividade antioxidante *in vitro* do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) tem sido estudada, a qual é comprovadamente efetiva (HUANG & MAU, 2006; SOARES et al., 2009), entretanto, aplicado a um produto cárneo, como a linguiça de carne suína, a qual apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento da oxidação lipídica, pode-se observar a presença de interferentes, como no tratamento adicionado de 0,5% EC, onde os valores de TBARS foram iguais ou superiores ao controle, considerando desde o dia 0 até o 28 ° dia de armazenamento.

Em contraste com a sua propriedade antioxidante *in vitro*, alguns estudos sugerem que compostos polifenólicos têm propriedade potencial pró-oxidante (MURZAKHMETORA et al., 2008). Entretanto, a margem entre a quantidade funcionalmente necessária para um desempenho antioxidante ótimo e a dose pró-oxidante pode ser pequena e tal fato deve ser considerado quando houver o enriquecimento de alimentos por esses ingredientes (RIETJENS et al., 2002).

Considerando o composto eritorbato de sódio, comumente utilizado em produtos cárneos para melhorar a cor, inibir crescimento microbiológico e oxidação lipídica (BARRINGER; ABU-ALI; CHUNG, 2005), quando adicionado em baixas concentrações (< 200-300 mg/kg) atua como pró-oxidante, enquanto que em altas concentrações (> 300 mg/kg) desempenha capacidade antioxidante eficiente em produtos cárneos (LEE et al., 2006).

Desta forma, observa-se que a adição de extrato hidroetanólico de cogumelo do sol é capaz de proporcionar melhores resultados em relação à estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando comparado ao controle, desde que adicionado em quantidade significativa (2%), podendo estender a vida de prateleira até 21 dias de armazenamento, quando acondicionados em embalagem permeável ao oxigênio e mantido sob refrigeração a + 4°C.

A cor é um dos principais fatores que interfere na aceitabilidade do consumidor frente a inovações em produtos cárneos, tendo a capacidade de atrair ou repelir a intenção de compra. Processos oxidativos estão associados com a descoloração destes produtos, uma vez que a oxidação lipídica resulta na formação de pró-oxidantes capazes de reagir com a oximioglobina, conduzindo a formação de metamioglobina, de forma que esta mudança irreversível contribui para o desenvolvimento de características sensoriais inaceitáveis, dentre outras, coloração alterada (GEORGANTELIS et al., 2007).

Os valores de L* (luminosidade) das linguiças de carne suína variaram ($p < 0,05$) entre os tratamentos e os dias de armazenagem (Tabela 5). Desde o 1º até o 14º dia de armazenamento o valor de L* foi estatisticamente inferior ($p < 0,05$) nos tratamentos adicionados de extrato hidroetanólico de cogumelo do sol do que no controle, alterando-se a partir do 21º dia de maneira a não haver diferença estatística entre o controle e o tratamento adicionado de 2% EC. Estes resultados indicam que as linguiças de carne suína que contêm as diferentes concentrações de cogumelo do sol apresentavam-se mais escuras do que o controle, visto que os valores de L* (luminosidade) variam de preto (0%) a branco (100%) (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Tabela 5 – Parâmetros de cor instrumental (L*, a*, b*, C* e h*) de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 28 dias.

	Dia 1	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28	
L*	0%EC	59,91±1,03 ^{ba}	60,23±1,16 ^{ba}	60,76±1,73 ^{ba}	58,36±1,76 ^{bb}	66,83±1,64 ^{aa}
	0,5%EC	55,85±0,88 ^{cb}	55,41±0,57 ^{cb}	59,15±1,78 ^{baB}	64,51±1,58 ^{aa}	63,33±1,05 ^{ab}
	1,0%EC	54,51±1,50 ^{cb}	56,98±1,99 ^{bcB}	57,89±1,86 ^{baB}	62,07±1,98 ^{aaB}	61,53±1,30 ^{ab}
	2,0%EC	55,85±0,98 ^{cb}	56,48±1,79 ^{cb}	58,30±1,89 ^{bcB}	60,02±1,12 ^{bb}	66,53±1,41 ^{aa}
a*	0%EC	18,03±0,37 ^{aa}	16,93±0,85 ^{ba}	16,31±0,47 ^{ba}	14,91±0,41 ^{ca}	13,54±0,64 ^{dab}
	0,5%EC	16,81±0,31 ^{ab}	15,35±0,39 ^{aa}	12,33±1,38 ^{bb}	10,19±0,98 ^{cb}	9,99±0,25 ^{cc}
	1,0%EC	16,86±0,37 ^{ab}	16,10±1,79 ^{abA}	15,49±0,95 ^{abA}	15,73±0,23 ^{abA}	14,21±1,13 ^{ba}
	2,0%EC	15,48±0,59 ^{ac}	15,39±0,71 ^{aa}	15,18±0,59 ^{aa}	14,55±1,19 ^{abA}	13,38±0,56 ^{bb}
b*	0%EC	11,87±0,13 ^{ba}	12,12±0,40 ^{ba}	12,10±0,36 ^{ba}	12,04±0,25 ^{bb}	12,79±0,20 ^{ab}
	0,5%EC	11,12±0,23 ^{db}	11,92±0,25 ^{cdA}	12,73±0,36 ^{bcA}	13,21±0,93 ^{ba}	15,07±0,46 ^{aa}
	1,0%EC	11,26±0,18 ^{cb}	11,96±0,57 ^{bcA}	12,24±0,33 ^{bcA}	12,43±0,75 ^{abAB}	13,26±0,58 ^{ab}
	2,0%EC	11,29±0,39 ^{bb}	12,01±0,62 ^{abA}	12,27±0,52 ^{abA}	12,31±0,35 ^{abB}	12,72±0,79 ^{ab}
C*	0%EC	22,08±0,33 ^{aa}	20,68±0,78 ^{ba}	20,26±0,56 ^{ba}	19,21±0,41 ^{ca}	18,16±0,57 ^{db}
	0,5%EC	20,15±0,26 ^{ab}	19,94±0,39 ^{aa}	18,05±0,84 ^{bb}	17,17±0,85 ^{bcB}	16,72±0,41 ^{cc}
	1,0%EC	20,27±0,32 ^{ab}	20,07±1,75 ^{aa}	19,74±0,91 ^{aa}	19,10±1,02 ^{aa}	20,59±0,72 ^{aa}
	2,0%EC	19,16±0,48 ^{ac}	19,53±0,89 ^{aa}	19,52±0,66 ^{aa}	19,27±0,87 ^{aa}	18,46±0,80 ^{ab}
h*	0%EC	34,84±0,36 ^{cAB}	35,24±1,56 ^{cc}	36,36±0,62 ^{cb}	39,10±0,69 ^{bb}	41,74±0,93 ^{abc}
	0,5%EC	33,48±0,86 ^{db}	39,62±0,69 ^{ca}	44,84±1,91 ^{ba}	52,52±1,34 ^{aa}	56,42±1,25 ^{aa}
	1,0%EC	33,62±0,60 ^{bb}	33,58±0,53 ^{bd}	38,30±1,21 ^{ab}	40,82±1,40 ^{ab}	40,10±1,90 ^{ac}
	2,0%EC	36,06±1,49 ^{ca}	37,86±0,81 ^{bcB}	38,88±1,20 ^{bcB}	39,72±1,31 ^{bb}	43,48±1,72 ^{ab}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em quintuplicata. EC= Extrato de cogumelo do sol.

Joseph et al. (2012) também relataram uma diminuição no valor de L* em produto cárneo adicionado de compostos de tomate quando comparadas ao controle. Observações

semelhantes foram registradas também em embutido cárneo suíno armazenado sob refrigeração com a adição de extratos de folhas de *curry* e hortelã (BISWAS; CHATLI; SAHOO, 2012), sendo possível confirmar que extratos vegetais incorporados em produtos cárneos são capazes de alterar a sua coloração característica (KIM; CHO; HAN, 2013).

A coloração vermelha de produtos cárneos é um importante componente do apelo visual para consumidores (SHAN et al., 2009), sendo o índice a^* , o parâmetro de cor mais sensível na caracterização da cor vermelha e na sua estabilidade (RAMOS & GOMIDE, 2007). Quanto a cor das linguças verificou-se uma tendência de diminuição dos valores do parâmetro a^* durante o período de armazenamento, ou seja, a intensidade de coloração vermelha foi diminuindo, independente do tratamento avaliado (Tabela 5).

Esta redução dos valores de a^* em todos os tratamentos, possivelmente está relacionada com a oxidação lipídica (Tabela 4), durante o período de estocagem. Vários autores têm estudado a cor de carne e produtos cárneos e tem relatado que a oxidação causa uma diminuição no valor a^* (SHAN et al., 2009).

Além disso, cabe ressaltar que no dia 1º de armazenamento, o tratamento controle apresentou valor a^* estatisticamente ($p < 0,05$) maior do que os demais tratamentos (Tabela 5), demonstrando maior intensidade de coloração vermelha, devido a pigmentação em tom amarelado característico do extrato de cogumelo do sol incorporado ao demais tratamentos de linguças de carne suína. Ao longo do período de armazenamento, houve a tendência de todos os tratamentos manterem-se estatisticamente sem diferença significativa, exceto o tratamento 0,5% EC que apresentou um aceleração da oxidação lipídica (Tabela 4) com uma redução acentuada nos valores de a^* , provavelmente devido à atividade pró-oxidante desenvolvida neste tratamento.

Por outro lado, o valor b^* (cor amarela) apresentou uma tendência de aumento ao longo do período de armazenamento, visto que a intensidade de coloração vermelha diminuía, independente do tratamento avaliado (Tabela 5). Entre os tratamentos analisados ao longo da estocagem, houve a tendência de todos manterem-se estatisticamente sem diferença significativa, exceto o tratamento 0,5% EC que apresentou-se com valores superiores de b^* , pela aceleração da oxidação lipídica neste tratamento, que tende a aumentar a cor amarela de produtos cárneos proporcionalmente ao aumento de intensidade desta reação durante o armazenamento (GARCÍA-ESTEBAN; ANSORENA; ASTIASARÁN, 2004).

O ângulo de tonalidade (h^*) e grau de saturação (C^*) são medidas derivadas de a^* e b^* . O ângulo de tonalidade (h^*) é a grandeza associada aos comprimentos de onda do espectro visível, representando a qualidade da cor, permitindo diferenciá-la (RAMOS &

GOMIDE, 2007). A cromaticidade ou croma (C^*) expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos destes pigmentos (a^* e b^*). Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas (MENDONÇA et al., 2003).

Conforme Tabela 5, pode-se observar que o valor h^* do tratamento 0,5% EC foi estatisticamente superior aos demais tratamentos ao longo do período de armazenamento pela acentuada diferença entre os valores de a^* e b^* . Logo, os tratamentos não influenciaram significativamente nos valores de C^* , observando-se maiores médias no início do experimento, indicando neste período um produto avermelhado.

Considerando o efeito dos tratamentos no 7º dia de armazenamento quando comparados os resultados dos valores da cor instrumental (L^* , a^* , b^* , C^* , h^*) com os da análise sensorial para o atributo cor (Tabela 8), observa-se haver uma relação entre estes valores, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos para ambas as análises, sendo assim imperceptível para os avaliadores.

A avaliação microbiológica dos diferentes tratamentos de linguiça de carne suína, durante o período de armazenamento de 28 dias a 4°C, baseou-se na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotóxicos (Tabela 6), que podem ser utilizados para indicar a qualidade sanitária e a inocuidade de produtos cárneos, fornecendo uma estimativa da população geral de microrganismos presentes num intervalo amplo de temperatura, de forma que altos níveis de contaminação estão associados à baixa qualidade e à aceleração do processo de deterioração (JAY; LOESSNER; GOLDEN, 2005).

Os resultados apresentados na Tabela 6 mostram que a população microbiana de aeróbios mesófilos de linguiças de carne suína não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) com a adição do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol considerando os dias 1º e 7º de armazenamento. A partir do dia 14º até o dia 28º de armazenamento, o tratamento de maior concentração do extrato adicionado (2,0% EC), apresentou-se com valores estatisticamente inferiores ($p < 0,05$) ao controle. Entretanto, a partir do 14º dia de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram contagens de microrganismos aeróbios mesófilos ($6,39 \pm 0,04$ a $7,14 \pm 0,09$ Log UFC/g) acima de 6,0 Log UFC/g ultrapassando a faixa limite aceitável de contaminação bacteriana (TERRA, 1998).

Em estudo realizado por Kim, Cho e Han (2013) ao avaliar as alterações microbiológicas de produto cárneo fresco de carne bovina com 20% de toucinho suíno, adicionada de 0,5% de extrato vegetal de folha verde Chamnamul (planta típica do leste da Ásia) estocada a 4°C, observaram que ao 6º dia de armazenamento a contagem de

microrganismos aeróbios mesófilos totais foi de $6,00 \pm 0,14$ Log UFC/g, enquanto que no controle foi de $6,97 \pm 0,28$ Log UFC/g, demonstrando que tal extrato apresenta certa atividade antimicrobiana, embora com vida de prateleira reduzida.

Tabela 6 – Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotróficos (Log UFC/g) em amostras de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 28 dias.

		Dia 1	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28
Aeróbios Mesófilos Totais	0% EC	$5,89 \pm 0,21^{cA}$	$5,71 \pm 0,26^{cA}$	$6,91 \pm 0,17^{bAB}$	$7,33 \pm 0,05^{aA}$	$7,58 \pm 0,05^{aA}$
	0,5% EC	$5,69 \pm 0,24^{bA}$	$5,76 \pm 0,19^{bA}$	$7,14 \pm 0,09^{aA}$	$7,20 \pm 0,05^{aB}$	$7,34 \pm 0,09^{aB}$
	1,0% EC	$5,47 \pm 0,23^{dA}$	$5,90 \pm 0,13^{cA}$	$6,39 \pm 0,04^{bC}$	$7,32 \pm 0,03^{aA}$	$7,14 \pm 0,04^{aC}$
	2,0% EC	$5,19 \pm 0,60^{bA}$	$5,70 \pm 0,28^{bA}$	$6,78 \pm 0,14^{aB}$	$7,08 \pm 0,05^{aB}$	$7,16 \pm 0,09^{aC}$
Psicrotróficos	0% EC	$5,76 \pm 0,18^{dAB}$	$5,98 \pm 0,09^{cdA}$	$6,17 \pm 0,07^{bcC}$	$7,15 \pm 0,10^{aA}$	$6,33 \pm 0,14^{bB}$
	0,5% EC	$5,56 \pm 0,11^{cBC}$	$6,01 \pm 0,06^{bA}$	$7,17 \pm 0,05^{aA}$	$7,10 \pm 0,08^{aA}$	$6,03 \pm 0,12^{bC}$
	1,0% EC	$5,53 \pm 0,53^{cC}$	$6,12 \pm 0,14^{bcA}$	$6,18 \pm 0,04^{bC}$	$6,96 \pm 0,32^{aA}$	$6,39 \pm 0,14^{ab}$ B
	2,0% EC	$5,84 \pm 0,10^{dA}$	$5,84 \pm 0,29^{dA}$	$6,34 \pm 0,08^{cB}$	$7,05 \pm 0,11^{aA}$	$6,69 \pm 0,05^{bA}$

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias \pm desvio padrão de análises em quadruplicata.

EC= Extrato de cogumelo do sol.

Entretanto, linguiças do tipo frescal são alimentos expostos à contaminação e representam um excelente meio para a multiplicação de microrganismos (MILANI et al., 2003), remetendo a diminuição da vida de prateleira (PAULA et al., 2011). Tais resultados corroboram com os encontrados neste estudo, onde a linguiça de carne suína manteve-se dentro do limite aceitável de contaminação microbiana durante aproximadamente 14 dias de armazenamento, demonstrando que a adição do extrato hidroetanólico de cogumelo do sol não foi capaz de desenvolver atividade antimicrobiana eficiente.

Da mesma forma, pode-se observar que os resultados da contagem de microrganismos psicrotróficos (Tabela 6) oscilaram entre todos os tratamentos ao longo dos dias de armazenamento das linguiças de carne suína, não sendo possível observar valores estatisticamente inferiores ($p < 0,05$) nos tratamentos adicionados do extrato hidroetanólico de

cogumelo do sol em relação ao controle. Cabe ressaltar que a partir do 7º dia de armazenamento as contagens deste microrganismo estavam ao redor de 6,0 Log UFC/g, e em seguida, a partir do dia 14º todos os tratamentos ultrapassaram este limite aceitável de contaminação bacteriana (TERRA, 1998).

É importante ressaltar que diversos estudos nos últimos anos têm comprovado o poder medicinal do cogumelo do sol quanto à atividade antitumoral (NIU et al., 2009), atividade antioxidante (IZAWA & INOUE, 2004), ação antimutagênica (GUTERREZ et al., 2004), atividade antiviral (SORIMACHI et al., 2001), ação antiinflamatória (PADILHA et al., 2009), atividade anti-hipertensiva (SINGI et al., 2006), redução nos níveis séricos de glicose, colesterol total, triacilgliceróis e no fator de risco de problemas cardiovasculares em ratos, com concomitante aumento no HDL (KIM et al., 2005). Entretanto, embora haja o uso tradicional deste cogumelo na medicina prática brasileira, incentivados por todas estas propriedades medicinais e também por relatos de possível atividade antimicrobiana (DIAS; ABE; SCHWAN, 2004), o que não foi observado nas condições estudadas.

A Tabela 7 apresenta os valores médios da contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a 45°C, *Salmonella* e *Clostridium sulfito redutor* em amostras de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) conforme estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva apresentou resultados entre 2,70±0,49 a 3,39±0,11 Log UFC/g, mantendo-se dentro do limite permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2001), que estabelece a tolerância de até 3,70 Log UFC/g. Da mesma forma, a contagem média de Coliformes Totais a 35°C oscilou de 2,98±0,20 a 3,50±0,07 Log UFC/g e para Coliformes a 45°C apresentou valores inferiores a < 1,00 Log UFC/g não havendo diferença significativa entre os tratamentos e de acordo com o limite estabelecido pela legislação nacional vigente de 3,70 Log UFC/g para Coliformes a 45°C (BRASIL, 2001).

Dentre os microrganismos patogênicos, destaca-se a *Salmonella* spp., que apresenta-se com alta prevalência em frigorífico de abate de suínos, de forma que Castagna et al. (2004) detectaram este microrganismo em 83,33% dos animais na sala de abate e posteriormente a prevalência média de 93,94% no produto final (linguiça frescal). Neste estudo, não foi detectada a presença de *Salmonella* spp e *Clostridium sulfito redutor* em nenhum dos tratamentos, atendendo os padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001), que estabelece ausência para *Salmonella* em 25g de amostra e máximo de 3,48 Log UFC/g para *Clostridium sulfito redutor*.

Tabela 7 – Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a 45°C, *Salmonella* e *Clostridium sulfito redutor* em amostras de linguiça fresca de carne suína adicionada de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) ao início do período de armazenamento a 4°C.

	Tratamentos	Contagem (Log UFC/g)
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	0% EC	3,39±0,11 ^a
	0,5% EC	3,26±0,32 ^{ab}
	1,0% EC	2,70±0,49 ^b
	2,0% EC	2,89±0,37 ^{ab}
Coliformes Totais a 35°C	0% EC	3,50±0,07 ^a
	0,5% EC	3,13±0,55 ^a
	1,0% EC	3,33±0,24 ^a
	2,0% EC	2,98±0,20 ^a
Coliformes a 45°C	Todos	< 1,00
<i>Salmonella</i>	Todos	Ausente
<i>Clostridium sulfito redutor</i>	Todos	< 1,00

^a Médias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em quadruplicata. EC= Extrato de cogumelo do sol.

No processo de desenvolvimento e melhoramento de produtos, a determinação da aceitação pelos consumidores é de extrema importância, uma vez que os extratos vegetais tem a possibilidade de conter substâncias que podem conferir odor e/ou sabor especial ao produto final (CIRIANO et al., 2009).

A análise sensorial desenvolvida neste estudo foi conduzida com o intuito de verificar a aceitação do consumidor frente às características gerais das linguiças de carne suína adicionadas de extrato hidroetanólico de cogumelo do sol em diferentes concentrações (Tabela 8), realizada no 7º dia de armazenamento..

Os valores médios das notas atribuídas para todos os atributos avaliados (Tabela 8) foram em torno de 5, classificados como “gostei moderadamente” na escala hedônica estruturada de sete pontos. Os atributos cor, odor e aparência global não apresentaram diferença significativa (p<0,05) entre os tratamentos avaliados, demonstrando que não houve

interferência da adição das diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol nestes atributos das linguiças de carne suína.

Tabela 8 – Médias das notas atribuídas para as linguiças frescas de carne suína adicionadas de diferentes concentrações de extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) armazenadas a 4°C utilizando escala hedônica de 7 pontos.

	Cor	Odor	Sabor	Textura	Aparência
0% EC	4,80±1,22 ^a	4,87±1,35 ^a	5,27±1,38 ^{ab}	5,44±1,10 ^{ab}	5,05±1,24 ^a
0,5% EC	5,40±1,11 ^a	5,18±1,25 ^a	5,64±1,08 ^a	5,73±0,85 ^a	5,45±1,05 ^a
1,0% EC	5,34±1,29 ^a	4,98±1,21 ^a	5,11±1,27 ^{ab}	5,07±1,24 ^b	4,93±1,36 ^a
2,0% EC	5,09±1,24 ^a	4,80±1,14 ^a	4,89±1,21 ^b	5,09±1,08 ^b	5,02±1,09 ^a

^a Médias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises de 55 provadores.

EC= Extrato de cogumelo do sol.

Escores: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = indiferente; 5 = gostei moderadamente; 6 = gostei muito; 7 = gostei muitíssimo.

Tais resultados corroboram com os desenvolvidos por Venturini et al. (2011) ao avaliar atributos sensoriais de cor e aparência em linguiça de frango adicionada de extrato de alecrim, em que não houve diferença sensorial perceptível pela adição das diferentes concentrações de extrato testadas. Da mesma forma, Kulkarni et al. (2011) ao investigar os efeitos da adição de extrato de semente de uva sobre estabilidade oxidativa, de cor e sensorial de produto cárneo tipo linguiça frescal, observou que os escores atribuídos ao odor do produto foram semelhantes para todos os tratamentos.

Quanto aos atributos sensoriais de sabor e textura observa-se que os tratamentos adicionados de 1,0% e 2,0% EC apresentaram as médias das notas atribuídas pelos provadores estatisticamente inferiores (p<0,05) em relação ao tratamento 0,5% EC e ao controle (0% EC), demonstrando menor aceitabilidade daqueles, uma vez que a adição de substâncias naturais pode alterar o sabor característico destes produtos (DAY et al., 2009).

Neste contexto, uma das maiores preocupações ao desenvolver um novo produto é verificar a intenção de compra pelo consumidor (SANTANA et al., 2006). Os resultados do teste de intenção de compra evidenciaram que a linguiça de carne suína adicionada de 0,5% de extrato de cogumelo do sol apresentou maior intenção de compra (36%) equivalendo ao

termo certamente compraria, seguida da linguiça controle (27%), da linguiça com 1% de extrato de cogumelo do sol (27%) e da linguiça com 2% de extrato (25%).

CONCLUSÃO

O extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 2,0% estendendo a vida de prateleira em até 21 dias de armazenamento, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração de + 4°C. Não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica, entretanto, não alterou a composição centesimal das linguiças em relação ao estabelecido pelo Padrão de Identidade e Qualidade do produto e ainda, é capaz de manter a estabilidade das características sensoriais, demonstrando boa aceitabilidade pelo consumidor. Desta forma, conclui-se que é viável a aplicabilidade de extrato de cogumelo do sol em linguiça de carne suína, como uma fonte antioxidante natural capaz de garantir a manutenção dos atributos de qualidade ao longo da vida de prateleira do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, v. 75, p. 603–609, 2007.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- APHA - American Public Health Association. Committee on microbiological methods for foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001. 676p.
- BALDUINO, R.; OLIVEIRA, A. S.; HAULY, M. C. O. Influência da fonte de carbono e da temperatura sobre a fermentação láctica desenvolvida por cultura mista de bactérias lácticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, 1999.
- BARRINGER, S. A.; ABU-ALI, J.; CHUNG, H. J. Electrostatic powder coating of sodium erythorbate and GDL to improve color and decrease microbial counts on meat. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 189–193, 2005.
- BISWAS, A. K.; CHATLI, M. K.; SAHOO, J. Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. **Food Chemistry**, v.133, p. 467–472, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003.

CASTAGNA, S.M.F.; SCHWARZ, P.; CANAL, C.W.; CARDOSO, M. Prevalência de suínos portadores de *Salmonella* ao abate e contaminação de embutidos frescal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, p. 141-147, 2004.

CIRIANO, M. S.; GARCÍA-HERREROS, C.; VALENCIA, E. L. I.; ANSOARENA, D.; ASTIASARÁN, I. Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago officinalis* in dry fermented sausages enriched in ω -3 PUFA. **Meat Science**, v. 83, p. 271-277, 2009.

DAY, L.; SEYMOUR, R. B.; PITTS, K. F.; KONCZAK, I.; LUNDIN, L. Incorporation of functional ingredients into foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, p. 388–395, 2009.

DEJONG, S.; LANARI, M. C.; Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: Contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract. **Food Chemistry**, v. 116, p. 892–897, 2009.

DEVATKAL, S. K.; NARSAIAH, K.; BORAH, A. Antioxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. **Meat Science**, v. 85, p. 155–159, 2010.

DIAS, E. S.; ABE, C.; SCHWAN, R. F. Truths and myths about the mushroom *Agaricus Blazei*. **Science Agricola**, v. 61, p. 545-549, 2004.

FIRENZUOLI, F.; GORI, L.; LOMBARDO, G. The medicinal mushrooms *Agaricus blazei* Murrill: Review of literature and pharmaco-toxicological problems. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v.5, p. 3-15, 2008.

- FRANCO, D.; GONZÁLEZ, L.; BISPO, E.; LATORRE, A.; MORENO, T.; SINEIRO, J.; SÁNCHEZ, M.; NÚÑEZ. Effects of calf diet, antioxidants, packaging type and storage time on beef steak storage. **Meat Science**, v. 90, p. 871–880, 2012.
- GARCÍA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. **Meat Science**, v. 67, p. 57-63, 2004.
- GEORGANTELIS, D.; BLEKAS, G.; KATIKOU, P.; AMBROSIADIS, I.; FLETOURIS, D.J. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. **Meat Science**, v. 75, p. 266-274, 2007.
- GUTERREZ, Z. R.; MANTOVANI, M.S.; EIRA, A.S.; RIBEIRO, L.R.; JORDÃO, B.Q. Variation of the antimutagenicity effects of water extracts of *Agaricus blazei* Murill in vitro. **Toxicology**, v. 18, p. 301–309, 2004.
- HAYES, J. E.; STEPANYAN, B.; ALLEN, P.; O'GRADY, M. N.; KERRY, J. P. Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf life stability of raw and cooked pork sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 164-172, 2011.
- HUANG, S. J.; MAU, J. L. Antioxidant properties of methanolic extracts from *Agaricus blazei* with various doses of γ -irradiation. **LWT- Food Science and Technology**, v. 39, p. 707–716, 2006.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed.; 1.ed digital, São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, cap. 6, p.279-320, 2008.
- IZAWA, S.; INOUE, Y. A screening system for antioxidants using thioredoxindeficient yeast: discovery of thermostable antioxidant activity from *Agaricus blazei* Murill. **Applied Microbial and Cell Physiology**, v. 64, p. 537–542, 2004.
- JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern food microbiology**. 7. ed. New York: Springer, 2005, 790 p.
- JOSEPH, S.; CHATLI, M. K.; BISWAS, A. K.; SAHOO, J. Oxidative stability of pork emulsion containing tomato products and pink guava pulp during refrigerated aerobic storage. **Journal Food Science Technology**. DOI 10.1007/s13197-012-0820-y. Sept. 2012.
- KANATT, S. R.; CHANDER, R.; RADHAKRISHNA, P.; SHARMA, A. Potato peel extracts: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, p. 1499–1504, 2005.

- KIM, Y.W.; KIM, K.H.; CHOI, H.J.; LEE, D.S. Antidiabetic activity of beta-glucans and their enzymatically hydrolyzed oligosaccharides from *Agaricus blazei*. **Biotechnology Letters**, v. 27, p. 483-487, 2005.
- KIM, S. J.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, p. 112-120, 2013.
- 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 pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. **Meat Science**, v. 88, p. 139–144, 2011.
- LEE, S.; FAUSTMAN, C.; DJORDJEVIC, D.; FARAJI, H.; DECKER, E. A. Effect of antioxidants on stabilization of meat products fortified with n-3 fatty acids. **Meat Science**, v. 72, p. 18–24, 2006.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987.
- MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão ‘siciliano’. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p.179-183, 2003.
- MERCADANTE, A. Z.; CAPITANI, C. D.; DECKER, E. A.; CASTRO, I. A. Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. **Meat Science**, v.84, p.718–726, 2010.
- MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLE, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de Lingüiça de Frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 161-166, 2003.
- MURZAKHMETORA, M.; MOLDAKARIMOV, S.; TANCHEVA, L.; ABAROVA, S.; SERKEDJIEVA, J. Antioxidant and prooxidant properties of a polyphenol-rich extract from *Geranium sanguineum* L. in vitro and in vivo. **Phytotherapy Research**, v. 22, p. 746–751, 2008.
- NIU, Y. C.; LIU, J. C.; ZHAO, X. M.; WU, X. X. A low molecular weight polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* suppresses tumor growth and angiogenesis in vivo. **Oncology Reports**, v. 21, p. 145-152, 2009.
- OKE, F.; ASLIM, B. Protective effect of two edible mushrooms against oxidative cell damage and their phenolic composition. **Food Chemistry**, v. 128, p. 613–619, 2011.
- PADILHA, M. M.; AVILA, A. A.; SOUSA, P. J.; CARDOSO, L. G.; PERAZZO, F. F.; CARVALHO, J. C. Anti-Inflammatory Activity of Aqueous and Alkaline Extracts from Mushrooms (*Agaricus blazei* Murill). **Journal of Medicinal Food**, v. 12, p. 359-364, 2009.

- PAULA, R.; COLET, R.; 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.
- PEREIRA, M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- RABABAH, T.; HETTIARACHCHY, N.; HORAX, R.; ESWARANANDAM, S.; MAUROMOUS-TAKOS, A.; DICKSON, J.; NIEBUHR, S. Effect of electron beam irradiation and storage at 5 °C on thiobarbituric acid reactive substances and carbonyl contents in chicken breast meat infused with antioxidants and selected plant extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8236–8241, 2004.
- RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid – C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182- 2185, 1992.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia**. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.
- RIETJENS, I. M. C. M.; BOERSMA, M. G.; HAAN, L.; SPENKELINK, B.; AWAD, H. M.; CNUBBEN, N. H. P.; ZANDEN, J. J. V.; WOUDE, H. V.; ALINK, G. M.; KOEMAN, J. H. The pro-oxidant chemistry of the natural antioxidants vitamin C, vitamin E, carotenoids and flavonoids. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 11, p. 321–333, 2002.
- SANTANA, L. R. R.; SANTOS, L. C. S.; NATALICIO, M. A.; MANDRAGON-BERNAL, O. L.; ELIAS, E. M.; SILVA, C. B.; ZEPKA, L. Q.; MARTINS, I. S. L.; VERNAZA, M. G.; CASTILLO-PIZARRO, C.; BOLINI, H. M. A. Perfil Sensorial de Iogurte Light, sabor pêssego. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p. 619-625, 2006.
- SHAN, B.; CAI, Y. Z.; BROOKS, J. D.; CORKE, H. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 1879-1885, 2009.
- SINGI, G.; DAMASCENO, D. D.; ANDRÉA, E. D. D.; ALEXANDRE, G. M. B.; SINGI, M. B.; ALVES, L. C.; SIMÕES, T. I. Efeitos agudos da aplicação endovenosa do cogumelo-do sol (*Agaricus blazei* Murill) sobre a pressão arterial média e a frequência cardíaca de ratos anestesiados. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 16, p. 480-484, 2006.
- SOARES, A. A.; SOUZA, C. G. M.; DANIEL, F. M.; FERRARI, G. P.; COSTA, S. M. G.; PERALTA, R. M. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis*

- (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 112, p. 775–781, 2009.
- SORIMACHI, K.; IKEHARA, Y.; MAEZATO, G.; OKUBO, A.; YAMAZAKI, S.; AKIMOTO, K.; NIWA, A. Inhibition by *Agaricus blazei* Murill fractions of cytopathic effect induced by western equine encephalitis (WEE) virus on VERO cells in vitro. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 65, p. 1645-1647, jul. 2001.
- TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998, 226p.
- TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados – técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 121p.
- VALENZUELA, A.; NIETO, S. Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. **Grasay Aceites**, v. 47, p. 186–196, 1996.
- VAZ, J. A.; BARROS, L.; MARTINS, A.; SANTOS-BUELGA, C.; VASCONCELOS, M. H.; FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. **Food Chemistry**, v. 126, p. 610–616, 2011.
- VENTURINI, A. C.; CAVENAGHI, A. D.; CASTILLO, C. J. C.; QUIÑONES, E. M. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 31, p. 629-634, 2011.
- VIERA, V. B. **Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- VUORELA, S.; SALMINEN, H.; MAKELA, M.; KIVIKARI, R.; KARONEN, M.; HEINONEN, M. Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 8492–8497, 2005.
- WONG, J. Y.; CHYE, F. Y. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 269–277, 2009.
- YANISHLIEVA, N. V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. Natural antioxidants from herbs and spices. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 108, p. 776-793, 2006.

4.3 Manuscrito 3

**ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE SUÍNA ADICIONADA
DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) EM PÓ**

A ser submetido à revista *

* O manuscrito está formatado conforme as normas exigidas pela MDT

**ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE SUÍNA ADICIONADA
DE COGUMELO DO SOL (*Agaricus blazei* Murril) EM PÓ**

Flávia Santi Stefanello¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR), Av. Roraima nº 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - Santa Maria, RS, Brasil.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar o efeito da adição de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó sobre a estabilidade físico-química e microbiológica de linguiça fresca de carne suína ao longo da vida de prateleira do produto. O cogumelo do sol em pó foi utilizado nas concentrações de 0%, 1,0%, 2,0% e 4,0% (p/v) na fabricação de linguiça de carne suína. Foram realizadas as análises de umidade, proteínas, cinzas, e gordura. As linguiças foram analisadas a cada sete dias em relação ao pH, cor, índice de TBARS e análises microbiológicas. A análise sensorial foi avaliada através do teste de aceitabilidade com escala hedônica de sete pontos e teste de intenção de compra. Os resultados obtidos na composição centesimal, bem como nas análises microbiológicas para *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes a 35 ° C e a 45 ° C, *Samonella sp* e *Clostridium sulfito redutor* dos produtos estavam de acordo com o exigido pela legislação brasileira. Com relação à cor do produto, este apresentou uma coloração com tonalidade vermelho diminuída. No período final de estocagem, ao 35º dia, o valor de TBARS para linguiça com 4,0% de extrato foi de 0,509±0,12 mg MDA/kg de amostra e para o controle foi de 1,131±0,12 mg MDA/kg de amostra. O cogumelo do sol em pó não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica ao longo do armazenamento, avaliada pela contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotróficos. Quanto às características sensoriais, demonstrou boa aceitabilidade pelo consumidor. Desta forma, conclui-se que o cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 1,0%, 2,0% e 4,0%, estendendo a vida de prateleira deste produto, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+4°C), sendo viável a aplicabilidade como uma fonte antioxidante natural.

Palavras-chaves: cogumelo do sol; linguiça de carne suína; estabilidade oxidativa.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the effect of adding sun mushroom (*Agaricus blazei* Murrill) powder on the physical-chemical and microbiological stability pork sausage, to verify the applicability and maintaining these quality attributes along the shelf life of the product. The sun mushroom powder was used at concentrations of 0%, 1.0%, 2.0% and 4.0% (w/v) in the manufacture of pork sausage. Analyses were performed for moisture, protein, ash, and fat. The sausages were examined every seven days with respect to pH, color, TBARS values and microbiological analyzes. Sensory analysis was assessed by testing the acceptability hedonic scale with seven points and purchase intent test. The results on the chemical composition, as well as in the microbiological analysis for coagulase positive *Staphylococcus*, Coliforms at 35 ° C and 45 ° C, *Salmonella* sp and *Clostridium* sp reducer sulfite are in compliance with required by Brazilian law. With regard to the color of the product, this presented a red tinted staining decreased. In the final period of storage, the 35 day, the amount of TBARS for sausage with 4.0% extract was 0.509 ± 0.12 mg MDA/kg of sample and control 1.131 ± 0.12 mg MDA/kg sample. The sun mushroom powder has no effect on the microbiological stability during storage, as assessed by counting the total mesophilic aerobic and psychrotrophic microorganisms. The sensory characteristics had good acceptance by consumers. Thus, it appears that the sun mushrooms (*Agaricus blazei* Murrill) powder proved to be effective on the oxidative stability of pork sausage when added in a concentration of 1.0%, 2.0% and 4.0%, extending the shelf life of this product under the conditions of oxygen-permeable packaging and refrigeration temperature (+ 4 ° C) with a viable applicability as a natural antioxidant source.

Key-words: sun mushroom; pork sausage; oxidative stability.

INTRODUÇÃO

A linguiça frescal representa o principal produto industrializado derivado da carne suína consumido no Brasil, embora ainda seja incipiente seu padrão de identidade no país (OLIVEIRA; ARAÚJO; BORGIO, 2005). O produto deve apresentar no máximo 70% de umidade, máximo 30% de gordura e no mínimo 12% de proteína (BRASIL, 2000).

Do ponto de vista nutricional, linguiça é uma fonte importante de proteínas de alto valor biológico. No entanto, este produto apresenta algumas limitações técnicas como consequência de seu conteúdo de lipídeos de origem animal (GÖK; AKKAYA; OBUZ, 2008), uma vez que, a quantidade e o tipo de ácidos graxos são importantes parâmetros para determinar o prazo de validade de produtos cárneos em geral (BARAZI & ERKMEN, 2008).

A oxidação lipídica pode danificar as propriedades sensoriais de produtos alimentares, já que os lipídeos contribuem para a sensação de sabor, textura e suculência do produto (SAGGIORATO et al., 2012), além da produção de odores e *flavours* ofensivos como resultado da decomposição lipídica e produção de compostos voláteis (GEORGANTELIS et al., 2007), a destruição de constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos (VALENZUELA & NIETO, 1996) e a formação de compostos tóxicos durante o processamento que podem oferecer riscos à saúde do consumidor (DEJONG & LANARI, 2009).

Conseqüentemente, vários aditivos artificiais vem sendo adicionados para evitar as reações indesejadas da oxidação lipídica, aumentando assim a vida de prateleira de produtos cárneos (GEORGANTELIS et al., 2007), tais como, butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ), nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3) (VALENCIA; ANSONERA; ASTIASARÁN, 2007). Além da eficácia destes compostos na redução da oxidação, alguns deles também podem contribuir para a cor de produtos curados apresentando um baixo custo (FELLENBERG & SPEISKY, 2006).

No entanto, os consumidores estão se tornando mais conscientes das implicações toxicológicas de aditivos artificiais (GEORGANTELIS et al., 2007). Em doses elevadas, alguns destes compostos podem exercer efeitos cancerígenos e/ou mutagênicos (FELLENBERG & SPEISKY, 2006). Além disso, uma lista de compostos artificiais nos rótulos de produtos alimentícios parece incompatível com alegações funcionais e/ou orgânicas. Com base nisto, companhias de alimentos estão tentando substituir aditivos artificiais por compostos naturais, conferindo assim uma saudável imagem aos seus produtos (BOTSOGLOU et al., 2002).

Neste sentido, a utilização de compostos antioxidantes naturais além de reduzir efeitos

deletérios da oxidação lipídica, são atualmente mais valorizados para este fim. O potencial antioxidante de diversos compostos naturais já foi relatado, entre estes, o ácido ascórbico, tocoferóis, carotenóides e alguns compostos fenólicos foram os mais avaliados em matrizes de alimentos, incluindo em produtos cárneos (CAPITANI et al., 2009).

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril), por ser uma espécie nativa, apresentando as condições climáticas favoráveis para o seu cultivo (TOMIZAWA, et al., 2007). A expansão de seu cultivo tem sido verificada em várias regiões do Brasil, visando abastecer o mercado internacional, principalmente, o mercado japonês, que consideram o produto brasileiro de excelente qualidade, visto que, do total da produção nacional, 80% são destinados à exportação (HERRERA, 2001).

Alguns cogumelos comestíveis, inclusive o cogumelo do sol, apresentam importantes propriedades terapêuticas sendo tradicionalmente utilizados na medicina oriental (TAVEIRA & NOVAES, 2007). Dentre estas, comprova-se cientificamente que o cogumelo do sol pode representar uma fonte viável e econômica de antioxidantes na dieta, já que apresentam atividade antioxidante *in vitro* muito eficaz (OKE & ASLIM, 2011). Levando-se em conta a demanda por alimentos sem aditivos artificiais por serem mais atraentes aos consumidores, a avaliação da atividade antioxidante do cogumelo do sol aplicado sob a forma direta de pó representa uma importante razão para ser incorporado em linguiça de carne suína.

Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi determinar o efeito da adição de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó sobre a estabilidade físico-química e microbiológica de linguiça fresca de carne suína ao longo da vida de prateleira do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cogumelo do sol utilizadas neste estudo foram fornecidas por um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Santa Maria (RS) sob a forma de basidiocarpos imaturos previamente secos. As amostras foram moídas em moinho analítico refrigerado (4°C) (Quimis, modelo Q 298A21, Diadema, Brasil) e acondicionadas em recipientes fechados, ao abrigo da luz e em freezer (-12°C) até o momento de serem utilizadas.

A matéria-prima e ingredientes utilizados foram adquiridos em estabelecimentos comerciais localizados na cidade de Santa Maria (RS), exceto o condimento para linguiça toscana, sal de cura e fixador que foram doados pela BREMIL Indústria de Produtos Alimentícios LTDA. Para elaboração das linguiças de carne suína levou-se em consideração

os requisitos descritos pela Legislação (BRASIL, 2000) e procedimentos descritos por Terra (1998), conforme observado na Tabela 1.

Inicialmente a carne suína e o toucinho foram moídos em moedor (Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil). Na etapa seguinte a matéria-prima foi levada para a misturadeira (Jamar MJI 35), adicionada os ingredientes e misturados até a obtenção da liga. Em seguida, a massa foi dividida em quatro lotes de 5Kg, os quais foram adicionados das concentrações pré-definidas de cogumelo do sol em pó (CP), originando os quatro tratamentos: tratamento 1 (0% CP) - sem adição de cogumelo do sol em pó; tratamento 2 (1,0% CP) - linguiça de carne suína adicionada de 1 % de cogumelo do sol em pó; tratamento 3 (2,0% CP) - linguiça de carne suína adicionada de 2 % de cogumelo do sol em pó; tratamento 4 (4,0% CP) - linguiça de carne suína adicionada de 4 % de cogumelo do sol em pó.

Tabela 1 – Formulação de linguiça frescal de carne suína.

Ingredientes	Quantidade (%)
Carne suína	74,76
Toucinho	18,69
Água/gelo	2,80
Sal comum	1,87
Cura rápida BREMIL	0,23
Fixador BREMIL	0,23
Pimenta branca moída	0,09
Alho moído	0,19
Açúcar	0,19
Realçador de sabor	0,047
Condimento para linguiça suína BREMIL	0,93
Total	100%

Após a mistura, as massas foram embutidas em tripa suína que passaram por lavagem para remoção do sal e imersão em ácido láctico a 1% por 30 minutos para hidratação. Para armazenamento as linguiças foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, embaladas com papel filme, identificadas e imediatamente levadas a estufa D.B.O (ELETROLAB, Modelo EL 101, São Paulo, Brasil) e conservadas à temperatura de + 4°C.

Para determinação da composição centesimal, as amostras de linguiças foram trituradas em multiprocessador até formação de uma pasta homogênea. Foram realizadas

análises de umidade em estufa a 105°C, cinzas à 550°C e proteínas pelo método de Kjeldhal segundo metodologia descrita pela *Association Of Official Analytical Chemists* AOAC, (2005). A gordura foi realizada segundo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), pelo método do butirômetro.

A medida do pH foi realizada nos 0°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias de fabricação do produto. Homogeneizaram-se dez gramas de amostra com água destilada (1:10 p/v) no liquidificador. No homogeneizado foi determinado o pH (DIGIMED, Modelo DM-23DC-pHmetro, São Paulo, Brasil), sendo a leitura realizada em triplicata (TERRA & BRUM, 1988).

A determinação da cor foi avaliada pelo sistema CIELAB, usando aparelho Chroma Meter CR-300 (MINOLTA, Osaka, Japão) nos dias 0°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias de fabricação. A massa foi retirada da tripa, homogeneizada e em seguida distribuída em placas de petri, quando foi obtido o valor médio de cinco leituras para cada tratamento, de forma que a cada leitura a massa foi misturada e homogeneizada novamente (VIERA, 2012). Os resultados foram expressos como L^* (representa a porcentagem de luminosidade), a^* (onde: - a^* representa direção ao verde e + a^* direção ao vermelho), b^* (onde: - b^* representa direção ao azul e + b^* direção ao amarelo), C^* (índice de saturação) e h^* (ângulo de tonalidade) quando foi obtido o valor médio de cinco leituras para cada tratamento.

A avaliação da oxidação lipídica das linguças suína foi conduzida pelo Teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) segundo Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), adaptado por Pereira (2009), onde 10 g de amostra previamente homogeneizada foi pesada em saqueta plástica, adicionada de 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. Homogeneizou-se por um minuto em Stomacher Elétrico Modelo BOIT-STO1 (LABOR, São Paulo, Brasil), e em seguida, filtrou-se para balão volumétrico, de onde, retirou-se uma alíquota de 5 mL, adicionada de 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08M em ácido acético 50%. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos e a leitura realizada a 531 nm. Os valores de TBARS foram determinados em quintuplicata para cada amostra em 0°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias de armazenamento e os resultados foram expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra.

As análises microbiológicas foram realizadas nos dias 0°, 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias de armazenamento do produto a +4°C para microrganismos mesófilos e psicrotróficos, enquanto que as análises microbiológicas de Coliformes a 35° C, Coliformes a 45° C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella sp.*, *Clostridium* sulfito redutor foram realizadas apenas no dia 0° de armazenamento.

Para as análises microbiológicas foram homogeneizadas 25 gramas das amostras com 225 ml de água peptonada tamponada esterilizada (0,1% p/v) em saco Stomacher durante 1 min à temperatura ambiente para cada tratamento. Diluições decimais (10^{-1} a 10^{-6}) em 0,1% de água peptonada foram preparadas, e alíquotas das diluições (1 mL), com exceção da contagem dos microrganismos psicotróficos, (0,1 mL), foram espalhados sobre as superfícies dos diferentes ágar seletivos, sendo todas estas análises conduzidas em quadruplicata (APHA, 2001; BRASIL, 2003).

A análise sensorial foi realizada pelo teste de aceitabilidade com 55 provadores não treinados utilizando escala hedônica estruturada de 7 pontos (1 desgostei muito e 7 gostei muito) conforme Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) com algumas adaptações. Os atributos avaliados foram cor, odor, sabor, textura e aparência global. Antes da avaliação os provadores foram instruídos a ler e assinar o termo de Consentimento Livre e Esclarecido declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, planejada de forma que cada um dos participantes provasse as 4 amostras servidas sequencialmente em blocos completamente balanceados, com relação a ordem de apresentação. As linguças de carne suína foram assadas por 45 minutos em temperatura de 180°C e, em seguida, foram fatiadas e uma fatia de cada tratamento foi servida em pratos descartáveis brancos, devidamente identificados com números aleatórios de três algarismos.

Também foi aplicado teste de intenção de compra, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), o qual afirma que por meio das escalas ou de intenção de compra, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido, utilizando escala estruturada de 5 pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987).

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de variância (ANOVA) de uma via e teste de comparação de médias (Tukey), utilizando nível de significância de 5%. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS 17.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição centesimal da linguiça de carne suína adicionada de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) podem ser visualizados na Tabela 2.

Os resultados obtidos para a composição centesimal mostram que os produtos estão de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade do produto (BRASIL, 2000), apresentando valor de umidade entre 57,77 a 61,21 g %, valor de gorduras entre 12,34 a 13,88 g % e o valor de proteínas entre 18,07 a 21,18 g % (Tabela 2). Pode-se observar que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nos percentuais de umidade e proteína entre os tratamentos. Em contrapartida, os teores de cinzas e gordura não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Composição centesimal de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 35 dias.

	0% CP	1,0% CP	2,0% CP	4,0% CP
Umidade g(%)	61,21±0,71 ^a	58,75±0,85 ^{ab}	58,60±0,43 ^{ab}	57,77±0,94 ^b
Proteína g(%)	18,07±1,30 ^b	18,98±0,80 ^{ab}	21,18±1,60 ^a	20,69±1,52 ^a
Cinzas g(%)	3,70±0,18 ^a	3,49±0,25 ^a	3,73±0,17 ^a	3,86±0,27 ^a
Gordura g(%)	12,71±1,32 ^a	12,34±1,33 ^a	12,67±0,67 ^a	13,88±0,90 ^a

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata.

CP= Cogumelo do sol em pó.

Em relação às cinzas e gordura, Mercadante et al. (2010) ao avaliar o efeito de pigmentos naturais na estabilidade lipídica de produtos cárneos armazenados sob refrigeração encontraram valores para cinzas de 3,3 a 3,7 g % e para gordura de 12,2 a 15,4 g % corroborando com os resultados obtidos neste estudo, que foi de 3,49 a 3,86 g % para cinzas e de 12,34 a 13,88 g % para gordura (Tabela 2).

Ainda, pode-se observar que a adição de cogumelo do sol em pó influenciou estatisticamente ($p < 0,05$) nos valores de umidade entre os tratamentos, de forma que a linguiça de carne suína sem adição (0% CP) apresentou valores superiores de umidade em relação aos demais, comportando-se de maneira decrescente conforme a adição deste pó. Tais valores diferem de estudo realizado por Hayes et al. (2011), que ao avaliar o efeito de plantas nutracêuticas dissolvidas em água adicionadas em embutido cárneo suíno cru, encontraram

valor mínimo de umidade de 60,9 g %, enquanto que o valor mínimo deste estudo foi de 57,77 g %, demonstrando que a adição do pó de cogumelo do sol nas diferentes concentrações testadas foi capaz de reduzir os valores de umidade, diferindo do trabalho com a adição de extratos vegetais.

Em relação ao teor de proteína foram encontrados valores entre 18,07 a 21,18 g % nos diferentes tratamentos (Tabela 2), de forma que a adição de cogumelo do sol em pó elevou os valores de proteína proporcionalmente nos tratamentos adicionados, tendo em vista o elevado teor de proteínas do mesmo (AGAHAR-MURUKAR & SUBBULAKSHMI, 2005).

Os resultados do efeito da adição de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) no pH da linguiça de carne suína durante o período de armazenamento a 4°C são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de pH de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 35 dias.

	0% CP	1,0% CP	2,0% CP	4,0% CP
Dia 0	5,86±0,127 ^{aA}	5,89±0,04 ^{abA}	6,03±0,04 ^{abA}	6,05±0,02 ^{aA}
Dia 7	5,97±0,066 ^{aA}	5,91±0,04 ^{aA}	5,86±0,05 ^{aAB}	5,95±0,01 ^{aAB}
Dia 14	6,04±0,060 ^{aA}	5,94±0,05 ^{aA}	5,89±0,07 ^{aAB}	5,98±0,01 ^{aBC}
Dia 21	5,73±0,073 ^{bAB}	5,87±0,05 ^{aA}	5,92±0,09 ^{aAB}	5,87±0,02 ^{aCD}
Dia 28	5,64±0,038 ^{bBC}	5,86±0,04 ^{aA}	5,80±0,03 ^{aB}	5,79±0,07 ^{aDE}
Dia 35	5,45±0,035 ^{bC}	5,69±0,01 ^{abB}	5,56±0,11 ^{abC}	5,77±0,01 ^{aE}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em triplicata.

CP= Cogumelo do sol em pó.

Pode-se observar que o pH diminuiu (p<0,05) em todos os tratamentos durante o armazenamento. No início, o pH não foi significativamente (p<0,05) diferente entre o controle e os demais tratamentos. No entanto, a partir do dia 21, o pH foi significativamente (p<0,05) menor na amostra controle. Isto pode ser atribuído ao pH mais elevado do pó de cogumelo do sol (6,62±0,04).

A diminuição no valor de pH ao longo dos dias de armazenamento também foi relatado por Joseph et al. (2012) em produto cárneo refrigerado adicionado de compostos de tomate, sendo que nos tratamentos adicionados de 10% de tomate puro (T-1) e de 6% de tomate liofilizado (T-3), foi observado, respectivamente, uma redução de 5,80 até 5,73 e de 5,54 até 5,38 durante 9 dias de armazenamento, sendo esta variação de pH entre os tratamentos atribuídas a diferenças inerentes ao pH dos produtos adicionados.

Os resultados obtidos para TBARS estão apresentados na Tabela 4. O teste de TBARS quantifica malonaldeído, um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados formado durante o processo oxidativo.

Tabela 4 – Valores médios de TBARS (mg MDA/kg de amostra) das amostras de linguiça fresca de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 35 dias.

	0% CP	1,0% CP	2,0% CP	4,0% CP
Dia 0	0,485±0,09 ^{aC}	0,264±0,09 ^{bD}	0,283±0,09 ^{bC}	0,125±0,09 ^{bD}
Dia 7	0,537±0,05 ^{aC}	0,395±0,04 ^{bCD}	0,412±0,06 ^{bBC}	0,234±0,05 ^{cCD}
Dia 14	0,628±0,05 ^{aBC}	0,452±0,04 ^{bBC}	0,481±0,05 ^{bB}	0,371±0,06 ^{cBC}
Dia 21	0,878±0,09 ^{aB}	0,627±0,09 ^{bA}	0,555±0,01 ^{bcAB}	0,410±0,09 ^{cB}
Dia 28	0,763±0,07 ^{aB}	0,515±0,08 ^{bABC}	0,326±0,09 ^{cBC}	0,264±0,06 ^{cC}
Dia 35	1,131±0,12 ^{aA}	0,604±0,12 ^{bAB}	0,585±0,11 ^{bA}	0,509±0,12 ^{bA}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em quintuplicata.

CP= Cogumelo do sol em pó.

Os valores de TBARS aumentaram (p<0,05) durante o armazenamento em todos os tratamentos, evidenciando o desenvolvimento da oxidação lipídica. No entanto, houve diferenças significativas (p<0,05) entre o controle e os demais tratamentos (Tabela 4), observando-se que ao longo dos dias de armazenamento, o tratamento adicionado de 4% de cogumelo do sol em pó apresentou valor de TBARS significativamente inferior (p<0,05) ao controle e aos tratamentos 1% CP e 2% CP.

Ahmad e Srivastava (2007) relataram que no intervalo de valores de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg de MDA/kg de amostra de carne, não é possível detectar odor de ranço no produto,

entretanto, valores de TBARS entre 1 e 2 mg de MDA/kg de amostra é possível detectar sensorialmente a oxidação lipídica. Os valores de TBARS encontrados neste trabalho, relacionados a linguiça suína, demonstraram que apenas o tratamento sem adição de cogumelo do sol em pó, ao 35º dia de armazenamento, apresentou índice superior a 1 mg de MDA/kg de amostra (1,131±0,12).

Kim, Cho e Han (2013) relataram valores de TBARS de produto cárneo tipo linguiça frescal bovina com 20% de toucinho suíno, adicionada de 0,1% e 0,5% de extrato vegetal de folha verde Chamnamul (planta típica do leste da Ásia) de 1,110 e 0,406 mg MDA/kg de amostra, respectivamente, ao término do período de armazenamento a temperatura de 4 ° C. Tais resultados demonstram que a adição de compostos fenólicos provenientes de fontes vegetais é capaz de proteger produtos cárneos contra danos da oxidação lipídica, desde que estejam em concentração adequada (MERCADANTE et al., 2010).

A atividade antioxidante *in vitro* do cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) é comprovadamente efetiva (TSAI; TSAI; MAU, 2007; SOARES et al., 2009). Entretanto, o IC₅₀, parâmetro que demonstra a quantidade necessária do vegetal para reduzir em 50% o radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), simulando a atividade antioxidante *in vitro*, para cogumelos selvagens comestíveis, incluindo o cogumelo estudado, apresentou valores de IC₅₀ em média de 20 mg de extrato/ml, evidenciando que é necessário alta concentração de extratos de cogumelo do sol para a ação antioxidante ser efetiva (WONG & CHYE, 2009).

Entretanto, observa-se que a adição de cogumelo do sol em pó foi capaz de proporcionar melhores resultados em relação à estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando comparado ao controle nas concentrações de 1, 2 e 4%, prolongando a vida de prateleira (35 dias) em relação a este parâmetro, quando acondicionados em embalagem permeável ao oxigênio sob refrigeração a + 4°C.

A cor é um dos principais fatores que interfere na aceitabilidade do consumidor frente a inovações em produtos cárneos, tendo a capacidade de atrair ou repelir a intenção de compra. Processos oxidativos estão associados com a descoloração destes produtos, uma vez que a oxidação lipídica resulta na formação de pró-oxidantes capazes de reagir com a oximioglobina, conduzindo a formação de metamioglobina, de forma que esta mudança irreversível contribui para o desenvolvimento de características sensoriais inaceitáveis, dentre outras, coloração alterada (GEORGANTELIS et al., 2007).

Tabela 5 – Parâmetros de cor instrumental (L*, a*, b*, C* e h*) de linguiça frescal de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 35 dias.

		0% CP	1,0% CP	2,0% CP	4,0% CP
L*	Dia 0	53,99±0,53 ^{ad}	51,15±1,15 ^{be}	51,55±1,49 ^{bb}	47,86±0,79 ^{cc}
	Dia 7	60,90±0,66 ^{abc}	57,24±0,61 ^{bbc}	58,08±0,98 ^{ba}	54,72±1,25 ^{ca}
	Dia 14	60,73±1,09 ^{abc}	56,52±0,52 ^{bcd}	56,71±0,91 ^{ba}	50,89±1,40 ^{cb}
	Dia 21	64,45±1,45 ^{aa}	58,56±1,06 ^{bb}	56,49±1,44 ^{ba}	47,87±0,96 ^{cc}
	Dia 28	61,43±1,17 ^{ab}	60,90±0,75 ^{ba}	57,51±1,31 ^{ba}	53,16±1,64 ^{cab}
	Dia 35	58,95±0,83 ^{ac}	55,15±0,59 ^{bd}	50,89±1,35 ^{cb}	44,44±1,09 ^{dd}
a*	Dia 0	16,49±0,34 ^{aa}	15,76±0,63 ^{aba}	14,89±0,53 ^{ba}	11,51±0,38 ^{ca}
	Dia 7	13,87±0,37 ^{ab}	12,38±0,19 ^{bb}	10,87±0,37 ^{cb}	10,53±0,95 ^{cab}
	Dia 14	13,18±1,26 ^{abc}	11,76±0,58 ^{bbc}	10,05±0,24 ^{bbc}	10,10±0,65 ^{bb}
	Dia 21	12,05±0,66 ^{ac}	11,07±0,56 ^{bc}	10,23±0,76 ^{bbc}	8,04±0,66 ^{cc}
	Dia 28	12,79±1,11 ^{ac}	10,26±0,58 ^{bd}	10,37±0,91 ^{bbc}	8,33±0,23 ^{cc}
	Dia 35	11,48±0,46 ^{ac}	10,05±0,23 ^{bd}	9,76±0,49 ^{bc}	8,75±0,29 ^{cc}
b*	Dia 0	11,38±0,61 ^{da}	14,91±0,11 ^{cc}	17,53±0,41 ^{bab}	19,51±0,57 ^{ab}
	Dia 7	11,81±0,56 ^{da}	16,57±0,89 ^{cab}	18,82±0,32 ^{ba}	19,46±0,38 ^{ab}
	Dia 14	12,22±0,53 ^{ca}	17,39±0,57 ^{ba}	17,38±1,20 ^{bab}	21,68±0,78 ^{aa}
	Dia 21	12,45±0,99 ^{ba}	16,39±0,95 ^{aab}	17,80±1,58 ^{aab}	19,79±0,55 ^{ab}
	Dia 28	12,08±0,39 ^{da}	16,01±0,52 ^{cbc}	17,61±0,63 ^{bab}	18,06±0,98 ^{ac}
	Dia 35	12,24±0,32 ^{ca}	16,08±0,36 ^{bbc}	16,88±0,39 ^{bb}	17,85±0,30 ^{ac}
C*	Dia 0	20,03±0,61 ^{ca}	21,69±0,40 ^{ba}	23,14±0,29 ^{aa}	22,65±0,64 ^{aab}
	Dia 7	18,21±0,52 ^{cbc}	20,68±0,79 ^{bab}	21,73±0,23 ^{bab}	24,10±0,91 ^{aa}
	Dia 14	18,12±1,57 ^{bbc}	20,99±0,74 ^{aab}	19,15±0,94 ^{bc}	21,89±0,34 ^{abc}
	Dia 21	17,16±0,73 ^{cc}	19,78±1,04 ^{abb}	20,54±1,58 ^{abbc}	20,69±1,12 ^{ac}
	Dia 28	18,74±0,69 ^{babc}	20,68±1,09 ^{aab}	20,38±0,71 ^{abc}	21,47±0,49 ^{abc}
	Dia 35	19,73±0,46 ^{cab}	20,70±0,35 ^{bab}	19,01±0,47 ^{cc}	21,72±0,65 ^{abc}
h*	Dia 0	34,74±1,01 ^{dc}	43,38±1,30 ^{ce}	49,96±1,36 ^{bd}	59,52±0,64 ^{ae}
	Dia 7	40,36±1,37 ^{db}	53,24±1,25 ^{cc}	60,00±1,17 ^{bab}	64,18±1,28 ^{abc}
	Dia 14	45,38±1,56 ^{da}	55,98±0,96 ^{cb}	62,76±0,71 ^{ba}	65,24±1,78 ^{aab}
	Dia 21	43,36±1,06 ^{ca}	56,02±1,04 ^{bb}	60,12±1,18 ^{aab}	60,80±0,91 ^{ade}
	Dia 28	35,70±1,21 ^{cc}	58,68±1,04 ^{ba}	59,80±0,99 ^{bb}	67,24±0,89 ^{aa}
	Dia 35	38,28±0,95 ^{db}	50,96±0,69 ^{cd}	55,42±1,88 ^{bc}	62,66±0,43 ^{acd}

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias \pm desvio padrão de análises em quintuplicata. CP= Cogumelo do sol em pó.

Os valores de L^* (luminosidade) das linguças suínas variaram ($p < 0,05$) entre os tratamentos e os dias de armazenagem (Tabela 5). Desde o 0º até o 35º dia de armazenamento o valor de L^* foi estatisticamente inferior ($p < 0,05$) nos tratamentos adicionados do pó de cogumelo do sol do que no controle, tendo a diferença estatística mais acentuada entre o controle e o tratamento adicionado de 4% CP. Estes resultados indicam que as linguças de carne suína que foram adicionadas com diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó apresentavam-se mais escuras do que o controle, visto que os valores de L^* (luminosidade) variam de preto (0%) a branco (100%) (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Joseph et al. (2012) também relataram uma diminuição no valor de L^* em produto cárneo refrigerado adicionado de compostos de tomate quando comparados ao controle. Observações semelhantes foram registradas também em embutido cárneo suíno armazenado sob refrigeração com a adição de extratos de folhas de *curry* e hortelã (BISWAS; CHATLI; SAHOO, 2012), sendo possível confirmar que extratos vegetais incorporados em produtos cárneos são capazes de alterar a sua coloração característica (KIM; CHO; HAN, 2013).

A coloração vermelha de produtos cárneos é um importante componente do apelo visual para consumidores (SHAN et al., 2009), sendo o índice a^* , o parâmetro de cor mais sensível na caracterização da cor vermelha e na sua estabilidade (RAMOS & GOMIDE, 2007). Quanto a cor das linguças verificou-se uma tendência de diminuição dos valores do parâmetro a^* durante o período de armazenagem, ou seja, a intensidade de coloração vermelha foi diminuindo ao logo deste período, independente do tratamento avaliado (Tabela 5). Esta redução dos valores de a^* em todos os tratamentos possivelmente está relacionada com o desenvolvimento da oxidação lipídica (SHAN et al., 2009).

Além disso, cabe ressaltar que ao longo dos dias de armazenagem da linguça de carne suína, o tratamento controle apresentou valor de a^* estatisticamente maior do que os demais tratamentos adicionados de cogumelo do sol em pó (Tabela 5), demonstrando maior intensidade de coloração vermelha em relação aos demais, devido à pigmentação em tom amarelado característico deste cogumelo incorporado.

Por outro lado, o valor b^* (cor amarela) apresentou uma tendência de manter-se sem diferença estatística significativa ($p < 0,05$) no tratamento sem adição de pó de cogumelo do sol (0% CP), bem como, com pequenas oscilações nos demais tratamentos adicionados (1%,

2% e 4% CP) ao longo dos dias de armazenamento avaliados. Entretanto, entre os tratamentos analisados, o tratamento controle apresentou valores de b^* estatisticamente inferiores ($p < 0,05$) aos outros tratamentos, os quais apresentaram aumento nos valores de b^* com o aumento da concentração de cogumelo de sol em pó adicionado (Tabela 5).

Tal comportamento de coloração pode ser entendido pela aceleração da oxidação lipídica, a qual tende a aumentar a cor amarela e reduzir a cor vermelha de produtos cárneos, proporcionalmente ao aumento de intensidade desta reação durante o armazenamento (GARCÍA-ESTEBAN; ANSORENA; ASTIASARÁN, 2004), assim como pela possibilidade de cogumelo do sol em pó incorporado ser capaz de alterar a coloração característica deste produto cárneo, devido a sua pigmentação em tom amarelo (KIM; CHO; HAN, 2013).

O ângulo de tonalidade (h^*) e grau de saturação (C^*) são medidas derivadas de a^* e b^* . O ângulo de tonalidade (h^*) é a grandeza associada aos comprimentos de onda do espectro visível, representando a qualidade da cor, permitindo diferenciá-la (RAMOS & GOMIDE, 2007). A cromaticidade ou croma (C^*) expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos destes pigmentos (a^* e b^*). Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas (MENDONÇA et al., 2003).

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar o valor h^* do tratamento controle estatisticamente inferior ($p < 0,05$) aos demais tratamentos adicionados de cogumelo do sol em pó, tendo no tratamento 4% CP a maior diferença ao longo do período de armazenamento, devido à maior concentração do cogumelo do sol, o qual interfere na qualidade da cor. De modo geral os tratamentos apresentaram valores de C^* entre 17,16 a 23,14 ao longo de todo o período de armazenamento, denotando um produto sem a expressão de cores vívidas.

Considerando o efeito dos tratamentos no 7º dia de armazenamento quando comparados os resultados dos valores da cor objetiva (L^* , a^* , b^* , C^* , h^*) com os da análise sensorial para o atributo cor (Tabela 8), observa-se haver uma relação entre estes valores, uma vez que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o tratamento sem adição do pó de cogumelo do sol (0% CP) e os demais tratamentos adicionados (1%, 2% e 4% CP), com ênfase na diferença entre os tratamentos 0% e 4% CP para ambas as análises, sendo assim perceptível esta diferença de coloração para os avaliadores.

A avaliação microbiológica dos diferentes tratamentos de linguiça de carne suína, durante o período de armazenamento de 35 dias a 4°C, baseou-se na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotóxicos (Tabela 6), que podem ser utilizados para indicar a qualidade sanitária e a inocuidade de produtos cárneos, fornecendo

uma estimativa da população geral de microrganismos presentes num intervalo amplo de temperatura, de forma que altos níveis de contaminação estão associados à baixa qualidade e à aceleração do processo de deterioração (JAY; LOESSNER; GOLDEN, 2005).

Os resultados apresentados na Tabela 6 demonstram que a população microbiana de aeróbios mesófilos de linguças de carne suína não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) com a adição de cogumelo do sol em pó, considerando as contagens nos dias 0, 7 e 21 de armazenamento.

Tabela 6 – Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais e psicrotróficos em amostras de linguça fresca de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) armazenada a 4°C por 35 dias.

		0% CP	1,0% CP	2,0% CP	4,0% CP
Aeróbios Mesófilos Totais	Dia 0	3,88±0,03 ^{aB}	3,93±0,09 ^{aB}	4,11±0,10 ^{aB}	3,97±0,12 ^{aC}
	Dia 7	4,06±0,13 ^{aB}	4,02±0,05 ^{aB}	4,34±0,82 ^{aB}	4,23±0,26 ^{aC}
	Dia 14	4,03±0,08 ^{cB}	4,09±0,12 ^{bcB}	4,28±0,12 ^{bbB}	5,12±0,09 ^{aB}
	Dia 21	4,61±0,22 ^{cA}	4,64±0,09 ^{cA}	5,36±0,15 ^{baA}	5,67±0,28 ^{aA}
	Dia 28	n.d	n.d	n.d	n.d
	Dia 35	n.d	n.d	n.d	n.d
Psicrotróficos	Dia 0	3,74±0,06 ^{abB}	3,17±0,18 ^{cbB}	4,25±0,15 ^{abB}	3,65±0,07 ^{bcC}
	Dia 7	3,98±0,01 ^{aB}	3,86±0,04 ^{aAB}	4,34±0,06 ^{aAB}	3,72±0,05 ^{aC}
	Dia 14	3,57±0,08 ^{bbB}	3,12±0,01 ^{cbB}	3,84±0,09 ^{bbB}	5,03±0,07 ^{aB}
	Dia 21	5,04±0,23 ^{aA}	4,73±0,15 ^{aA}	5,17±0,21 ^{aA}	5,99±0,22 ^{aA}
	Dia 28	n.d	n.d	n.d	n.d
	Dia 35	n.d	n.d	n.d	n.d

^aMédias na mesma linha com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

^AMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias ± desvio padrão de análises em quadruplicata.

CP= Extrato de cogumelo do sol.

n.d= não detectável; bolores e leveduras externas visíveis.

Considerando os valores apresentados (Tabela 6) até o 21º dia de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram contagens de microrganismos aeróbios mesófilos inferiores

a 6,0 Log UFC/g mantendo-se na faixa limite aceitável de contaminação bacteriana (TERRA, 1998). Entretanto, a partir do dia 28º dia de armazenamento o produto apresentou-se visivelmente alterado com o desenvolvimento de bolores e leveduras externas.

Kim, Cho e Han (2013) ao avaliar as alterações microbiológicas de produto cárneo fresco de carne bovina com 20% de toucinho suíno, adicionada de 0,5% de extrato vegetal de folha verde Chamnamul (planta típica do leste da Ásia) estocada a 4º C, observaram que ao 6º dia de armazenamento a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos totais foi de $6,00 \pm 0,14$ Log UFC/g, enquanto que no controle foi de $6,97 \pm 0,28$ Log UFC/g, demonstrando que tal extrato apresenta certa atividade antimicrobiana, embora com vida de prateleira reduzida.

Entretanto, linguiças do tipo fresco são alimentos grandemente expostos à contaminação e representam um excelente meio para a multiplicação de microrganismos (MILANI et al., 2003), remetendo a diminuição da vida de prateleira (PAULA et al., 2011). Tais resultados corroboram com os encontrados neste estudo, onde a linguiça de carne suína manteve-se dentro do limite aceitável de contaminação microbiana durante 21 dias de armazenamento, demonstrando que a adição de cogumelo do sol em pó não foi capaz de desenvolver atividade antimicrobiana eficiente.

Da mesma forma, não foi possível observar valores para a contagem de microrganismos psicrótróficos (Tabela 6) estatisticamente inferiores ($p < 0,05$) nos tratamentos adicionados de cogumelo do sol em pó em relação ao controle. Durante o período de armazenamento, até o 21º dia de armazenamento, as contagens deste microrganismo mantiveram-se inferiores a 6,0 Log UFC/g, respeitando o limite aceitável de contaminação bacteriana (TERRA, 1998).

É importante ressaltar que diversos estudos nos últimos anos têm comprovado o poder medicinal do cogumelo do sol (GUTERREZ et al., 2004; SINGI et al., 2006; NIU et al., 2009). Entretanto, embora haja o uso tradicional deste cogumelo na medicina prática brasileira, incentivados por diversas propriedades terapêuticas e também por relatos de possível atividade antimicrobiana (DIAS; ABE; SCHWAN, 2004), não há dados científicos que comprovem esta última, de maneira que neste estudo não foi possível observar esta atividade para a linguiça de carne suína, nas concentrações avaliadas.

Em relação aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação nacional vigente para linguiça de carne suína (BRASIL, 2001), a Tabela 7 apresenta os valores médios da contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a

45°C, *Salmonella* e *Clostridium sulfito reductor* nas amostras estudadas no início do período de armazenamento a 4°C.

Tabela 7 – Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes Totais a 35°C, Coliformes a 45°C, *Salmonella* e *Clostridium sulfito reductor* em amostras de linguiça fresca de carne suína adicionada de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) ao início do período de armazenamento a 4°C.

	Tratamentos	Contagem (Log UFC/g)
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	Todos	< 1,00
	0% CP	3,12±0,12 ^a
	0,5% CP	3,54±0,45 ^a
	1,0% CP	3,26±0,06 ^a
	2,0% CP	3,29±0,22 ^a
Coliformes Totais a 35°C	Todos	< 1,00
Coliformes a 45°C	Todos	Ausente
<i>Salmonella</i>	Todos	< 1,00
<i>Clostridium sulfito reductor</i>	Todos	< 1,00

^aMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Médias ± desvio padrão de análises em quadruplicata.

CP= Cogumelo do sol em pó.

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva apresentou resultados inferiores a < 1,00 Log UFC/g, mantendo-se dentro do limite permitido conforme Brasil (2001), que define a tolerância de até 3,70 Log UFC/g. Da mesma forma, a contagem média de Coliformes Totais a 35°C variou de 3,12±0,12 a 3,54±0,45 Log UFC/g e para Coliformes a 45°C apresentou valores inferiores a < 1,00 Log UFC/g não havendo diferença significativa entre os tratamentos e dentro do limite estabelecido pela legislação nacional vigente, que é de 3,70 Log UFC/g (BRASIL, 2001).

Dentre os microrganismos patogênicos, destaca-se a *Salmonella* spp., que apresenta-se com alta prevalência em frigorífico de abate de suínos, de forma que Castagna et al. (2004) detectaram este microrganismo em 83,33% dos animais na sala de abate e posteriormente a prevalência média de 93,94% no produto final (linguiça fresca). Neste estudo, não foi detectada a presença de *Salmonella* spp e *Clostridium sulfito reductor* em nenhum dos

tratamentos, atendendo a legislação brasileira (BRASIL, 2001), que estabelece ausência de *Salmonella* em 25g de amostra e máximo de 3,48 Log UFC/g para *Clostridium* sulfito redutor.

No processo de desenvolvimento e melhoramento de produtos, a determinação da aceitação pelos consumidores é de extrema importância, uma vez que os extratos vegetais tem a possibilidade de conter substâncias que podem conferir odor e/ou sabor especial ao produto final (CIRIANO et al., 2009). A análise sensorial desenvolvida neste estudo foi conduzida com o intuito de verificar a aceitação do consumidor frente às características gerais das linguiças de carne suína adicionadas do pó de cogumelo do sol em diferentes concentrações, realizada no 7º dia de armazenamento.

Os valores médios das notas atribuídas para todos os atributos avaliados (Tabela 8) foram entre 4,02 a 5,81, classificados como “indiferente” a “gostei moderadamente” na escala hedônica estruturada de sete pontos. De maneira geral, os atributos cor, odor, sabor, textura e aparência global apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos avaliados, demonstrando uma tendência do tratamento sem adição do pó de cogumelo do sol (0% CP) obter médias das notas atribuídas superiores aos demais tratamentos.

Tabela 8 – Médias das notas atribuídas para as linguiças frescas de carne suína adicionadas de diferentes concentrações de cogumelo do sol em pó (*Agaricus blazei* Murril) utilizando escala hedônica de 7 pontos.

	Cor	Odor	Sabor	Textura	Aparência
0% CP	5,75±1,13 ^a	5,63±1,03 ^a	5,81±0,99 ^a	5,73±0,97 ^a	5,79±1,03 ^a
1,0% CP	5,02±1,02 ^b	4,98±0,85 ^b	5,11±1,01 ^b	5,23±1,08 ^{ab}	5,09±1,07 ^b
2,0% CP	4,75±1,08 ^b	5,31±0,92 ^{ab}	5,23±1,16 ^{ab}	5,40±0,95 ^{ab}	5,06±1,20 ^b
4,0% CP	4,02±1,21 ^c	4,15±0,89 ^c	4,50±1,39 ^c	4,90±0,97 ^b	4,81±1,11 ^b

^aMédias na mesma coluna com letras iguais sobrescritas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias ± desvio padrão de análises de 55 provadores.

CP= Cogumelo do sol em pó.

Escores: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = indiferente; 5 = gostei moderadamente; 6 = gostei muito; 7 = gostei muitíssimo.

Tais resultados corroboram com os resultados encontrados por Day et al. (2009), uma vez que a adição de substâncias naturais pode alterar as características sensoriais de produtos cárneos, demonstrando menor aceitabilidade pelo consumidor. Já Venturini et al. (2011), ao avaliar atributos sensoriais em linguiça de frango adicionada de extrato de alecrim, observou

que não houve diferença sensorial perceptível pela adição das diferentes concentrações de extrato testadas. Da mesma forma, Kulkarni et al. (2011) ao investigar os efeitos da adição de extrato de semente de uva sobre estabilidade sensorial de produto cárneo tipo lingüiça frescal, observou que os escores atribuídos ao produto foram semelhantes para todos os tratamentos, diferindo dos resultados obtidos neste estudo.

Neste contexto, uma das maiores preocupações ao desenvolver um novo produto é verificar a intenção de compra pelo consumidor (SANTANA et al., 2006). Os resultados do teste de intenção de compra evidenciaram que a lingüiça de carne suína sem adição de cogumelo do sol em pó (0% CP) apresentou maior intenção de compra (35%) equivalendo ao termo certamente compraria, seguida da lingüiça adicionada de 1% de CP (29%), da lingüiça com 2% CP (28%) e da lingüiça com 4% de CP (15%), equivalendo ao termo provavelmente compraria na escala.

CONCLUSÃO

O cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de lingüiça de carne suína quando adicionado na concentração de 1,0%, 2,0% e 4,0%, estendendo a vida de prateleira deste produto, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+ 4°C). Não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica, e quanto às características sensoriais, demonstrou boa aceitabilidade pelo consumidor, com exceção ao atributo cor do tratamento adicionado de 4,0% CP, o qual pode ser melhorado pela adição de corante natural em sua formulação. Desta forma, conclui-se que é viável a aplicabilidade do pó de cogumelo do sol em lingüiça de carne suína, como uma fonte antioxidante natural capaz de garantir a manutenção dos atributos de qualidade ao longo da vida de prateleira do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAHAR-MURUKAR, D.; SUBBULAKSHMI, G. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. **Food Chemistry**, v.89, p.599-603, 2005.
- AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, v. 75, p. 603–603, 2007.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

APHA - American Public Health Association. Committee on microbiological methods for foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001. 676p.

BARAZI, A.; ERKMEN, O. Survival of *Listeria monocytogenes* in sucuk during manufacturing and storage periods at different modified atmosphere. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 13, p. 49–58, 2008.

BISWAS, A. K.; CHATLI, M. K.; SAHOO, J. Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. **Food Chemistry**, v.133, p. 467–472, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003.

BOTSOGLOU, N. A.; CHRISTAKI, E.; FLETOURIS, D. J.; FLOROU-PANERI, P.; SPAIS, A. B. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 62, p. 259–265, 2002.

CAPITANI, C. D.; CARVALHO, A. C. L.; RIVELLI, D. P.; BARROS, S. B. M.; CASTRO, I. A. Evaluation of natural and synthetic compounds according to their antioxidant activity using a multivariate approach. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 111, p. 1090–1099, 2009.

CASTAGNA, S.M.F.; SCHWARZ, P.; CANAL, C.W.; CARDOSO, M. Prevalência de suínos portadores de *Salmonella* ao abate e contaminação de embutidos frescal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, p. 141-147, 2004.

CIRIANO, M. S.; GARCÍA-HERREROS, C.; VALENCIA, E. L. I.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago*

- officinalis* in dry fermented sausages enriched in ω -3 PUFA. **Meat Science**, v. 83, p. 271-277, 2009.
- DAY, L.; SEYMOUR, R. B.; PITTS, K. F.; KONCZAK, I.; LUNDIN, L. Incorporation of functional ingredients into foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, p. 388–395, 2009.
- DEJONG, S.; LANARI, M. C.; Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: Contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract. **Food Chemistry**, v. 116, p. 892–897, 2009.
- DIAS, E. S.; ABE, C.; SCHWAN, R. F. Truths and myths about the mushroom *Agaricus Blazei*. **Science Agricola**, v. 61, p. 545-549, 2004.
- FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: Their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **Poultry Science Journal**, v. 62, p. 53–69, 2006.
- GARCÍA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. **Meat Science**, v. 67, p. 57-63, 2004.
- GEORGANTELIS, D.; BLEKAS, G.; KATIKOU, P.; AMBROSIADIS, I.; FLETOURIS, D.J. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. **Meat Science**, v. 75, p. 266-274, 2007.
- GÖK, V.; AKKAYA, L.; OBUZ, E. Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of Turkish pastirma—a dry cured beef product. **Meat Science**, v. 80, p. 335–344, 2008.
- GUTERREZ, Z. R.; MANTOVANI, M.S.; EIRA, A.S.; RIBEIRO, L.R.; JORDÃO, B.Q. Variation of the antimutagenicity effects of water extracts of *Agaricus blazei* Murill in vitro. **Toxicology**, v. 18, p. 301–309, 2004.
- HAYES, J. E.; STEPANYAN, B.; ALLEN, P.; O'GRADY, M. N.; KERRY, J. P. Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf life stability of raw and cooked pork sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 164-172, 2011.
- HERRERA, O. M. **Produção, economicidade e parâmetros energéticos do cogumelo *Agaricus blazei*: um enfoque de cadeia produtiva**. 2001. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed.; 1.ed digital, São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, cap. 6, p.279-320, 2008.
- JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern food microbiology**. 7. ed. New York: Springer, 2005, 790 p.
- JOSEPH, S.; CHATLI, M. K.; BISWAS, A. K.; SAHOO, J. Oxidative stability of pork emulsion containing tomato products and pink guava pulp during refrigerated aerobic storage. **Journal Food Science Technology**. DOI 10.1007/s13197-012-0820-y. Sept. 2012.
- KIM, S. J.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, p. 112-120, 2013.
- 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 pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. **Meat Science**, v. 88, p. 139–144, 2011.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987.
- MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão ‘siciliano’. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p.179-183, 2003.
- MERCADANTE, A. Z.; CAPITANI, C. D.; DECKER, E. A.; CASTRO, I. A. Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. **Meat Science**, v.84, p.718–726, 2010.
- MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLE, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de Lingüiça de Frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 161-166, 2003.
- NIU, Y. C.; LIU, J. C.; ZHAO, X. M.; WU, X. X. A low molecular weight polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* suppresses tumor growth and angiogenesis in vivo. **Oncology Reports**, v. 21, p. 145-152, 2009.
- OKE, F. & ASLIM, B. Protective effect of two edible mushrooms against oxidative cell damage and their phenolic composition. **Food Chemistry**, v. 128, p. 613–619, 2011.
- OLIVEIRA, J. M.; ARAÚJO, W. M. C.; BORGIO, L. A. Quantificação de nitrato e nitrito em lingüiças do tipo frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p.736-742, 2005.
- PAULA, R.; COLET, R.; 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.

- PEREIRA, M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acidextraction thiobarbituric acid – C18 method for measuring lipid peroxidati in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia**. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.
- SAGGIORATO, A. G., GAIO, I., TREICHEL, H., de OLIVEIRA, D., CICHOSKI, A. J., CANSIAN, R. L. Antifungal activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.): evaluation in vitro and on an Italian-type sausage surface. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 1, p. 378 - 384, 2012.
- SANTANA, L. R. R.; SANTOS, L. C. S.; NATALICIO, M. A.; MANDRAGON-BERNAL, O. L.; ELIAS, E. M.; SILVA, C. B.; ZEPKA, L. Q.; MARTINS, I. S. L.; VERNAZA, M. G.; CASTILLO-PIZARRO, C.; BOLINI, H. M. A. Perfil Sensorial de Iogurte Light, sabor pêssego. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p. 619-625, 2006.
- SINGI, G.; DAMASCENO, D. D.; ANDRÉA, E. D. D.; ALEXANDRE, G. M. B.; SINGI, M. B.; ALVES, L. C.; SIMÕES, T. I. Efeitos agudos da aplicação endovenosa do cogumelo-do sol (*Agaricus blazei* Murill) sobre a pressão arterial média e a frequência cardíaca de ratos anestesiados. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 16, p. 480-484, 2006.
- SHAN, B.; CAI, Y. Z.; BROOKS, J. D.; CORKE, H. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 1879-1885, 2009.
- SOARES, A. A.; SOUZA, C. G. M.; DANIEL, F. M.; FERRARI, G. P.; COSTA, S. M. G.; PERALTA, R. M. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 112, p. 775–781, 2009.
- TAVEIRA, V. C.; NOVAES, M. R. C. G. Consumo de cogumelos na nutrição humana: uma revisão da literatura. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 18, p. 315-322, 2007.
- TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998, 226p.
- TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados – técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 121p.

- TOMIZAWA, M. M.; SOUZA, E. D.; ASSIS, L. J.; GOMIDE, P. H. O.; SANTOS, J. B. Variabilidade genética de isolados do cogumelo *Agaricus blazei* por meio de marcadores RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1242-1249, 2007.
- TSAI, S. Y.; TSAI, H. L.; MAU, J. L. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 1392-1402, 2007.
- VALENCIA, I.; ANSONERA, D.; ASTIASARÁN, I. Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp.: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1087–1096, 2007.
- VALENZUELA, A.; NIETO, S. Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. **Grasay Aceites**, v. 47, p. 186–196, 1996.
- VENTURINI, A. C.; CAVENAGHI, A. D.; CASTILLO, C. J. C.; QUIÑONES, E. M. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 31, p. 629-634, 2011.
- VIERA, V. B. **Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- WONG, J. Y.; CHYE, F. Y. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 269–277, 2009.

5 CONCLUSÕES

O extrato de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) apresentou-se como um potencial agente antioxidante *in vitro*, obtendo melhor resultado quando aplicado em temperatura de 70° C durante 60 minutos de extração, numa relação diretamente proporcional entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro*.

O extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 2,0%, estendendo a vida de prateleira em até 21 dias de armazenamento, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+ 4°C). Não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica. No entanto, não alterou a composição centesimal das linguiças em relação ao estabelecido pelo Padrão de Identidade e Qualidade do produto e ainda, é capaz de manter a estabilidade das características sensoriais, demonstrando boa aceitabilidade pelo consumidor.

O cogumelo do sol (*Agaricus blazei* Murril) em pó mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 1,0%, 2,0% e 4,0%, estendendo a vida de prateleira deste produto em até 35 dias de armazenamento, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de refrigeração (+ 4°C). Não possui efeito sobre a estabilidade microbiológica, e quanto às características sensoriais, demonstrou boa aceitabilidade pelo consumidor, com exceção ao atributo cor do tratamento adicionado de 4,0% CP, o qual pode ser melhorado pela adição de corante natural em sua formulação.

Desta forma, conclui-se que é viável a aplicabilidade do pó de cogumelo do sol em linguiça de carne suína, como uma fonte antioxidante natural capaz de garantir a manutenção dos atributos de qualidade ao longo da vida de prateleira do produto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGOKE, G. O.; VIJAY, K. M.; GOPALA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOSESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**. v. 35, n. 4, p. 283-298, 1998.

ALVES, E. **Atividade antioxidante de extratos de própolis comercializados em Santa Maria – RS e aplicação em lingüiça toscana refrigerada**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

AMAZONAS, M. A. L.; SIQUEIRA, P. **Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): ciência, saúde e sabor**. Documento n. 85. EMBRAPA Florestas: Colombo, 2004, 45p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos – Teoria e Prática**. 3. ed. Minas Gerais: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006, 478p.

BACKES, A. M. **Desenvolvimento de produto cárneo fermentado adicionado de óleo de canola**. 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BERNARDINI, R. D.; HARNEDY, P.; BOLTON, D.; KERRY, J.; O'NEILL, E.; MULLEN, A. M.; HAYES, M. Antioxidant and antimicrobial peptidic hydrolysates from muscle protein sources and byproducts. **Food Chemistry**, v. 124, p. 1296–1307, 2011.

BIASI, V. **Produção de salame tipo italiano através de cura natural com extratos de aipo e acelga**. 2010. 141f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001, 144p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária da Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 22 de 31 de agosto de 2000. Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade de Qualidade de Derivados Cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.15-28, 2000.

BRUM, E. B. **Antioxidante natural de marcela (*Achyrocline satureioides*) e de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na elaboração de lingüiça toscana**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CASTERA-ROSSIGNOL, A.; BOSQUE, F.; Nouvelle approche des antioxydants. **Oléagineux Corps Gras Lipides (OCL)**, v. 1, n. 2, p. 131, 1994.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. L.M. **Food Chemistry**, v. 81, p. 249–255, 2003.

DEJONG, S.; LANARI, M. C.; Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: Contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract. **Food Chemistry**, v. 116, p. 892–897, 2009.

DESCALZO, A. M.; SANCHO, A. M. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odour and quality of fresh beef produced in Argentina. **Meat Science**, v. 79, p. 423–426, 2008.

DIAS, E. S.; ABE, C.; SCHWAN, R. F. Truths and myths about the mushroom *Agaricus Blazei*. **Science Agricola**, v. 61, n. 5, p. 545-549, 2004.

DUBOST, N.J.; OU, B.; BEELMAN, R.B. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 105, p. 727–735, 2007.

EIRA, A. F. **Cultivo do Cogumelo Medicinal *Agaricus blazei* (Murrill) ss. *Heinemann* ou *Agaricus brasiliensis* (Wasser et al.)**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2003, 398p.

ELMASTAS, M.; ISILDAK, O.; TURKEKUL, I.; TEMUR, N. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 337–345, 2007.

ESTÉVES, M.; RAMÍREZ, R.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 58-65, 2007.

FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **Poultry Science Journal**, v. 62, p. 53–69, 2006.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. **Fennema's Food chemistry**, 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007, 1100p.

FERNÁNDEZ-GINÉZ, J. M.; FERNÁNDEZ- LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Meat products as functional foods: a review. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, p. 37–43, 2005.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 154-157, 2007.

GEORGANTELIS, D.; BLEKAS, G.; KATIKOU, P.; AMBROSIADIS, I.; FLETOURIS, D.J. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. **Meat Science**, v. 75, n.5, p. 266-274, 2007.

HEINEMANN, P. Agaricaceae des regions intertropicales d'Amérique du Sud: *Agarici Austroamerici* VII. **Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique**, v. 62, p. 355-384, 1993.

HERRERA, O. M. **Produção, economicidade e parâmetros energéticos do cogumelo *Agaricus blazei*: um enfoque de cadeia produtiva**. 2001. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

HUANG, S. J.; MAU, J. L. Antioxidant properties of methanolic extracts from *Agaricus blazei* with various doses of γ -irradiation. **LWT- Food Science and Technology**, v. 39, p. 707–716, 2006.

IBGE, **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**: Aquisição Alimentar Domiciliar *per Capita* Brasil e Grandes Regiões – Tabela aquisição alimentar domiciliar *per capita* anual. 2010. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/tabelas_pdf/tab111.pdf>. Acesso em 14/11/2011.

JU, H. K.; CHUNG, H. W.; HONG, S. S.; PARK, J. H.; LEE, J.; KWON, S. W. Effect of steam treatment on soluble phenolic content and antioxidant activity of the Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*). **Food Chemistry**, v. 119, p. 619–625, 2010.

LEE, O. H.; LEE, B. Y. Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 3751–3754, 2010.

LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 3479-3485, 2004.

KANATT, S. R.; CHANDER, R.; RADHAKRISHNA, P.; SHARMA, A. Potato peel extracts: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, p. 1499–1504, 2005.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes naturais da família lamiaceae – aplicação em produtos alimentícios. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 278, 2007.

MCCARTHY, T. L.; KERRY, J. P.; KERRY, J. F.; LYNCH, P. B.; BUCKLEY, D. J. Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. **Meat Science**, v. 57, p. 177–184, 2001.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLE, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de Lingüiça de Frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 161-166, 2003.

NAM, K. C.; AHN, D. U. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties. **Meat Science**, v. 63, n. 1, p. 1-8, 2003.

OKE, F.; ASLIM, B. Protective effect of two edible mushrooms against oxidative cell damage and their phenolic composition. **Food Chemistry**, v. 128, p. 613–619, 2011.

OLIVEIRA, C. A. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato de erva-cidreira-de-arbusto (*Lippia Alba (Mill) NE Brown*) em embutido cozido a base de carne ovina de descarte**. 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OLIVO, R. **Alterações Oxidativas em Produtos Cárneos**. In. Olivo, R. O Mundo do Frango. 1.ed. Santa Catarina: Ed. do autor, Capítulo 44, v.29, n.1, p.533-542, 2006.

PALEZI, S. C. **Embutido emulsionado a base de pescado (*Micropogonias furnieri*) com adição de isolado protéico de pescado e antioxidante natural de marcela (*Achyrocline satureioides*)**. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenadas sob congelamento**. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PRANDL, O., FISHER, A., SCHMIDHOFER, T., SINELL, H. J. **Tecnología e higiene de la carne**. Zaragoza: Editorial Acribia, 854 p., 1994.

RABABAH, T.; HETTIARACHCHY, N.; HORAX, R.; ESWARANANDAM, S.; MAUROMOUS-TAKOS, A.; DICKSON, J.; NIEBUHR, S. Effect of electron beam irradiation and storage at 5 °C on thiobarbituric acid reactive substances and carbonyl contents in chicken breast meat infused with antioxidants and selected plant extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8236–8241, 2004.

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

REY, A. I.; HOPIA, A.; KIVIKARI, R.; KAHKONEN, M. Use of natural food/plant extracts: cloudberry (*Rubus Chamaemorus*), beetroot (*Beta Vulgaris Vulgaris*) or willow herb (*Epilobium angustifolium*) to reduce lipid oxidation of cooked pork patties. **Lebens Wiss Technology**, v. 38, p. 363–370, 2005.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA, M. C.; DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Utilização de extrato de cogumelo como antioxidante natural em óleo vegetal. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1103-1108, 2009.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOARES, A. A.; SOUZA, C. G. M.; DANIEL, F. M.; FERRARI, G. P.; COSTA, S. M. G.; PERALTA, R. M. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 112, p. 775–781, 2009.

TANG, S.; KERRY, J. P.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. **Food Research International**, v. 34, n. 8, p. 651-657, 2001.

TAVEIRA, V. C.; NOVAES, M. R. C. G. Consumo de cogumelos na nutrição humana: uma revisão da literatura. **Comunicação em Ciências da Saúde**. v. 18, n. 4, p. 315-322, 2007.

TOMIZAWA, M. M.; SOUZA, E. D.; ASSIS, L. J.; GOMIDE, P. H. O.; SANTOS, J. B. Variabilidade genética de isolados do cogumelo *Agaricus blazei* por meio de marcadores RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1242-1249, 2007.

VALENCIA, I.; ANSONERA, D.; ASTIASARAN, I. Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp: influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1087–1096, 2007.

VALENZUELA, A.; NIETO, S. Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. **Grasay Aceites**, v. 47, p. 186–196, 1996.

VAZ, J. A.; BARROS, L.; MARTINS, A.; MORAIS, J. S.; VASCONCELOS, M. H.; FERREIRA, I. C. F. R. Phenolic profile of seventeen Portuguese wild mushrooms. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 343-346, 2011a.

VAZ, J. A.; BARROS, L.; MARTINS, A.; SANTOS-BUELGA, C.; VASCONCELOS, M. H.; FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. **Food Chemistry**, v. 126, p. 610–616, 2011b.

VUORELA, S.; SALMINEN, H.; MAKELA, M.; KIVIKARI, R.; KARONEN, M.; HEINONEN, M. Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 8492–8497, 2005.

WARNER, K.; NEFF, W. E.; ELLER, F. J. Enhancing quality and oxidative stability of aged fried food with g-tocopherol. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 51, n. 3, p. 623, 2003.

WIJNKER, J. J.; KOOP, G.; LIPMAN, L. J. A. Antimicrobial properties of salt (NaCl) used for the preservation of natural casings. **Food Microbiology**, v. 23, p. 657- 662, 2006.

WONG, J. Y.; CHYE, F. Y. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 269–277, 2009.

YANISHLIEVA, N. V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. Natural antioxidants from herbs and spices. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 108, p. 776-793, 2006.

7 APÊNDICE

Apêndice A – Modelo da ficha utilizada na análise sensorial

Nome: _____ Data: __/__/__

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: () 18-25 anos () 26-35 anos () 36-45 anos () 46-55anos () Mais 55 anos

Amostra: _____

Você está recendo uma amostra de lingüiça, por favor, prove-a e assinale, através da escala, o quanto gostou ou desgostou dos seguintes atributos do produto:

ESCALA	ATRIBUTOS				
	COR	ODOR	SABOR	TEXTURA	APARÊNCIA
GOSTEI MUITÍSSIMO					
GOSTEI MUITO					
GOSTEI					
INDIFERENTE					
DESGOSTEI					
DESGOSTEI MUITO					
DESGOSTEI MUITÍSSIMO					

Em relação a sua intenção de compra você:

	Amostra _____
Certamente compraria	
Provavelmente compraria	
Tenho dúvidas se compraria	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	

Comentários:.....