

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NO PROCESSO DE
MARINAÇÃO SOBRE A APARÊNCIA GLOBAL DE LAGARTO (*M.
semitendinosus*) BOVINO MARINADO**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Bruce Fonseca Mota** aprovado pela Comissão Julgadora em 27 de julho de 2005.

Campinas, 27 de julho de 2005.

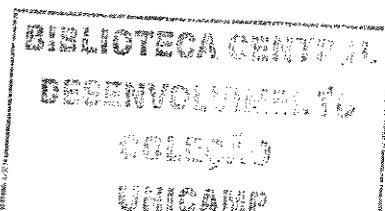

Profa. Dra. **Marise Ap. Rodrigues
Pollonio**
Presidente da Banca

Bruce Fonseca Mota
Engenheiro de Alimentos

Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas – SP
2005



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	TUNICAMP
	M856i
V	EX
TOMBO, BC/	65836
PROC.	16-86-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	30/9/05
Nº CPD	

Bil ID 366680

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

M856i Mota, Bruce Fonseca
Influência dos ingrediemtes utilizados no processo de
marinação sobre a aparência global de lagarto (*M.*
semitendinosus) bovino Marinado / Bruce Fonseca Mota. –
Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Carne. 2. Cor. 3. Marinados. 4. Injeções. 5.
Aparência - Alimentos. I. Pollonio, Marise Aparecida
Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade
de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Influence of the ingredients used in the marination process on the global
appearance of enhanced eye round (*M. semitendinosus*) beef

Palavras-chave em inglês (Keywords): Meat, Color, Enhanced, Injected, Appearance

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

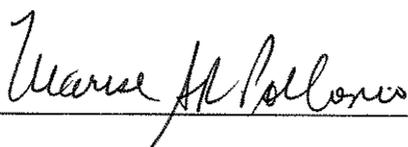
Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Bento da Costa Carvalho Júnior

Helena Maria André Bollini

Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

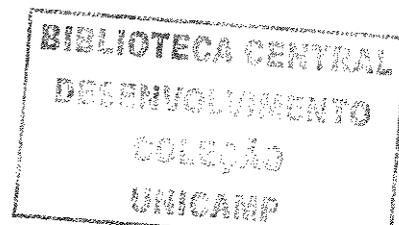


Prof. Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior



Profa. Dra. Helena Maria André Bolini

Profa. Dra. Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres



11-03-2009

Segredos de um liquidificador...que fascinam, iluminam, deixam a cabeça no lugar (Adaptado de Cazuza e Marcelo D2).

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos e à minha avó Mariinha que fizeram possível que eu chegasse até aqui, e à minha esposa Cristiane que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha orientadora, professora Marise Aparecida Rodrigues Pollonio, pela oportunidade de adquirir tantos conhecimentos novos. Além disso, agradeço pela estrutura oferecida para a realização do trabalho, pela orientação na condução da parte prática e pelo auxílio na elaboração desta Tese.

Aos meus pais e irmãos que sempre foram as pessoas mais importantes na minha formação, considerando-se todos os aspectos. Agradeço o apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao restante da minha família, em especial, meus avôs e avós, pessoas que eu sempre pude confiar e contar.

À Dicarne industrial S.A. pelo material doado para esta pesquisa. Agradeço, especialmente ao Dácio, por nossas conversas e por suas sugestões que muito me ajudaram.

Ao Zé Roberto, técnico do laboratório, que além de ser meu braço direito, e esquerdo, considero hoje um grande amigo.

Aos alunos de graduação Isabela e Samuel pela ajuda nas atividades práticas.

Às companheiras de pós-graduação Raquel e Nelisa que muito me ajudaram em todas as etapas do trabalho. Agradeço pela amizade construída ao longo do tempo de convívio.

Aos amigos de Viçosa, em especial ao Lauro e à Aline, que fizeram meus primeiros momentos em Campinas mais fáceis.

Ao Projeto Herbert de Souza, que além de fazer com eu descobrisse minha vocação, me possibilitou momentos muito bons.

Aos amigos de Juiz de Fora, em especial, Sapão, Mok, Beigola e Fernandes, pessoas importantes na minha formação.

Aos amigos de Campinas, moradores das repúblicas, pelas longas conversas.

À família da minha esposa, por me acolher e apoiar quando necessário.

Finalmente, à minha esposa Cristiane, por me fazer feliz.

À CNPq pela bolsa de estudos concedida.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XV
SUMMARY	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivos gerais	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Química e bioquímica da cor de carne bovina	5
3.2. O processo e os ingredientes de marinação	13
3.3. Cor de carne marinada relacionada ao pH	19
3.4. Influência do congelamento e refrigeração na cor	21
3.5. Embalagem e cor	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. Efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado	29
4.1.1. Matéria-prima e ingredientes de marinação	29
4.1.2. Planejamento estatístico	30
4.1.3. Processamento	31
4.1.4. Análises	33
4.2. Estudo dos principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado em diferentes condições de estocagem	33
4.2.1. Matéria-prima e ingredientes de marinação	33
4.2.2. Planejamento e processamento	33
4.2.3. Análises	36
4.3. Determinações	36
4.3.1. Determinação do rendimento do processo e das perdas de peso após o cozimento	36
4.3.2. Determinação da cor	37
4.3.3. Determinação do pH	37
4.3.4. Determinação da umidade	37
4.3.5. Determinação de cloretos	37
4.3.6. Determinação de lipídeos	38

4.3.7.	Determinação de cinzas	38
4.3.8.	Determinação de proteínas	38
4.3.9.	Determinação carboidratos	38
4.3.10.	Análise de aceitação sensorial	38
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1.	Efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado	40
5.1.1.	Rendimento do processo	40
5.1.2.	pH	47
5.1.3.	Cor	50
5.1.4.	Aceitação sensorial	58
5.2.	Estudo dos principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado em diferentes condições de estocagem	61
5.2.1.	Caracterização da matéria-prima	61
5.2.2.	Rendimento do processo	62
5.2.3.	Composição centesimal das peças de lagarto bovino injetadas	69
5.2.4.	Perda de peso durante o cozimento	71
5.2.5.	pH	76
5.2.6.	Cor	80
5.2.6.1.	<i>Parâmetro de cor L*</i>	81
5.2.6.2.	<i>Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor L*</i>	89
5.2.6.3.	<i>Parâmetro de cor a*</i>	91
5.2.6.4.	<i>Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor a*</i>	95
5.2.6.5.	<i>Parâmetro de cor b*</i>	102
5.2.6.6.	<i>Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor b*</i>	104
5.2.7.	Aceitação sensorial da carne antes e após o cozimento	111
5.2.7.1.	<i>Análise sensorial da carne marinada antes do cozimento</i>	111
5.2.7.2.	<i>Análise sensorial da carne marinada após o cozimento</i>	125
6.	CONCLUSÕES	137
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
8.	ANEXO	147

LISTA DE TABELAS

		PÁGINA
TABELA 1	Planejamento fatorial 2^{5-1}	30
TABELA 2	Planejamento	35
TABELA 3	Porcentagem injetada e rendimento do processo durante a estocagem	41
TABELA 4	Teste de Tukey para o rendimento do processo durante a estocagem	42
TABELA 5	Efeito dos ingredientes de marinação sobre o rendimento do processo	43
TABELA 6	Matriz do teste de Tukey para os rendimentos do processo	46
TABELA 7	pH	47
TABELA 8	Efeito dos ingredientes de marinação sobre o pH	48
TABELA 9	Matriz do teste de Tukey para pH	49
TABELA 10	Parâmetros de cor L^* , a^* , b^*	51
TABELA 11	Efeito dos ingredientes de marinação sobre o parâmetro de cor L^*	52
TABELA 12	Teste de Tukey para o parâmetro de cor L^*	54
TABELA 13	Matriz do teste de Tukey para L^*	55
TABELA 14	Escores médios de aceitação sensorial	58
TABELA 15	Efeito dos ingredientes de marinação sobre os escores médios de aceitação sensorial	59
TABELA 16	Caracterização da matéria-prima	62
TABELA 17	Peso das amostras antes e após a injeção, e após a estocagem	63
TABELA 18	Rendimento do processo de marinação durante a refrigeração ou congelamento	63
TABELA 19	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o rendimento do processo de marinação de lagarto bovino	64
TABELA 20	Composição centesimal das peças de lagarto bovino injetadas	69
TABELA 21	Perda de peso durante o cozimento	71
TABELA 22	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre a perda de peso de lagarto bovino injetado durante o cozimento	72
TABELA 23	pH de lagarto bovino injetado, embalado e estocado de diferentes maneiras	76
TABELA 24	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o pH de lagarto bovino injetado	77
TABELA 25	Parâmetros de cor L^* , a^* , b^* para peças de carne bovina injetada, embalada e estocada de diversas maneiras	81
TABELA 26	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor L^* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações	81

TABELA 27	Matriz do teste de Tukey para o parâmetro de cor L*	87
TABELA 28	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor a* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações	91
TABELA 29	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor b* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações	102
TABELA 30	Escore médio de aceitação sensorial conferidos pelos provadores às amostras de lagarto bovino antes e após o cozimento	111
TABELA 31	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o escore médio de aceitação sensorial da aparência de lagarto bovino injetado com diferentes formulações, antes do cozimento	112
TABELA 32	Matriz do teste de Tukey para os escores médios de aceitação sensorial da aparência, concedidos pelos provadores	117
TABELA 33	Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o escore médio de aceitação sensorial da aparência de lagarto bovino injetado com diferentes formulações, após o cozimento	125
TABELA 34	Matriz do teste de Tukey para os escores médios de aceitação sensorial da aparência, concedidos pelos provadores, após o cozimento	130

LISTA DE FIGURAS

		PÁGINA
FIGURA 1	Estrutura química da mioglobina reduzida	7
FIGURA 2	Ciclo da cor em carnes frescas	9
FIGURA 3	Estrutura química simplificada da metamioglobina, mioglobina e oximioglobina	10
FIGURA 4	Interconversão entre metamioglobina e mioglobina reduzida sob diferentes condições	11
FIGURA 5	Fluxograma ilustrativo da primeira etapa do experimento, que avaliou o efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino marinado	27
FIGURA 6	Fluxograma ilustrativo da segunda etapa do experimento, que estudou os principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado, em diferentes condições de estocagem	28
FIGURA 7	Fluxograma do processo	31
FIGURA 8	Injetora	32
FIGURA 9	Processamento	32
FIGURA 10	Planejamento e processo	34
FIGURA 11	Ficha de avaliação adaptada dos testes de aceitação sensorial	39
FIGURA 12	Rendimentos do processo médios	42
FIGURA 13	pH médio	49
FIGURA 14	L* médio	54
FIGURA 15	Correlação entre o parâmetro de cor L* e o rendimento do processo	56
FIGURA 16	Escores médios de aceitação sensorial	59
FIGURA 17	Rendimento do processo médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado	64
FIGURA 18	Rendimento do processo médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	65
FIGURA 19	Rendimento do processo médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	66
FIGURA 20	Rendimento do processo médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	67
FIGURA 21	Rendimento do processo médio para as diferentes formas de embalagem e estocagem	68
FIGURA 22	Perda de peso média durante o cozimento para as diversas formulações de lagarto bovino injetado	72
FIGURA 23	Perda de peso média durante o cozimento de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	73
FIGURA 24	Perda de peso média durante o cozimento para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	74

FIGURA 25	Perda de peso média durante o cozimento de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	75
FIGURA 26	pH médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado	77
FIGURA 27	pH médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	78
FIGURA 28	pH médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	79
FIGURA 29	pH médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	80
FIGURA 30	L* médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado	82
FIGURA 31	L* médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	83
FIGURA 32	L* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	84
FIGURA 33	L* médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	85
FIGURA 34	L* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	85
FIGURA 35	L* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	86
FIGURA 36	Correlação entre o parâmetro de cor L* e o rendimento do processo de marinação para amostras que não sofreram injeção, conservadas sob congelamento	90
FIGURA 37	Correlação entre o parâmetro de cor L* e o rendimento do processo de marinação para amostras conservadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo	90
FIGURA 38	a* médio de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	92
FIGURA 39	a* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	92
FIGURA 40	a* médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	93
FIGURA 41	a* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	94
FIGURA 42	a* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	95
FIGURA 43	Correlação entre o parâmetro de cor a* e o rendimento de processo de marinação para amostras conservadas frescas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo	96
FIGURA 44	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos	96
FIGURA 45	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, estocadas sob congelamento	97

FIGURA 46	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, envoltas com duas camadas de filme de PVC	98
FIGURA 47	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, conservadas sob congelamento	98
FIGURA 48	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob congelamento	99
FIGURA 49	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, embaladas a vácuo	100
FIGURA 50	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, envoltas com duas camadas de filme de PVC	100
FIGURA 51	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras não injetadas, envoltas com duas camadas de filme de PVC	101
FIGURA 52	Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras não injetadas, embaladas a vácuo	101
FIGURA 53	b* médio de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino	102
FIGURA 54	b* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino	103
FIGURA 55	b* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção	104
FIGURA 56	Correlação entre o parâmetro de cor b* e o rendimento do processo de marinação de amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob congelamento	105
FIGURA 57	Correlação entre o parâmetro de cor b* e o pH de amostras não injetadas, conservadas sob congelamento	105
FIGURA 58	Correlação entre o parâmetro de cor b* e as perdas de peso durante o cozimento de amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob refrigeração	106
FIGURA 59	Correlação entre os parâmetros de cor b* e L* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, conservadas sob congelamento	107
FIGURA 60	Correlação entre os parâmetros de cor b* e L* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC	107
FIGURA 61	Correlação entre os parâmetros de cor a* e b* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina	108
FIGURA 62	Correlação entre os parâmetros de cor a* e b* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, estocadas sob congelamento	109
FIGURA 63	Correlação entre os parâmetros de cor a* e b* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, embaladas a vácuo	109
FIGURA 64	Correlação entre os parâmetros de cor a* e b* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, estocadas sob congelamento	110

FIGURA 65	Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC	110
FIGURA 66	Escore médio de aceitação sensorial de aparência para as diversas formulações de lagarto bovino injetado	112
FIGURA 67	Escore médio de aceitação sensorial de aparência de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	113
FIGURA 68	Escore médio de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	114
FIGURA 69	Escore médio de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas	114
FIGURA 70	Escore médio de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	115
FIGURA 71	Escore médio de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas	116
FIGURA 72	Correlação entre o parâmetro de cor L^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, estocadas sob congelamento	120
FIGURA 73	Correlação entre o parâmetro de cor L^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, embaladas a vácuo	121
FIGURA 74	Correlação entre o parâmetro de cor L^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC	121
FIGURA 75	Correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC	122
FIGURA 76	Correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob refrigeração	123
FIGURA 77	Correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras estocadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo	123
FIGURA 78	Correlação entre o parâmetro de cor b^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob congelamento	124
FIGURA 79	Correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC	125
FIGURA 80	Escore médio de aceitação sensorial de aparência para as diversas formulações de lagarto bovino injetado, após o cozimento	126
FIGURA 81	Escore médio de aceitação sensorial de aparência de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento	127

FIGURA 82	Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento	127
FIGURA 83	Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento	129
FIGURA 84	Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, estocadas sob congelamento, após o cozimento	131
FIGURA 85	Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras estocadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo, após o cozimento	132
FIGURA 86	Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento	133
FIGURA 87	Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento	133
FIGURA 88	Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, embaladas a vácuo, após o cozimento	134
FIGURA 89	Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob refrigeração, após o cozimento	134
FIGURA 90	Correlação entre o parâmetro de cor b* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob congelamento, após o cozimento	135
FIGURA 91	Correlação entre o parâmetro de cor b* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento	136

RESUMO

O presente trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa avaliou-se o efeito dos ingredientes (sal, tripolifosfato de sódio, vinagre, alho e cebola em pó e maltodextrina), presentes em diferentes formulações de salmoura de marinação sobre a aparência de lagarto (*M. semitendinosus*) bovino injetado com estas salmouras segundo um planejamento fatorial fracionário 2^{5-1} . Também foram analisados o rendimento do processo de marinação e o pH dos cortes cárneos, para que se tentasse correlacioná-los com os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* dos mesmos.

Nos níveis estudados, constatou-se que o sal e o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito estatisticamente significativo ($p < 0,05$) sobre o rendimento do processo de marinação, melhorando-o. Quando estes dois ingredientes estiveram presentes conjuntamente na salmoura de marinação, os rendimentos foram ainda melhores. Além disso, o tripolifosfato de sódio também mostrou desempenhar efeito sobre o pH ($p < 0,05$) das peças de lagarto bovino injetadas, aumentando-o.

O sal e o tripolifosfato de sódio também apresentaram efeito estatisticamente significativo, sobre o parâmetro de cor L^* ($p < 0,05$), sendo que cortes cárneos marinados com salmoura contendo estes ingredientes ficaram mais escuros (menor L^*). Existiu, ainda uma correlação entre o parâmetro de cor L^* e o rendimento do processo durante a estocagem dos produtos marinados, sendo que quanto mais escuros os cortes cárneos (menor L^*), melhores são os rendimentos do processo.

Em seguida, foi realizado um teste de aceitação sensorial da aparência onde o tripolifosfato de sódio desempenhou efeito ($p < 0,05$) sobre os escores médios de aceitação sensorial conferidos pelos consumidores à aparência dos cortes cárneos de lagarto bovino injetados. Cortes cárneos marinados em salmoura contendo este ingrediente, receberam escores, em média, maiores que os demais.

Baseando-se nos resultados da avaliação sensorial da aparência foram selecionadas três formulações de salmoura para a segunda etapa, onde se avaliou a influência do tempo e temperatura de estocagem (5°C / cinco dias ou -18°C / dois meses), da presença ou não do vácuo durante a embalagem, e do processo de cozimento sobre a aparência dos cortes cárneos de lagarto bovino injetados. Além disso, foram analisados os rendimentos do processo de marinação, as perdas de peso após o cozimento, o pH e a composição centesimal dos cortes cárneos marinados, a fim de tentar correlacioná-los com a aparência.

Constatou-se que o tempo e temperatura de estocagem apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o rendimento do processo de marinação, sobre as perdas de peso dos cortes cárneos após o cozimento, sobre o pH e o parâmetro de cor L*. Já a forma de embalagem apresentou efeito apenas sobre os parâmetros de cor a* e b*, sendo que para algumas formulações estudadas apresentou efeito também sobre o parâmetro de cor L*. Além disso, em algumas combinações de formulação, tempo e temperatura de estocagem e forma de embalagem foi possível estabelecer correlações entre o pH, o rendimento do processo de marinação e as perdas de peso após o cozimento com os parâmetros de cor L*, a*, b*.

Finalmente, através da análise de aceitação sensorial da aparência dos cortes de lagarto bovino injetados antes e após o cozimento, percebeu-se que tanto o tempo e a temperatura de estocagem, quanto a forma de embalagem, apresentam efeito estatisticamente significativo ($p < 0,05$) sobre os escores de aceitação sensorial conferidos pelos provadores à aparência dos cortes cárneos marinados.

SUMMARY

This study could be divided into two stages. In the first stage, the effects of the ingredients (salt, sodium tripolyphosphate, vinegar, powered garlic and onion and maltodextrin), present in different enhancing brine formulations, on the appearance of eye round (*M. semitendinosus*) beef injected with this brines, according to a fractional factorial design 2^{5-1} , was valued. The marination process performance and the pH of the beef cuts was also analyzed, so that correlations among color parameters L^* , a^* e b^* and these could be done.

In the studied levels, it could be proved that salt and sodium tripolyphosphate presented significant statistically effect ($p < 0,05$) on the marination process performance, improving that. When these two ingredients were present together in the enhancing brine, the performance was still better. Besides, sodium trypoliphosphate also showed to play effect on the pH ($p < 0,05$) of the enhanced eye round beef cuts, increasing that.

Salt and sodium tripolyphosphate also presented significant statistically effect ($p < 0,05$) on color parameter L^* , so that beef cuts enhanced with brine containing these ingredients was darker (smaller L^*). There was also a correlation between the color parameter L^* and the process performance during storage time of enhanced products, so that darker (smaller L^*) beef cuts, presents better process performance.

Next, a sensorial acceptance test was realized, where sodium trypoliphosphate played effect ($p < 0,05$) on sensorial acceptance average scores awarded by the consumers for the appearance of injected eye round beef cuts. Beef cuts enhanced with brine containing this ingredient, received, in average, grater scores than others.

Based on the results of appearance sensory evaluation, three brine formulations was selected for the second stage, where the influence of storage

time and temperature (5°C / five days or -18°C / two months), of the presence or absence of vacuum during packaging, and of cooking process over appearance of injected eye round beef cuts was evaluated. Besides, the pH, the marination process performance, the weighting loss after cooking process, and the composition of enhanced beef cuts were analyzed so that it could be correlated to beef cuts appearance.

It has been proved that storage time and temperature showed significant effect ($p < 0,05$) on the marination process performance, on the weighting loss of beef cuts after cooking process, on the pH and on the color parameter L^* . Packaging type showed effect only on the color parameters a^* e b^* , but for some studied brines it showed effect on color parameter L^* too. Besides, in some brine formulation, storage time and temperature, and packaging type combinations it was possible to correlate pH, the marination process performance and the weighting loss after cooking with color parameters L^* a^* , b^* .

For last, it was realized, through appearance sensorial acceptance test, that storage time and temperature, and also packaging type showed statistically significant effect ($p < 0,05$) on the sensorial acceptance scores awarded by the consumers for the appearance of enhanced beef cuts

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o consumidor de alimentos está mais exigente e possui um novo perfil, necessitando de alguns pré-requisitos para ser plenamente atendido. Indivíduos morando sozinhos, famílias com menor número de pessoas, um significativo número de pessoas trabalhando fora de casa, um consumidor mais idoso, porém mais ansioso por mais qualidade de vida e, portanto mais saúde, novos hábitos alimentares, estão entre algumas das novas características desse público. Dessa forma, produtos práticos, convenientes, porcionados em embalagens menores, mais saborosos, nutritivos e sem aspectos negativos em relação à saúde são propriedades básicas a serem alcançadas para conquistar esse consumidor (POLLONIO, 2002).

O Decreto nº 45248 em 28 de setembro de 2000, publicado no D.O.E. 188 de 29 de setembro de 2000 alterou o artigo 461 do Código Sanitário no Estado de São Paulo (Decreto nº 12342 de 27 de setembro de 1978 que aprova o artigo 22 do Decreto nº 211 de 30 de março de 1970), e estabelece a permissão para o preparo e tempero de carnes frescas em açougues, sem adição de sais de cura; o que faz com que novos produtos possam ser formulados visando atender às necessidades do consumidor expostas acima.

Produtos temperados e marinados no ambiente dos açougues representam hoje uma diversificação que tem agradado aos consumidores e agregado valor ao segmento. Novas apresentações, sugestões de formas de preparo e utilizações, novos sabores, maior tempo de conservação estão entre algumas propriedades desses produtos. A marinação é uma técnica de condimentação e preparação de carnes que consiste na aplicação de uma solução contendo sal, especiarias, compostos ácidos, tais como vinagre, vinhos e outros ingredientes em contato direto com os cortes cárneos por um certo período de tempo (POLLONIO, 2002).

O único critério que os consumidores utilizam nos locais de compra para escolher cortes de carnes é a aparência visual (JEREMIAH, 2001). A cor da carne é

o primeiro critério que os consumidores usam para julgar a qualidade da carne e sua aceitabilidade (ABRIL *et al*, 2001). É então necessário que se retenha a máxima estabilidade da cor durante a distribuição, estocagem e comercialização de produtos cárneos (JEREMIAH, 2001).

A importância da cor da carne como um atributo de mercado já está estabelecida, especialmente para o mercado varejista. Os consumidores, acostumados a ver uma carne vermelha brilhante nos pontos de venda, associam essa cor com uma boa qualidade ao comer, apesar de existir uma correlação pequena entre esses fatores (TAYLOR, 1985).

A cor pode ser afetada negativamente em todos os passos da cadeia produtiva, incluindo a dieta e idade do animal; manejo pré abate, atordoamento e sangria; condições de resfriamento; tempo e temperatura de maturação; embalagem, distribuição e comercialização, incluindo a iluminação e outras condições de exposição (INSAUSTI *et al*, 1999).

Nesse contexto, a marinação é uma forma de preparo de cortes cárneos que também influenciará a cor dos produtos obtidos. Para produtos marinados, merecem destaque, além dos ingredientes usados na marinação, a forma de estocagem dos produtos, se congelados ou refrigerados e o tipo de embalagem, fatores que certamente afetarão a aparência desses produtos.

Os principais objetivos da preservação da carne resfriada e congelada são a retenção de uma aparência atraente de carne fresca, e o retardamento da deterioração microbológica. No entanto, esses processos de conservação podem deteriorar a qualidade da carne, incluindo a estabilidade da cor, numa extensão considerável (DHANDA *et al*, 2002).

A principal função da embalagem de carnes, que é contê-las e prevenir sua contaminação, é facilmente alcançada com a grande variedade de materiais plásticos disponíveis atualmente. No entanto, a embalagem deve ser usada num contexto mais amplo para aumentar a vida de prateleira, atrair o consumidor e,

mais recentemente, estender o período de exposição mantendo a aparência atrativa (TAYLOR, 1985).

Embalagens a vácuo e sob atmosfera modificada com um ou mais gases, podem ser usadas para projetar diferentes condições para maximizar a vida de prateleira da carne e promover as características desejáveis para o produto (INSAUSTI *et al*, 1999).

De uma maneira genérica, o objetivo do vácuo é estender a vida útil de qualquer produto fresco várias vezes em relação ao seu tempo normal de vida útil quando refrigerado. Além disso, as embalagens a vácuo retardam o desenvolvimento de sabores indesejáveis, reduzem as perdas de peso por evaporação, preservam a aparência visual, garantem o controle higiênico e melhoram a palatabilidade (JEREMIAH, 2001).

Porém, sob vácuo há o desenvolvimento de uma cor indesejável, ainda não assimilada pelo consumidor brasileiro, ou seja, a carne fica com uma cor púrpura escura devido à ausência de oxigênio (POLLONIO, 2002).

Os ingredientes usados na salmoura de marinação, a forma de estocagem dos produtos e o tipo de embalagem são alguns dos fatores que podem influenciar a cor e a aparência dos produtos marinados. Portanto, é necessário avaliar, como estes fatores vão alterar a cor e aparência dos produtos marinados, atuando em conjunto ou em separado; e ainda, procurar saber qual a cor e aparência desses produtos desejada pelo consumidor, e qual a melhor combinação dos fatores acima que proporcionará isto.

Existem muitos trabalhos que avaliam como a marinação influi na maciez da carne, mas não se pode negligenciar a aparência, o atributo de qualidade mais importante na hora em que o consumidor decide pela compra de um produto cárneo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

- Estudar o efeito dos principais ingredientes utilizados em processo de marinação sobre principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado.
- Avaliar a influência do processo de marinação por injeção sobre a cor de lagarto bovino sob diferentes condições de formulação.
- Otimizar formulações sob a ótica da aparência desejada pelo consumidor.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar o pH e a capacidade de retenção de água promovida pela injeção de diferentes formulações de salmoura.
- Selecionar as formulações mais desejáveis através de análise sensorial junto aos consumidores.
- Avaliar o efeito do congelamento, da refrigeração e da embalagem à vácuo sobre a aparência dos produtos elaborados conforme as formulações selecionadas.
- Correlacionar o pH, a retenção de salmoura e ingredientes nesses produtos, visando relacioná-los com a aparência.
- Analisar a composição centesimal para se obter informações sobre a retenção de água e o efeito dos ingredientes.
- Avaliar, junto a consumidores, a aceitabilidade sensorial dos produtos submetidos a diferentes condições de embalagem e estocagem, antes e após o cozimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apesar de muitas das informações contidas na Revisão Bibliográfica a seguir se referirem à carne fresca, estas podem ser utilizadas como base para o estudo com carnes marinadas e temperadas.

3.1 – Química e bioquímica da cor de carne bovina

A cor da carne *in natura* é importante para os diversos setores da cadeia produtiva de carne bovina por duas razões. A primeira razão, válida para qualquer mercado, é ser o parâmetro principal que afeta a preferência do consumidor no ato da compra. A segunda razão, válida para os mercados com sistemas de tipificação, que levam em conta a qualidade da carne, é ser um dos indicadores da qualidade da carcaça – sendo a cor muito escura associada à carne de animais mais velhos, portanto de qualidade inferior. Os consumidores preferem a cor vermelha brilhante da superfície, pois associam ao frescor da carne. A cor escura é associada à carne que ficou no balcão por um período maior, portanto com expectativa de menor vida-de-prateleira (ARIMA, 1999).

A cor da carne é o principal atributo para as decisões de compra do consumidor de carne *in natura*. Os consumidores esperam uma aparência uniforme para cortes cárneos semelhantes e relacionam diferenças na cor de produtos similares a deficiências na qualidade do produto. Portanto, qualquer processo que afete negativamente a cor da carne *in natura* pode diminuir a atração e a intenção de compra do consumidor (MONTGOMERY *et al*, 2003).

A cor como é detectada pelo olho é uma combinação de muitos fatores. Qualquer cor específica tem três atributos: o que é normalmente conhecido como cor (amarelo, verde, azul, vermelho), que na verdade é o comprimento de onda da luz irradiada; a intensidade desta cor que é a quantidade de luz branca misturada

a ela; e o brilho. Quem mais contribui para a cor de carnes são os pigmentos que absorvem e refletem luz em certos comprimentos de onda (HEDRICK *et al*, 1994).

Existem muitos pigmentos na carne, incluindo mioglobina, hemoglobina, citocromos, catalase, flavinas, e outras substâncias coloridas. Quantitativamente, a mioglobina e a hemoglobina são de longe as mais abundantes. Apesar dos outros pigmentos poderem ter papéis chave no desenvolvimento e estabilização da cor, a maior parte do conhecimento sobre cor de carne trata sobre mioglobina e hemoglobina (PEARSON & GILLET, 1999).

A cor do músculo depende dos pigmentos mioglobina e hemoglobina presentes. A mioglobina é o pigmento do músculo, que serve no animal vivo para armazenar ou manter o oxigênio na célula muscular por um período curto para ser utilizada nas reações por enzimas que necessitam do oxigênio, em particular do sistema citocrômico e das que estão envolvidas na conversão do ácido pirúvico a gás carbônico e água para formar ATP (LAWRIE, 1985).

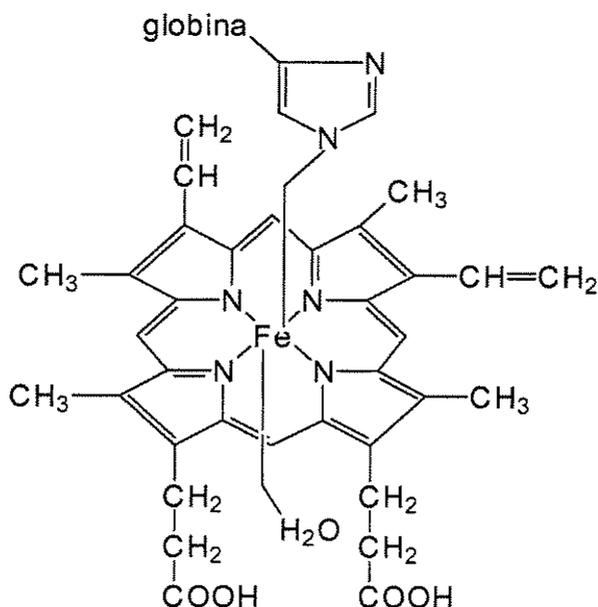
A hemoglobina é o pigmento vermelho encontrado no sangue e age como carreador de oxigênio nos tecidos (PEARSON & GILLET, 1999).

Mioglobina é o pigmento predominante no músculo e serve como mecanismo de estocagem de oxigênio a nível celular. Devido as diferentes funções, a mioglobina tem maior afinidade pelo oxigênio. Isto pode ser mostrado, expondo-se a superfície de um pedaço de carne fresca ao ar, como manifestação de um rápido aumento no brilho da cor já que a mioglobina se liga ao oxigênio. Apesar da hemoglobina ser o pigmento predominante nos animais vivos, depois do sacrifício e sangria, a mioglobina se torna o pigmento predominante. A mioglobina contribui com apenas 10% do ferro total nos animais vivos, mas após a sangria, pode contribuir com até 95% do ferro da carne. No entanto, a hemoglobina ainda está presente em quantidades apreciáveis e pode ter papel importante na cor da carne (PEARSON & GILLET, 1999).

A mioglobina e a hemoglobina constituem os pigmentos heme da carne. Ambos os pigmentos tem uma estrutura básica, a hematina, idêntica (anel porfirínico, formado por quatro grupos pirrólicos com quatro ligações coordenadas com o núcleo de ferro), diferindo apenas no grupo protéico do tipo globina (ARIMA, 1999).

O íon ferroso (Fe^{2+}) no núcleo heme é capaz de aceitar seis elétrons em seu orbital mais externo e pode, portanto formar seis ligações coordenadas, quatro com os grupos pirrólicos do anel porfirínico do núcleo heme e uma com o resíduo de histidina, que conecta o núcleo heme a globina. A sexta posição está disponível para ligar oxigênio ou outros ligantes pequenos, como o CO. (CORNFORTH, 1999).

O núcleo de ferro é ligado na quinta posição coordenada com um resíduo de imizadol do aminoácido histidina na globina. A mioglobina (peso molecular 17800) contém apenas uma molécula de globina, enquanto a hemoglobina contém quatro unidades de homoproteína (peso molecular 67000). A sexta posição coordenada tem a capacidade de se ligar reversivelmente ao oxigênio molecular (ARIMA, 1999).



Fonte: PEARSON & GILLET, 1999.

Figura 1 – Estrutura química da mioglobina reduzida.
O ligante da sexta posição, nesta representação é a água.

A Figura 1 mostra a estrutura química da mioglobina, mostrando o núcleo de ferro com as 6 ligações coordenadas.

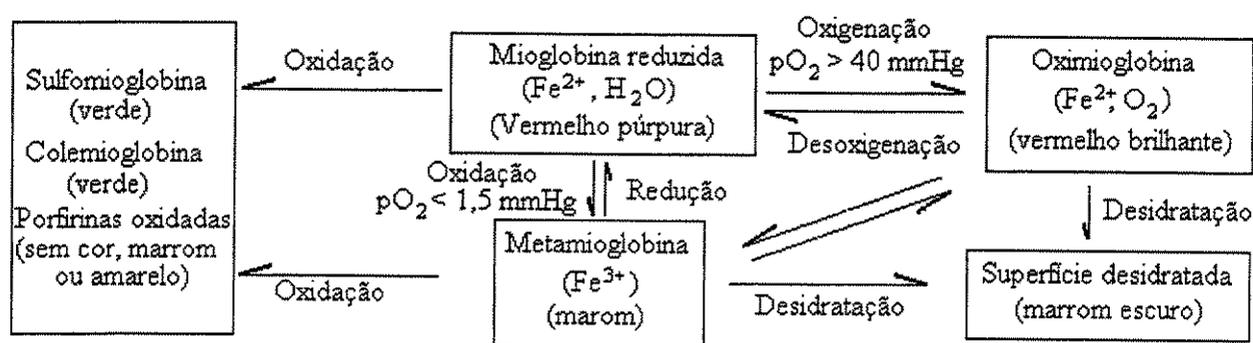
A quantidade de mioglobina e hemoglobina nos vários tecidos varia conforme a quantidade de atividade muscular do tecido, o suprimento de sangue, a disponibilidade de oxigênio e a idade do animal. Tecidos que têm um alto grau de atividade muscular tendem a ter maiores proporções de mioglobina e hemoglobina. Por exemplo, o coração é o músculo mais ativo do corpo e contém quantidades relativamente altas de mioglobina e hemoglobina devido a sua alta necessidade de oxigênio. Tecidos com um bom suprimento sanguíneo tendem a ter mais hemoglobina e relativamente menos mioglobina que músculos que têm um suprimento de oxigênio mais pobre. Isto é evidente nos músculos das asas de pássaros onde a demanda por oxigênio é suprida por um sistema circulatório eficiente. Se o tecido é capaz de estocar grandes quantidades de oxigênio, a quantidade de mioglobina é relativamente alta e a de hemoglobina baixa. A baleia tem habilidade de estocar grandes quantidades de oxigênio devido a grande quantidade de mioglobina, e pode, portanto permanecer submersa por longo período de tempo. Em relação à idade, os animais mais jovens têm menos mioglobina e mais hemoglobina que animais mais velhos da mesma espécie (PEARSON & GILLET, 1999).

O estado de valência do átomo de ferro e o tipo de ligante à posição livre do núcleo heme são os fatores primários responsáveis pela cor da mioglobina e conseqüentemente da carne (ARIMA, 1999).

A cor de um produto cárneo de origem bovina é influenciada pela quantidade e estado químico do pigmento de mioglobina e pela estrutura superficial da carne, que está diretamente relacionada com seu pH final. Na ausência de oxigênio, o pigmento está na forma de deoximioglobina ou mioglobina reduzida (Mb) que tem uma coloração púrpura. Quando exposto ao ar, o pigmento é oxigenado para formar oximioglobina (MbO₂), que confere à carne uma cor vermelha brilhante que os consumidores acham atraente. Ambas, deoximioglobina e oximioglobina também reagem com o oxigênio para formar a metamioglobina

(MMb), que tem uma coloração marrom opaca que os consumidores associam à perda de qualidade (INSAUSTI et al, 1999). As reações entre as três formas de mioglobina são reversíveis e estão em um estado de equilíbrio dinâmico, com uma constante interconversão entre elas (CONCEIÇÃO, 2002).

Na presença de oxigênio, a mioglobina é oxigenada a oximioglobina, ou oxidada a metamioglobina. A quantidade relativa dessas duas formas do pigmento depende da pressão parcial de oxigênio. A oximioglobina, forma vermelha brilhante do pigmento, é favorecida por altas concentrações de oxigênio, enquanto que baixas concentrações favorecem a oxidação para a forma marrom da metamioglobina. A condição ótima para oxidação é de aproximadamente 1mmHg de pressão parcial de oxigênio. Quando um corte fresco é exposto ao ar, as duas reações ocorrem; na superfície, onde o oxigênio está muito disponível, ocorre formação de oximioglobina e se estende até próxima ao limite de penetração de oxigênio aonde a metamioglobina predomina. Daí em diante, aonde o oxigênio não penetra, o pigmento continua com a cor vermelho púrpura da mioglobina. A formação da metamioglobina é, portanto, retardada por atmosferas ricas em oxigênio e prevenida por atmosferas sem oxigênio (JEREMIAH, 2001). O esquema apresentado na Figura 2 elucida o ciclo da cor em carnes frescas.

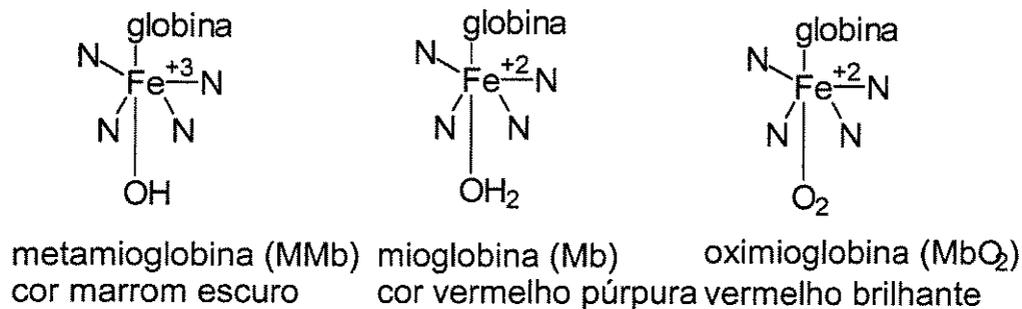


Fonte: CONCEIÇÃO, 2002.

Figura 2 – Ciclo da cor em carnes frescas.

Na mioglobina reduzida o ferro está na forma Fe^{2+} , a hematina está intacta e a globina está no estado nativo. O ligante é a água. Já na mioglobina oxigenada (oximioglobina) o ligante da sexta posição do íon Fe^{2+} é uma molécula de oxigênio, a hematina está intacta e a globina no estado nativo. Na mioglobina oxidada (metamioglobina) o ferro está na forma oxidada Fe^{3+} e ligado a água, sendo que a hematina permanece intacta e a globina no estado nativo.

A Figura 3 ilustra as estruturas da mioglobina, oximioglobina e metamioglobina, de forma simplificada.



Fonte: PEARSON & GILLET, 1999.

Figura 3 - Estrutura química simplificada da metamioglobina, mioglobina e oximioglobina.

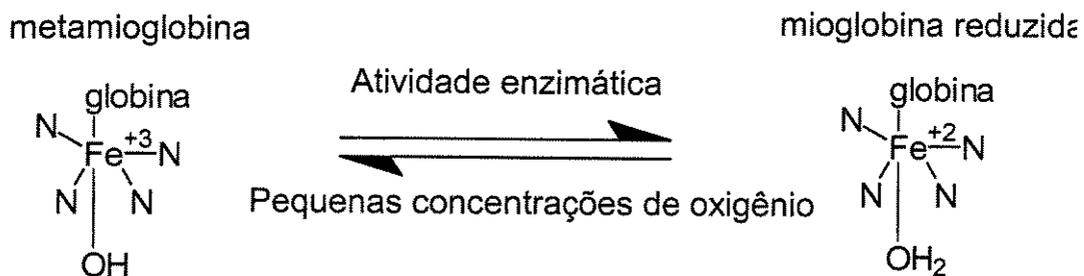
A oxigenação da mioglobina é rápida, a superfície da carne parecerá vermelha com meia hora de exposição ao ar a 5°C. Por outro lado, a oxidação para metamioglobina é lenta, e aparece primeiramente como uma fina camada marrom no limite de penetração do oxigênio. Com um ou dois dias essa camada engrossa e fica aparente, ocorrendo o escurecimento da superfície. A taxa em que essas reações ocorrem são fortemente influenciadas pela temperatura de estocagem e pelo tipo de corte (TAYLOR, 1985).

A carne se tornará inaceitável para o consumidor, quando houver aproximadamente 50% de conversão de oximioglobina a metamioglobina. A relação de venda da carne descolorida (20% MMb) para a carne vermelha é aproximadamente 50% inferior, indicando que o consumidor faz uma distinção apreciável do produto descolorido (CONCEIÇÃO, 2002).

A taxa de penetração do oxigênio no músculo é determinada pela taxa de difusão do oxigênio no músculo e pela taxa de consumo de oxigênio pelo tecido. O aumento da temperatura tende a diminuir a espessura da camada de oximioglobina (CORNFORTH, 1999).

As evidências empíricas da presença de um sistema capaz de reduzir a metamioglobina da carne vieram da observação de que depois de embalada a vácuo, a superfície amarronzada da carne retornava a cor vermelha (CORNFORTH, 1999). A atividade redutora da metamioglobina não se deve ao crescimento microbiológico, já que a redução da metamioglobina é observada até na presença de antibióticos (WALTERS & TAYLOR, 1963). A respiração mitocondrial favorece a redução da metamioglobina principalmente pelo consumo de oxigênio do sistema, o que favorece o estabelecimento de condições redutoras (CORNFORTH, 1999).

A Figura 4 mostra de maneira simplificada o mecanismo de conversão de mioglobina reduzida em metamioglobina.



Fonte: HEDRICK *et al*, 1991.

Figura 4 – Interconversão entre metamioglobina e mioglobina reduzida sob diferentes condições.

As condições redutoras na carne ocorrem, portanto, naturalmente, como resultado de atividade enzimática natural (cadeia transportadora de elétrons) que ocorre continuamente. Essas enzimas utilizam todo o oxigênio disponível no interior do músculo, inclusive após a morte do animal. Conseqüentemente, o pigmento em carnes frescas intactas está em sua forma reduzida e só pode reagir com a água (HEDRICK *et al*, 1994).

O alto requerimento de oxigênio para a oxidação máxima da mioglobina da carne se deve ao consumo de oxigênio por reações competitivas (CORNFORTH, 1999).

A oximioglobina é formada espontaneamente quando a carne é exposta ao ar, mas sua estabilidade depende do contínuo fornecimento de oxigênio, já que as enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo rapidamente utilizam o oxigênio disponível (HEDRICK, 1994).

A oxidação do pigmento mioglobina ocorre mais rapidamente a pHs mais baixos e é diretamente dependente da concentração do íon hidrogênio e influenciada pelo nível de O₂. A difusão de oxigênio no músculo é dependente da temperatura e pH, sendo maior à temperatura próxima de 0°C, onde a atividade enzimática é mínima. Em temperaturas mais altas, enzimas respiratórias usam mais oxigênio e, portanto, limitam sua difusão. Atividade enzimática respiratória também é favorecida por pHs mais altos e, conseqüentemente, músculos com pH mais alto usam mais O₂ e menos O₂ difunde-se para o músculo. O resultado é um produto colorido mais escuro, o qual tem somente uma fina camada de oximioglobina (POLLONIO, 1994).

Como músculos diferentes possuem diferentes atividades respiratórias para sobreviver, a carne de espécies diferentes, apresentam diferentes comportamentos quando analisamos a oxigenação da mioglobina a oximioglobina. Por exemplo, após exposição ao ar por 1 hora a 0°C, a profundidade da camada de oximioglobina é de aproximadamente 0,94 mm em músculo *psaos* de cavalo, aonde a atividade respiratória é relativamente alta, e de 2,48 mm em músculo *L. dorsi* aonde a atividade é relativamente baixa (LAWRIE, 1998).

Já para carnes cozidas o principal pigmento encontrado na carne é a globinahemicromo (mioglobina ou oximioglobina desnaturada) de cor marrom. A nicotinamida hemicromo também contribui com a cor de carnes cozidas. A cor marrom em carnes cozidas, ao contrário das carnes frescas, é um atributo de qualidade desejável. A temperatura de cozimento afeta a conversão dos

pigmentos. Outros fatores que contribui com a coloração de carnes cozidas incluem a caramelização de carboidratos e a reação de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos (LAWRIE, 1998).

3.2 – O processo e os ingredientes da marinação

A tecnologia da marinação vem sendo empregada pela indústria avícola há décadas. No entanto, na indústria de carne suína, e principalmente na de carne bovina, a marinação através da injeção fez avanços tecnológicos consideráveis apenas nos últimos anos. Hoje, as grandes companhias de carne norte-americanas têm aumentado consideravelmente a produção de carne suína e bovina injetada com salmoura aquosa. Estes novos produtos estão gradativamente substituindo a carne *in natura*, tradicionalmente encontrada no mercado varejista (XIONG, 2005).

O processo de marinação pode ser realizado de diversas maneiras sendo que as mais recomendadas para o ambiente do açougue são a imersão, onde as peças de carne são submersas em uma salmoura contendo os ingredientes de marinação e esta, após certo período de tempo, penetra na carne por difusão; o massageamento, que consiste em aplicar algum tipo de ação mecânica para facilitar e acelerar a migração dos ingredientes no produto que está para ser marinado; e a injeção, que consiste em furar o músculo com agulhas e realizar a injeção da salmoura diretamente neste. Este último processo tem vantagem a uniformidade (POLLONIO, 2002).

Os produtos marinados são ligeiramente mais ácidos e suculentos que os temperados convencionalmente, mais macios, com sabores variados, dependendo da formulação e mais sofisticados. Para o segmento cárneo, esse processo significa aumento de rendimento e agregação de valor à matéria-prima inicial (POLLONIO, 2002). A marinação pode ocorrer também com incorporação de salmoura alcalina, sendo que os mesmos efeitos são alcançados (CANNON *et al*, 1993).

Atualmente a população consumidora de carne está trocando os métodos tradicionais de preparo de refeições por métodos que diminuem o tempo de preparo das refeições. Os produtos marinados, por já estarem, normalmente, temperados atendem a essa necessidade (MCGEE, et al 2003). A marinação, uma técnica culinária tradicional, é utilizada para amaciar e melhorar o sabor e a suculência da carne para satisfazer as necessidades do consumidor (LEMOS, NUNES & VIANA, 1999).

Nos Estados Unidos os produtos marinados são amplamente encontrados nos mercados e bem aceitos pelos consumidores, além de amplamente pesquisados, onde têm sido considerados, mais suculentos, macios e seguros (DAVIS *et al*, 2004).

A marinação é um método que pode ser utilizado para alterar a maciez de carnes. A maciez é considerada pelos consumidores como um dos mais importantes fatores de qualidade da carne (BURKE & MONAHAN, 2003). Existe uma relação direta entre a maciez e o preço da carne, sendo que os consumidores preferem pagar um bônus por produto de qualidade mais elevada (GONZALEZ *et al*, 2001). A marinação com ácidos envolve a imersão da carne numa solução ácida. O mecanismo de ação da marinação ácida no amaciamento da carne envolve vários fatores que incluem um enfraquecimento das estruturas devido ao intumescimento da carne, aumento da proteólise por enzimas e aumento da conversão de colágeno em gelatina a baixo pH durante o cozimento (BURKE & MONAHAN, 2003).

Para tentar reter a máxima quantidade de água possível após o cozimento, compostos capazes de se ligar à água devem estar presentes na salmoura de marinação, como o sal, os fosfatos de sódio, o lactato de sódio, os polissacarídeos (gomos), hidrolisados protéicos de soja e de leite e amidos modificados (XIONG, 2005).

A marinação de cortes de carne, com formulações contendo sal e fosfato, é usada para aumentar a maciez e a suculência de produtos de carne fresca

(DHANDA *et al*, 2002). Suas principais funções incluem estabilizar o pH das carnes e ajudar na manutenção da cor e sabor (POLLONIO, 2002). Entretanto, a marinação de carne de origem bovina com sal e fosfato traz efeitos negativos para a cor de produtos durante sua vida de prateleira (ROBBINS *et al*, 2003).

Existem atualmente dois tipos de agentes ligantes: aqueles que melhoram a liga dos pedaços de carne adjacentes; e aqueles que aumentam a capacidade de ligação com água dos produtos finais. Felizmente os polifosfatos combinam as duas propriedades. São adicionados até um nível de aproximadamente 0,5% (PEARSON & GILLET, 1999).

O fosfato de sódio é comumente usado no processamento de carnes e aumenta a solubilidade de proteínas e a capacidade de retenção de água da carne. Isso permite um ganho maior de peso durante a cocção e um melhor desenvolvimento da suculência do produto. O tripolifosfato que é o de mais baixo custo tem mostrado resultados muito bons em produtos marinados (POLLONIO, 2002).

A injeção de salmoura contendo tripolifosfato aumenta a suculência de carnes (LAWRENCE *et al*, 2003; SCANGA *et al*, 2000). Além disso, os polifosfatos ajudam a estabilizar o sabor e a cor de produtos cárneos (LEMOS, NUNES & VIANA, 1999).

A ação dos fosfatos no aumento da retenção de água se dá através do aumento do pH e do desdobramento das proteínas musculares (mais locais para reter água). Apenas os fosfatos alcalinos são efetivos para aumentar a capacidade de retenção de água, já que os fosfatos ácidos abaixam o pH e causam encolhimento. Os fosfatos também quelam traços de metais iônicos e retardam o desenvolvimento de rancidez em produtos cárneos (PEARSON & GILLET, 1999).

O tripolifosfato de sódio tem um pH alcalino e como a carne é um bom tampão, a adição de tripolifosfato à carne eleva seu pH. O aumento do pH da carne melhora sua capacidade de retenção de água, já que este se afasta do ponto

isoeletrico das proteínas da carne. Quando o pH se afasta do ponto isoeletrico das proteínas a capacidade de retenção de água cresce devido a um aumento na quantidade de cargas negativas nas proteínas da carne, que podem se ligar a água. O resultado é um aumento da quantidade de água capaz de se ligar às proteínas da carne (MILLER, 1999).

A adição de tripolifosfato de sódio em carnes mostra ter propriedades antioxidantes e diminui a taxa de oxidação lipídica na carne. A oxidação de lipídeos está associada ao desenvolvimento de sabores indesejáveis e a deterioração não-microbiológica (MILLER, 1999)

O sal contribui para o sabor e textura das carnes. Tem participação importante no processo de marinação facilitando a solubilidade das proteínas da carne o que por consequência aumenta a capacidade de liga dos cortes. A adição de sal também demonstrou melhora na capacidade de retenção de água de produtos cárneos. É uma substância muito importante na conservação do produto devido à redução da atividade de água, retardando e inibindo o crescimento microbiano (POLLONIO, 2002).

O sal atua através da desidratação, alterando a pressão osmótica que inibirá o crescimento microbiano e subseqüentemente a deterioração. No entanto o sal resulta numa cor escura indesejável da carne (PEARSON & GILLET, 1999).

Atuando na melhoria da retenção de água da carne, o sal age abaixando o ponto isoeletrico das proteínas da carne, sem alterar o pH da carne. O aumento do volume das proteínas da carne é atribuído a sua habilidade de ligar mais água. As proteínas da carne têm capacidade de dobrar seu volume nas concentrações de sal utilizadas nos processos. A adição de sal contribui para o aumento do volume das proteínas e do mesmo modo o íon cloreto tem capacidade de se ligar aos filamentos protéicos da carne e aumentar as forças de repulsão eletrostáticas entre eles. Com o aumento dessas forças de repulsão, a estrutura protéica desdobra-se e o aumento do volume ocorre. O aumento do volume leva a um maior número de cadeias laterais das proteínas que podem se ligar a água, e

dessa forma, a capacidade de retenção de água da carne aumenta (MILLER, 1999).

Quando presente em soluções, em concentrações que vão de 1 a 3% o sal aumenta a tendência dos pigmentos de sofrer oxidação. A taxa de oxidação é proporcional a concentração do íon cloreto (CORNFORTH, 1999).

O ácido serve para dar maior maciez ao produto. Podem ser usados vinagres, vinho branco, vinho tinto e sucos de frutas. Os componentes ácidos estão entre os mais importantes, pois influenciarão marcadamente o sabor dos produtos marinados (POLLONIO, 2002).

Os ácidos orgânicos, como o cítrico, o málico, o acético, o láctico, o benzóico, o sórbico e o propiônico têm sido usados para limitar o crescimento microbiológico nos produtos alimentícios. O efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos depende principalmente do efeito exclusivo no pH, da extensão de sua dissociação, o que está relacionado ao pH, e ao efeito específico da molécula do ácido (ACCUFF, 1991).

A um dado pH a atividade antimicrobiana de um ácido está relacionada à habilidade do ácido de penetrar na célula, a parte da célula que é atacada e a natureza química do ataque (MILLER, 1999).

A água: ajuda na dissolução do cloreto de sódio e outros ingredientes para garantir sua melhor distribuição. A textura, a suculência e a maciez são afetadas pela adição de água (PEARSON & GILLET, 1999).

Os açúcares auxiliam na reação de escurecimento e cor característica no momento em que se aquece o produto em operações como assar, grelhar, cozinhar. Também conferem aromas suaves e característicos (POLLONIO, 2002).

A maioria dos agentes espessantes e encorpantes, como a celulose microstalina, quimicamente caem na categoria dos hidrocolóides. Eles são polímeros de cadeia longa, predominando o carboidrato na estrutura. Muitos são solúveis ou absorvem água em sistemas aquosos e conferem propriedades lubrificantes que ajudam na mimetização da gordura. Eles também têm propriedades emulsificantes, estabilizantes, encapsulantes. As maltodextrinas são hidrocolóides criados pela clivagem da amilose e da amilopectina. Elas não contêm grânulos de amido intactos. Geralmente aquelas com dextrose equivalente abaixo de 20 são empregadas em produtos cárneos de baixa gordura. São baratas e fáceis de usar. São úteis na retenção de água e na redução da atividade de água de forma a fornecer alguma inibição microbiana. As maltodextrinas de milho e aveia são produzidas pela ação da beta amilase. Elas são limitadas a 3% em salsichas para o padrão de identidade (PEARSON & GILLET, 1999).

Os condimentos e ervas aromáticas devem ser adequadamente selecionados e utilizados de acordo com a carne em questão (POLLONIO, 2002).

Alguns condimentos como alho, cebola, ervas e pimentas têm propriedades antioxidantes o que aumenta a estabilidade do sabor durante o tempo de estocagem da carne (MILLER, 1999).

Existe uma relação entre a oxidação dos pigmentos e da gordura da carne. O oxigênio pode iniciar a peroxidação lípídica, levando a formação de substâncias prooxidantes capazes de reagir com a oximioglobina, resultando na formação de metamioglobina (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al*, 2005).

Segundo RENERRE (1992) muitos autores já reportaram que a suscetibilidade da mioglobina a autooxidação é o fator principal para explicar a estabilidade da cor em produtos cárneos.

Extratos de alho apresentaram atividade antioxidante em diferentes estudos *in vitro*. A atividade antioxidante da planta *Allium* é atribuída principalmente a uma variedade de compostos sulfurosos e seus precursores (NUUTILA, 2003).

3.3 – Cor de carne marinada relacionada ao pH

A cor é afetada pelo pH do músculo, o qual influencia a estrutura muscular quanto ao seu grau de compactação. As carnes com pH acima de 6,0 possuem alta capacidade de reter água; sua estrutura pode se manter mais fechada, o que torna a difusão de oxigênio muito difícil, de tal modo que a mioglobina se mantém quase totalmente na forma reduzida, além do efeito físico apresentar baixa dispersão de luz, diferente das estruturas mais abertas das carnes com pH normal (5,6 a 5,8), o que modifica a percepção da cor, para mais escura (ARIMA, 1999).

Carnes injetadas são mais pálidas que carnes não injetadas. A diferença pode se dever à diferença no pH de carnes injetadas e não injetadas. Carne com pH final mais alto (pH = 5,6) será mais escura porque sua superfície reflete menos luz que carne com pH final mais baixo (pH = 5,4) (DHANDA, 2002).

Carnes com pH iguais ou menores que 5,5 podem apresentar cor pálida, devido à estrutura mais aberta, com exsudação do suco e conseqüentemente com maior dispersão da luz, conferindo-lhe uma cor mais clara. Baixo valor de pH diminui a estabilidade da ligação heme-globina, a mioglobina desnatura a pH abaixo de 5,0 (RENERRE, 1990; APPEL & BROWN, 1981).

Músculos de pH mais baixos se tornam vermelho brilhante mais rapidamente devido à sua estrutura aberta e também devido ao fato de que com pH mais baixos as enzimas que competem pelo oxigênio reagem mais lentamente (ARIMA, 1999).

A cor indesejável escura de carnes de pH final elevado deve-se a predominância de deoximioglobina nas camadas superficiais da carne combinada com características de absorção de luz melhores dessas carnes. Em carnes com pH mais baixo, a atividade remanescente das enzimas do citocromo é mais baixa, resultando num menor consumo de oxigênio (residual e atmosférico), o que leva a uma maior penetração de oxigênio na carne. Isto irá promover uma maior oxigenação da mioglobina, que junto com uma estrutura mais aberta da carne, resultará numa carne vermelha brilhante devido à predominância de oximioglobina e de uma maior reflexão de luz dessas carnes (GAULT, 1991).

Com a adição de fosfatos de sódio na carne, o pH aumenta, conseqüentemente são esperadas mudanças na cor da carne. Quando o pH da carne aumenta esta fica mais escura. Com o aumento do pH, este se afasta do ponto isoelétrico das proteínas da carne e estas conseguem ligar mais água em suas cadeias laterais carregadas negativamente. Ligando mais água, sobra menos água para refletir a luz e a carne aparenta ser mais escura. Adicionalmente o pH afeta a estabilidade da mioglobina para sofrer oxidação a metamioglobina (de cor marrom, relacionada com carne deteriorada). Com a diminuição do pH a mioglobina se oxida mais facilmente para metamioglobina e a cor da carne fica menos intensa. Em pH mais alto, a mioglobina, a principal proteína da carne que possui pigmentação, não degrada tão rapidamente com o aquecimento. Durante o cozimento, a mioglobina degrada e como resultado, a carne vai da cor vermelha para cinza. Se a mioglobina não degrada tão rapidamente, carnes com pH mais altos vão parecer mais vermelhas (MILLER, 1991).

Durante a marinação de carnes, com utilização de acidulantes, o pH da carne sofre um abaixamento. Apesar disto promover a formação de oximioglobina, é sabido que a taxa de autooxidação da oximioglobina é proporcional ao abaixamento do pH da carne na faixa de 7,0 a 5,0 favorecendo a formação de metamioglobina, marrom e com menor intensidade de cor. A marinação, ainda pode resultar numa considerável extração das proteínas sarcoplasmáticas da carne quando existe um excesso de marinado cobrindo a superfície da carne. Se o pH final após a marinação estiver numa faixa entre 5,4 e 4,7, próximo ao ponto

isoelétrico das proteínas miofibrilares, a carne ficará extremamente pálida, lembrando carne de porco ao invés de carne bovina, o que se deve a estrutura mais aberta dessa carne e a melhores propriedades de reflexão de luz (GAULT, 1991).

Com um abaixamento ainda maior no pH, no entanto, a carne marinada começa a ficar acinzentada, particularmente em torno de 4,2. Abaixo de pH 4,0, no entanto, a carne adquire uma aparência marrom escura distinta. Esta mudança gradual na cor da carne marinada de cinza pálido até marrom escuro pode estar relacionada com o aumento na susceptibilidade dos pigmentos da carne a desnaturação (GAULT, 1991).

A adição de ácidos orgânicos, que normalmente afeta o pH, pode ter efeito prejudicial para a estabilidade da cor se as concentrações utilizadas forem muito altas (MILLER, 1991).

Havendo uma desidratação superficial, ocorrerá o escurecimento da carne, devido ao aumento da concentração de pigmentos na superfície do produto.

3.4 – Influência do congelamento e refrigeração na cor

A cor vermelha é mais estável a baixas temperaturas porque a taxa de oxidação do pigmento diminui. A baixas temperaturas, a solubilidade do oxigênio é maior. Ocorre uma grande penetração de oxigênio na carne e esta fica mais vermelha que a altas temperaturas (JAMES & JAMES, 2002).

A carne congelada é estocada e exposta para comercialização em temperaturas entre -10 e -30°C, nas quais o crescimento microbiológico é detido. As mudanças na carne, influenciadas pela embalagem, são, portanto, aquelas associadas à aparência (TAYLOR, 1985).

A cor de carne congelada é inicialmente dependente da taxa de congelamento e do conseqüente tamanho dos cristais de gelo na camada superficial. O congelamento lento produz grandes cristais de gelo com propriedades de reflexão de luz reduzidas o que resulta numa carne escura; inversamente, os cristais pequenos formados com o congelamento rápido refletem a luz e deixam a superfície da carne pálida e opaca (TAYLOR, 1985).

Carnes congeladas a -9°C são escuras, entre -34 e -40°C obtém-se a cor mais desejável e entre -73 e -87°C são pálidas. O congelamento muito rápido com spray de nitrogênio líquido, numa taxa de congelamento de aproximadamente 13 cm h^{-1} produz uma carne de uma coloração pálida não natural. O congelamento com circulação de ar numa taxa de 2 cm h^{-1} produz a melhor aparência de carne, enquanto que o congelamento muito lento a $0,04\text{ cm h}^{-1}$ resulta numa coloração de carne escura e a formação de gelo na superfície do produto (JAMES & JAMES, 2002).

Além da taxa de congelamento, a duração de exposição ao ar antes do congelamento, também é importante. Se a carne for exposta ao ar por 30 minutos antes de ser embalada e congelada, ela terá uma aparência similar à carne fresca. Um período menor de exposição entre 5 a 10 minutos também pode ser adequado (JAMES & JAMES, 2002).

A deterioração de carne congelada durante a estocagem ocorre principalmente pela oxidação da oximioglobina para metamioglobina. Sob iluminação direta a carne congelada se oxida da superfície em direção ao interior, enquanto que a oxidação de carne resfriada começa em camadas internas e progride em direção a superfície. Como na carne congelada, a perda da cor vermelha é prejudicial ao comércio de carne resfriada também (TAYLOR, 1985).

A velocidade da perda da cor vermelha é mais rápida a temperaturas elevadas, na estocagem e no balcão de exposição. A temperatura de armazenamento ou exposição deve estar de $-2,2^{\circ}\text{C}$ a $1,1^{\circ}\text{C}$, sendo considerada ideal para carnes frescas e temperaturas de -15°C ou inferiores para

armazenamento congelado ou balcão de exposição de carne congelada. A penetração do oxigênio no músculo também ocorre mais rapidamente a temperaturas mais baixas, porém menor do que a velocidade de reação das enzimas. O efeito total, portanto, é o músculo se tornar vermelho brilhante mais rapidamente a temperaturas mais baixas (ARIMA, 1999).

3.5 – Embalagem e cor

A pressão parcial de oxigênio, ou a quantidade de oxigênio dentro da embalagem influi na velocidade de perda da cor. O fato da máxima velocidade de formação de metamioglobina se situar a 4 mm de pressão de oxigênio é conhecido desde 1935 (LAWRIE, 1985). Segundo LEDWARD (1970) a máxima velocidade de transformação da mioglobina a metamioglobina se dá na pressão de oxigênio de 6 mm a 0°C e 7,5 mm a 7°C.

A embalagem a vácuo é o meio mais simples de se obter uma atmosfera modificada, e por um bom tempo foi considerada o modo mais eficiente de se aumentar a vida de prateleira de carne resfriada. Não só um período de estocagem de várias semanas pode ser alcançado, mas durante esse tempo a maciez da carne é aumentada. Além disso, a embalagem ajuda a ocultar o gotejamento excessivo e é ideal para o congelamento caseiro (TAYLOR, 1985).

O processo de embalagem a vácuo consiste basicamente na retirada do ar da embalagem e posterior selagem, procurando obter condições anaeróbicas, a fim de manter um volume mínimo de ar dentro da embalagem durante o armazenamento. Portanto, os laminados ou extrusados de filmes plásticos mais comumente usados devem possuir baixa permeabilidade ao CO₂ e O₂ (BORHER, 1992).

A maioria dos filmes de embalagens usados para vácuo são laminados de dois ou mais materiais e normalmente são compostos de uma camada central, que

possui alta barreira a gases, como o PVdC; uma camada interna com boas características de selagem, como o PE; e uma camada externa com boas propriedades mecânicas, como o nylon (JEREMIAH, 2001).

A escolha de filmes para embalagem é amplamente determinada pela suas permeabilidades ao vapor d'água e aos gases. Já que a perda de peso deve ser evitada, a maioria dos filmes apresenta boa barreira ao vapor d'água. No entanto, a permeabilidade aos gases é muito mais variada e depende do polímero. Filmes para bandejas normalmente têm permeabilidades ao oxigênio acima de $10000 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1} \text{ atm}^{-1} \text{ O}_2$, enquanto que os materiais usados para as embalagens a vácuo costumam ter permeabilidade ao oxigênio menores que 20 na mesma escala (TAYLOR, 1985).

Na embalagem a vácuo de pequenos cortes para o mercado consumidor a proporção de ar residual na carne pode ser alta e haverá conseqüente formação de metamioglobina com descoloração da superfície da carne. Portanto, é essencial que estes sejam embalados com um mínimo de oxigênio residual imediatamente após o corte da carne (TAYLOR, 1985). Nas embalagens a vácuo o ar deve ser eficientemente removido para níveis abaixo de 500 ppm para evitar a descoloração irreversível devido a baixos níveis de oxigênio residual. A efetividade do vácuo depende de um contato íntimo entre o filme de baixa permeabilidade ao oxigênio e toda a superfície do produto, para evitar que se formem cavidades capazes de alojar oxigênio. Nessas cavidades ainda pode ocorrer o acúmulo de água (JEREMIAH, 2001).

A cor continua sendo a principal desvantagem da embalagem a vácuo, e apesar da cor púrpura de carne embalada a vácuo ser aceita pelas indústrias que sabem que a cor vermelha retornará quando a carne for exposta ao ar, se acredita que os consumidores rejeitarão a carne que for púrpura. Isto é particularmente indesejável, já que a cor púrpura da carne embalada a vácuo é estável durante a comercialização prolongada e isto dá a embalagem a vácuo uma vantagem considerável sobre outros métodos de embalagem onde a cor deteriora gradativamente durante a vida de prateleira (TAYLOR, 1985).

A cor de carnes embaladas a vácuo se deteriora quando a área superficial da carne é relativamente maior que a massa da carne, já que uma grande superfície fica exposta à penetração do oxigênio (JEREMIAH, 2001).

Altos níveis de vácuo resultam numa cor de carne mais desejável e numa melhor aparência da gordura, além de acelerar a redução para deoximioglobina e oxigenação a oximioglobina durante a abertura da embalagem. É desejável que se alcance, portanto, o nível máximo de vácuo possível (JEREMIAH, 2001).

A embalagem a vácuo de carne congelada aumenta a estabilidade da cor mantendo os níveis de metamioglobina abaixo daqueles encontrados em carne congelada embalada em bandejas com filme de polietileno (JAMES & JAMES, 2002). Os cortes embalados com altos níveis de vácuo são superiores aos filmes de PVC em descoloração da superfície, contagem bacteriana, presença de sabores indesejáveis e aparência geral (JEREMIAH, 2001).

A diferença no mecanismo de descoloração em embalagens com alta e baixa permeabilidade ao oxigênio, é que na primeira a metamioglobina é formada vários milímetros abaixo da superfície, enquanto que na última ela aparece na superfície (JAMES & JAMES, 2002).

O grande volume da carne comercializada no mercado varejista é embalado em bandejas de isopor envoltas em filme permeável ao oxigênio, como o PVC. O tempo de exposição é usualmente de três dias a 4°C antes que a descoloração ocorra, independentemente de quanto tempo a carne foi estocada na embalagem a vácuo, antes de ser re-embalada.

As desvantagens desse tipo de embalagem são a curta vida-de-prateleira dos produtos assim embalados, o desenvolvimento de gotejamento na embalagem e a má impressão causada por filmes que saem ou que estão furados. No entanto, envolver carnes com filme de PVC continua sendo o método preferido para se apresentar carne fresca, já que a carne desenvolve uma cor vermelha brilhante atrativa para os consumidores, os materiais de embalagem são baratos, o

equipamento relativamente fácil de encontrar a baixos preços, permitindo que pequenos varejistas possam vender carne embalada (CORNFORTH, 1999).

Para o PVC, a embalagem leva em conta a distância e o tempo útil que o produto tem até ser consumido. No caso de frigoríficos mais próximos do ponto de venda, o sistema de filmes à base de PVC e poliolefinicos é suficiente, pois garante a qualidade da carne por um período de três a cinco dias, dependendo, é claro, das condições iniciais e da temperatura na qual será conservada (JEREMIAH, 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira, foi avaliado o efeito dos ingredientes presentes em salmouras preparadas conforme diferentes formulações sobre a aparência de lagarto bovino injetado com essas salmouras. Após a análise da influência destes ingredientes sobre a aparência, foram selecionadas três formulações de salmoura para a etapa seguinte, sendo esta seleção baseada na avaliação sensorial da aparência feita por consumidores.

Na segunda etapa, avaliou-se a influência da temperatura e tempo de estocagem, da forma de embalagem e do processo de cozimento sobre a aparência das formulações anteriormente selecionadas.

As duas etapas, que serão descritas detalhadamente nos itens a seguir, são mostradas nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

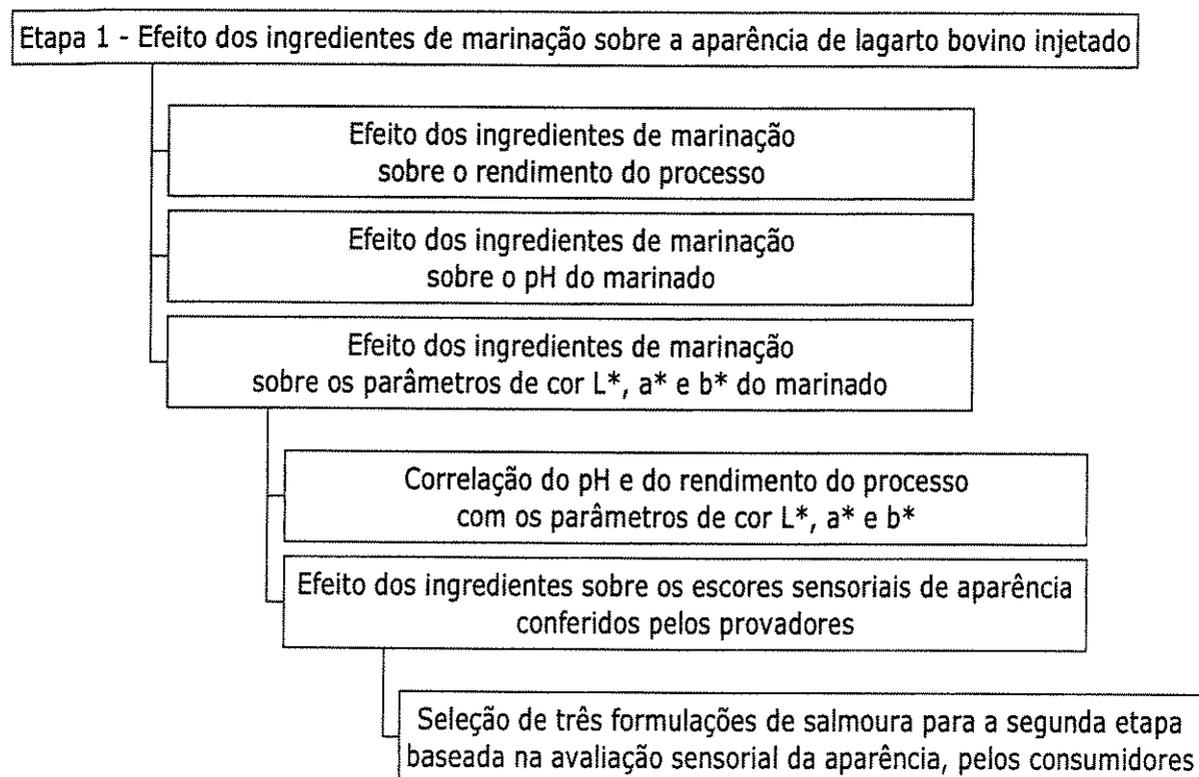


Figura 5 – Fluxograma ilustrativo da primeira etapa do experimento, que avaliou o efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino marinado.

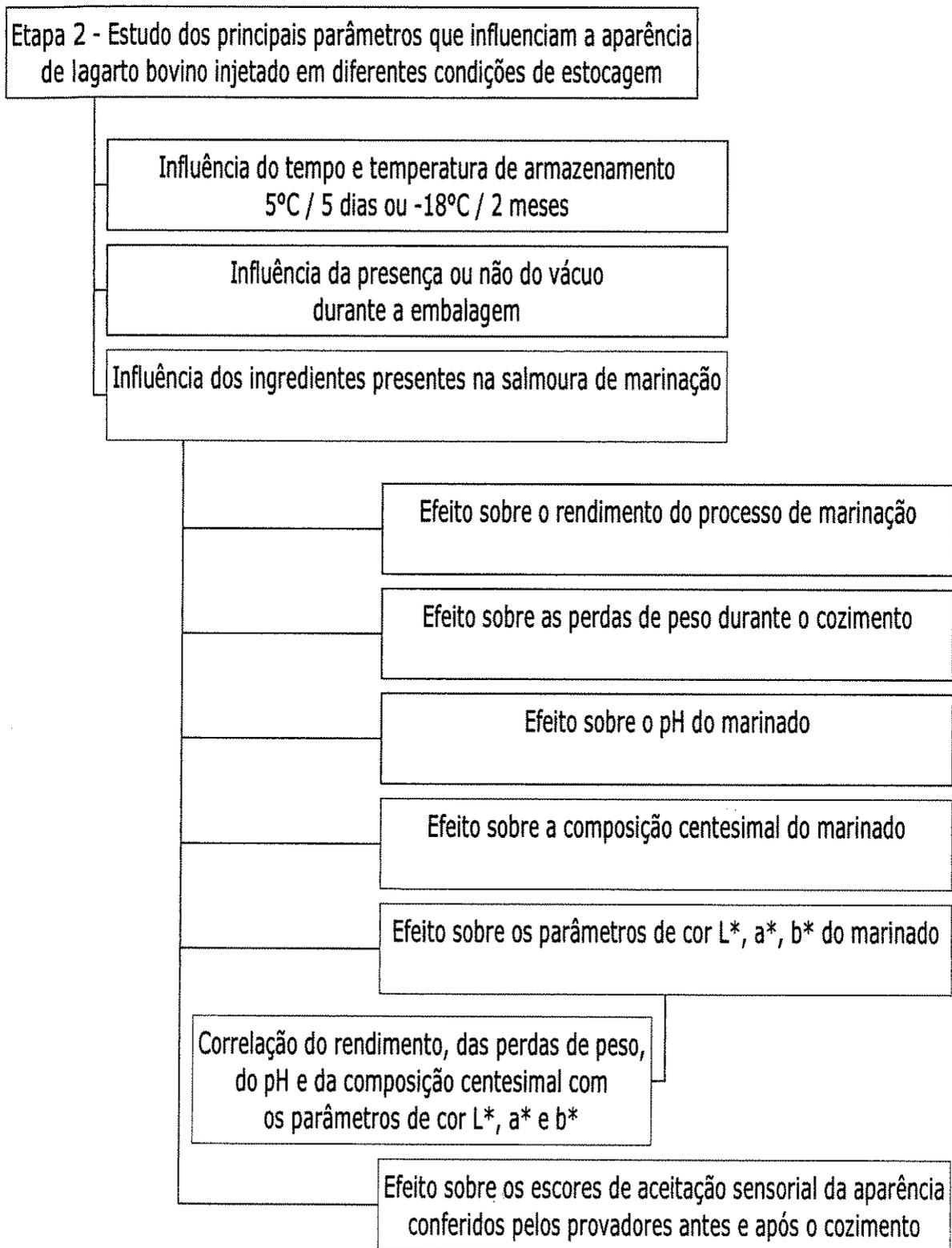


Figura 6 – Fluxograma ilustrativo da segunda etapa do experimento, que estudou os principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado, em diferentes condições de estocagem.

4.1. Efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado

4.1.1. Matéria-prima e ingredientes de marinação

Para avaliar a influência dos ingredientes sobre a aparência de carne bovina durante o processo de marinação foi escolhido o músculo *M. semitendinosus*, corte comercialmente conhecido como lagarto, localizado na parte posterior do quarto traseiro do animal. Este corte possui um valor financeiro intermediário no mercado varejista brasileiro, sendo mais caro que cortes de músculos localizados no dianteiro do animal, como acém e paleta, e mais barato que a maioria dos cortes dos músculos do traseiro como a picanha e a alcatra. Isso por possuir uma maciez intermediária. Dessa forma, o processo de marinação pode agregar valor a esta matéria-prima, através da melhoria da maciez e suculência.

Foi observada a homogeneidade dos cortes de lagarto bovino, que antes do processo de marinação passou por uma toaleta onde o excesso de gordura foi removido, através de medidas de sua cor e de seu pH.

Os 20 lagartos (*M. semitendinosus*), oriundos de carcaças bovinas recém-desossadas, foram obtidos de frigorífico da região de Louveira – SP.

Os ingredientes listados a seguir, doados pela Dicarne industrial S.A., foram usados nas diferentes formulações.

- Sal da marca Bom Sabor – Ciemarsal Com. Ind. e Exportação de Sal Ltda.
- Alho desidratado em pó – Penina.
- Cebola desidratada em pó – Penina.
- Maltodextrina da marca Mor-Rex 1910 – Corn Products Brasil.
- Tripolifosfato de sódio, pH 9,5 – 9,9 – Sudamfos S.A.
- Vinagre – fermentado acético de álcool e vinho branco Agrin, acidez 4% – Castelo.

4.1.2. Planejamento estatístico

Para se avaliar o efeito dos ingredientes da salmoura de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado foi realizado um planejamento fatorial fracionário 2^{5-1} com cinco variáveis em dois níveis, apresentado na Tabela 1.

Na Tabela 1, todos os valores correspondem às porcentagens dos ingredientes encontrados nos produtos finais obtidos através da injeção de salmoura com diferentes formulações.

Para a variável "condimentos" deve-se considerar 0,1% de alho desidratado em pó e 0,1 % de cebola desidratada em pó. As letras entre parêntesis indicam quais são os ingredientes presentes em cada ensaio.

Tabela 1 - Planejamento fatorial 2^{5-1}

Ensaio	Sal	Tripolifosfato	Vinagre	Condimentos	Maltodextrina
1 (M)	0	0	0	0	1
2 (S)	2,5	0	0	0	0
3 (T)	0	0,5	0	0	0
4 (S T M)	2,5	0,5	0	0	1
5 (V)	0	0	1	0	0
6 (S V M)	2,5	0	1	0	1
7 (T V M)	0	0,5	1	0	1
8 (S T V)	2,5	0,5	1	0	0
9 (C)	0	0	0	0,1	0
10 (S C M)	2,5	0	0	0,1	1
11 (T C M)	0	0,5	0	0,1	1
12 (S T C)	2,5	0,5	0	0,1	0
13 (V C M)	0	0	1	0,1	1
14 (S V C)	2,5	0	1	0,1	0
15 (T V C)	0	0,5	1	0,1	0
16 (todos)	2,5	0,5	1	0,1	1
17 PC	1,25	0,25	0,5	0,05	0,5
18 PC	1,25	0,25	0,5	0,05	0,5
19 PC	1,25	0,25	0,5	0,05	0,5

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

4.1.3. Processamento

Todas as etapas do processamento apresentadas na Figura 7 foram executadas na planta piloto da Área de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UNICAMP.

Após um toalete dos 20 lagartos bovinos, onde se removeu o excesso de gordura, estes foram seccionados em três peças (desprezando-se as duas extremidades do músculo), de forma que todos os 19 ensaios do planejamento pudessem ser realizados em triplicata. Todas as peças foram pesadas.

O pH e a cor dos 20 lagartos foram medidos (item 4.3) de forma a se garantir a uniformidade da matéria-prima.

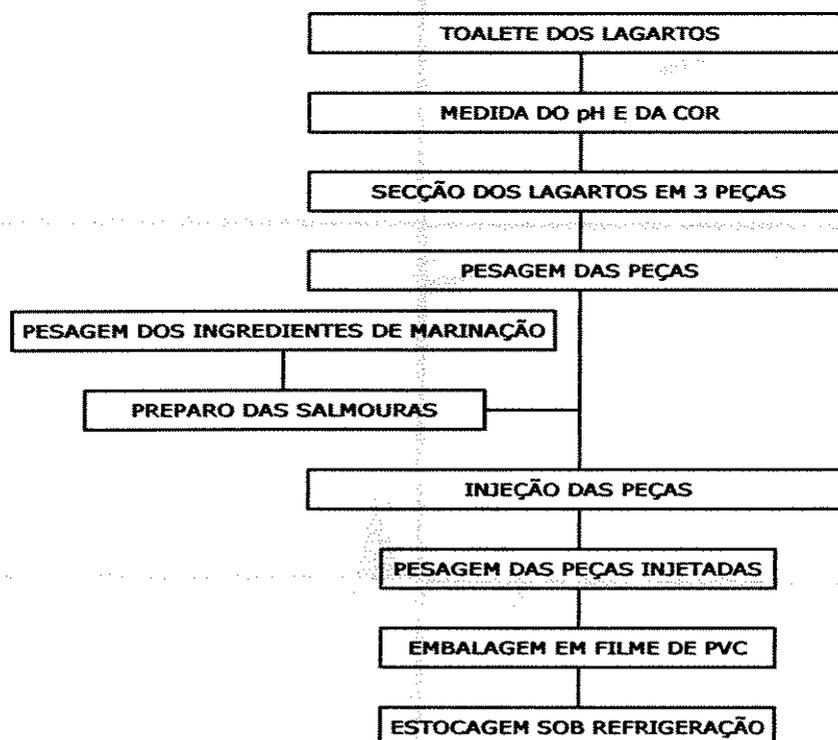


Figura 7 – Fluxograma do processo.

Fez-se a injeção de salmoura aquosa (4°C) nas peças, conforme as formulações necessárias para se obter as porcentagens de ingredientes

apresentadas na Tabela 1. Trabalhou-se com uma injetora com capacidade de 50L de salmoura em uma pressão de 30 kgf/cm² (Figura 8).



Figura 8 – Injetora.

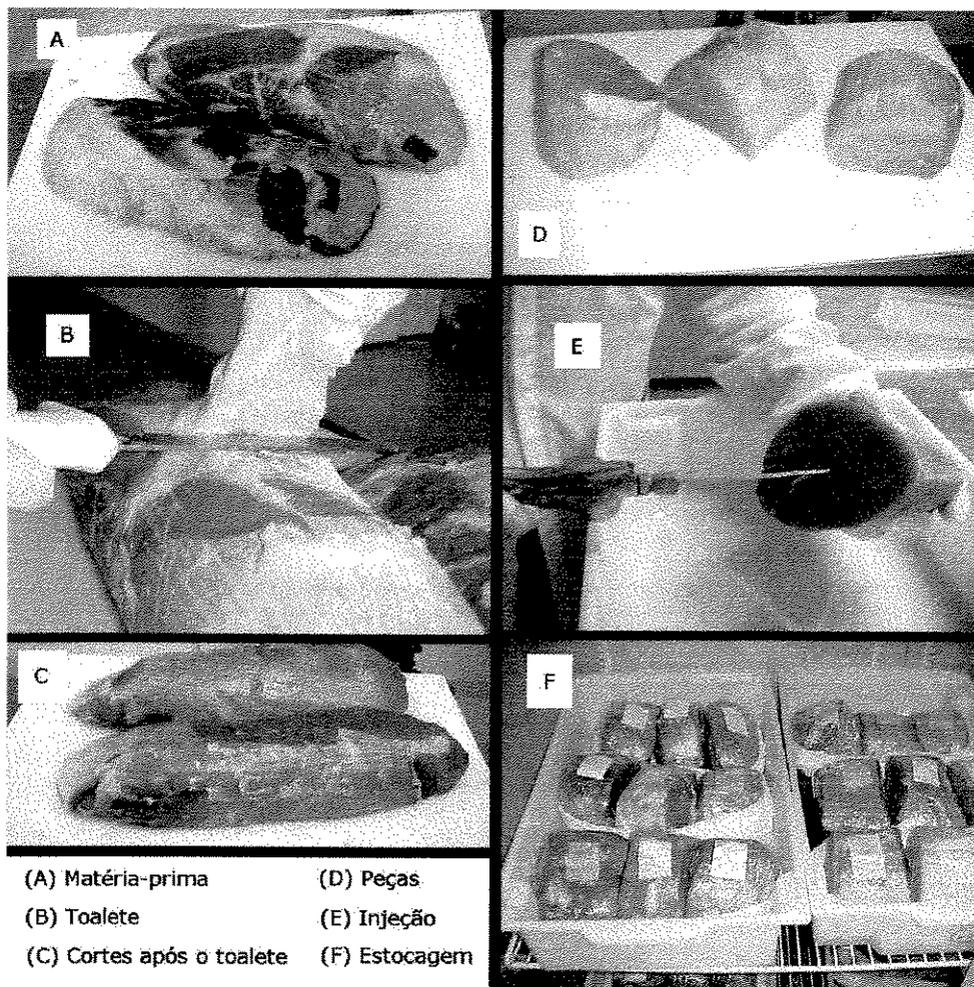


Figura 9 – Processamento.

O nível de injeção foi de 20%. Após a injeção, os cortes cárneos foram pesados e, em seguida, envoltos com duas camadas de filme de PVC da marca Rochedo, e estocados sob refrigeração a 5°C por cinco dias. Três cortes de carne foram embalados sem sofrer injeção. Durante todo o processamento a temperatura da sala foi mantida a 10°C.

4.1.4. Análises

Após os cinco dias de estocagem a 5°C as peças marinadas foram pesadas e realizaram-se análises de pH, cor e aceitação sensorial, descritas no item 4.3.

4.2. Estudo dos principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado em diferentes condições de estocagem

4.2.1. Ingredientes de marinação e matéria-prima

Os ingredientes utilizados nesta segunda etapa foram os mesmos descritos no item 4.1.1. Nesta etapa foram utilizados 16 lagartos bovinos comprados da Siqueira Ferreira Comércio de Carnes LTDA – CampCarn – Campinas – SP.

4.2.2. Planejamento e Processamento

Após a avaliação da aceitação sensorial e do efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência dos cortes cárneos dos 19 ensaios descritos na Tabela 1, foram selecionados três ensaios que correspondem aos melhores resultados de aceitação sensorial: o ensaio 4, contendo sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina; o ensaio 15, contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos; e o ensaio 16 contendo todos os ingredientes de marinação.

Os 16 lagartos após o toailete foram seccionados em 3 peças. As peças foram pesadas; e o pH e a cor da matéria-prima foram medidos de forma que a uniformidade fosse garantida. Determinou-se a composição centesimal da matéria-prima (item 4.3).

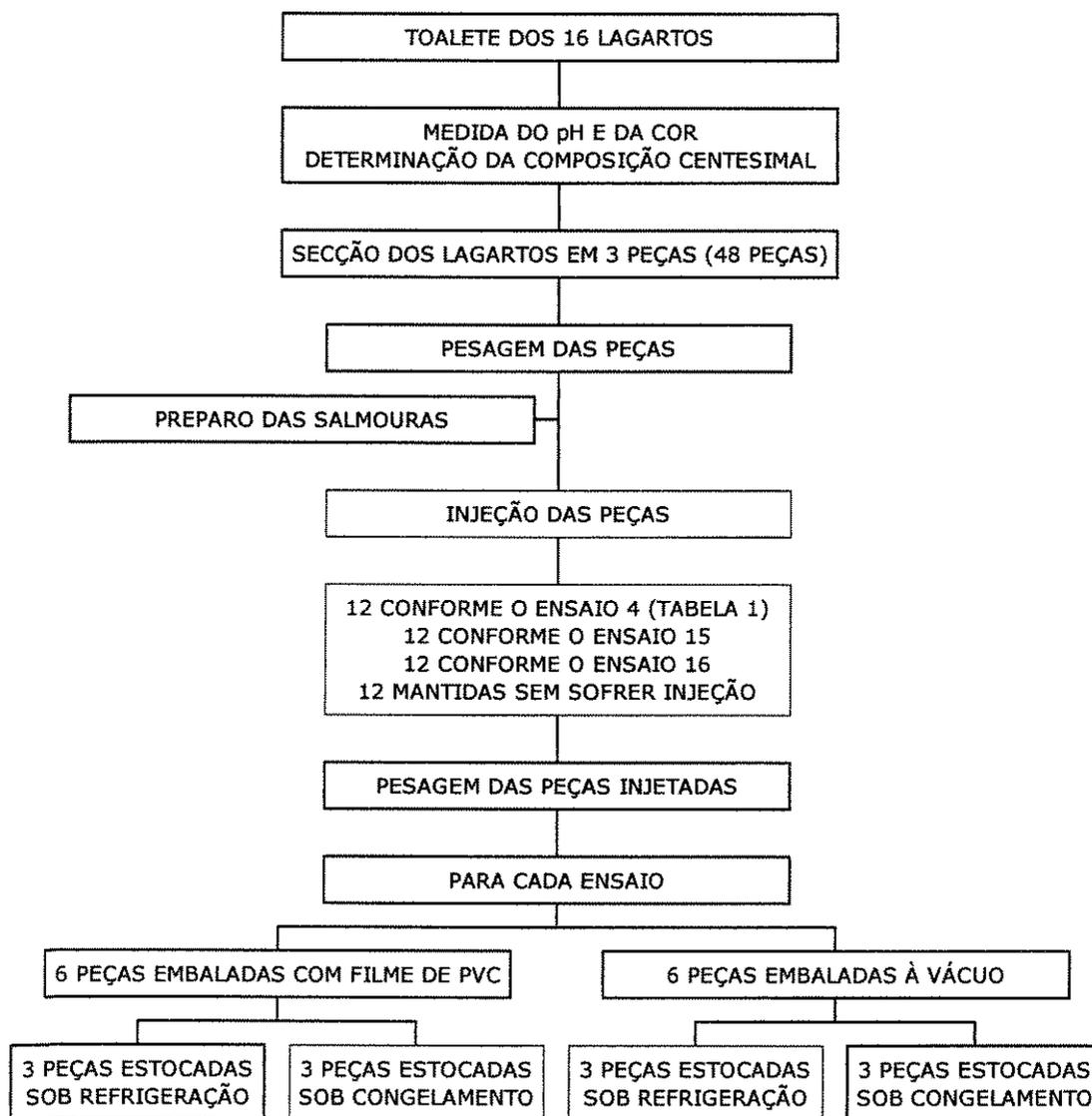


Figura 10 – Planejamento e processo.

Doze cortes cárneos foram injetados com salmoura aquosa (4°C) contendo os ingredientes necessários para que as concentrações do ensaio 4 fossem alcançadas; doze cortes cárneos foram injetados conforme o ensaio 15; doze conforme o ensaio 16; e doze cortes cárneos não sofreram injeção.

A pressão e o nível de injeção foram, respectivamente, 30 kgf/cm² e 20%. Durante todo o processo a temperatura da sala foi mantida a 10°C. Após a injeção, as peças foram pesadas.

Tabela 2 – Planejamento.

Ensaio	Embalagem e estocagem
4	3 peças: PVC, refrigeradas
2,5% de sal, 0,5% de tripolifosfato de sódio e 1% de maltodextrina	3 peças: PVC, congeladas
12 peças	3 peças: vácuo, refrigeradas
	3 peças: vácuo, congeladas
15	3 peças: PVC, refrigeradas
0,5% de tripolifosfato de sódio, 1% de vinagre, 0,1% de alho em pó e 0,1% de cebola em pó	3 peças: PVC, congeladas
12 peças	3 peças: vácuo, refrigeradas
	3 peças: vácuo, congeladas
16	3 peças, PVC, refrigeradas
2,5 % de sal, 0,5% de tripolifosfato de sódio, 1% de vinagre, 0,1% de condimentos e 1% de maltodextrina	3 peças, PVC, congeladas
12 peças	3 peças: vácuo, refrigeradas
	3 peças: vácuo, congeladas
Sem sofrer injeção	3 peças: PVC, refrigeradas
12 peças	3 peças: PVC, congeladas
	3 peças: vácuo, refrigeradas
	3 peças: vácuo, congeladas

Dos 12 cortes cárneos de cada ensaio, 3 (triplicata) foram embalados com duas camadas de filme de PVC e estocados sob refrigeração (5°C) por cinco dias, 3 embalados com PVC e estocados sob congelamento (-18°C) durante dois meses, 3 embalados à vácuo e refrigerados cinco dias e 3 embalados à vácuo e congelados por dois meses (Tabela 2 e Figura 10). Totalizou-se, dessa forma, 16 novos ensaios em triplicata.

4.2.3. Análises

O processamento dos cortes cárneos que foram estocados sob refrigeração foi realizado quando faltavam cinco dias para que se finalizassem os dois meses de estocagem dos cortes marinados estocados sob congelamento. Dessa forma, as análises de todas os cortes ocorreram no mesmo período a fim de permitir a comparação sensorial entre os mesmos (cinco dias após a refrigeração e dois meses após o congelamento).

Os cortes marinados foram pesados e realizaram-se análises de pH, cor, composição centesimal (umidade, lipídeos, proteínas, cinzas, cloretos e carboidratos) e aceitação sensorial da carne fresca e cozida, descritas no item 4.3.

Para as análises de composição centesimal, os três cortes (triplicata) de cada ensaio foram misturados e homogeneizados para que as amostras referentes a cada um dos métodos descritos no item 4.3 pudessem ser retiradas.

O software Statistica foi utilizado para auxiliar em todas as análises estatísticas dos dados coletados neste trabalho.

4.3. Determinações

4.3.1. Determinação do rendimento do processo e das perdas de peso durante o cozimento

O rendimento do processo foi determinado pela diferença de peso dos cortes cárneos pesados após o período de estocagem e antes do processo de marinação por injeção. (Rendimento % = $100 - (\text{peso após} - \text{peso antes}) / \text{peso após} \times 100$).

As perdas de peso durante o cozimento foram determinadas pela diferença de peso dos cortes cárneos pesados antes e após o processo de cozimento.

4.3.2. Determinação da cor

A determinação da cor foi realizada em três pontos distintos utilizando-se um espectrofotômetro Colorquest II (Hunter-Lab) calibrado previamente, operando com um iluminante D65, ângulo do observador de 10°, no modo RSIN e no sistema de cor CIELAB.

As embalagens foram abertas 40 minutos antes das leituras e os cortes cárneos de lagarto bovino marinados expostos ao ambiente em sala refrigerada (10°C).

4.3.3. Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada em três pontos distintos com um pHmêtro de superfície.

4.3.4. Determinação da umidade

A determinação da umidade foi realizada de acordo com a Norma 24.002 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), que consiste em secagem a 105°C até peso constante.

4.3.5. Determinação de cloretos

A determinação de cloretos foi realizada através da quantificação de íons cloreto, seguindo-se o método de titulação direta com AgNO_3 utilizando-se K_2CrO_4 como indicador (LANARA, 1981).

4.3.6. Determinação de lipídeos

A determinação de lipídeos totais foi realizada pelo método de BLIGH & DYER (1959).

4.3.7. Determinação de cinzas

A determinação de cinzas foi realizada através de calcinação em mufla (NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLF LUTZ, 1976).

4.3.8. Determinação de proteínas

A determinação de proteínas foi realizada através da avaliação do nitrogênio total da amostra pelo método KJELDAHL verificado ao nível semimicro (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1975).

4.3.9. Determinação de carboidratos

A determinação de carboidratos totais foi realizada através da reação com antrona (9,10 - dihidro - 9 - cetoantraceno) seguido da medida de absorbância a 625 nm (DREYWOOD, 1946).

4.3.10. Análise de aceitação sensorial

Para se avaliar a aceitação sensorial da aparência dos ensaios da Tabela 1 (19 ensaios, mais carne sem sofrer injeção) foram utilizados 41 julgadores sem

treinamento. Já na avaliação dos ensaios do planejamento da Tabela 2 (16 ensaios), 30 julgadores sem treinamento. Neste segundo teste realizou-se a análise da carne antes e após cozimento. O cozimento dos bifes de carne (peças abertas ao meio) foi feito em uma chapa aquecida a 200°C durante 10 minutos, visando simular a forma de preparo nos pontos de consumo.

Os testes foram realizados na planta piloto da Área de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UNICAMP. Os cortes cárneos, abertos ao meio, foram colocados em bandejas de isopor codificadas com números aleatórios de 3 dígitos e cobertas com filme de PVC. As amostras foram apresentadas em blocos completos casualizados. A ficha de avaliação utilizada pelos julgadores, contendo escala hedônica não-estruturada de 9 cm é apresentada na Figura 11.

Nome: _____	Data: _____
Sexo: M () F ()	Idade: _____
Por favor, avalie a amostra de carne bovina injetada, utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou da APARÊNCIA GLOBAL do produto. Faça um traço vertical na escala no ponto que melhor reflita seu julgamento.	
código das amostras	
_____	desgostei extremamente ----- gostei extremamente
_____	desgostei extremamente ----- gostei extremamente
_____	desgostei extremamente ----- gostei extremamente
_____	desgostei extremamente ----- gostei extremamente

Figura 11 – Ficha de avaliação adaptada dos testes de aceitação sensorial. Na ficha original havia espaço para avaliação de todas as amostras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado

Primeiramente serão discutidos os resultados obtidos na primeira etapa do experimento (Figura 5), que visa avaliar o efeito dos ingredientes de marinação sobre a aparência de lagarto bovino injetado conforme diversas formulações de salmoura.

5.1.1. Rendimento do processo de marinação

Os cortes cárneos foram pesados antes e após a injeção para se garantir o nível de injeção de 20%. Foram pesados também após os cinco dias de estocagem sob refrigeração (5°C) para se observar a variação de peso nos ensaios do planejamento da Tabela 1. A Tabela 3 mostra como foi essa variação de peso durante a estocagem, assim como o rendimento do processo.

Através da observação dos dados da Tabela 3 pode-se perceber que as peças de lagarto bovino pesavam aproximadamente 500g. Como a injetora utilizada era manual, há uma pequena variação no nível de injeção, mas sempre em torno de 20%.

A Tabela 4 apresenta a comparação dos rendimentos do processo médios realizada através do teste de Tukey após análise de variância.

Tabela 3 – Porcentagem injetada e rendimento do processo durante a estocagem.

Ensaio	Peso da amostra (g)		
	Antes da injeção	Após a injeção	Após a estocagem
1 (M)	537,7 ± 26,6	644,5 ± 30,5	505,1 ± 25,0
2 (S)	499,5 ± 12,8	599,3 ± 15,8	570,5 ± 15,0
3 (T)	507,2 ± 5,5	610,1 ± 5,9	567,5 ± 3,8
4 (STM)	507,9 ± 41,5	610,1 ± 51,8	577,4 ± 46,5
5 (V)	513,0 ± 48,5	615,2 ± 59,1	477,2 ± 44,5
6 (SVM)	537,9 ± 25,0	645,3 ± 28,4	595,4 ± 31,5
7 (TVM)	536,2 ± 5,6	642,8 ± 8,4	552,7 ± 8,7
8 (STV)	525,6 ± 20,0	630,1 ± 25,1	608,4 ± 25,1
9 (C)	507,1 ± 46,7	607,9 ± 55,4	501,5 ± 48,1
10 (SCM)	503,3 ± 25,2	604,2 ± 30,2	563,6 ± 29,8
11 (TCM)	532,4 ± 31,1	640,2 ± 38,8	580,9 ± 38,7
12 (STC)	527,5 ± 17,3	635,0 ± 20,6	619,2 ± 19,3
13 (VCM)	508,7 ± 18,3	610,4 ± 22,0	477,4 ± 24,9
14 (SVC)	520,7 ± 40,3	626,0 ± 48,7	586,2 ± 50,3
15 (TVC)	535,7 ± 27,0	644,1 ± 30,2	591,5 ± 29,9
16 (todos)	503,2 ± 38,0	603,9 ± 44,7	569,4 ± 45,8
17 PC	524,6 ± 35,2	630,0 ± 41,5	602,0 ± 37,4
18 PC	528,7 ± 35,5	632,5 ± 40,2	600,2 ± 30,7
19 PC	516,9 ± 22,8	620,9 ± 29,0	588,5 ± 29,7
sem sofrer injeção	552,4 ± 11,7	-	543,3 ± 11,7

Ensaio	%		
	Injeção	Varição de peso	Rendimento do processo
1 (M)	19,87 ± 0,26	-6,45 ± 0,18	93,55 ± 0,18
2 (S)	19,98 ± 0,43	12,45 ± 1,26	112,45 ± 1,26
3 (T)	20,27 ± 0,20	10,63 ± 0,28	110,63 ± 0,28
4 (STM)	20,10 ± 0,50	12,04 ± 1,10	112,04 ± 1,10
5 (V)	19,92 ± 0,46	-7,50 ± 0,41	92,50 ± 0,41
6 (SVM)	19,98 ± 0,35	9,66 ± 0,84	109,66 ± 0,84
7 (TVM)	19,87 ± 0,32	2,99 ± 0,78	102,99 ± 0,78
8 (STV)	19,86 ± 0,21	13,61 ± 1,36	113,61 ± 1,36
9 (C)	19,89 ± 0,50	-1,12 ± 0,86	98,88 ± 0,86
10 (SCM)	20,04 ± 0,12	10,70 ± 0,90	110,70 ± 0,90
11 (TCM)	20,25 ± 0,51	8,35 ± 1,09	108,35 ± 1,09
12 (STC)	20,37 ± 0,26	14,81 ± 0,14	114,81 ± 0,14
13 (VCM)	19,98 ± 0,04	-6,56 ± 1,59	93,44 ± 1,59
14 (SVC)	20,23 ± 0,29	11,17 ± 0,79	111,17 ± 0,79
15 (TVC)	20,24 ± 0,42	9,43 ± 0,77	109,43 ± 0,77
16 (todos)	20,01 ± 0,19	11,63 ± 0,65	111,63 ± 0,65
17 PC	20,11 ± 0,10	12,86 ± 0,52	112,86 ± 0,52
18 PC	19,64 ± 0,62	11,91 ± 1,39	111,91 ± 1,39
19 PC	20,12 ± 0,31	12,17 ± 0,51	112,17 ± 0,51
sem sofrer injeção	-	-1,67 ± 0,65	98,33 ± 0,65

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

Tabela 4 – Teste de Tukey para o rendimento do processo durante a estocagem.

Ensaio	Rendimento do processo (%)				
12 (STC)	114,81 ± 0,14	A	B		
8 (STV)	113,61 ± 1,36	A	B		
17 PC	112,86 ± 0,52	A	B		
2 (S)	112,45 ± 1,26	A	B		
19 PC	112,17 ± 0,51	A	B		
4 (STM)	112,04 ± 1,10	A	B		
18 PC	111,91 ± 1,39	A	B		
16 (todos)	111,63 ± 0,65	A	B		
14 (SVC)	111,17 ± 0,79	A	B		
10 (SCM)	110,70 ± 0,90	A	B		
3 (T)	110,63 ± 0,28	A	B		
6 (SVM)	109,66 ± 0,84	A	B		
15 (TVC)	109,43 ± 0,77	A	B		
11 (TCM)	108,35 ± 1,09		B	C	
7 (TVM)	102,99 ± 0,78			C	D
9 (C)	98,88 ± 0,86				D
sem sofrer injeção	98,33 ± 0,65			F	D
1 (M)	93,55 ± 0,18			F	G
13 (VCM)	93,44 ± 1,59			F	G
5 (V)	92,50 ± 0,41				G

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

Rendimentos de processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

As amostras aparecem na Tabela 4 ordenadas por ordem crescente de rendimento do processo, ou seja, as amostras que apresentaram melhores rendimentos aparecem antes das amostras que apresentaram piores rendimentos. Além disso, os rendimentos de amostras seguidos por pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Para que os rendimentos de processo de duas amostras sejam considerados diferentes é necessário que todas as letras que seguem as amostras sejam diferentes.

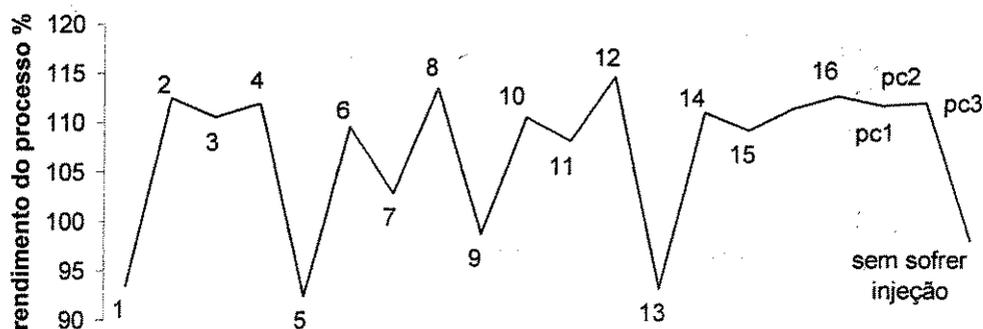


Figura 12 – Rendimentos do processo médios.

A Tabela 5 mostra o efeito dos ingredientes de marinação sobre o rendimento do processo.

Tabela 5 – Efeito dos ingredientes de marinação sobre o rendimento do processo.

Ingredientes	Efeitos (contrastes)	p
Sal*	10,7866 ± 2,0797	0,0001
Tripolifosfato de sódio*	7,6412 ± 2,0797	0,0028
Vinagre	-2,1209 ± 2,0797	0,3264
Condimentos	1,3768 ± 2,0797	0,5195
Maltodextrina	-2,6419 ± 2,0797	0,2263

* Estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Através da análise dos efeitos (contrastes) apresentados na Tabela 5, observa-se que apenas o sal e o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o rendimento do processo a 5% de probabilidade nos níveis estudados. Eles contribuíram para que as perdas de peso fossem menores, melhorando a retenção da salmoura injetada. Quando se injetou sal (2,5%) nas peças de carne, o rendimento do processo melhorou em média 10,79% e quando se injetou tripolifosfato de sódio (0,5%) melhorou em média 7,64%.

Observando-se a Tabela 4 percebe-se que nas amostras que sofreram injeção de sal e tripolifosfato de sódio os rendimentos do processo de marinação foram melhores. Quando estes ingredientes são injetados conjuntamente os rendimentos são, em geral, melhores, que quando temos injeção de sal ou tripolifosfato de sódio isoladamente.

LAWRENCE *et al* (2004) em estudos com bifes de contrafilé bovino marinado, concluíram que peças que sofrem injeção (10%) conjunta de sal (2,2% na salmoura) e tripolifosfato de sódio (4,4% na salmoura) apresentam melhor retenção de salmoura que peças que sofrem apenas injeção de lactato de cálcio (2,4% na salmoura), a 5% de probabilidade.

SHEARD & TALI (2004) concluíram que a injeção (10%) de sal (5% na salmoura) e tripolifosfato de sódio (5%, na salmoura) conjuntamente melhoram a

retenção de salmoura em carne suína marinada, em relação à injeção dos ingredientes separadamente.

LEMOS, NUNES & VIANA (1999) afirmam que realizaram diversos estudos que demonstraram o efeito sinérgico do sal e do fosfato para melhorar a capacidade de retenção de água.

Por afetar a aparência da carne antes do cozimento, seu comportamento durante o cozimento e a suculência durante a mastigação, a capacidade de retenção de água da carne é um atributo de importância óbvia (LAWRIE, 2005).

O complexo miofibrilar é a principal estrutura responsável pela retenção de água na carne (HAMM, 1986). Portanto, para XIONG (2005) é lógico assumir que a influência do sal e dos fosfatos na imobilização de água em produtos marinados deve ser exercida ao nível dos miofilamentos.

As miofibrilas consistem em organela típica da fibra muscular (carne), tendo o seu mesmo comprimento, uma vez que se estendem por toda a fibra. São compostas de miofilamentos finos (actina) e miofilamentos grossos (miosina).

LAWRIE (2005) relata que em estudos detalhados de miofibrilas, OFFER & TRINICK (1983) apresentaram evidências em suporte à sua visão de que a maior parte da água no músculo é mantida por forças capilares entre os filamentos grossos e finos. O espaçamento interfilamentar determina a capacidade de retenção de água das miofibrilas e o espaçamento é determinado principalmente pelas forças eletrostáticas.

RUUSUNEN & PUOLANNE (2005) dizem que o efeito do sal sobre as proteínas da carne é provavelmente causado pelo fato de que o íon cloreto é mais fortemente ligado às proteínas que o íon sódio. Isto causa um aumento nas cargas negativas das proteínas, levando a uma repulsão entre as proteínas miofibrilares

(miofilamentos), que resulta no intumescimento das miofibrilas e também na solubilização parcial dos filamentos, devido à repulsão ao nível molecular.

Explicando o intumescimento das miofibrilas devido à ligação da água quando são colocadas em soluções salinas (como no processo de marinação), OFFER & TRINICK (1983) afirmam que o aumento do espaço interfilamentar não se deve apenas ao aumento de cargas negativas dos filamentos, mas também ao efeito do sal sobre as ligações que comprimem (ligações cruzadas entre os filamentos de miosina e actina) este espaço.

A uma alta força iônica o sal pode ter efeito desidratante. No entanto, LAWRIE (2005) afirma que a hidratação é máxima quando a força iônica está em torno de 0,8 a 1,0 μ . Isso corresponde a 5% a 8% de cloreto de sódio para carne sem e com água adicionada, respectivamente.

Portanto, o sal, nas concentrações utilizadas nesse trabalho, não irá possuir um efeito desidratante, conforme já havia sido observado, sobre os cortes cárneos de lagarto bovino marinados.

A porcentagem de água retida em carnes bovinas cresce quando o pH se afasta do ponto isoelétrico das proteínas predominantes (ORESKOVICH *et al*, 1992). A capacidade de reter mais água, induzida pela mudança de pH, posteriormente aumentará a suculência da carne cozida (VOTE *et al*, 2000). Ingredientes como fosfatos alcalinos são incluídos (0,3% a 0,4%) em alguns produtos para aumentar o pH da carne, afastando-o do ponto isoelétrico das proteínas, melhorando dessa forma a capacidade de retenção de água (OFFER & TRINICK, 1983). A injeção de salmouras contendo tripolifosfato de sódio ou tripolifosfato de sódio / sal mostrou aumentar a maciez, a suculência e a capacidade de retenção de água de produtos frescos (JENSEN *et al*, 2003).

A ação do tripolifosfato de sódio pode, portanto, ser explicada pelo fato dele causar um aumento do pH (item 5.1.2), afastando-o do ponto isoelétrico das proteínas da carne. Dessa forma há um aumento na quantidade de cargas

negativas nas proteínas da carne, o que conforme já foi explicado, aumenta a repulsão entre essas proteínas miofibrilares, o que resulta num intumescimento das miofibrilas, que está diretamente relacionada com a capacidade de retenção de água.

A Tabela 6 apresenta a comparação dos rendimentos do processo médios. Esta permite a identificação de regiões sombreadas, onde não houve diferença de rendimento do processo para os diferentes ensaios. Ela é uma alternativa à Tabela 4 que compara os rendimentos do processo através das letras que seguem determinado rendimento médio.

Tabela 6 – Matriz do teste de Tukey para os rendimentos do processo.

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	si	
1 (M)	■				■				■				■								■
2 (S)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
3 (T)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
4 (STM)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
5 (V)	■				■								■								■
6 (SVM)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
7 (TVM)							■		■												■
8 (STV)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
9 (C)	■																				■
10 (SCM)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
11 (TCM)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
12 (STC)							■		■												■
13 (VCM)	■				■								■								■
14 (SVC)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
15 (TVC)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
16 (todos)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
17 (PC)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
18 (PC)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
19 (PC)		■	■	■		■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	
sem injeção	■						■		■				■								■

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central). Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

As amostras que não sofreram injeção de sal ou tripolifosfato de sódio apresentaram rendimentos de processo menores que 100%. Ou seja, percebe-se que quando não se adicionou sal ou tripolifosfato de sódio na salmoura de marinação, não houve retenção da mesma.

SCANGA et al (2000) em estudos com alcatra bovina marinada (peças mergulhadas em salmoura 25% p/p) mostram que o uso de salmoura contendo tripolifosfato de sódio (2,5%), sal (4,8%), hidrolisado protéico de soja (2,4%), maltodextrina (1,5%), condimentos (0,6%) melhora a retenção da mesma. Por outro lado, em amostras marinadas em água ou cloreto de cálcio não há retenção de salmoura.

5.1.2. pH

A Tabela 7 apresenta o valor de pH dos cortes de lagarto bovino injetados. Nesta tabela os ensaios são apresentados em ordem decrescente de pH.

Tabela 7 - pH.

Ensaio	pH				
3 (T)	6,34 ± 0,02				A
15 (T V C)	6,08 ± 0,11				B
11 (T C M)	6,07 ± 0,09				B
17 PC	6,00 ± 0,08		C		B
19 PC	5,93 ± 0,10		C		B D
18 PC	5,92 ± 0,10		C		B D
12 (S T C)	5,90 ± 0,03		C	E	B D
4 (S T M)	5,90 ± 0,02		C	E	B D
7 (T V M)	5,89 ± 0,05		C	E	B D
8 (S T V)	5,87 ± 0,02	F	C	E	B D
16 (todos)	5,83 ± 0,03	F	C	E	G D
sem sofrer injeção	5,74 ± 0,18	F	H	E	G D
10 (S C M)	5,68 ± 0,02	F	H	E	G I
9 (C)	5,65 ± 0,03	F	H		G I
1 (M)	5,64 ± 0,02		H		G I
13 (V C M)	5,61 ± 0,03		H		I
6 (S V M)	5,58 ± 0,10		H		I
2 (S)	5,56 ± 0,04		H		I
14 (S V C)	5,53 ± 0,04		H		I
5 (V)	5,47 ± 0,03				I

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central). pH seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observando-se a Tabela 7 pode-se perceber que os cortes cárneos que continham tripolifosfato de sódio apresentaram pH mais elevado que os demais. Percebe-se uma tendência de abaixamento do pH quando se injetou sal e vinagre na carne. No entanto, nos níveis estudados apenas o tripolifosfato de sódio

apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o pH a 5% de probabilidade, causando seu aumento.

O tripolifosfato de sódio quando utilizado na salmoura do marinado (0,5% na peça injetada) causou um aumento médio no pH de 0,4 unidades (Tabela 8). O pH da matéria-prima antes da injeção era, em média, de $5,63 \pm 0,17$.

Tabela 8 – Efeito dos ingredientes de marinação sobre o pH.

Ingredientes	Efeitos (contrastes)	p
Sal	$-0,1125 \pm 0,0627$	0,0964
Tripolifosfato de sódio*	$0,3950 \pm 0,0627$	0,0001
Vinagre	$-0,1100 \pm 0,0627$	0,1033
Condimentos	$0,0125 \pm 0,0627$	0,8453
Maltodextrina	$-0,0250 \pm 0,0627$	0,6969

* Estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados aqui encontrados estão de acordo com vários autores. Peças de contrafilé bovino injetado (10%) com salmoura contendo tripolifosfato de sódio (4,4%) e sal (2,2%) apresentam pH mais alto (0,2 unidades, $p < 0,05$) do que peças injetadas com salmoura sem estes ingredientes (LAWRENCE *et al*, 2004).

ROBBINS *et al* (2003) em estudos com contrafilé, paleta e coxão mole bovino, concluíram que peças injetadas (10%) com tripolifosfato de sódio (0,4% no produto final) e sal (0,4% no produto final) apresentam pH mais alto ($p < 0,05$) que peças não injetadas. Segundo eles esse crescimento deve-se à adição de fosfatos alcalinos na salmoura de marinação.

Segundo ÜNAL *et al* (2004) os fosfatos alcalinos são amplamente utilizados como ingredientes funcionais em produtos cárneos. Eles possuem três funções químicas básicas; controlar o pH através de seu poder tamponante, seqüestrar íons metálicos e agir como poliânions para aumentar a força iônica e o pH.

Os efeitos do aumento de pH na retenção da salmoura injetada foram explicados no item 5.1.1.

A Tabela 9 apresenta a comparação de pH das amostras.

Tabela 9 – Matriz do teste de Tukey para pH.

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	si	
1 (M)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
2 (S)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
3 (T)			■																		
4 (STM)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
5 (V)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
6 (SVM)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
7 (TVM)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
8 (STV)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
9 (C)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
10 (SCM)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
11 (TCM)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
12 (STC)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
13 (VCM)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
14 (SVC)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
15 (TVC)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
16 (todos)	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■
17 (PC)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
18 (PC)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
19 (PC)				■			■				■	■			■	■	■	■	■	■	■
sem injeção	■	■			■	■			■	■			■	■		■					■

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central). Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

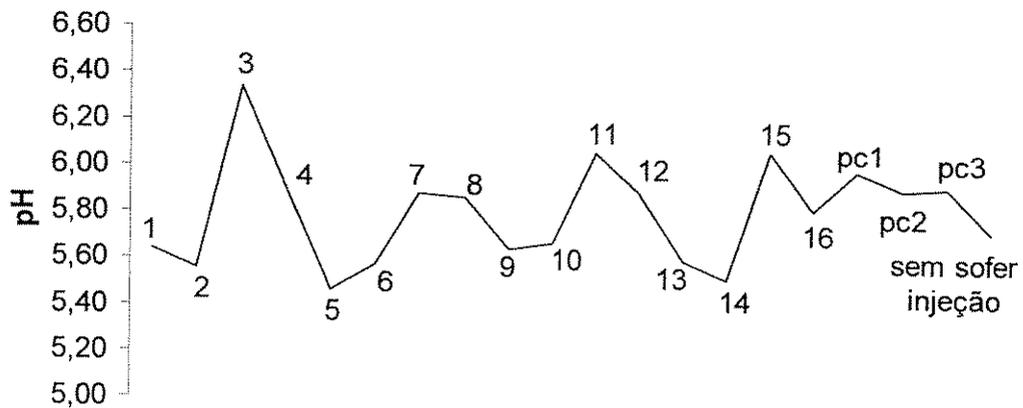


Figura 13 – pH médio.

Estudos com alcatra bovina marinada (imersa) em 25% de salmoura p/p contendo 2,5% de tripolifosfato de sódio, mostraram um aumento no pH da carne, levando a uma maior retenção de salmoura, comparado a carnes com pH final mais baixo, próximo ao ponto isoelétrico das proteínas (SCANGA *et al*, 2000).

SHEARD & TALI (2004) comprovam o aumento no pH de carne suína injetada com salmoura contendo fosfatos alcalinos (tripolifosfato de sódio). Observam ainda que o uso de salmouras contendo sal apresenta uma tendência de queda do pH da carne marinada, no entanto, esta tendência, também não foi significativa ($p > 0,05$).

GAULT (1991) relata que a marinação de carne bovina com ácidos, dependendo do tipo e da concentração de ácido utilizada, pode causar um abaixamento do pH da carne. De certa forma, as concentrações de vinagre utilizadas nos ensaios do planejamento da Tabela 1, mostraram uma tendência de abaixamento do pH, porém, não significativa ($p > 0,05$).

5.1.3. Cor

A cor de carne "in natura" pode ser expressa através das coordenadas de cor CIELAB, L^* , a^* e b^* no espaço. As coordenadas CIELAB são uma maneira de se expressar a cor de amostras, de maneira universal, sem a influência dos fatores que podem fazer com que as cores sejam confundidas.

a^* expressa o quão vermelha é a amostra, sendo que quanto maior o valor de a^* , mais vermelha é a amostra; b^* o quão amarela (para carnes, normalmente se associa o valor de b^* à cor marrom), um maior b^* representa uma amostra mais marrom; e L^* expressa a característica de luminosidade, ou seja, quanto maior o L^* mais claras são as amostras. Segundo ZHU & BREWER (1999) os consumidores são capazes de identificar a mudança de uma unidade nas coordenadas de cor CIELAB.

Para se medir a cor de carne "in natura" deve-se tomar o cuidado para que as medidas das coordenadas L*, a* e b* realmente expressem sua cor, já que cortes de carne "in natura" costumam apresentar heterogeneidade em relação à cor, pois o teor de tecido conjuntivo, muscular e adiposo pode variar entre os cortes cárneos dependendo de fatores como a dieta, o confinamento e o sexo do animal.

INSAUSTI *et al* (1999) dizem que a cor é um importante atributo de qualidade da carne já que os consumidores normalmente julgam a aceitabilidade do produto baseados na aparência do corte.

Na Tabela 10 podem-se visualizar os valores dos parâmetros de cor L*, a* e b* para as peças de lagarto bovino marinadas conforme as diversas formulações.

Tabela 10 - Parâmetros de cor L*, a*, b*.

Ensaio	L*	a*	b*
1 (M)	48,62 ± 0,99	17,44 ± 1,00	24,80 ± 0,33
2 (S)	36,22 ± 0,19	15,89 ± 0,97	22,37 ± 0,32
3 (T)	29,74 ± 0,21	21,24 ± 1,21	20,45 ± 0,62
4 (S T M)	28,85 ± 1,78	19,84 ± 2,60	20,48 ± 2,96
5 (V)	52,62 ± 1,83	16,45 ± 1,60	23,76 ± 0,71
6 (S V M)	35,60 ± 2,67	19,07 ± 0,96	22,80 ± 2,74
7 (T V M)	41,04 ± 0,18	17,81 ± 2,17	23,12 ± 1,30
8 (S T V)	32,63 ± 1,44	18,31 ± 0,32	20,60 ± 0,77
9 (C)	47,82 ± 0,81	17,01 ± 0,07	25,20 ± 0,69
10 (S C M)	34,64 ± 3,41	18,54 ± 2,25	22,85 ± 2,20
11 (T C M)	32,72 ± 2,62	21,47 ± 2,98	23,54 ± 2,22
12 (S T C)	33,85 ± 1,70	16,37 ± 3,08	21,76 ± 2,91
13 (V C M)	52,27 ± 2,00	13,82 ± 1,01	22,94 ± 0,99
14 (S V C)	29,46 ± 1,44	24,22 ± 2,32	26,10 ± 1,49
15 (T V C)	36,53 ± 3,23	21,40 ± 1,62	25,10 ± 0,51
16 (todos)	32,31 ± 0,91	18,35 ± 1,07	23,60 ± 1,55
17 PC	23,22 ± 1,99	27,37 ± 3,18	23,03 ± 2,40
18 PC	20,82 ± 1,61	30,20 ± 1,30	24,19 ± 1,59
19 PC	23,64 ± 1,55	26,77 ± 1,31	22,96 ± 0,68
sem sofrer injeção	30,48 ± 3,35	27,34 ± 3,34	25,49 ± 3,89

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

Sobre o parâmetro de cor L* tanto o sal quanto o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito estatisticamente significativo (p<0,05) a 5% de

probabilidade. Carnes injetadas com salmoura contendo estes ingredientes ficaram mais escuras (menor L*). Os outros ingredientes não desempenharam efeito significativo ($p > 0,05$) sobre este parâmetro nos níveis estudados. As fotos das peças de carne de todos os ensaios estudados podem ser vistas no Anexo.

O impacto sobre o consumidor do fato de carnes injetadas com sal e tripolifosfato de sódio ficarem mais escuras, será analisado no item 5.1.4.

Tabela 11 – Efeito dos ingredientes de marinação sobre o parâmetro de cor L*.

Ingredientes	Efeitos (contrastes)	p
Sal*	-9,7250 ± 0,7607	0,0060
Tripolifosfato de sódio*	-8,6975 ± 0,7607	0,0076
Vinagre	2,5000 ± 0,7607	0,0814
Condimentos	-0,7150 ± 0,7607	0,4465
Maltodextrina	0,8975 ± 0,7607	0,3594

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Estudos com contrafilé bovino mostram que amostras que sofrem injeção (10%) de sal (2,2% na salmoura) e tripolifosfato de sódio (4,4% na salmoura) são mais escuras (menor L*) que amostras que sofrem injeção de salmoura sem estes ingredientes (LAWRENCE, 2004).

ROBBINS *et al* (2003) em estudos com contrafilé, paleta e coxão mole bovino, relataram que em peças injetadas (10%) com tripolifosfato de sódio (0,4% no produto final) e sal (0,4% no produto final) há uma diminuição do parâmetro de cor L*, ficando estas mais escuras. Eles dizem que essa diminuição pode possivelmente ser explicada pelo aumento de 0,2 unidades no pH, afirmando que apesar dos fosfatos aumentarem a capacidade de retenção de água, o escurecimento da carne marinada pode causar a diminuição da aceitação dos consumidores.

LAWRIE (2005) explica que se o pH da carne for alto as proteínas musculares se encontrarão, de modo considerável, acima de seu ponto isoelétrico, a maior parte da água do músculo estará associada a elas e os filamentos estarão fortemente ligados entre si, apresentando-se como uma barreira à difusão do

oxigênio. Como resultado desses dois fatores, a camada de oximioglobina vermelho-brilhante se torna pequena e desagradável. Haverá predomínio da cor vermelho-púrpura da mioglobina em magnitude tal que a carne aparecerá escura. Posteriormente, o pH alto irá alterar as características de absorção da mioglobina, tornando-se a superfície mais escura. Esta carne irá aparecer escura também porque sua superfície não refletirá a luz na mesma extensão como refletiria a carne com pH mais baixo.

Dessa forma é possível entender o porquê de cortes de lagarto bovino marinados com salmoura contendo tripolifosfato de sódio ficarem mais escuros. Como foi analisado no item 5.1.2 o tripolifosfato de sódio causou um aumento no pH de amostras que sofreram a injeção deste ingrediente. Com pH mais alto há o escurecimento dos cortes marinados diante de tudo que acabou de ser colocado. Ainda, com pH mais alto, a atividade do sistema enzimático responsável pela utilização de oxigênio a nível muscular é maior (ARIMA, 1999). A menor disponibilidade de oxigênio desfavorece a formação de oximioglobina.

Além disso, mostrou-se no item 5.1.1 que o sal desempenhou efeito significativo sobre a retenção da salmoura injetada nas peças de lagarto bovino. Com a maior retenção de água, haverá maior barreira para a difusão do oxigênio, e a carne aparecerá mais escura, conforme discutido anteriormente. O sal e o tripolifosfato de sódio atuam melhorando a capacidade de retenção de água, o que altera as propriedades de reflexão de luz da carne, deixando-a mais escura.

A marinação de carne bovina com salmoura ácida pode levar a uma diminuição do pH. Se o pH final após a marinação estiver numa faixa entre 5,4 e 4,7, próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, a carne ficará extremamente pálida, lembrando carne de porco ao invés de carne bovina, o que se deve a estrutura mais aberta dessa carne (menor barreira à difusão do oxigênio) e a melhores propriedades de reflexão de luz (GAULT, 1991).

Através da observação das fotos do Anexo e da Tabela 12, que mostra a comparação das médias do parâmetro de cor L* (na tabela os ensaios são

mostrados em ordem de L* decrescente), observou-se a tendência das amostras que sofreram injeção de salmoura contendo vinagre ficarem mais claras (maior L*). No entanto, nos níveis estudados, esta variável não possui efeito significativo a 5% de probabilidade. Ou seja, com a concentração de 1% de vinagre no produto marinado, além de não haver diminuição significativa no pH, não ocorreu também um aumento significativo no parâmetro de cor L*, o que tornaria os cortes de lagarto bovino injetados com salmoura contendo este ingrediente mais claros.

Tabela 12 - Teste de Tukey para o parâmetro de cor L*.

Ensaíos	L*				
5 (V)	52,62 ± 1,83				A
13 (V C M)	52,27 ± 2,00				A
1 (M)	48,62 ± 0,99				A
9 (C)	47,82 ± 0,81				A
7 (T V M)	41,04 ± 0,18				B
15 (T V C)	36,53 ± 3,23	C			B
2 (S)	36,22 ± 0,19	C			B D
6 (S V M)	35,60 ± 2,67	C	E		B D
10 (S C M)	34,64 ± 3,41	C	E		F D
12 (S T C)	33,85 ± 1,70	C	E		F D
11 (T C M)	32,72 ± 2,62	C	E		F D
8 (S T V)	32,63 ± 1,44	C	E		F D
16 (todos)	32,31 ± 0,91	C	E		F D
sem sofrer injeção	30,48 ± 3,35		E		F D
3 (T)	29,74 ± 0,21		E		F B
14 (S V C)	29,46 ± 1,44	G			F
4 (S T M)	28,85 ± 1,78	G			F H
19 PC	23,64 ± 1,55	G			I H
17 PC	23,22 ± 1,99				I H
18 PC	20,82 ± 1,61				I

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

L* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

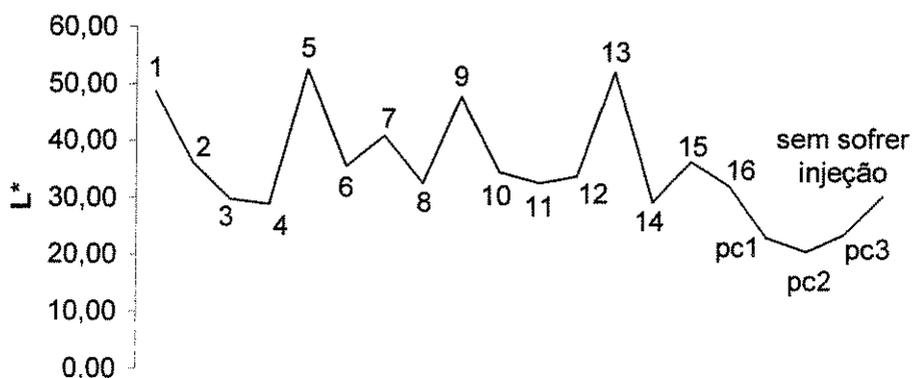


Figura 14 - L* médio.

Nos níveis estudados nenhum dos ingredientes de marinação apresentou efeito estatisticamente significativo sobre o parâmetro de cor a^* a 5% de probabilidade. Ou seja, os ingredientes de marinação nas concentrações utilizadas nas salmouras de marinação, não influenciaram no quão vermelhos ficaram os cortes de lagarto bovino injetados após a estocagem.

Tabela 13 – Matriz do teste de Tukey para L^*

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	si	
1 (M)	■				■				■				■								
2 (S)		■				■	■	■		■	■	■			■	■					■
3 (T)			■											■							■
4 (STM)				■																	■
5 (V)	■				■				■				■								
6 (SVM)		■				■	■	■		■	■	■			■	■					■
7 (TVM)			■																		
8 (STV)		■					■			■	■	■			■	■					■
9 (C)	■				■				■				■								
10 (SCM)		■				■	■	■		■	■	■			■	■					■
11 (TCM)			■																		
12 (STC)		■								■	■	■			■	■					■
13 (VCM)	■				■				■				■								
14 (SVC)			■							■	■	■			■	■					■
15 (TVC)		■				■	■	■		■	■	■			■	■					■
16 (todos)			■																		■
17 (PC)				■														■	■	■	
18 (PC)																		■	■	■	
19 (PC)				■														■	■	■	
sem injeção		■				■		■		■	■	■			■	■					■

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central). Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Para o parâmetro de cor b^* não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ensaios pelo Teste de Tukey. Ou seja, não somente os ingredientes não apresentaram efeito significativo sobre o parâmetro de cor b^* , mas também, os parâmetros de cor b^* de todos os cortes de lagarto bovino injetados foram estatisticamente iguais ($p > 0,05$).

Estes resultados estão de acordo com outros autores. DHANDA *et al* (2002) em estudos com carne (*semimembranosus*) de bisão injetada (10%) com sal (0,5% no produto final) e tripolifosfato de sódio (0,3% no produto final)

constataram que estas têm L^* menor que amostras de carne que não sofrem injeção, sendo, portanto, mais escuras. No entanto, não observaram diferenças nos parâmetros de cor a^* e b^* ($p > 0,05$) entre amostras que sofreram ou não injeção. Eles atribuem as diferenças no parâmetro de cor L^* ao pH das amostras injetadas com sal e tripolifosfato de sódio. SWAN & HALL (1995) em estudos com peças de carne fresca concluíram que o valor do parâmetro de cor L^* diminui com o aumento do pH.

No entanto, nos níveis estudados, não foi possível correlacionar o pH a nenhum dos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*). Mas foi possível uma correlação entre o parâmetro de cor L^* e o rendimento do processo. Quanto menor o parâmetro L^* (mais escura a carne), melhor foi o rendimento do processo, ou seja, maior foi a retenção da salmoura injetada, conforme mostra a Figura 15.

Como o sal e o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o rendimento do processo (melhorando-o, conforme discutido no item 5.1.1) e sobre o parâmetro de cor L^* , diminuindo-o, foi possível estabelecer uma correlação entre estes dois parâmetros nos níveis estudados (porcentagem de injeção e concentração de ingredientes no produto final).

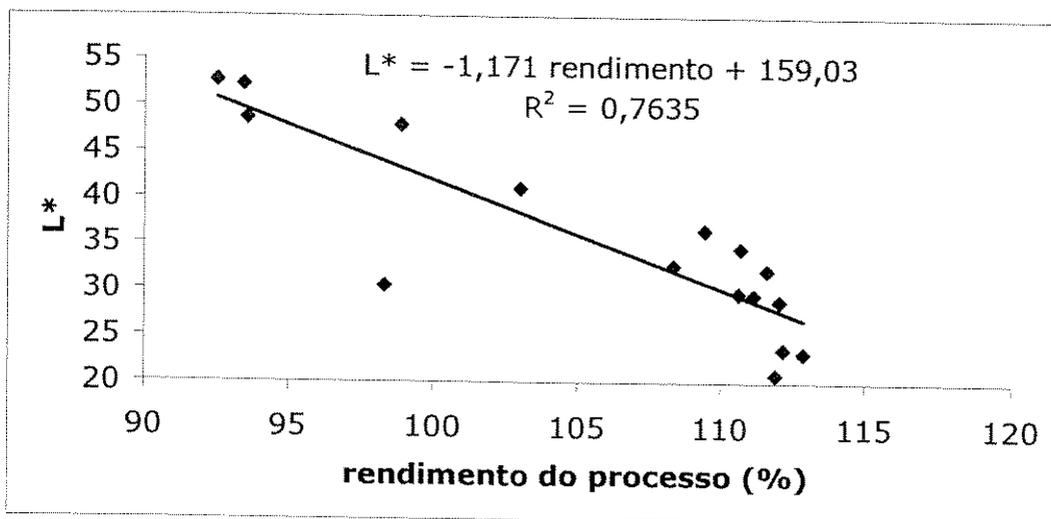


Figura 15 – Correlação entre o parâmetro de cor L^* e o rendimento do processo.

Já o pH sofreu efeito apenas do tripolifosfato de sódio, que levou a um aumento do mesmo. O sal, por outro lado, apresentou a tendência de abaixar o pH dos cortes marinados (apesar de não significativo nos níveis estudados). Dessa forma, não foi possível estabelecer uma relação entre o pH e os parâmetros de cor, nem entre o pH e o rendimento do processo de marinação.

Ou seja, o sal e o tripolifosfato de sódio atuaram sinergisticamente sobre o parâmetro de cor L^* , tornando a carne mais escura, mas através de mecanismos diferentes; o sal apenas pela melhoria da capacidade de retenção de água e somente o tripolifosfato de sódio através do aumento do pH, conforme anteriormente discutido. Além disso, observando-se a Tabela 11, percebe-se que, nas concentrações e condições estudadas, o efeito do sal sobre o parâmetro de cor L^* dos cortes cárneos é maior que o efeito do tripolifosfato de sódio. Portanto, não foi possível correlacionar o pH com o parâmetro de cor L^* .

O mesmo pode ser dito em relação ao pH e o rendimento do processo. Mais uma vez apenas o tripolifosfato de sódio atua sobre a retenção da salmoura produzindo aumento do pH, enquanto que o sal atua através de outros mecanismos discutidos no item 5.1.1. Neste caso, o efeito do sal sobre as perdas de peso dos cortes de lagarto bovino marinados é maior que o efeito do tripolifosfato de sódio (Tabela 5). Portanto, não foi possível correlacionar o pH com as perdas de peso dos cortes cárneos durante a estocagem.

Os valores dos parâmetros de cor da matéria-prima antes da injeção, foram em média, $L^* = 34,35 \pm 2,90$; $a^* = 27,92 \pm 2,22$ e $b^* = 28,48 \pm 1,53$.

Quando se observa o parâmetro de cor a^* pode-se perceber que o processo de marinação, em geral, causou uma diminuição em seus valores, em média de 10 unidades. Isso significa que após o período de estocagem, as peças de lagarto bovino marinadas ficaram menos vermelhas.

Em estudos com carne (*semimembranosus*) de bisão injetada (10%) com sal (0,5% no produto final) e tripolifosfato de sódio (0,3% no produto final) concluiu-se que durante cinco dias de estocagem (-1°C) há uma diminuição

gradativa no parâmetro de cor a* (DHANDA *et al*, 2002), em concordância com os resultados aqui encontrados.

Finalmente, observou-se que, apesar do efeito do sal e do tripolifosfato de sódio sobre o escurecimento da carne, alguns ensaios em que estes ingredientes foram injetados, não diferiram ($p > 0,05$) no parâmetro de cor L* da carne que foi estocada sem sofrer injeção. Isso porque o parâmetro de cor L* dos cortes cárneos que foram conservados sem sofrer injeção durante cinco dias a 5°C também aumentou, provavelmente devido à oxidação do pigmento de mioglobina, com formação de metamioglobina, mais escura.

5.1.4. Aceitação sensorial

Tabela 14 - Escores médios de aceitação sensorial.

Ensaio	Escore médio de aceitação			
19 PC	5,75			A
4 (S T M)	5,70			A
3 (T)	5,66			A
17 PC	4,65	B		A
sem sofrer injeção	4,49	B	A	C
7 (T V M)	4,46	B	A	C
15 (T V C)	4,37	B	A	C
18 PC	4,16	B		C
9 (C)	3,90	B		C
12 (S T C)	3,87	B		C
8 (S T V)	3,30	B	D	C
11 (T C M)	3,13		D	C
2 (S)	2,45	E	D	
1 (M)	2,12	E	D	
14 (S V C)	1,99	E	D	
10 (S C M)	1,66	E		
5 (V)	1,60	E		
6 (S V M)	1,58	E		
16 (todos)	1,54	E		
13 (V C M)	1,42	E		

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central).

Escores seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 estão representadas as notas de aceitação sensorial conferidas pelos provadores às peças de lagarto bovino marinadas conforme as formulações dos diversos ensaios. A comparação entre as médias foi feita através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os escores médios de aceitação na Tabela 14 são apresentados em ordem decrescente.

A Tabela 15 ilustra o efeito dos ingredientes presentes na salmoura de marinação sobre os escores médios de aceitação sensorial conferidos pelos provadores aos cortes de lagarto bovino injetados.

Tabela 15 – Efeito dos ingredientes de marinação sobre os escores de aceitação sensorial.

Ingredientes	Efeitos (contrastes)	p
Sal	-0,5750 ± 0,600	0,3551
Tripolifosfato de sódio*	1,9250 ± 0,600	0,0068
Vinagre	-1,0250 ± 0,600	0,1111
Condimentos	-0,6250 ± 0,600	0,3162
Maltodextrina	-0,7000 ± 0,600	0,2640

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

O tripolifosfato de sódio apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) a 5% de probabilidade sobre os escores médios de aceitação sensorial, nos níveis estudados, sendo que esse ingrediente melhorou as notas de aceitação da aparência das peças de lagarto bovino marinadas.

Peças de lagarto bovino marinadas em salmouras contendo tripolifosfato de sódio apresentaram escores maiores, em média, de 1,9 pontos.

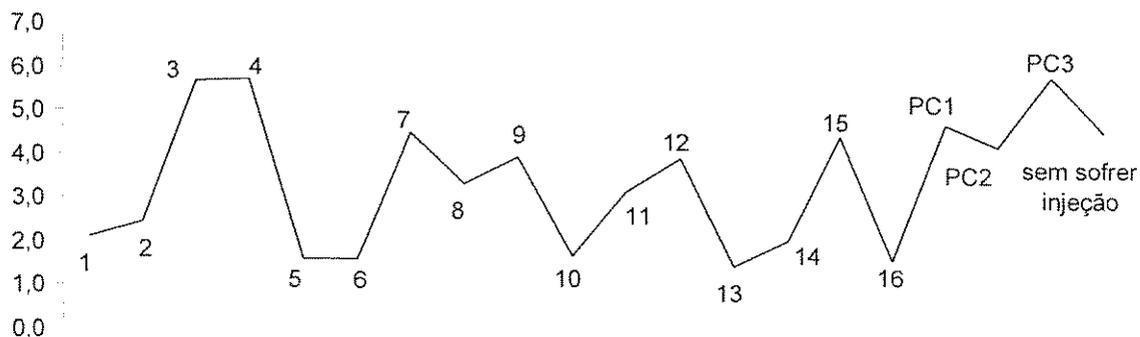


Figura 16 – Escores médios de aceitação sensorial.

Observa-se que o vinagre apresentou uma tendência para diminuir as notas de aceitação para aparência, porém, nas quantidades estudadas não possuiu efeito estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Não foi possível estabelecer nenhuma correlação entre os parâmetros estudados (cor, pH, rendimento do processo) e os escores de aceitação sensorial da aparência dos cortes de lagarto bovino injetados, ou seja, o efeito dos ingredientes sobre a aparência não pode ser correlacionado com o efeito sobre a aceitação sensorial dos mesmos.

A partir dos resultados obtidos nesta etapa, foram selecionadas três formulações de salmoura com o objetivo de se estudar a influência do tempo e temperatura de estocagem (5°C / cinco dias ou -18°C / dois meses), da presença ou não do vácuo durante a embalagem, e do processo de cozimento sobre a aparência dos cortes de lagarto bovino injetados com estas salmouras (Figura 5).

Baseando-se em todos os resultados apresentados selecionou-se o ensaio 4 (sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina) que além de obter o melhor escore de aceitação sensorial para a aparência, possui sal e tripolifosfato de sódio que atuam na retenção da salmoura injetada.

O ensaio 15 (tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos) também foi selecionado, já que possui uma formulação, contrastando com a do ensaio 4. As peças marinadas destes dois ensaios diferem na aparência já que possuem valores diferentes para o parâmetro de cor L*. O tripolifosfato de sódio presente na formulação deste ensaio atua na retenção da salmoura.

Na próxima etapa serão discutidos os resultados dos experimentos realizados com estes dois ensaios (4 e 15), e com o ensaio 16 contendo todos os ingredientes estudados.

Destacam-se ainda os escores do ensaio 3, cuja continuidade do estudo não se justifica devido à formulação muito simples de sua salmoura; do ensaio 7, cuja formulação fica próxima às formulações do ensaio 4 e do ensaio 15; e dos ensaios

dos pontos centrais, que não serão estudadas devido à baixa concentração dos ingredientes presentes nas peças marinadas.

As porcentagens dos ingredientes presentes nas peças marinadas foram determinadas através de testes preliminares, considerando-se a legislação vigente, que, por exemplo, limita o uso de tripolifosfato de sódio a 0,5% em produtos cárneos; e organolépticos, em que, por exemplo, LEMOS, NUNES & VIANA (1999) afirmam que concentrações de sal acima de 6% não são aprovadas pelos consumidores e que, portanto recomendam que a concentração de sal das salmouras varie de 3 a 4,5% para produtos marinados.

5.2. Estudo dos principais parâmetros que influenciam a aparência de lagarto bovino injetado em diferentes condições de estocagem

Nesta segunda etapa que pode ser vista na Figura 6, foram selecionadas três formulações de salmoura para que se pudesse estudar a influência do tempo e temperatura de estocagem, das condições de embalagem e do processo de cozimento sobre a aparência de lagarto bovino marinado com estas salmouras.

Serão também avaliados os efeitos sobre o rendimento do processo de marinação, sobre as perdas de peso durante o cozimento, sobre o pH e sobre a composição centesimal, a fim de se tentar correlacioná-los com a aparência. Finalmente, serão avaliados os escores de aceitação sensorial conferidos pelos provadores aos cortes de lagarto bovino injetados.

5.2.1. Caracterização da matéria-prima

A Tabela 16 mostra as principais características dos lagartos bovinos (*M. semitendinosus*) utilizados nos processos de marinação por injeção.

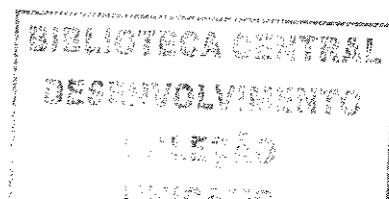


Tabela 16 – Caracterização da matéria-prima.

Característica	Valor médio
pH	5,63 ± 0,17
Parâmetros de cor	
L*	34,35 ± 2,90
a*	27,92 ± 2,22
b*	28,48 ± 1,53
Composição centesimal	
umidade	75,49 ± 0,46%
proteína	23,22 ± 0,73%
cinza	1,07 ± 0,03%
lipídeo	1,89 ± 0,42%
cloreto	0,10 ± 0,02%

O baixo teor de lipídeos deve-se ao toailete (onde se removeu o excesso de gordura) realizado na matéria-prima antes do processamento e das análises de determinação da composição centesimal.

5.2.2. Rendimento do processo

As peças de lagarto bovino injetadas foram pesadas antes e após a injeção (nível de injeção de 20%) e após a estocagem de cinco dias sob refrigeração ou dois meses sob congelamento. A Tabela 17 mostra o peso das amostras dos ensaios do planejamento da Tabela 2.

Na Tabela 18 são apresentados os rendimentos médios do processo, além dos níveis de injeção e da variação de peso durante o período de estocagem.

Através de análise de variância multivariada (MANOVA) é possível identificar os efeitos da forma de embalagem e estocagem sobre as amostras de lagarto bovino marinadas, além do efeito da interação entre estes fatores. A Tabela 19 mostra quais variáveis independentes têm efeito significativo sobre o rendimento do processo de marinação a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 19 que a formulação, a forma de estocagem, a interação entre a formulação e a forma de estocagem, e a interação entre a forma

de estocagem e a embalagem, possuem efeito significativo sobre o rendimento do processo a 5% de probabilidade.

Tabela 17 – Peso das amostras antes e após a injeção, e após a estocagem.

Ensaio	Peso da amostra (g)		
	Antes da injeção	Após a injeção	Após a estocagem
4 (STM) congelada vácuo	473,8 ± 1,6	570,0 ± 2,7	539,6 ± 4,8
4 (STM) congelada PVC	454,5 ± 32,3	546,8 ± 36,5	530,8 ± 32,4
4 (STM) refrigerada vácuo	553,0 ± 8,9	671,9 ± 2,8	658,6 ± 5,36
4 (STM) refrigerada PVC	457,6 ± 23,4	548,5 ± 26,6	524,0 ± 30,0
15 (TVC) congelada vácuo	450,3 ± 14,9	542,1 ± 16,7	498,6 ± 7,9
15 (TVC) congelada PVC	463,2 ± 11,3	556,5 ± 12,1	517,7 ± 15,0
15 (TVC) refrigerada vácuo	563,8 ± 26,7	679,8 ± 34,6	626,0 ± 34,0
15 (TVC) refrigerada PVC	518,2 ± 12,4	624,2 ± 17,8	571,0 ± 22,9
16 (tudo) congelada vácuo	489,0 ± 4,7	586,7 ± 5,8	545,8 ± 6,7
16 (tudo) congelada PVC	410,6 ± 20,4	493,1 ± 23,7	471,8 ± 26,0
16 (tudo) refrigerada vácuo	567,9 ± 12,7	683,5 ± 16,9	663,6 ± 19,9
16 (tudo) refrigerada PVC	497,1 ± 25,7	595,3 ± 32,9	566,4 ± 29,60
SI congelada vácuo	448,9 ± 9,5	-	427,9 ± 7,89
SI congelada PVC	445,6 ± 44,5	-	434,0 ± 44,2
SI refrigerada vácuo	542,5 ± 5,6	-	532,2 ± 8,7
SI refrigerada PVC	535,1 ± 34,9	-	523,4 ± 45,8

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), SI (sem injeção).

Tabela 18 – Rendimento do processo de marinação durante a refrigeração ou congelamento.

Ensaio	%		
	Injeção	Varição de peso	Rendimento do processo
4 (STM) congelada vácuo	20,30 ± 0,20	12,19 ± 0,40	112,19 ± 0,40
4 (STM) congelada PVC	20,32 ± 0,73	14,37 ± 0,83	114,37 ± 0,83
4 (STM) refrigerada vácuo	21,52 ± 2,01	16,03 ± 0,40	116,03 ± 0,40
4 (STM) refrigerada PVC	19,88 ± 0,32	12,67 ± 1,46	112,67 ± 1,46
15 (TVC) congelada vácuo	20,38 ± 0,40	9,69 ± 1,43	109,69 ± 1,43
15 (TVC) congelada PVC	20,13 ± 0,36	10,53 ± 1,06	110,53 ± 1,06
15 (TVC) refrigerada vácuo	20,56 ± 0,43	9,94 ± 0,30	109,94 ± 0,30
15 (TVC) refrigerada PVC	20,44 ± 1,02	9,25 ± 1,10	109,25 ± 1,10
16 (tudo) congelada vácuo	19,98 ± 0,24	10,41 ± 0,66	110,41 ± 0,66
16 (tudo) congelada PVC	20,08 ± 0,42	12,97 ± 0,70	112,97 ± 0,70
16 (tudo) refrigerada vácuo	20,36 ± 0,40	14,42 ± 0,50	114,42 ± 0,50
16 (tudo) refrigerada PVC	19,72 ± 0,46	12,24 ± 0,48	112,24 ± 0,48
SI congelada vácuo	-	-4,91 ± 0,65	95,09 ± 0,65
SI congelada PVC	-	-2,67 ± 0,37	97,33 ± 0,37
SI refrigerada vácuo	-	-1,94 ± 0,61	98,06 ± 0,61
SI refrigerada PVC	-	-2,24 ± 0,37	97,76 ± 0,37

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), SI (sem injeção).

Através da Figura 17 percebe-se que as amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio (0,5%), vinagre (1%) e alho e cebola em pó (0,1% cada) foram as que apresentaram as maiores perdas de salmoura injetada. Amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes apresentaram perdas intermediárias, enquanto que nas amostras em que foram injetados sal (2,5%), tripolifosfato de sódio (0,5%) e maltodextrina (1%) foram observados os melhores rendimentos do processo de marinação.

Tabela 19 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o rendimento do processo de marinação de lagarto bovino.

	F calc	p
Formulação*	694,1044	1×10^{-99}
Estocagem*	11,1413	0,002152
Embalagem	0,3100	0,581580
Formulação x Estocagem*	3,1390	0,038793
Formulação x Embalagem	1,2025	0,324619
Estocagem x Embalagem*	37,8910	0,000001
Formulação x Estocagem X Embalagem	2,5750	0,071113

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

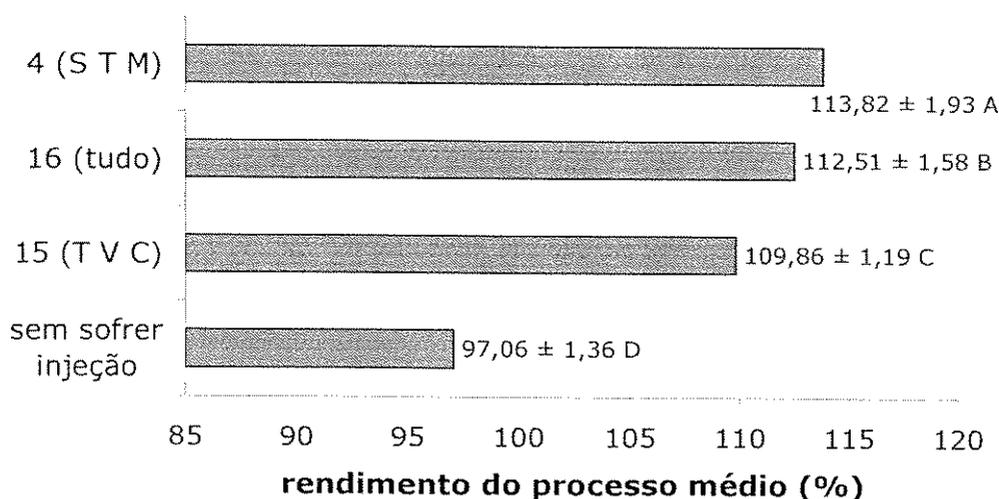


Figura 17 – Rendimento do processo médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado.

Rendimentos de processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Este resultado se explica pelo fato de que quando se injeta sal e tripolifosfato de sódio conjuntamente nas peças da carne, há uma melhora na retenção da salmoura injetada, devido ao efeito desses ingredientes sobre a perda de peso, diminuindo-as.

Para PAPADOULOS *et al* (1991), o sal atua sinergicamente com o tripolifosfato de sódio e solubiliza parcialmente as proteínas aumentando sua capacidade de se ligar à água. Os efeitos do sal e do tripolifosfato de sódio foram discutidos com maiores detalhes no item 5.1.1.

Nas carnes em que há injeção apenas de tripolifosfato de sódio, as perdas de peso são, em geral maiores, já que é menor o efeito do tripolifosfato de sódio isolado. A injeção de vinagre nas concentrações e níveis estudados apresentou uma tendência de aumento das perdas de peso durante o período de estocagem.

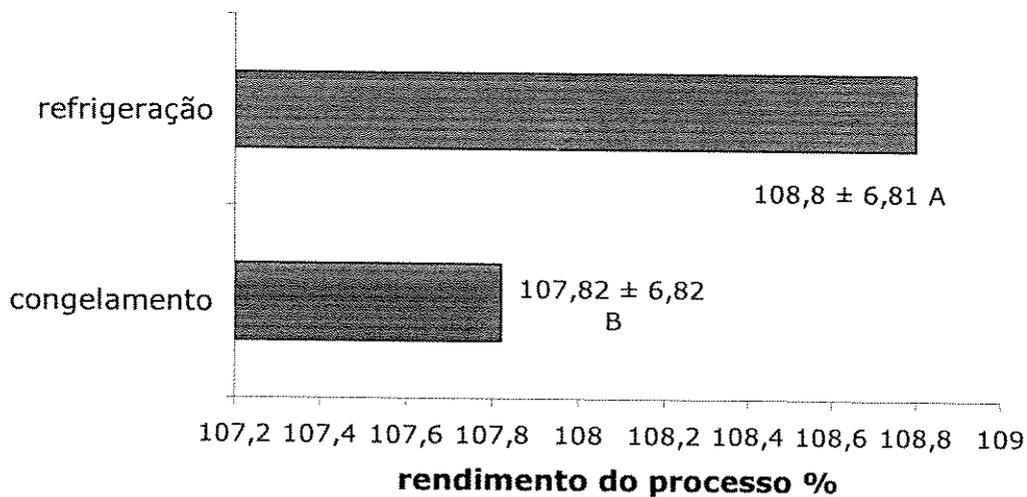


Figura 18 – Rendimento do processo médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Rendimentos do processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Através da observação da Figura 18 pode-se perceber que nas peças de carne estocadas sob congelamento (-18°C) por dois meses as perdas de peso foram, em geral, maiores ($p < 0,05$) que nas peças estocadas sob refrigeração

(5°C) durante cinco dias. Ressalta-se que as peças marinadas estocadas sob congelamento foram pesadas após o descongelamento.

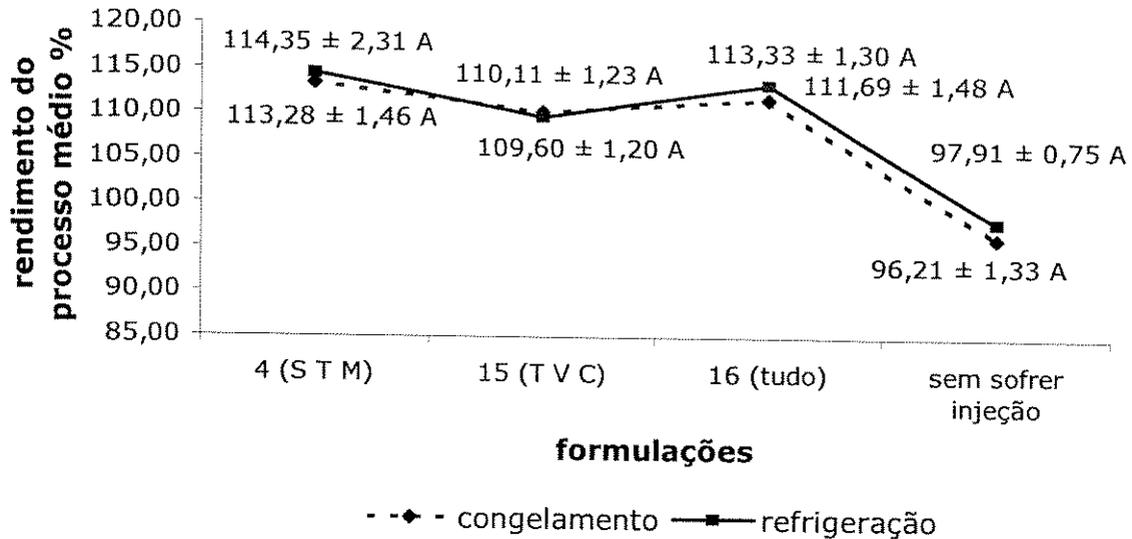


Figura 19 – Rendimento do processo médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.
 Rendimentos do processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.
 S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).
 TUDO (todos os ingredientes).

A Figura 19 mostra que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no rendimento do processo de marinação para nenhuma das formulações de salmoura estudadas quando se variou a forma de estocagem, refrigeração ou congelamento.

LAWRIE (2005) afirma que todos os fatores que afetam a capacidade de retenção de água do músculo se aplicam à carne congelada e à não-congelada. Na carne congelada, entretanto, a remoção da água de dentro das células durante o processo de congelamento, como é feito comercialmente, de modo geral, fornece um reservatório potencial de fluido, que aparece como gotejamento durante o descongelamento, embora isso possa ser evitado significativamente com velocidades muito rápidas de congelamentos. Estas não estão disponíveis comercialmente.

Através da Figura 20, verifica-se que independente da forma de estocagem, se sob congelamento ou refrigeração, as formulações contendo todos os ingredientes de marinação, e contendo sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina apresentaram as maiores retenções de salmoura. As amostras contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos apresentaram rendimentos menores que amostras marinadas com salmoura contendo todos os ingredientes, apenas quando as mesmas foram estocadas sob refrigeração (5°C) por cinco dias.

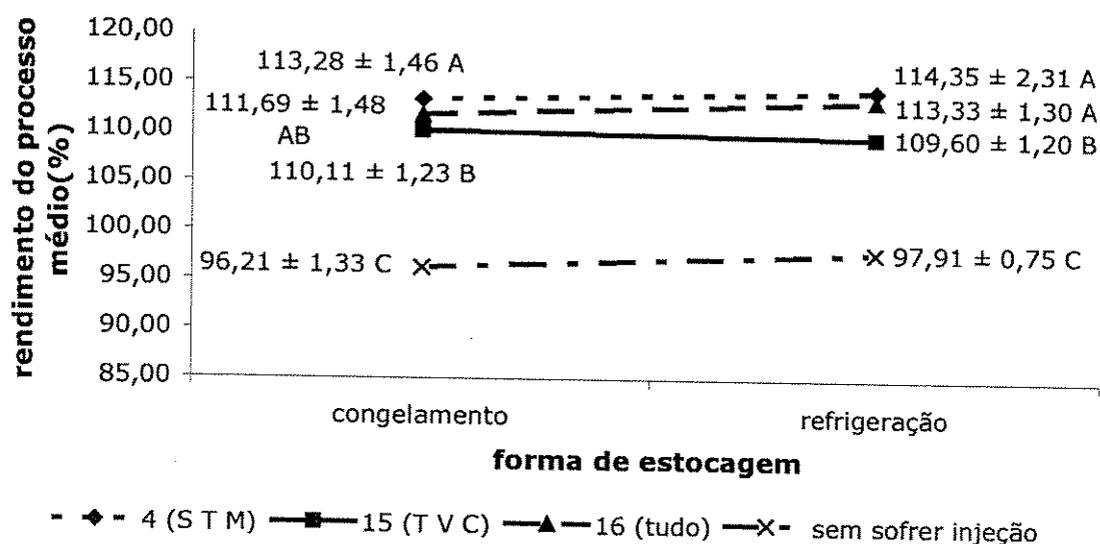


Figura 20 – Rendimento do processo médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

Rendimentos do processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Estes resultados estão de acordo com o que foi discutido no item 5.1.1, já que o sal e o tripolifosfato de sódio atuaram na retenção da salmoura injetada. Já o vinagre, quando injetado nos cortes cárneos tendeu a causar um abaixamento no pH, que se estiver próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, leva a uma diminuição da capacidade de retenção de água (item 5.1.1).

A Figura 21 mostra a comparação do rendimento médio do processo para as amostras de lagarto bovino injetadas, embaladas a vácuo e envoltas em filme de

PVC, durante a estocagem sob congelamento ou refrigeração. Conforme mostra a Tabela 19, a interação entre a forma de embalagem e de estocagem possui efeito significativo sobre a retenção de salmoura nas peças de carne.

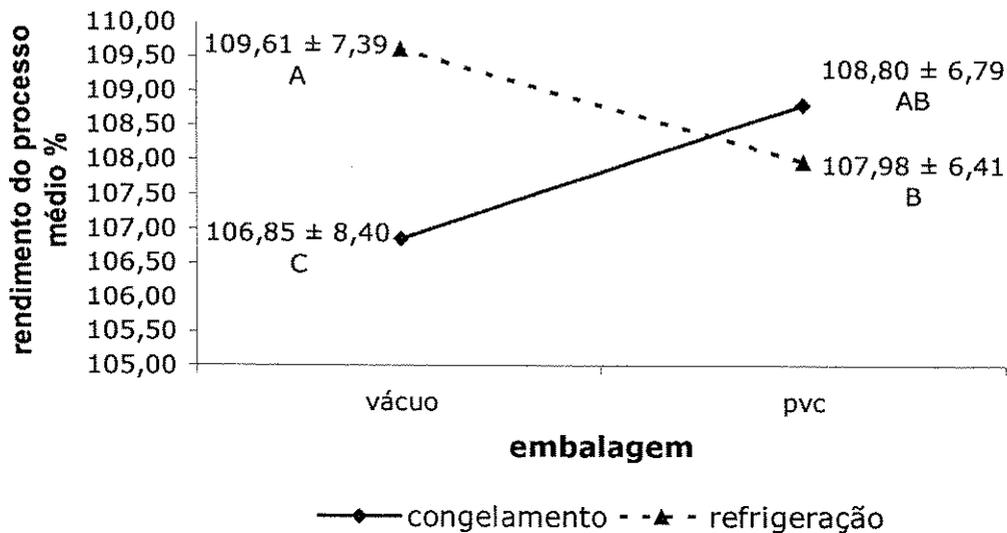


Figura 21 – Rendimento do processo médio para as diferentes formas de embalagem e estocagem.

Rendimentos de processo seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Observou-se que para amostras embaladas a vácuo, o rendimento do processo de marinação foi, em média, maior quando estas foram estocadas sob refrigeração (5°C) por cinco dias do que quando mantidas congeladas (-18°C) por dois meses. Já quando as peças de lagarto bovino injetadas foram envoltas com duas camadas de filme de PVC a forma de estocagem, sob congelamento ou refrigeração não interferiu na retenção da salmoura injetada.

Pode-se perceber ainda que durante a estocagem sob congelamento a embalagem de PVC melhorou os rendimentos do processo quando comparada à embalagem a vácuo. De modo contrário, se estocadas sob refrigeração, as peças de carne retiveram mais salmoura quando embaladas a vácuo.

5.2.3. Composição centesimal das peças de lagarto bovino injetadas

A Tabela 20 mostra a composição centesimal das peças de lagarto bovino marinadas, embaladas e estocadas conforme o planejamento da Tabela 2.

Tabela 20 - Composição centesimal das peças de lagarto bovino injetadas.

Ensaio	Umidade (%)	Proteína (%)	Lípídeo (%)
4 (STM) congelada vácuo	74,98 ± 0,11	20,04 ± 0,40	1,46 ± 0,22
4 (STM) congelada PVC	75,00 ± 0,39	19,74 ± 0,33	1,52 ± 0,14
4 (STM) refrigerada vácuo	74,44 ± 0,28	19,76 ± 0,12	1,75 ± 0,04
4 (STM) refrigerada PVC	74,56 ± 0,12	20,30 ± 0,18	2,16 ± 0,07
15 (TVC) congelada vácuo	77,80 ± 0,35	20,17 ± 0,55	2,01 ± 0,20
15 (TVC) congelada PVC	77,98 ± 0,09	20,55 ± 0,39	1,76 ± 0,14
15 (TVC) refrigerada vácuo	78,76 ± 0,17	19,68 ± 0,65	1,50 ± 0,14
15 (TVC) refrigerada PVC	77,23 ± 0,26	20,97 ± 0,19	1,60 ± 0,18
16 (tudo) congelada vácuo	73,49 ± 0,15	21,25 ± 0,48	1,81 ± 0,05
16 (tudo) congelada PVC	74,06 ± 0,40	19,14 ± 0,29	2,03 ± 0,15
16 (tudo) refrigerada vácuo	75,56 ± 0,32	19,47 ± 0,39	1,22 ± 0,12
16 (tudo) refrigerada PVC	74,30 ± 0,24	20,69 ± 0,22	1,51 ± 0,19
SI congelada vácuo	75,44 ± 0,19	23,06 ± 0,61	2,52 ± 0,08
SI congelada PVC	75,37 ± 0,16	23,07 ± 0,69	2,36 ± 0,08
SI refrigerada vácuo	74,62 ± 0,33	22,43 ± 0,18	2,93 ± 0,20
SI refrigerada PVC	75,88 ± 0,25	24,10 ± 0,44	1,43 ± 0,16

Ensaio	Cinza (%)	Cloreto (%)	Carboidrato (%)
4 (STM) congelada vácuo	3,93 ± 0,03	2,67 ± 0,03	0,77 ± 0,02
4 (STM) congelada PVC	4,31 ± 0,02	2,92 ± 0,02	0,92 ± 0,03
4 (STM) refrigerada vácuo	4,20 ± 0,05	2,91 ± 0,04	0,37 ± 0,01
4 (STM) refrigerada PVC	3,42 ± 0,02	2,32 ± 0,06	0,44 ± 0,02
15 (TVC) congelada vácuo	1,35 ± 0,04	0,09 ± 0,05	ND
15 (TVC) congelada PVC	1,40 ± 0,08	0,14 ± 0,05	ND
15 (TVC) refrigerada vácuo	1,52 ± 0,02	0,09 ± 0,02	ND
15 (TVC) refrigerada PVC	1,36 ± 0,03	0,11 ± 0,02	ND
16 (tudo) congelada vácuo	3,96 ± 0,03	2,64 ± 0,06	0,70 ± 0,06
16 (tudo) congelada PVC	4,56 ± 0,04	3,09 ± 0,08	0,96 ± 0,07
16 (tudo) refrigerada vácuo	4,06 ± 0,02	2,80 ± 0,07	0,66 ± 0,01
16 (tudo) refrigerada PVC	4,09 ± 0,06	2,77 ± 0,04	0,76 ± 0,03
SI congelada vácuo	1,07 ± 0,03	0,07 ± 0,01	ND
SI congelada PVC	1,13 ± 0,02	0,06 ± 0,01	ND
SI refrigerada vácuo	1,07 ± 0,04	0,09 ± 0,04	ND
SI refrigerada PVC	1,11 ± 0,05	0,16 ± 0,02	ND

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

ND (não determinado).

Observando-se a Tabela 20 e comparando-a com a Tabela 16 que caracterizou a matéria-prima percebeu-se um aumento do teor de cloretos e cinzas, com conseqüente diminuição dos teores de umidade, proteína e lipídeos, nas amostras de lagarto bovino em que foram injetados sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina. Apesar das perdas de salmoura que ocorreram nas peças de carne após o período de estocagem, parte do sal injetado foi retido. O mesmo pode-se dizer da maltodextrina, apesar de ter havido perdas, especialmente em amostras que foram estocadas sob refrigeração.

Nas amostras em que foram injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e alho e cebola em pó, observou-se apenas um aumento no teor de umidade, que refletiu a absorção e retenção da salmoura injetada.

Em amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação estudados, também se percebeu um aumento no teor de cloretos, o que mostra que o sal presente na salmoura de marinação foi parcialmente retido pelas peças de lagarto bovino. Conseqüentemente houve uma diminuição dos teores de umidade, proteínas e lipídeos. A maltodextrina injetada também foi retida, havendo alguma perda.

Nas peças de carne estocadas sem sofrer injeção, não se observaram mudanças consideráveis na composição centesimal.

Estas análises dão segurança e respaldo as considerações já feitas. Elas mostram que os ingredientes presentes na salmoura de marinação foram retidos pelos cortes cárneos de lagarto bovino.

Não foram realizadas análises estatísticas devido a forma de obtenção dos dados. Todas as três peças de cada ensaio foram homogeneizadas e, só depois se recolheu as amostras para as análises de composição centesimal. Dessa forma, só foi possível obter um único valor de cada característica de composição centesimal para cada um dos ensaios, não sendo possível, portanto, a realização de análises estatísticas.

5.2.4. Perda de peso durante o cozimento

As amostras de lagarto bovino marinadas foram pesadas antes e após o cozimento para que se observasse a perda de peso durante o mesmo. Já que o consumidor pode desconhecer o fato do produto ter sido injetado ou não, esta análise não considera o rendimento do processo de marinação, ou seja, não utiliza o peso da matéria-prima antes do processo de injeção. Como o interesse é a análise dos efeitos no ponto de consumo, a forma de cozimento das amostras procurou simular a forma de preparo no ambiente doméstico. A Tabela 21 mostra como foi essa perda de peso para os ensaios do planejamento da Tabela 2.

Tabela 21 – Perda de peso durante o cozimento.

Ensaio	Peso da amostra (g)		
	Antes do cozimento	Após o cozimento	Perda de peso (%)
4 (STM) congelada vácuo	258,3 ± 2,8	220,3 ± 2,0	14,7 ± 0,5
4 (STM) congelada PVC	259,1 ± 1,6	219,0 ± 1,7	15,5 ± 0,2
4 (STM) refrigerada vácuo	257,0 ± 3,2	208,6 ± 3,6	18,8 ± 0,4
4 (STM) refrigerada PVC	226,4 ± 3,1	176,2 ± 2,8	22,2 ± 0,2
15 (TVC) congelada vácuo	223,2 ± 2,7	127,8 ± 3,8	42,7 ± 1,0
15 (TVC) congelada PVC	246,5 ± 2,4	153,9 ± 3,9	37,6 ± 1,0
15 (TVC) refrigerada vácuo	220,3 ± 0,9	124,1 ± 1,6	43,7 ± 1,0
15 (TVC) refrigerada PVC	236,0 ± 3,0	134,2 ± 3,8	43,1 ± 0,9
16 (tudo) congelada vácuo	253,8 ± 7,2	166,1 ± 12,3	34,6 ± 2,1
16 (tudo) congelada PVC	243,8 ± 3,7	162,5 ± 0,8	33,3 ± 1,4
16 (tudo) refrigerada vácuo	248,3 ± 1,1	149,0 ± 0,7	40,0 ± 0,5
16 (tudo) refrigerada PVC	233,0 ± 2,3	129,4 ± 2,1	44,5 ± 0,5
SI congelada vácuo	231,4 ± 2,4	148,1 ± 2,1	36,0 ± 1,6
SI congelada PVC	250,8 ± 4,1	160,3 ± 2,4	36,1 ± 2,0
SI refrigerada vácuo	251,7 ± 3,2	169,8 ± 0,8	32,5 ± 1,2
SI refrigerada PVC	223,5 ± 1,9	153,0 ± 1,5	31,5 ± 0,4

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

A Tabela 22 mostra que apenas a formulação, a forma de estocagem e a interação entre a formulação e a forma de estocagem apresentaram efeito significativo sobre as perdas de peso das amostras de lagarto bovino marinadas, durante o cozimento. A forma de embalagem, e suas interações não apresentaram efeito sobre as perdas de peso durante o cozimento.

Através da observação da Figura 22 percebe-se que a injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina reduziu as perdas de peso das peças de lagarto bovino injetadas durante o cozimento, quando comparadas às amostras injetadas conforme as demais formulações.

Tabela 22 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre a perda de peso de lagarto bovino injetado durante o cozimento.

	F calc	p
Formulação*	137,7012	1×10^{-99}
Estocagem*	12,8808	0,001094
Embalagem	0,0069	0,934172
Formulação x Estocagem*	8,5146	0,000267
Formulação x Embalagem	1,5766	0,214203
Estocagem x Embalagem	2,7415	0,107550
Formulação x Estocagem X Embalagem	0,6971	0,560703

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

LEMOS, NUNES & VIANA (1999) afirmam que diversos estudos demonstraram o efeito sinérgico do sal e do fosfato para diminuir as perdas durante o cozimento.

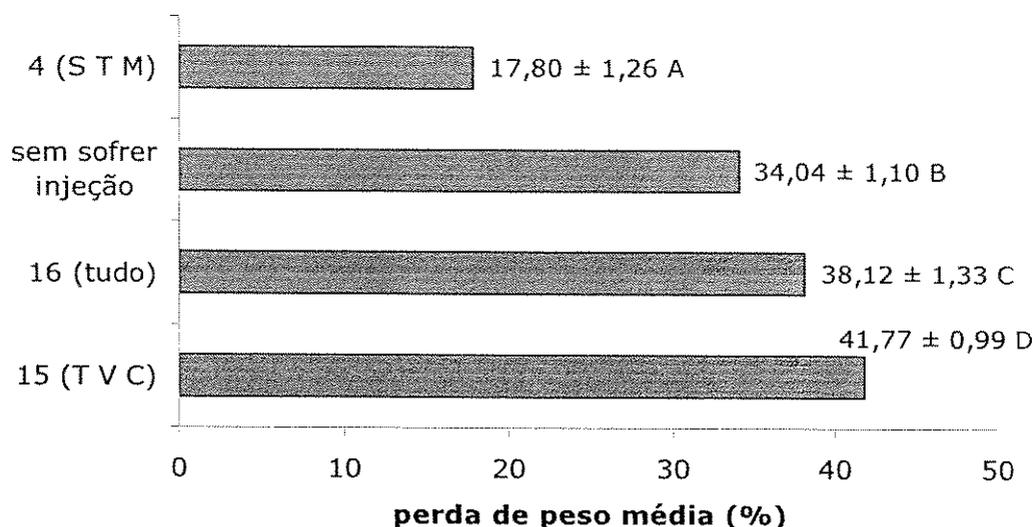


Figura 22 – Perda de peso média durante o cozimento para as diversas formulações de lagarto bovino injetado.

Perdas de peso seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

BOLES & SHAND (2001) injetaram salmoura (em três níveis, 10%, 25% e 50%) em diversos cortes bovinos (peças de aproximadamente 750 g), incluindo o lagarto, de forma que estivessem presentes 1,8% de sal, 1% açúcar e 0,3% de tripolifosfato de sódio no produto final. Os cortes cárneos foram embalados à vácuo. Para os cortes cárneos injetados com estes ingredientes as perdas de peso durante o cozimento foram menores que para amostras que não sofreram injeção. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados neste trabalho.

As amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, foram as que apresentaram as maiores perdas durante o cozimento.

Segundo LAWRIE (2005) os fatores que afetam a perda por exsudação ou pela secagem de carne não-cozida se aplicam à capacidade de retenção de água da carne cozida, sendo mantidas as diferenças relativas ao aquecimento. Entretanto, as perdas devidas ao encolhimento durante a cocção serão maiores uma vez que altas temperaturas envolvidas causam desnaturação das proteínas e diminuição na capacidade de retenção de água. Desta forma tudo que foi discutido até aqui sobre o efeito dos ingredientes sobre a capacidade de retenção de água, vale também para o entendimento das perdas de peso durante o cozimento.

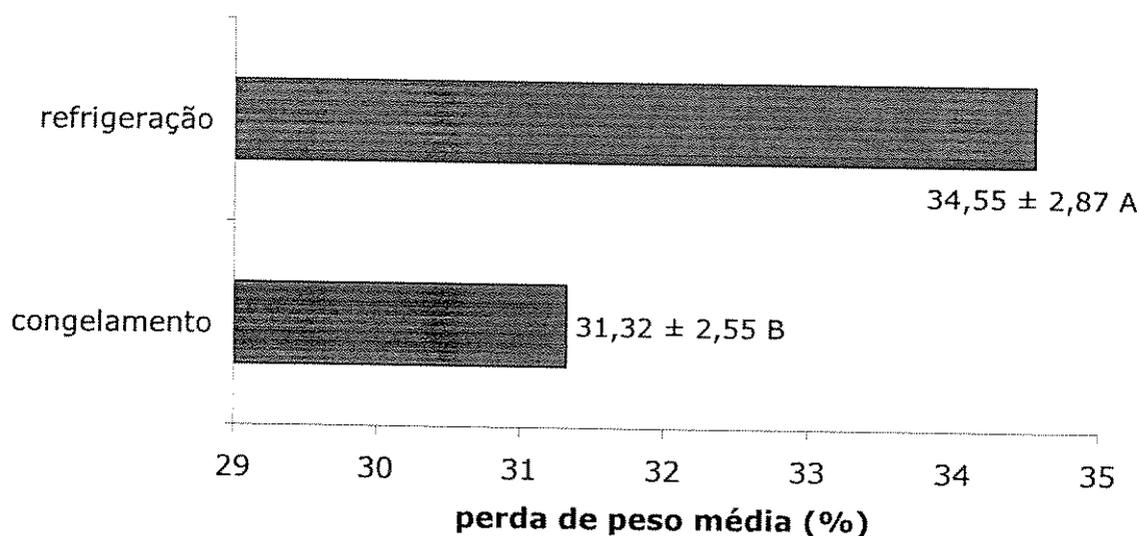


Figura 23 – Perda de peso média durante o cozimento de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Perdas de peso seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Ao contrário das perdas durante o armazenamento, durante o cozimento, amostras de lagarto bovino marinadas, estocadas por cinco dias sob refrigeração perderam mais peso do que amostras estocadas por dois meses sob congelamento (-18°C), conforme mostra a Figura 23.

Apesar de amostras estocadas sob refrigeração perderem em média mais peso que amostras estocadas sob congelamento, a Figura 24 mostra que apenas para amostras em que foram injetados todos os ingredientes de marinação essa diferença de perda de peso média durante o cozimento é estatisticamente significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Para as demais amostras a forma de estocagem não apresentou efeito sobre as perdas de peso durante o processo de cozimento das peças de lagarto bovino.

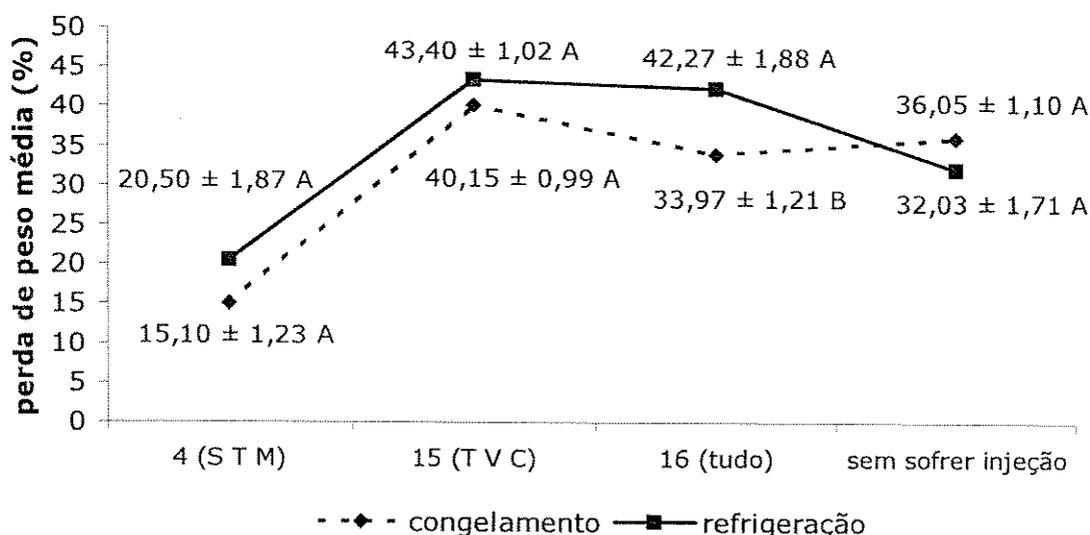


Figura 24 – Perda de peso média durante o cozimento para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Perdas de peso seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Na Figura 25 percebe-se que independente da forma de estocagem as amostras que foram marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina,

perdem menos peso durante o cozimento, quando comparadas com as demais amostras.

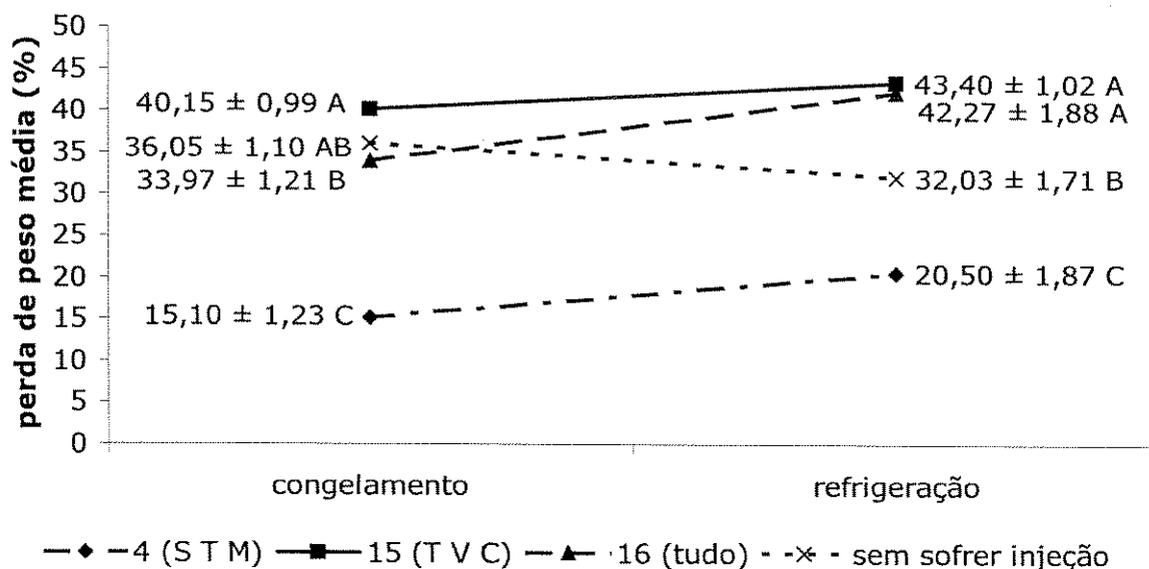


Figura 25 – Perda de peso média durante o cozimento de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

Perdas de peso seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Sob refrigeração, as amostras marinadas conforme os demais ensaios apresentaram perda de peso durante o cozimento, em média, maiores que a carne que não sofreu injeção. O mesmo não ocorreu quando estas são conservadas sob congelamento a -18°C por dois meses.

ROBBINS *et al* (2002) em estudos com carne bovina injetada (10%) com salmoura contendo fosfato (0,4% no produto final) e sal (0,4% no produto final), estocada a 4°C por onze dias, também mostraram que as perdas de peso durante o cozimento para as carnes marinadas foram maiores que as da carne "in natura". Segundo eles, este aumento aparente nas perdas de peso durante o cozimento deve-se ao fato dessas amostras marinadas possuírem mais líquido para perder, e ao mesmo tempo que o sal e o fosfato ajudam a reter a água, eles não são

capazes de reter toda a água que foi adicionada no processo de marinação. Resultados similares foram encontrados por GREY *et al* (1978).

No entanto, quando estocadas sob congelamento, amostras em que foram injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, perderam em média, mais peso durante o cozimento que amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação.

Não foi possível correlacionar as perdas de peso durante o cozimento e durante o período de estocagem para nenhuma das formulações, formas de estocagem e de embalagem estudadas.

5.2.5. pH

O pH das amostras de lagarto bovino, injetadas, embaladas e estocadas conforme os ensaios do planejamento da Tabela 2 é apresentado na Tabela 23.

Tabela 23 – pH de lagarto bovino injetado, embalado e estocado de diferentes maneiras.

Ensaio	pH
4 (STM) congelada vácuo	5,80 ± 0,05
4 (STM) congelada PVC	5,85 ± 0,07
4 (STM) refrigerada vácuo	5,88 ± 0,01
4 (STM) refrigerada PVC	5,87 ± 0,02
15 (TVC) congelada vácuo	5,90 ± 0,03
15 (TVC) congelada PVC	5,88 ± 0,08
15 (TVC) refrigerada vácuo	5,91 ± 0,04
15 (TVC) refrigerada PVC	5,90 ± 0,07
16 (tudo) congelada vácuo	5,70 ± 0,04
16 (tudo) congelada PVC	5,70 ± 0,04
16 (tudo) refrigerada vácuo	5,79 ± 0,03
16 (tudo) refrigerada PVC	5,79 ± 0,01
sem sofrer injeção congelada vácuo	5,70 ± 0,04
sem sofrer injeção congelada PVC	5,68 ± 0,15
sem sofrer injeção refrigerada vácuo	5,67 ± 0,03
sem sofrer injeção refrigerada PVC	5,67 ± 0,02

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Através de análise de variância multivariada (MANOVA) foi possível identificar as variáveis que apresentaram efeito significativo sobre o pH a 5% de probabilidade, nas condições estudadas.

A Tabela 24 mostra que a formulação, a temperatura de estocagem das amostras (refrigeradas a 5°C por cinco dias ou congeladas a -18°C por dois meses) e a interação entre estes fatores apresentaram efeito sobre o pH das peças de lagarto bovino marinadas. A forma de embalagem mostrou não interferir no pH das amostras durante o período de estocagem.

Tabela 24 - Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o pH de lagarto bovino injetado.

	F calc	p
Formulação*	57,9886	4,9x10 ⁻¹³
Estocagem*	7,1611	0,011647
Embalagem	0,0094	0,923549
Formulação x Estocagem*	3,3857	0,029907
Formulação x Embalagem	0,3586	0,783241
Estocagem x Embalagem	0,8420	0,773557
Formulação x Estocagem X Embalagem	0,4834	0,696186

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

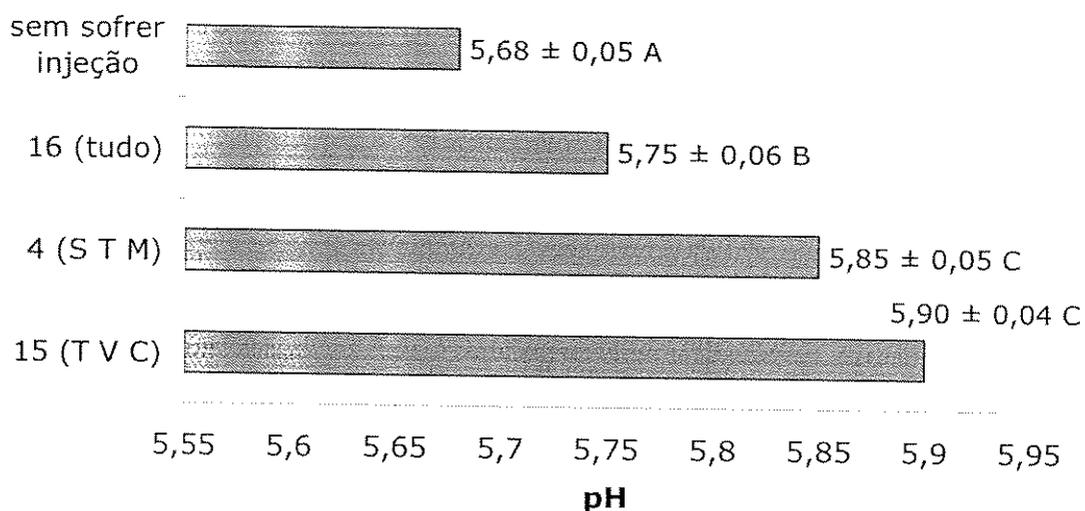


Figura 26 - pH médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado. pH seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Através da análise da Figura 26, percebe-se que nas amostras em que se injetou tripolifosfato de sódio (0,5% no produto final) houve um aumento no pH. Observa-se ainda que devido a uma tendência de abaixamento do pH em amostras que sofreram injeção de sal e vinagre, mesmo que não significativa nos níveis estudados, amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação apresentam um pH menor que as demais, sendo superior apenas ao pH da carne conservada sem sofrer injeção.

A Figura 27 mostra que quando as peças de lagarto bovino injetadas foram estocadas sob refrigeração a 5°C por cinco dias o aumento no pH foi maior do que quando as mesmas foram conservadas sob congelamento a -18°C por dois meses.

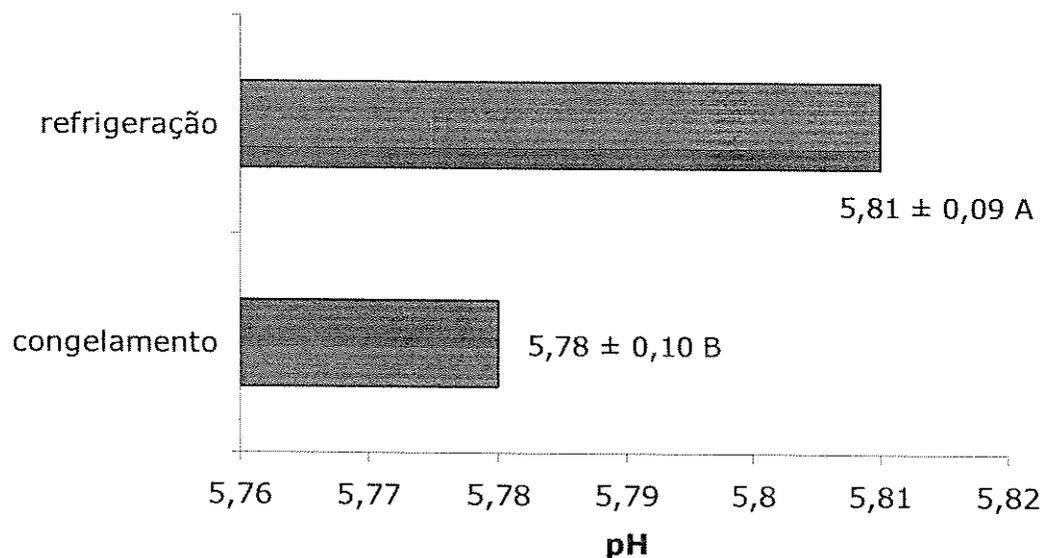


Figura 27 – pH médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

pH seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Observando-se a Figura 28, percebe-se que apesar do pH médio das peças conservadas sob refrigeração ser maior que o das peças de carne bovina conservadas sob congelamento, a diferença só é significativa nas peças de lagarto injetadas com todos os ingredientes de marinação em estudo. Nas demais formulações e na carne conservada sem sofrer injeção a diferença não é

significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ou seja, a forma de estocagem, refrigeração ou congelamento, não interfere no pH das amostras.

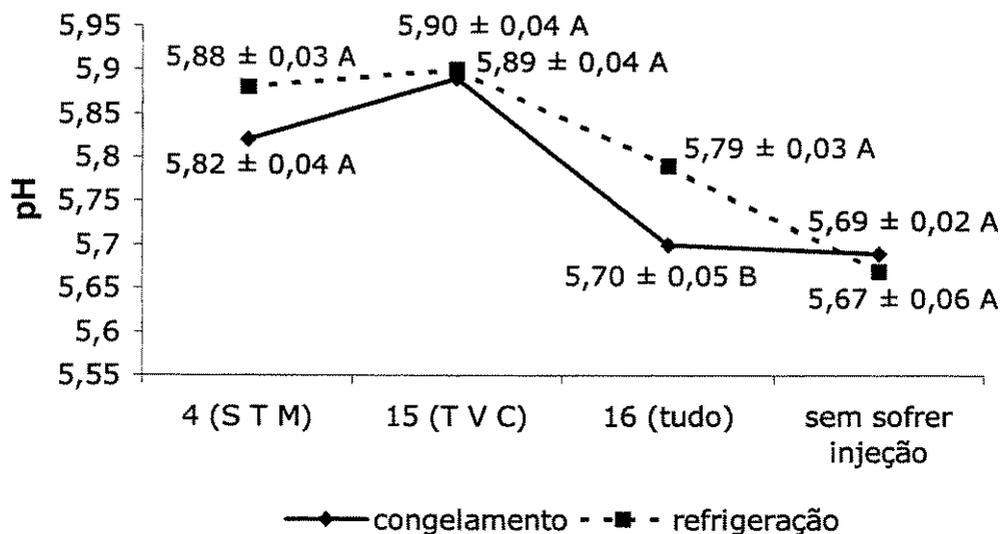


Figura 28 – pH médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

pH seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Na Figura 29, observa-se que quando estocadas sob congelamento as amostras contendo todos os ingredientes de marinação possuem pH médio menor que as amostras injetadas com as demais formulações. O mesmo ocorre quando as amostras são estocadas sob refrigeração. Além disso, ao final do período de estocagem, independentemente da forma de conservação, as amostras contendo sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina apresentam pH médio igual ao das amostras contendo tripolifosfato de sódio, vinagre, alho e cebola em pó.

Após o período de congelamento as amostras contendo todos os ingredientes de marinação apresentaram pH médio igual ao da carne não injetada. O mesmo não ocorreu com as amostras que foram estocadas sob refrigeração, onde há um aumento no pH das peças marinadas comparadas à carne conservada sem sofrer injeção.

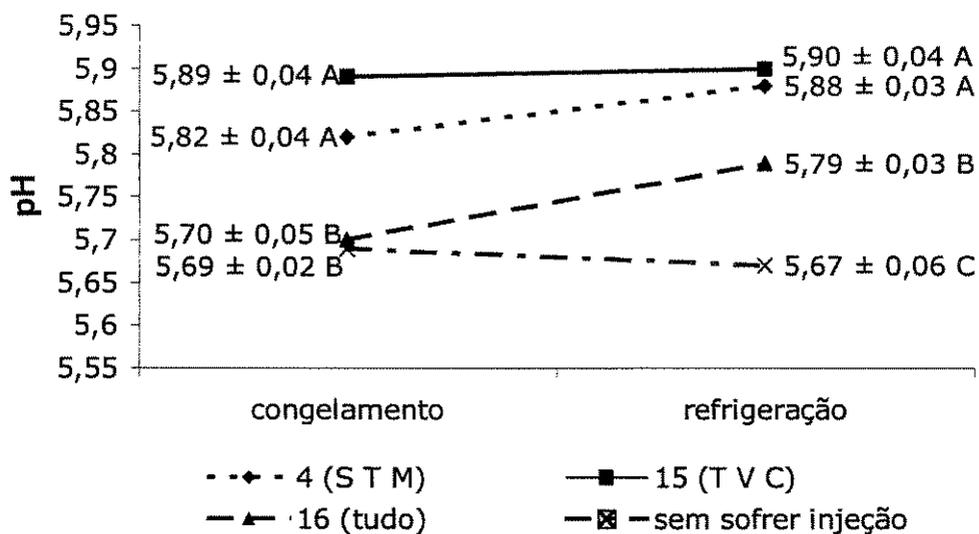


Figura 29 – pH médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

pH seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Não foi possível correlacionar o pH com a retenção de salmoura injetada durante o período de estocagem para nenhuma das formulações, formas de estocagem e de embalagem estudadas.

5.2.6. Cor

Os valores médios para os parâmetros de cor L*, a* e b* observados nas peças de carne marinadas após o período de estocagem (planejamento da Tabela 2) estão apresentados na Tabela 25.

As peças de carne de lagarto bovino marinadas podem ser visualizadas nas fotos do Anexo.

Tabela 25 – Parâmetros de cor L*, a*, b* para peças de carne bovina injetada, embalada e estocada de diversas maneiras.

Ensaio	L*	a*	b*
4 (STM) congelada vácuo	27,57 ± 2,10	28,60 ± 5,84	28,09 ± 4,13
4 (STM) congelada PVC	29,11 ± 1,80	22,98 ± 3,00	24,16 ± 2,97
4 (STM) refrigerada vácuo	30,24 ± 2,76	25,39 ± 3,28	25,58 ± 2,53
4 (STM) refrigerada PVC	30,32 ± 2,13	23,21 ± 2,09	24,60 ± 1,94
15 (TVC) congelada vácuo	36,82 ± 3,35	24,26 ± 3,20	26,19 ± 2,17
15 (TVC) congelada PVC	32,24 ± 2,88	28,06 ± 2,94	28,22 ± 1,80
15 (TVC) refrigerada vácuo	40,25 ± 2,21	24,20 ± 2,29	27,00 ± 1,52
15 (TVC) refrigerada PVC	39,73 ± 1,72	23,11 ± 1,72	24,44 ± 0,93
16 (tudo) congelada vácuo	34,91 ± 1,66	23,00 ± 1,56	27,16 ± 1,24
16 (tudo) congelada PVC	37,86 ± 5,28	19,85 ± 3,80	21,53 ± 3,31
16 (tudo) refrigerada vácuo	32,77 ± 1,72	29,51 ± 2,58	27,65 ± 1,69
16 (tudo) refrigerada PVC	33,68 ± 1,78	22,79 ± 2,12	25,21 ± 2,91
SI congelada vácuo	27,89 ± 1,36	24,97 ± 2,78	25,69 ± 2,00
SI congelada PVC	34,25 ± 2,01	24,12 ± 2,00	27,15 ± 1,50
SI refrigerada vácuo	34,25 ± 1,73	28,66 ± 2,32	27,91 ± 2,30
SI refrigerada PVC	31,55 ± 2,12	28,00 ± 3,04	28,15 ± 1,97

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

5.2.6.1 – Parâmetro de cor L*

Observando-se a Tabela 26 pode-se perceber que a formulação, a forma de estocagem das amostras, e as interações entre, a formulação e a forma de estocagem, e a formulação e a forma de embalagem apresentaram efeito significativo sobre o parâmetro de cor L* das peças de lagarto marinadas, nas condições estudadas, a 5% de probabilidade através de análise de variância multivariada.

Tabela 26 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor L* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações.

	F calc	p
Formulação*	32,07945	9x10 ⁻¹⁰
Estocagem*	6,22845	0,017918
Embalagem	0,68674	0,413413
Formulação x Estocagem*	8,50195	0,000269
Formulação x Embalagem*	2,97753	0,046072
Estocagem x Embalagem	3,05481	0,090089
Formulação x Estocagem X Embalagem*	4,88583	0,006582

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Observando-se a Figura 30 percebe-se que as amostras que sofreram injeção (120%) de sal (2,5%), tripolifosfato de sódio (0,5%) e maltodextrina (1%) após o período de estocagem ficaram mais escuras que a carne que não sofreu injeção, devido à presença do sal e do tripolifosfato de sódio, que possuem efeito significativo ($p > 0,05$) sobre o parâmetro de cor L^* , causando sua diminuição, nos níveis estudados. O efeito destes ingredientes sobre o parâmetro de cor L^* de carnes marinadas já foi discutido no item 5.1.3.

Já as amostras que continham tripolifosfato de sódio (0,5%), vinagre (1%), alho em pó (0,01%) e cebola em pó (0,01%) ficaram mais claras que a carne conservada sem sofrer injeção, durante o período de estocagem. O vinagre quando injetado na carne mostra uma tendência, mesmo que não significativa nos níveis estudados, de aumento do parâmetro de cor L^* (item 5.1.3), o que torna as amostras de lagarto bovino injetadas mais claras. Além disso, o tripolifosfato de sódio, quando presente isoladamente, sem o sal, na carne, possui um efeito de diminuição do parâmetro de cor L^* da carne menos pronunciado.

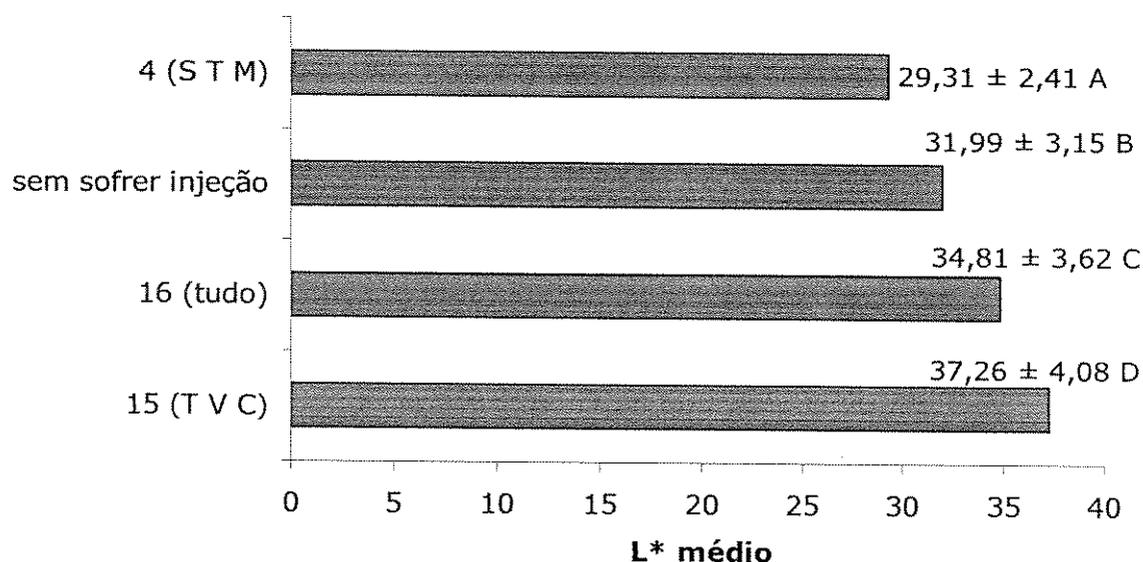


Figura 30 – L^* médio para as diversas formulações de lagarto bovino injetado.

L^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A Figura 31 mostra que as carnes que foram estocadas por dois meses sob congelamento (-18°C) ficaram em média mais escuras (menor L^*) que carnes mantidas sob refrigeração (5°C) por 5 dias.

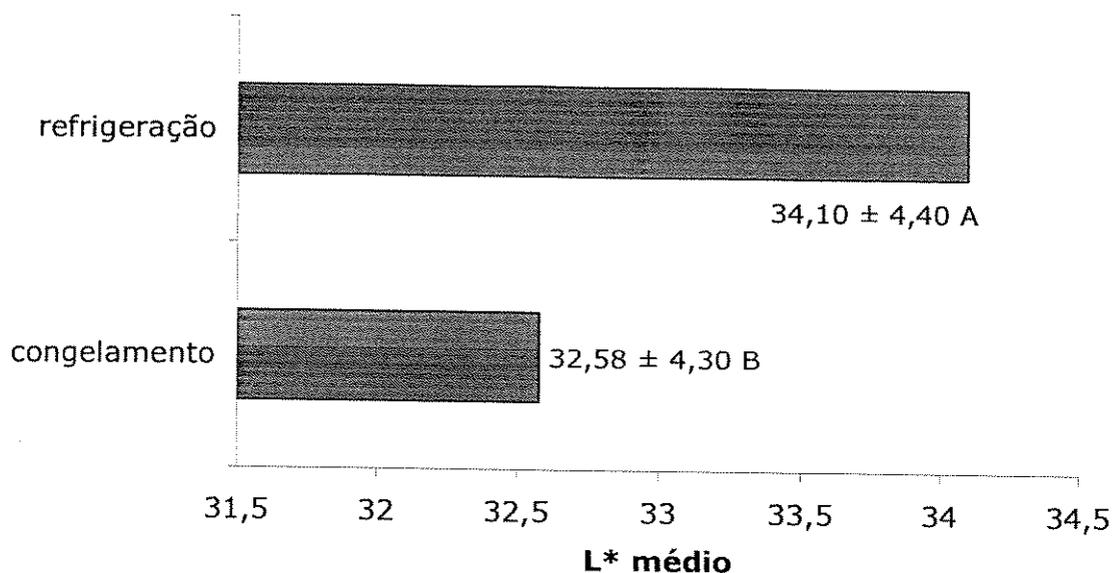


Figura 31 – L^* médio de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

L^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Apesar de amostras estocadas sob congelamento terem apresentado a tendência de ficarem mais escuras que amostras estocadas sob refrigeração, a Figura 32 mostra que apenas para a formulação contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos (alho e cebola em pó) esta diferença no parâmetro de cor L^* foi estatisticamente significativa a 5% de probabilidade. Para as demais formulações, assim como para a carne não injetada, a forma de estocagem, sob refrigeração ou congelamento, não influenciou no parâmetro de cor L^* .

Na Figura 33 observou-se que sob congelamento, as amostras que sofreram a injeção de todos os ingredientes de marinação estudados ficaram mais claras que as amostras de carne não injetadas, enquanto que as amostras injetadas conforme as demais formulações não diferiram das amostras de carne não injetada no parâmetro de cor L^* . Ainda, quando estocadas sob congelamento por dois meses a -18°C , as amostras que receberam injeção de sal, tripolifosfato de sódio

e maltodextrina ficaram mais escuras que as demais, devido ao efeito do sal e do tripolifosfato de sódio que causam uma diminuição do parâmetro de cor L*.

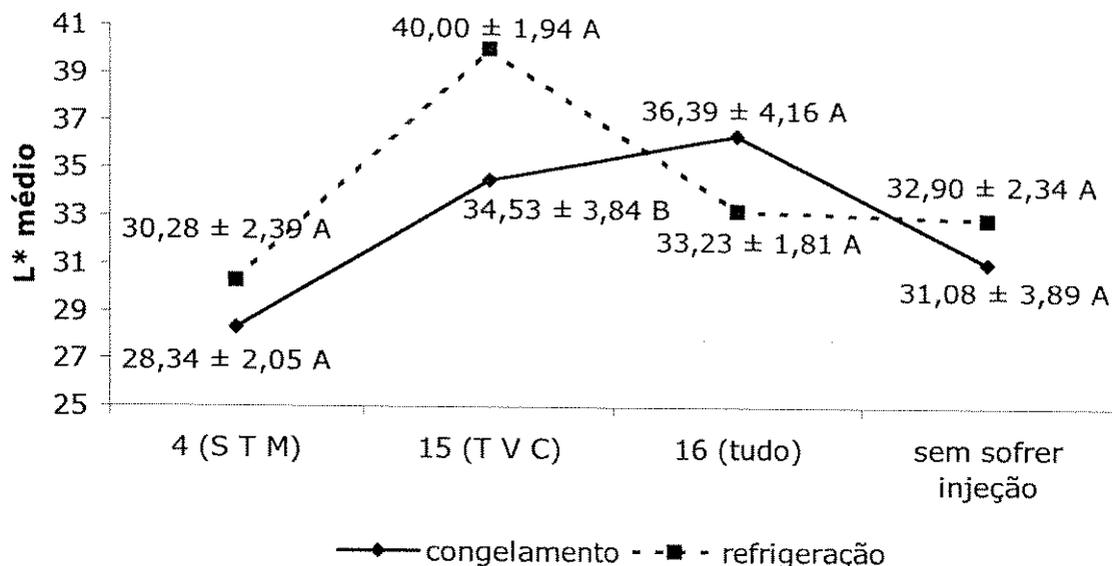


Figura 32 – L* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

L* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Já quando as amostras são mantidas sob refrigeração a 5°C por cinco dias, observa-se diferença no parâmetro de cor L* apenas para as amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, que ficaram mais claras que as demais.

Através da Figura 34, percebe-se que para amostras injetadas conforme uma mesma formulação não houve diferença no parâmetro de cor L* quando se variou a forma de embalagem, filme de PVC ou a vácuo. O mesmo ocorreu com a carne conservada sem sofrer injeção.

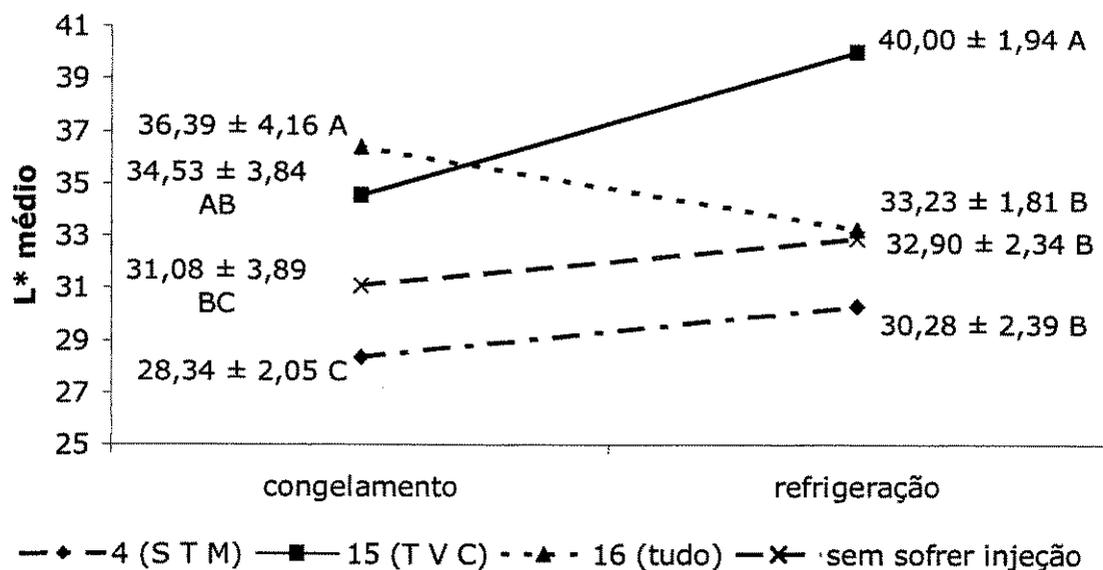


Figura 33 – L* médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

L* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

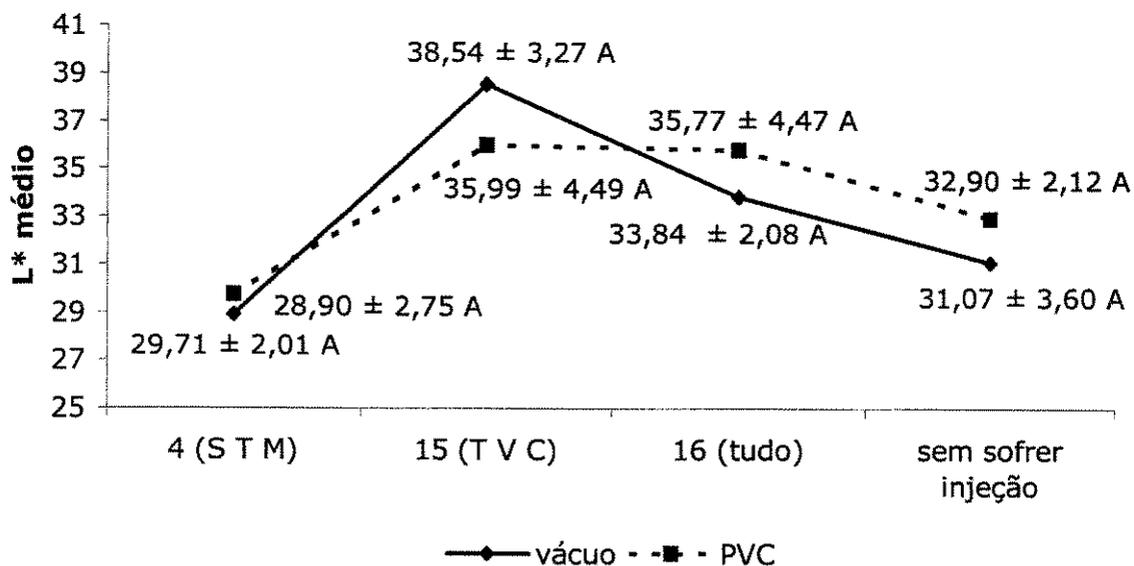


Figura 34 – L* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

L* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A Figura 35 mostra que quando embaladas a vácuo, as amostras em que foram injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos ficaram mais claras que as demais amostras. Já para as amostras injetadas conforme as demais formulações não se observou diferença no parâmetro de cor L* quando comparadas às amostras de carne conservadas sem sofrer injeção. No entanto, quando embaladas a vácuo, amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação ficam mais claras que amostras que sofreram injeção apenas de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina.

Já quando embaladas com filme de PVC, nenhuma das amostras marinadas apresentou diferença no parâmetro de cor L* em relação às amostras não injetadas. Observou-se que amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina ficam mais escuras que amostras injetadas conforme as demais formulações.

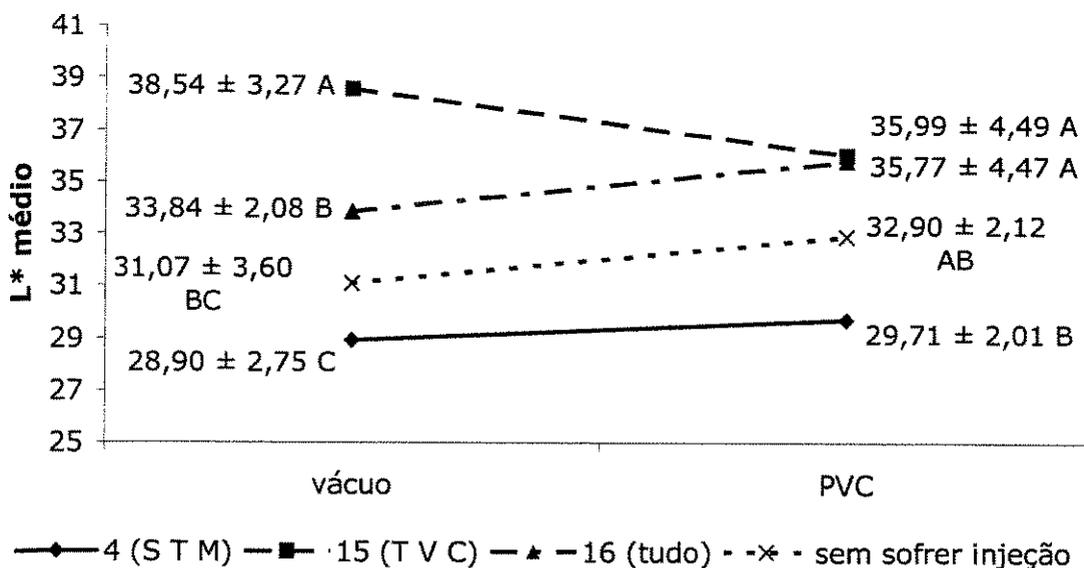


Figura 35 - L* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

L* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de embalagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A análise do efeito da interação de terceira ordem (existente entre o tipo de formulação injetada na carne, a temperatura de estocagem das peças e o tipo de embalagem) sobre o parâmetro de cor L* pode ser facilitada através da observação da Tabela 27, que mostra a matriz do teste de Tukey a 5% de significância. Os valores de L* para cada um dos ensaios podem ser vistos na Tabela 24.

Tabela 27 – Matriz do teste de Tukey para o parâmetro de cor L*.

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4 (STM) cong vácuo (1)																
4 (STM) cong PVC (2)																
4 (STM) refrig vácuo (3)																
4 (STM) refrig PVC (4)																
15 (TVC) cong vácuo (5)																
15 (TVC) cong PVC (6)																
15 (TVC) refrig vácuo (7)																
15 (TVC) refrig PVC (8)																
16 (tudo) cong vácuo (9)																
16 (tudo) cong PVC (10)																
16 (tudo) refrig vácuo (11)																
16 (tudo) refrig PVC (12)																
SI cong vácuo (13)																
SI cong PVC (14)																
SI refrig vácuo (15)																
SI refrig PVC (16)																

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

cong (congelamento), refrig (refrigeração).

Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Pode-se observar na Tabela 27 que para as amostras que sofrem injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, a forma de embalagem e a temperatura de estocagem das amostras não apresentou efeito estatisticamente

significativo a 5% de probabilidade sobre o parâmetro de cor L*. Ou seja, a forma de embalagem e de estocagem de amostras marinadas com estes ingredientes, observando-se o nível de injeção e concentração dos ingredientes utilizados, não fez com que a carne ficasse mais clara ou escura após o período de armazenamento.

O mesmo aconteceu com amostras que sofreram a injeção de todos os ingredientes estudados e com as amostras de carne não injetadas. Para estas amostras, a forma de embalagem e a temperatura de estocagem não influenciaram no parâmetro de cor L*.

Já as amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos apresentaram uma diferença no parâmetro de cor L* de acordo com a temperatura de estocagem, mas apenas quando estas são embaladas em filme de PVC. A Tabela 25 mostra que amostras injetadas com estes ingredientes e envoltas com duas camadas de filme de PVC ficaram mais escuras quando estocadas sob congelamento (-18°C) por dois meses do que quando estocadas sob refrigeração (5°C) por cinco dias. O mesmo não aconteceu quando estas amostras foram embaladas a vácuo.

Ainda através da análise da Tabela 27, percebe-se que quando as amostras foram embaladas a vácuo e estocadas sob congelamento, as amostras em que foram injetados sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, não diferiram das amostras conservadas sem sofrer injeção, quanto ao parâmetro de cor L*. Já as amostras que foram marinadas com todos os ingredientes ou com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, ficaram mais claras.

Quando estas mesmas amostras foram embaladas a vácuo, mas refrigeradas, observou-se um comportamento ligeiramente diferente. Nenhuma das amostras marinadas diferiu das amostras não injetadas quanto ao parâmetro de cor L*.

No entanto, as amostras que sofreram injeção de salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, ficaram mais claras (maior L*) que as amostras marinadas conforme as demais formulações. Quando embaladas em filme de PVC, estocadas sob refrigeração, estas amostras ficaram mais claras que as amostras conservadas sem sofrer injeção, mas não diferiram das amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes. As amostras que sofreram injeção de sal, vinagre e maltodextrina e as marinadas com todos os ingredientes, nestas condições de embalagem e estocagem, não diferiram das amostras que não sofreram injeção.

Por fim, durante a estocagem sob congelamento, as amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, embaladas com filme de PVC, ficaram mais claras que as demais amostras marinadas, enquanto que amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, ficaram mais escuras. No entanto, nenhuma das amostras marinadas diferiram das amostras conservadas sem sofrer injeção, quanto ao parâmetro de cor L*.

5.2.6.2 – Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor L*

Não foi possível correlacionar o parâmetro de cor L* com o pH nem com as perdas de peso durante o cozimento para nenhuma das formulações, temperaturas de estocagem e de embalagem estudadas.

A Figura 36 mostra a correlação entre o parâmetro de cor L* e os rendimentos do processo durante a estocagem para as amostras de carne que não sofreram injeção conservadas por dois meses sob congelamento (-18°C). Para estas amostras, quanto maior o parâmetro de cor L*, ou seja, quanto mais claras as amostras de carne não injetadas, menores foram as perdas de peso durante a estocagem.

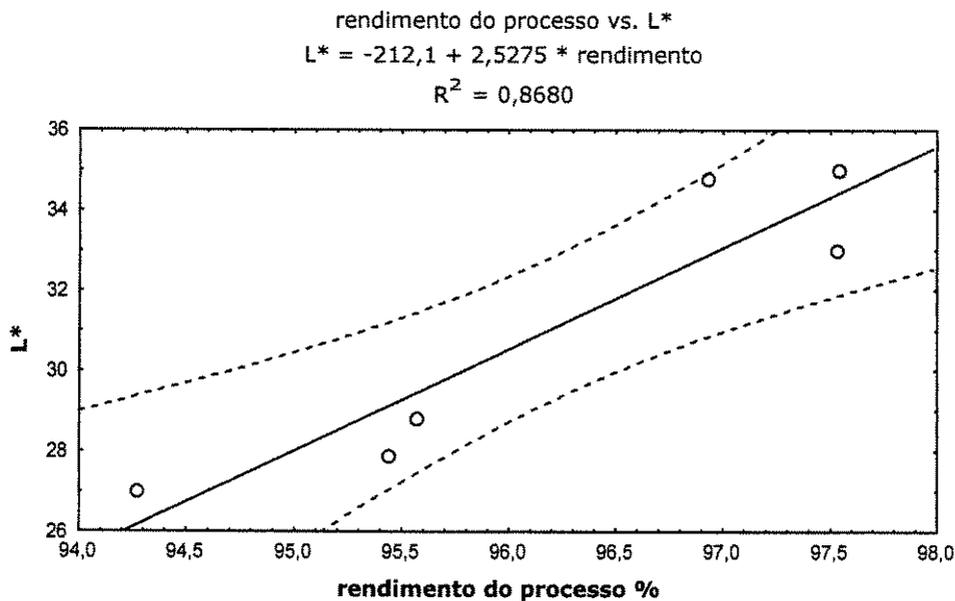


Figura 36 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e o rendimento do processo de marinação para amostras que não sofreram injeção, conservadas sob congelamento.

Existiu a mesma correlação quando as amostras não injetadas foram embaladas a vácuo, conforme mostra a Figura 37.

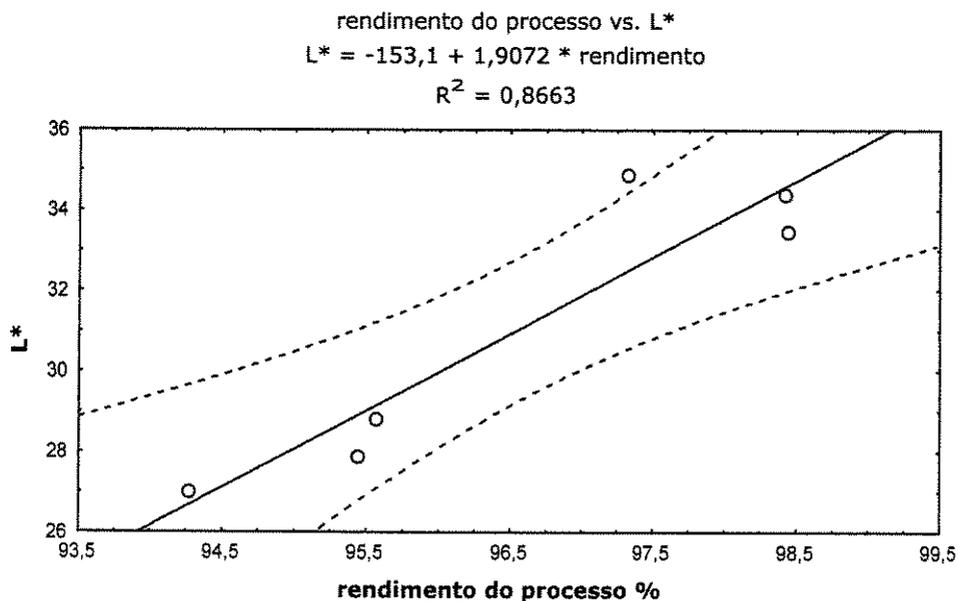


Figura 37 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e o rendimento do processo de marinação para amostras conservadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo.

Para as amostras que foram marinadas, assim como, para as demais temperaturas de estocagem e formas de embalagem, não foi possível correlacionar o parâmetro de cor L* com o rendimento do processo de marinação.

5.2.6.3 – Parâmetro de cor a*

Através da Tabela 28 observa-se que a forma de embalagem, analisada isoladamente, possui efeito sobre o parâmetro de cor a*, mas a temperatura de estocagem, se sob congelamento ou refrigeração, não. A formulação da salmoura de marinação, analisada isoladamente, não apresentou efeito sobre o parâmetro de cor a* das amostras de lagarto bovino injetadas. No entanto, as interações entre o tipo de salmoura e o tipo de embalagem, e entre a formulação e a temperatura de estocagem, apresentaram efeito sobre este parâmetro.

As demais interações também não apresentaram efeito significativo sobre o parâmetro de cor a* das peças de lagarto marinadas, nas condições estudadas, a 5% de probabilidade através de análise de variância multivariada.

Tabela 28 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor a* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações

	F calc	p
Formulação	2,411015	0,085051
Estocagem	2,611866	0,115885
Embalagem*	8,707064	0,005888
Formulação x Estocagem*	6,845907	0,001082
Formulação x Embalagem*	4,270073	0,012078
Estocagem x Embalagem	0,745675	0,394276
Formulação x Estocagem X Embalagem	1,826836	0,162125

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade

A Figura 38 mostra que amostras de lagarto embaladas a vácuo apresentaram, em média, o parâmetro de cor a* maior que amostras embaladas com filme de PVC, ou seja, após o período de estocagem ficaram mais vermelhas. Vale ressaltar que, para a medida da cor, as embalagens foram abertas e as peças de carne bovina foram expostas ao ambiente por 40 minutos, sob refrigeração (10°C).

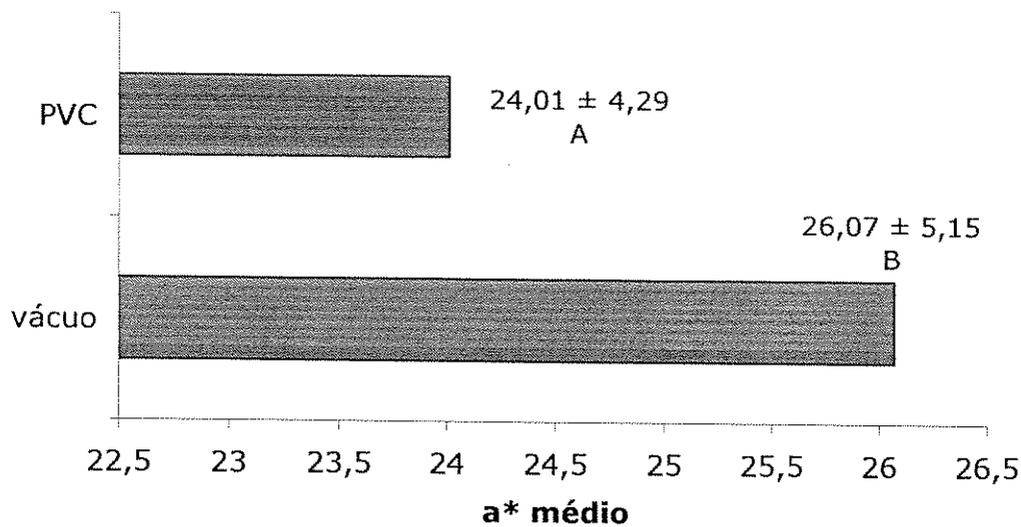


Figura 38 – a* médio de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

a* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

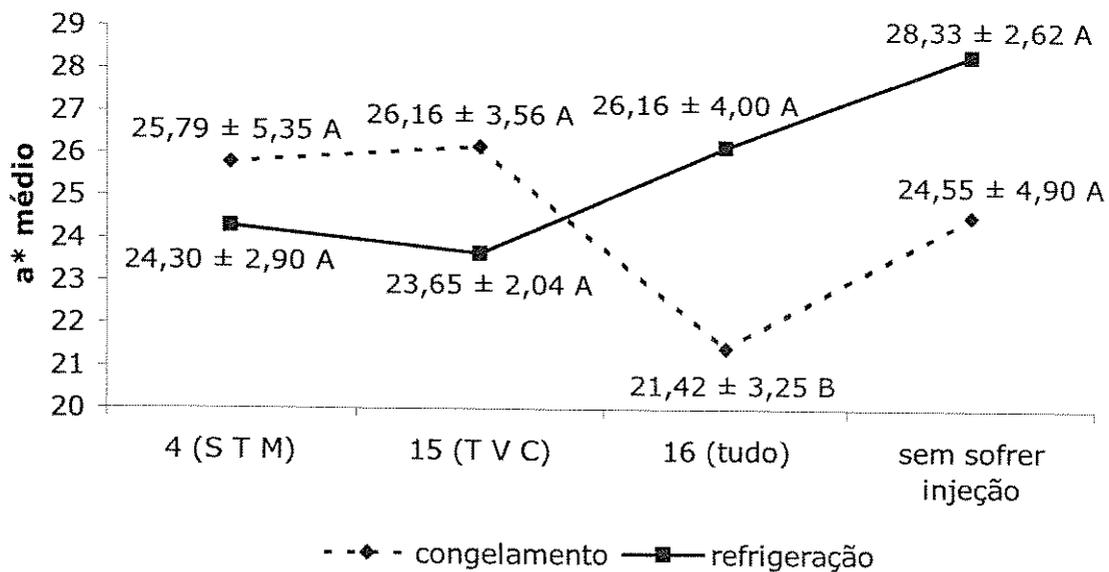


Figura 39 – a* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

a* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Apesar do efeito da interação entre a formulação e a temperatura de estocagem sobre o parâmetro de cor a^* ser significativo para as amostras de lagarto bovino marinadas, a Figura 39 mostra que apenas quando injetamos todos os ingredientes de marinagem estudados, as amostras que foram estocadas sob refrigeração ficaram mais vermelhas (maior a^*) que as amostras estocadas sob congelamento. Para as demais formulações, assim como, para as amostras não injetadas, a temperatura de estocagem não apresentou efeito sobre o parâmetro de cor a^* .

Observando-se a Figura 40 pode-se perceber que o parâmetro de cor a^* das amostras marinadas foi igual ao das amostras que não sofreram injeção, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento. Amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e alho e cebola em pó ficaram mais vermelhas que amostras onde foram injetados todos os ingredientes.

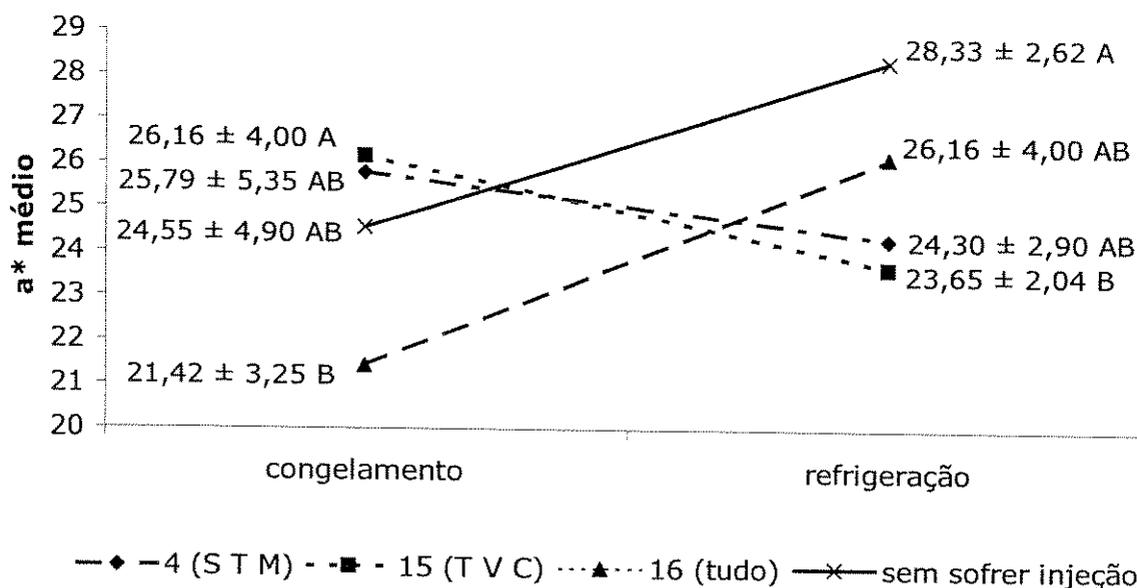


Figura 40 – a^* médio de acordo com a forma de estocagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

a^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Já sob refrigeração, estas amostras em que foram injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, ficaram menos vermelhas que as amostras conservadas sem sofrer injeção. Estas, por sua vez, não diferiram das amostras marinadas conforme as demais formulações quanto ao parâmetro de cor a^* .

Na Figura 41, percebe-se que apenas nas amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação estudados, o efeito da interação entre a formulação e o tipo de embalagem sobre o parâmetro de cor a^* , foi significativo. Amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação embaladas a vácuo apresentaram um a^* médio maior que amostras embaladas com filme de PVC, ou seja, ficaram mais vermelhas.

A forma de embalagem, se a vácuo ou envoltas com filme de PVC, não apresentou efeito sobre o parâmetro de cor a^* das amostras injetadas conforme as demais formulações, e nem sobre as amostras embaladas sem sofrer injeção.

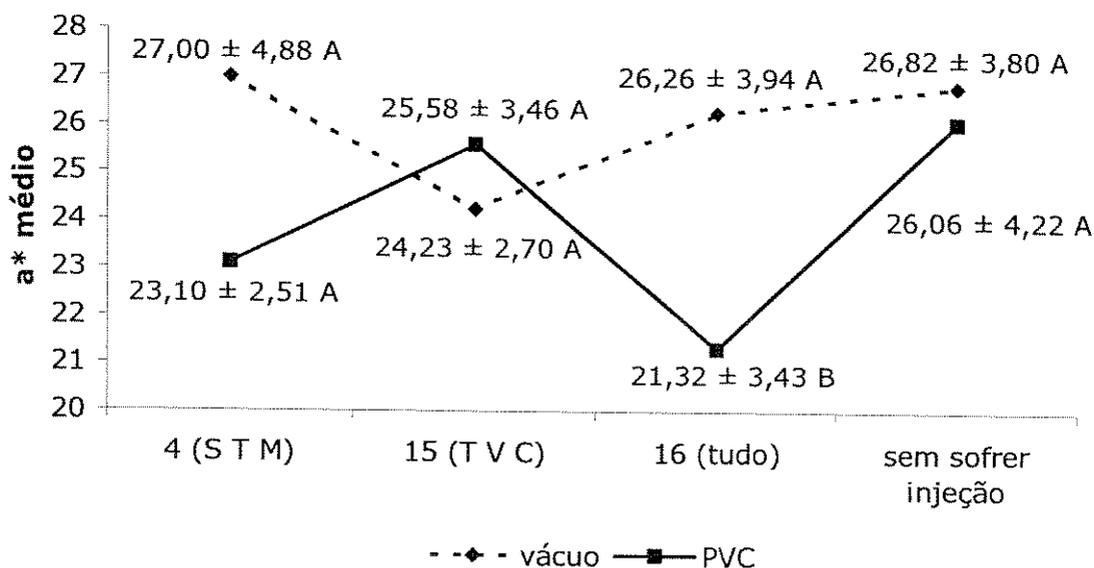


Figura 41 – a^* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

a^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Quando as amostras marinadas foram embaladas a vácuo, o parâmetro de cor a^* não mudou quando se variou a formulação injetada nas peças de lagarto bovino, conforme se pode observar na Figura 42. Amostras marinadas embaladas a vácuo também não apresentaram diferenças, em relação à cor vermelha, quando comparadas às amostras embaladas sem sofrer injeção.

Já quando as amostras são envoltas com duas camadas de filme de PVC, as amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação ficaram menos vermelhas que as amostras que foram embaladas sem sofrer injeção. O mesmo não ocorreu com as amostras injetadas conforme as demais formulações.

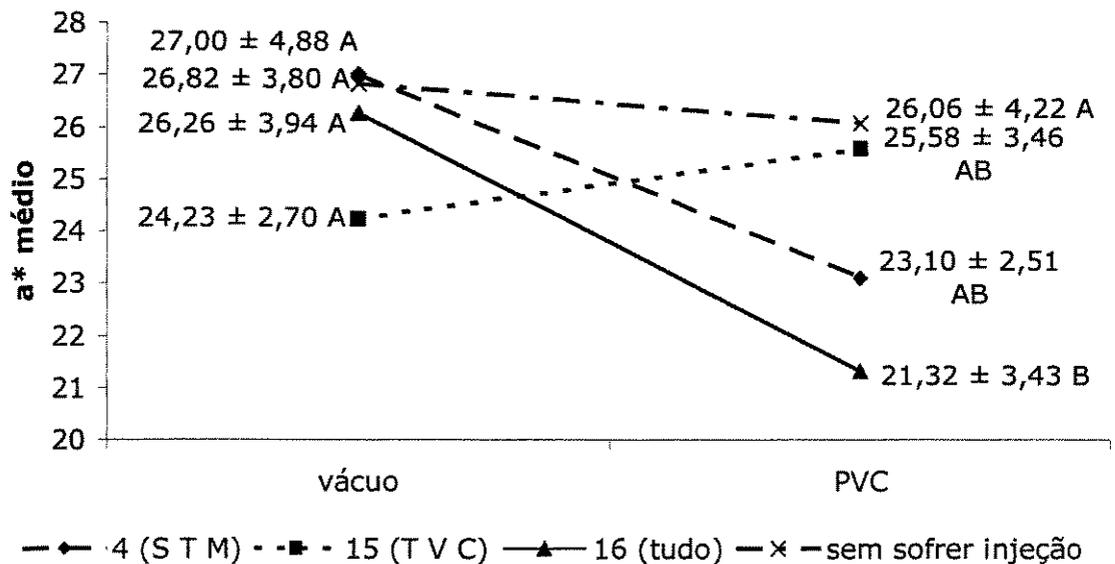


Figura 42 – a^* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

a^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de embalagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

5.2.6.4 – Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor a^*

Para amostras que não sofreram injeção foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor a^* e o rendimento do processo de marinação,

quando as mesmas foram embaladas a vácuo, conforme mostra a Figura 43. Para estas amostras, quanto maior o parâmetro de cor a^* , ou seja, quanto mais vermelhas as peças de carne marinadas, maior a retenção da salmoura injetada.

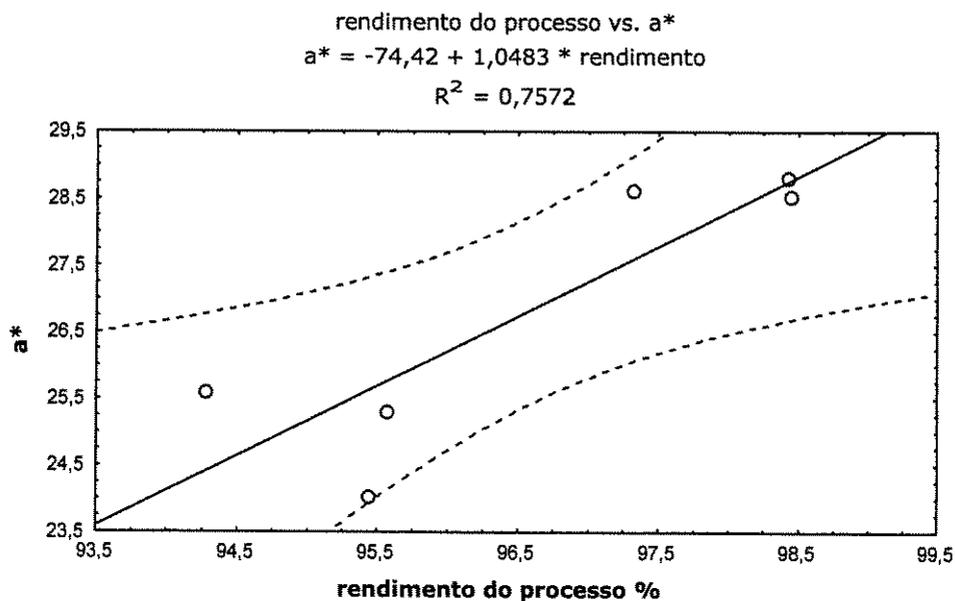


Figura 43 – Correlação entre o parâmetro de cor a^* e o rendimento do processo de marinação para amostras conservadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo.

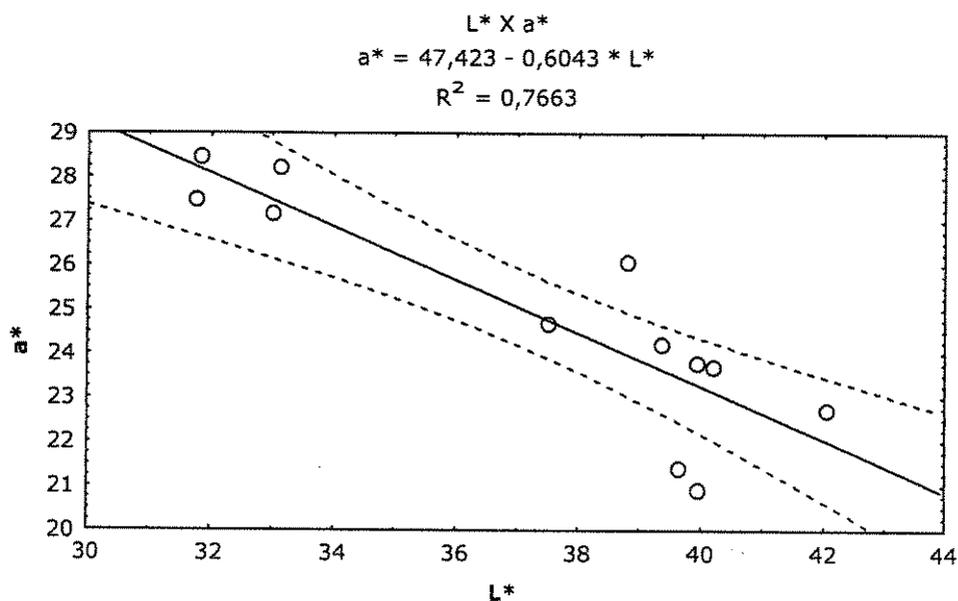


Figura 44 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos.

Para as amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos existiu uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* , independente da temperatura de estocagem e da forma de embalagem segundo se observa na Figura 44. Para estas amostras, quanto maior o parâmetro de cor a^* , menor o parâmetro de cor L^* , ou seja, amostras mais vermelhas ficaram mais escuras.

Na Figura 45 pode-se observar esta correlação, quando estas amostras foram estocadas sob congelamento. Já sob refrigeração não foi possível correlacionar os parâmetros de cor L^* e a^* para amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos.

Já a Figura 46 mostra a mesma correlação, quando as amostras foram embaladas com filme de PVC. Quando embaladas a vácuo, não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras que sofreram injeção destes ingredientes.

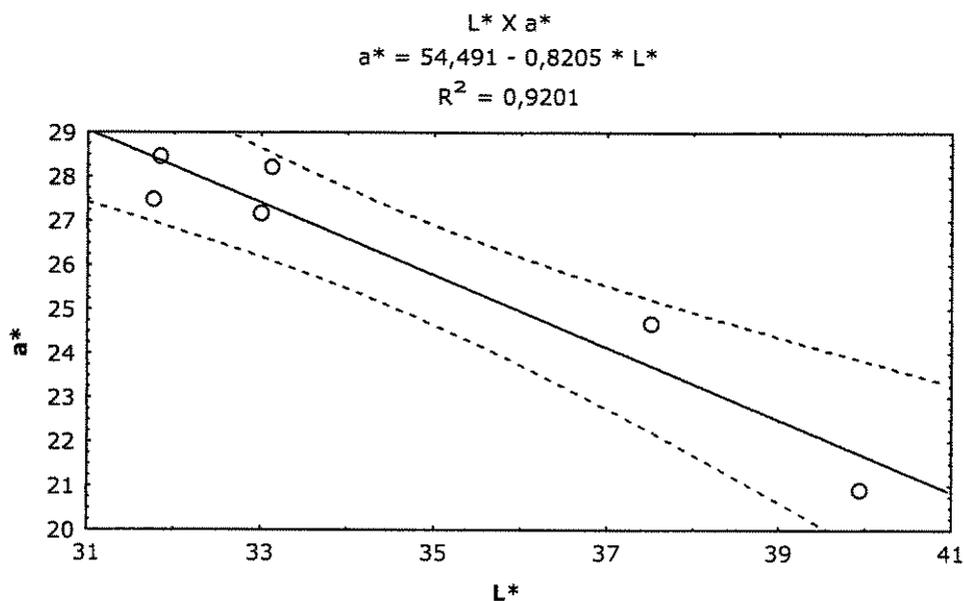


Figura 45 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, estocadas sob congelamento.

Ou seja, a correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* de amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos só é válida quando as mesmas foram estocadas sob congelamento ou quando foram embaladas com filme de PVC.

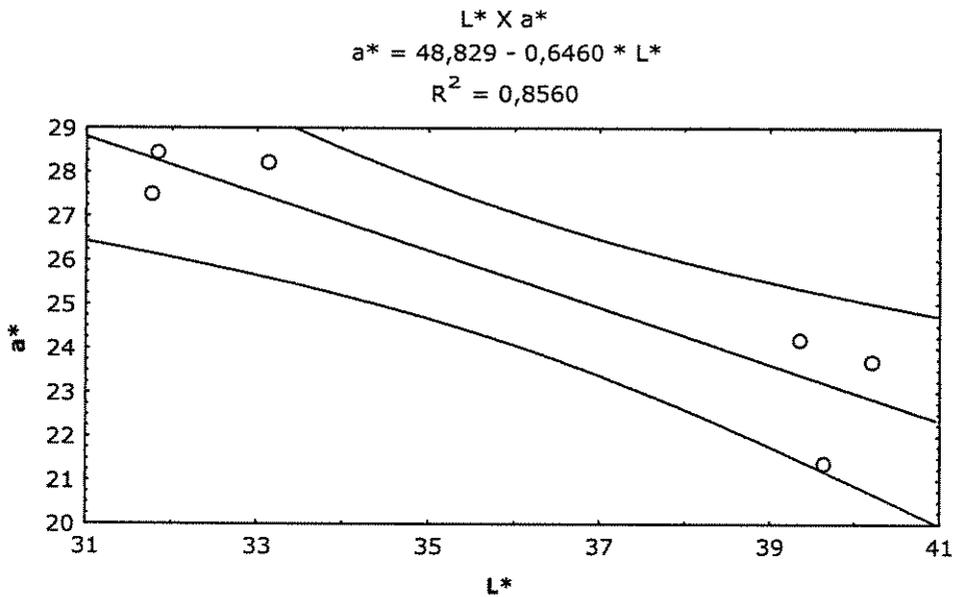


Figura 46 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, envoltas com duas camadas de filme de PVC.

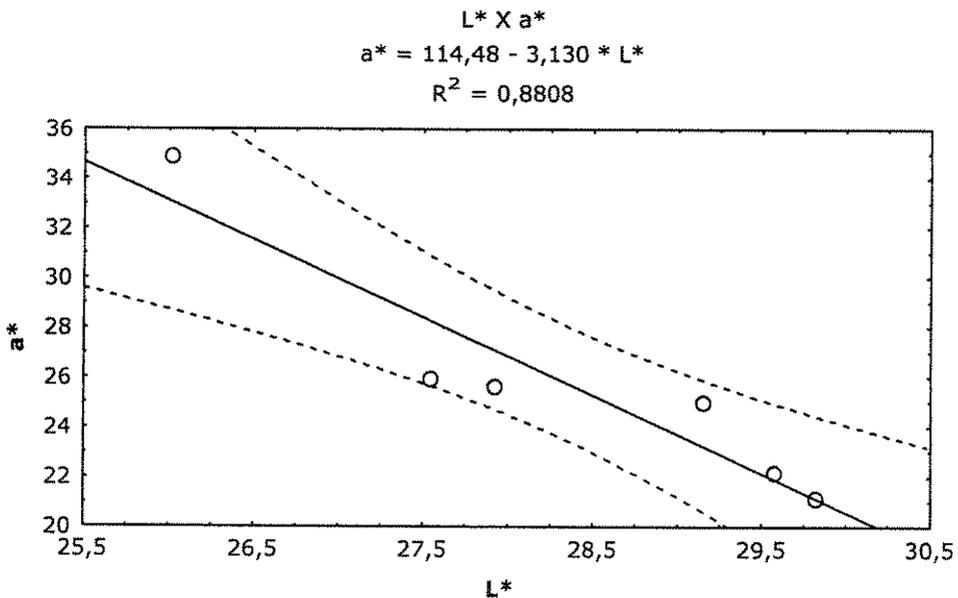


Figura 47 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras injetadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, conservadas sob congelamento.

A Figura 47 mostra que a mesma correlação existiu para amostras em que foram injetados sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento por dois meses.

Esta correlação também esteve presente em amostras marinadas com todos os ingredientes, estocadas sob congelamento, conforme se observa na Figura 48.

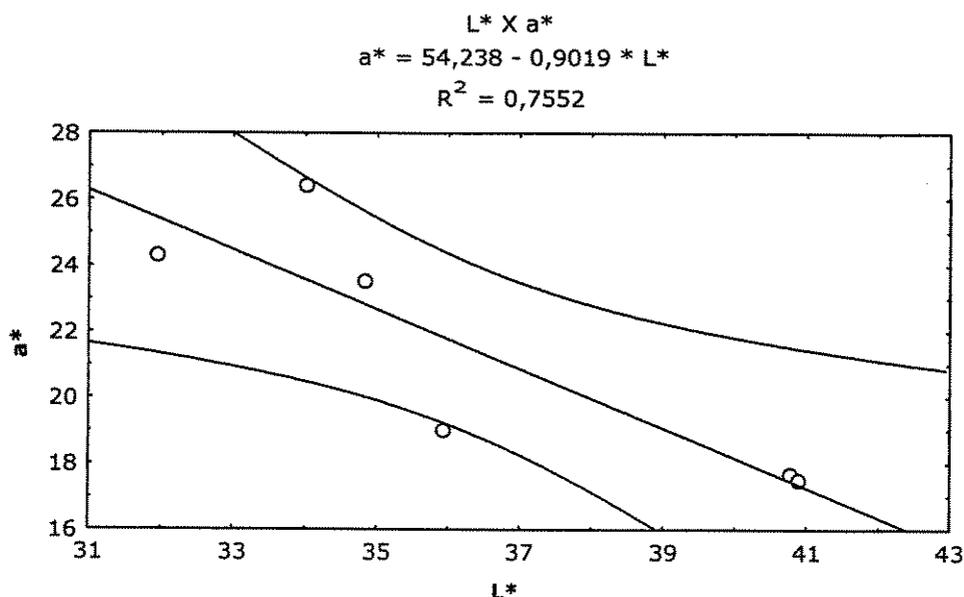


Figura 48 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob congelamento.

Quando estas mesmas amostras, que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação foram embaladas a vácuo, a mesma correlação existiu, conforme se observa na Figura 49. O mesmo ocorreu quando estas amostras foram envoltas em filme de PVC, como mostra a Figura 50.

Já as carnes não injetadas apresentaram este mesmo comportamento quando envoltas com filme de PVC, conforme se pode observar na Figura 51. No entanto, quando estas mesmas amostras foram embaladas a vácuo, ainda foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e L^* , porém, neste caso, quando o parâmetro de cor a^* aumentou, L^* também aumentou, ou

seja, as amostras mais vermelhas ficaram mais claras. Este comportamento é mostrado na Figura 52.

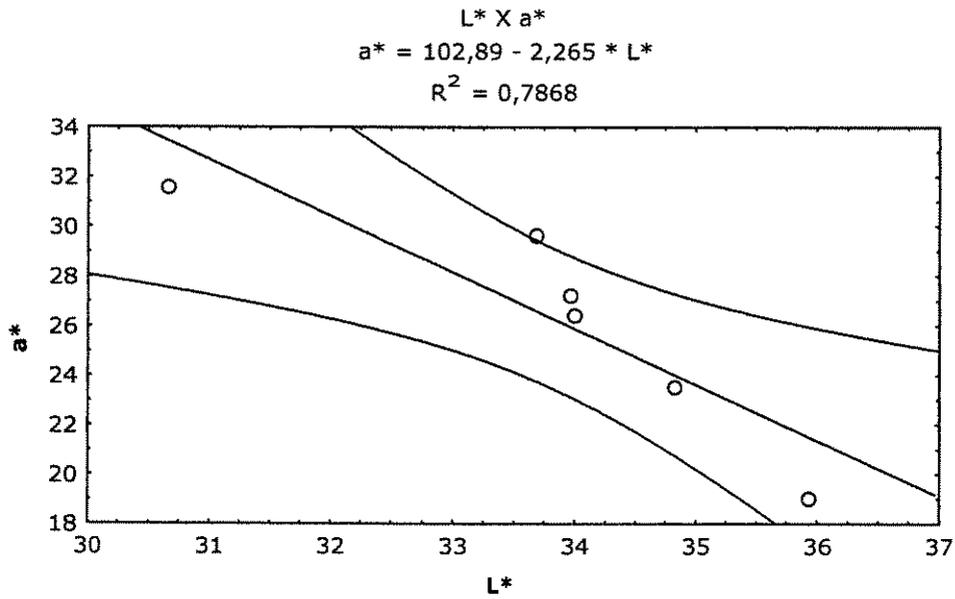


Figura 49 – Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, embaladas a vácuo.

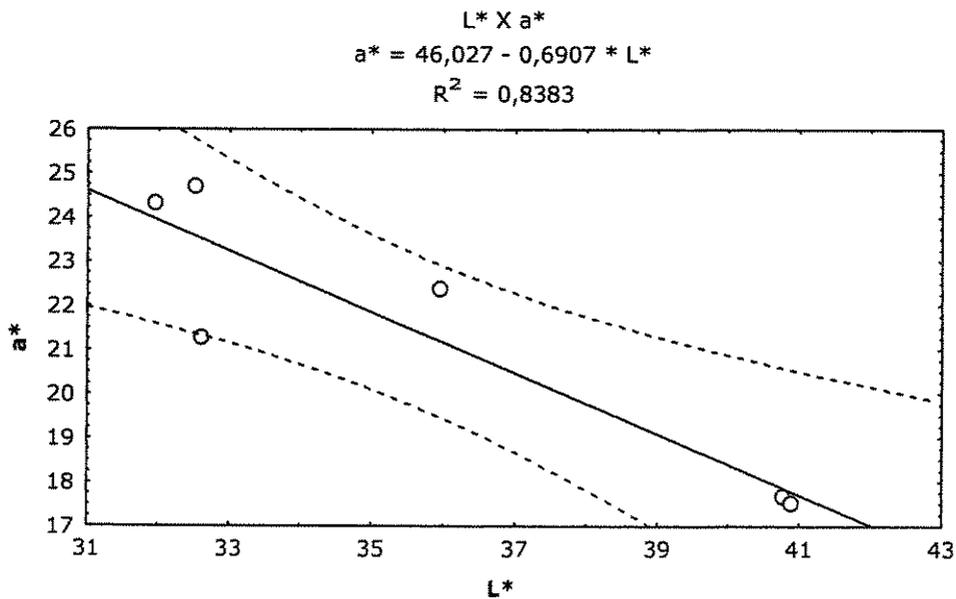


Figura 50 – Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, envoltas com duas camadas de filme de PVC.

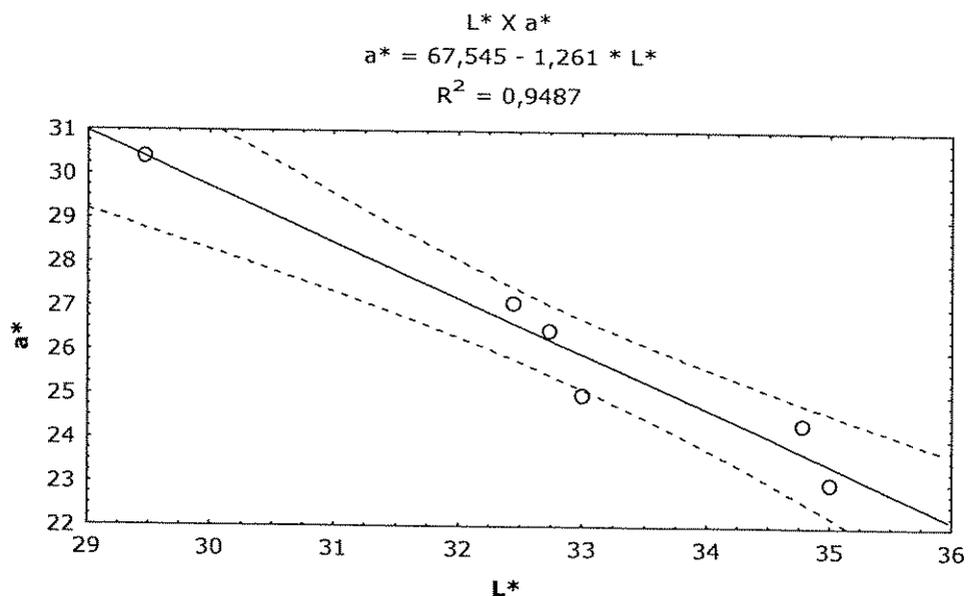


Figura 51 – Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras não injetadas, envoltas com duas camadas de filme de PVC.

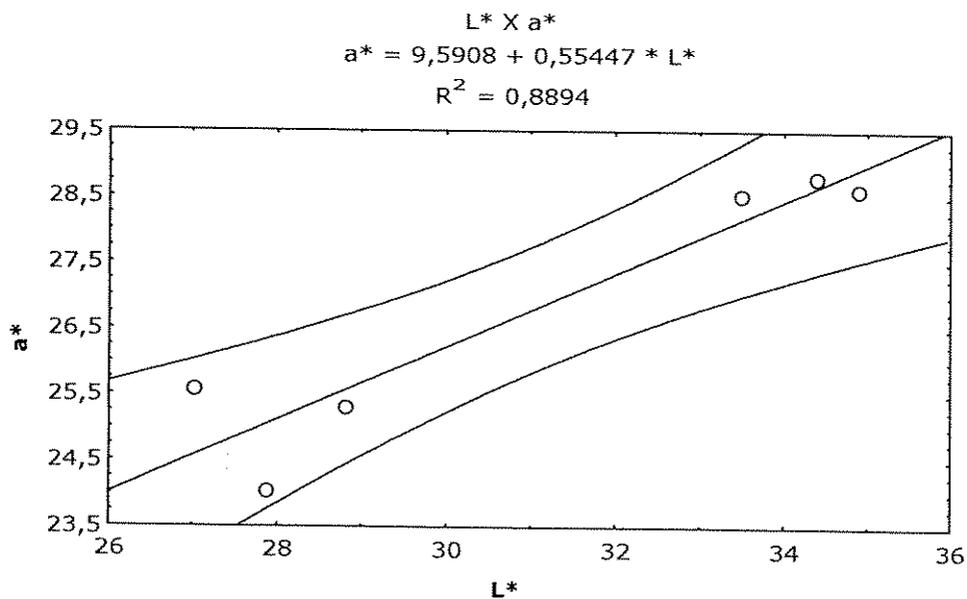


Figura 52 – Correlação entre os parâmetros de cor a* e L* para amostras não injetadas, embaladas a vácuo.

Não foi possível correlacionar o parâmetro de cor a* com o pH e nem com as perdas de peso durante o cozimento para nenhuma das formulações, formas de estocagem e de embalagem estudadas.

5.2.6.5 – Parâmetro de cor b*

A Tabela 29 mostra que apenas a forma de embalagem e a interação entre a forma de embalagem e a formulação da salmoura de marinação apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o parâmetro de cor b* das amostras de lagarto bovino marinadas.

Tabela 29 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o parâmetro de cor b* de lagarto bovino injetado com diferentes formulações.

	F calc	p
Formulação	2,318894	0,094089
Estocagem	0,285695	0,596687
Embalagem*	7,118227	0,011876
Formulação x Estocagem	2,697262	0,062282
Formulação x Embalagem*	3,924963	0,017120
Estocagem x Embalagem	0,005348	0,942160
Formulação x Estocagem X Embalagem	2,821575	0,054462

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

A formulação e a temperatura de estocagem, bem como as demais interações não apresentaram efeito estatisticamente significativo (análise de variância multivariada) sobre este parâmetro, nas condições estudadas.

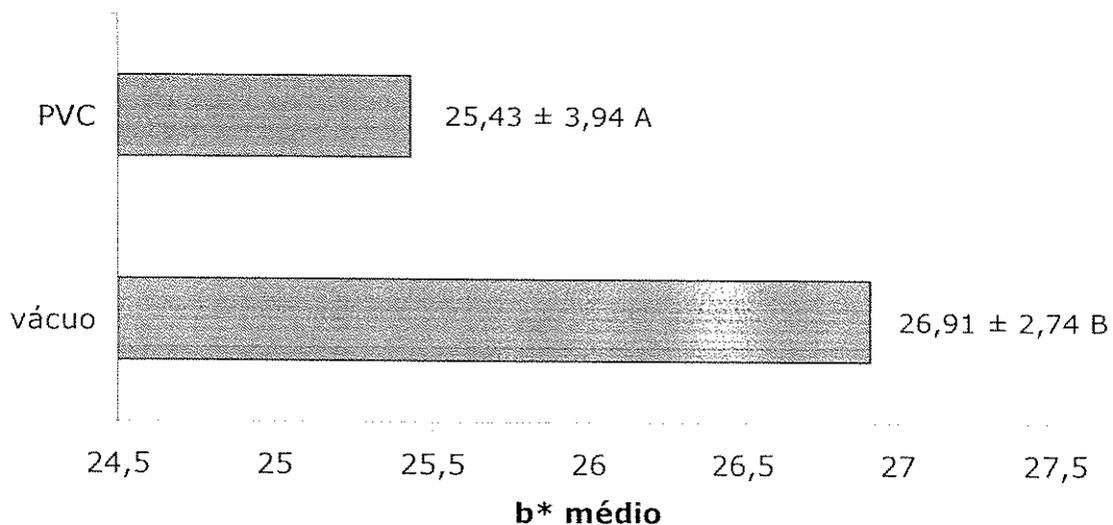


Figura 53 – b* médio de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino. b* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Pode-se perceber através da Figura 53 que quando as amostras foram embaladas a vácuo, estas apresentaram um parâmetro de cor b^* , em média, maior do que quando as mesmas foram envoltas com filme de PVC, ou seja, quando embaladas a vácuo ficam mais marrons.

Apesar do parâmetro de cor b^* das amostras embaladas a vácuo se mostrar, em média, maior que o das amostras envoltas em filme de PVC, a Figura 54 mostra que apenas para as amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação, esta diferença foi significativa ($p < 0,05$). Para estas amostras, a embalagem à vácuo deixou as carnes mais marrons (maior b^*). Para as demais amostras estudadas (marinadas e sem sofrer injeção), a forma de embalagem não apresentou efeito estatisticamente significativo sobre o parâmetro de cor b^* .

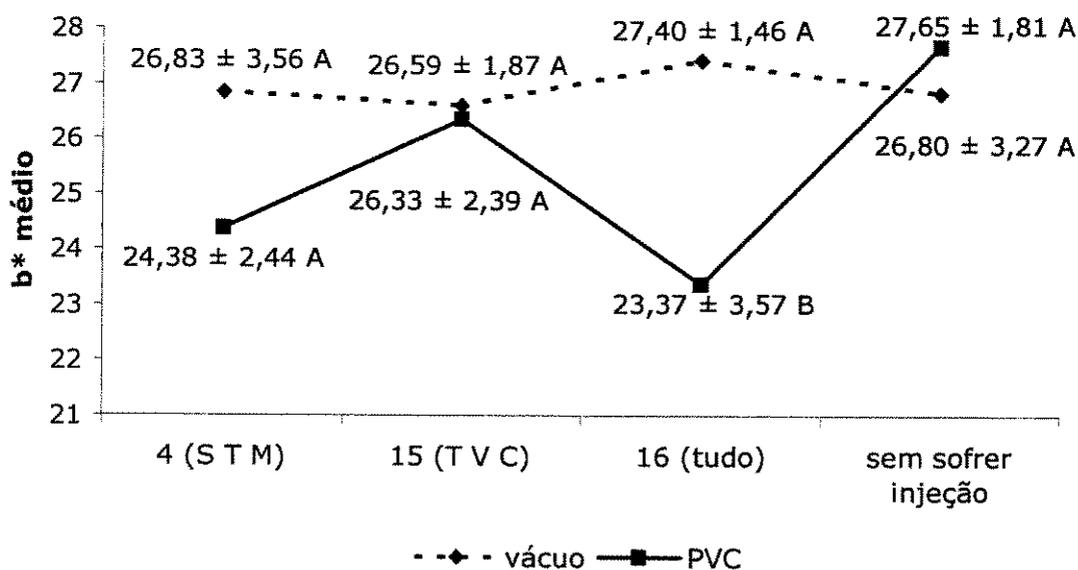


Figura 54 – b^* médio para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino.

b^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T (tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Como se pode observar na Figura 55, quando as amostras foram embaladas a vácuo, a formulação não apresentou efeito sobre o parâmetro de cor b^* , das

amostras marinadas. Já quando estas foram envoltas com duas camadas de filme de PVC, as amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes estudados ficaram menos marrons (maior b^*) que a carne não injetada.

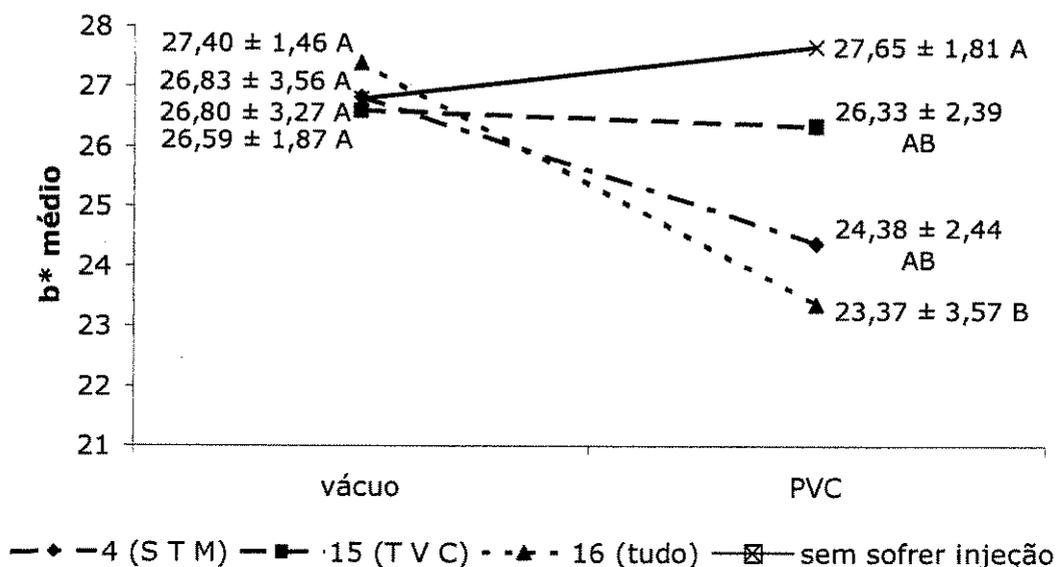


Figura 55 - b^* médio de acordo com a forma de embalagem para as diversas formulações de salmoura de injeção.

b^* seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para uma mesma forma de embalagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

5.2.6.6 - Correlação dos demais efeitos estudados com o parâmetro de cor b^*

A Figura 56 mostra que foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor b^* e o rendimento do processo para amostras que foram marinadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob congelamento por dois meses. Para estas amostras, quanto menor o parâmetro de cor b^* , maior foi a retenção de salmoura, ou seja, melhor o rendimento do processo de marinação. Para amostras marinadas desta forma estocadas sob refrigeração, a correlação não existiu.

Para amostras de lagarto bovino não injetadas, pode-se perceber através da Figura 57 a correlação existente entre o parâmetro de cor b^* e o pH destas

amostras, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento. Para estas amostras, quanto maior o parâmetro de cor b^* , menor foi o pH. Já quando as mesmas são estocadas durante cinco dias sob refrigeração, esta correlação não pôde ser estabelecida.

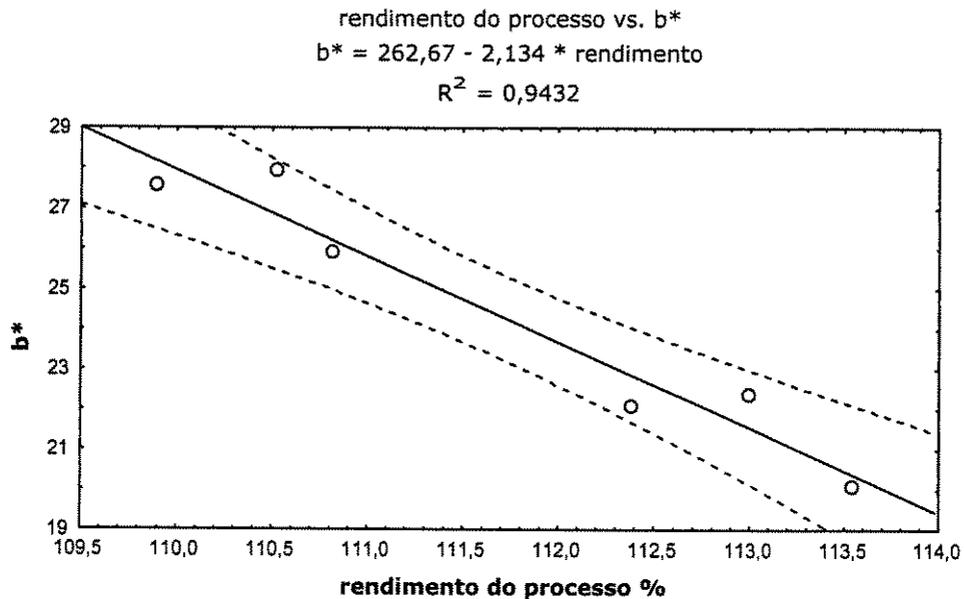


Figura 56 – Correlação entre o parâmetro de cor b^* e o rendimento do processo de marinação de amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob congelamento.

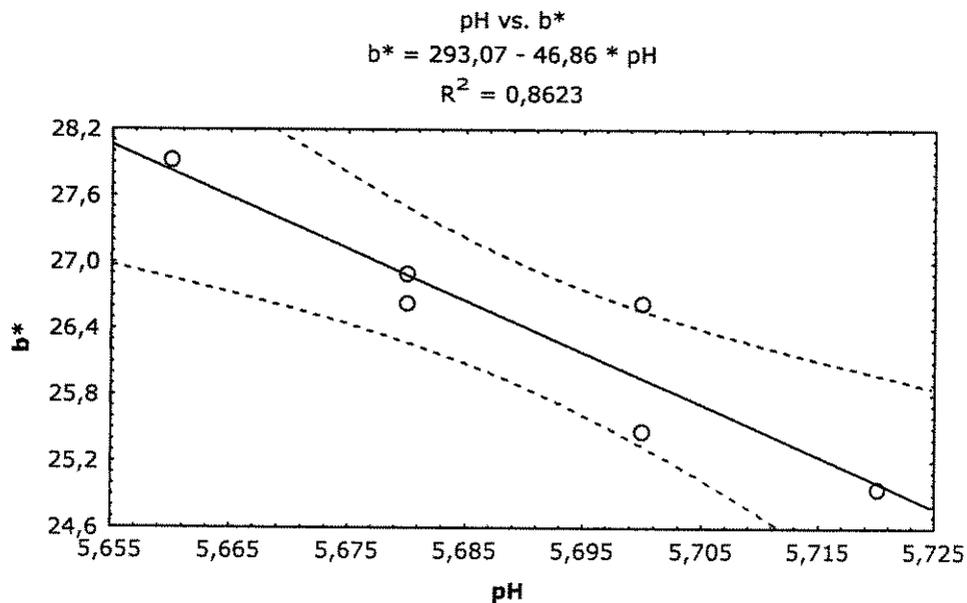


Figura 57 – Correlação entre o parâmetro de cor b^* e o pH de amostras não injetadas, conservadas sob congelamento.

Através da Figura 58 percebe-se que foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor b^* e as perdas durante o cozimento para amostras que sofreram a injeção de todos os ingredientes de marinação, quando estas foram conservadas sob refrigeração. Neste caso, quanto maior o parâmetro de cor b^* , menores foram as perdas de peso durante o cozimento. Esta correlação não pôde ser estabelecida, quando as mesmas foram conservadas sob congelamento.

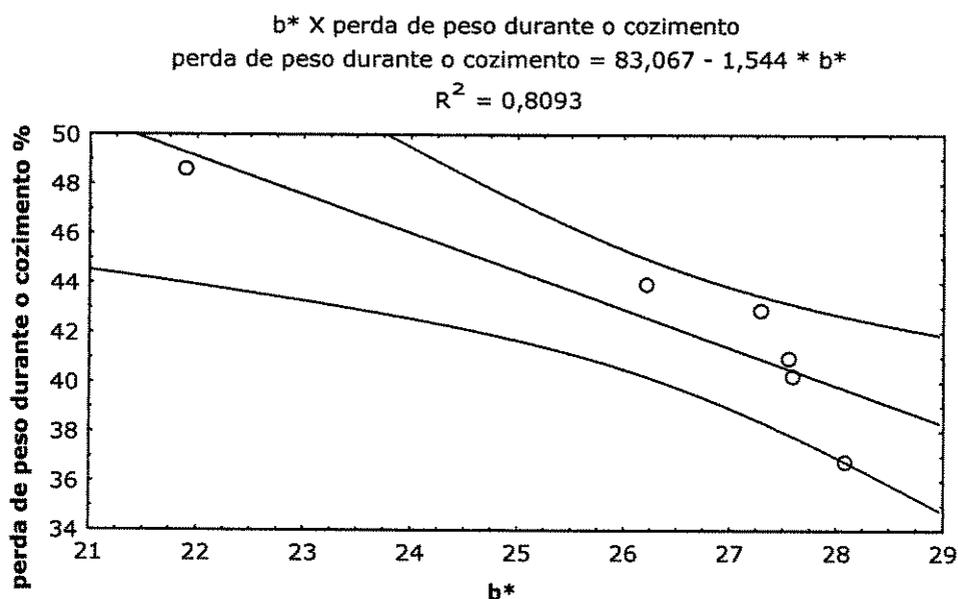


Figura 58 – Correlação entre o parâmetro de cor b^* e as perdas de peso durante o cozimento de amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação, conservadas sob refrigeração.

Para amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor b^* e L^* , quando estas foram conservadas sob congelamento. Na Figura 59 se observa que para estas amostras quanto maior o valor de b^* , menor o valor de L^* , ou seja, mais escuras ficaram as amostras de lagarto bovino marinadas. Esta correlação não pôde ser estabelecida, quando estas mesmas amostras, são estocadas sob refrigeração.

A Figura 60 mostra que amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando envoltas em duas camadas de filme de PVC, apresentaram o mesmo comportamento. O mesmo não se observou quando estas

mesmas amostras foram embaladas a vácuo, já que neste caso, não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor b^* e L^* das amostras.

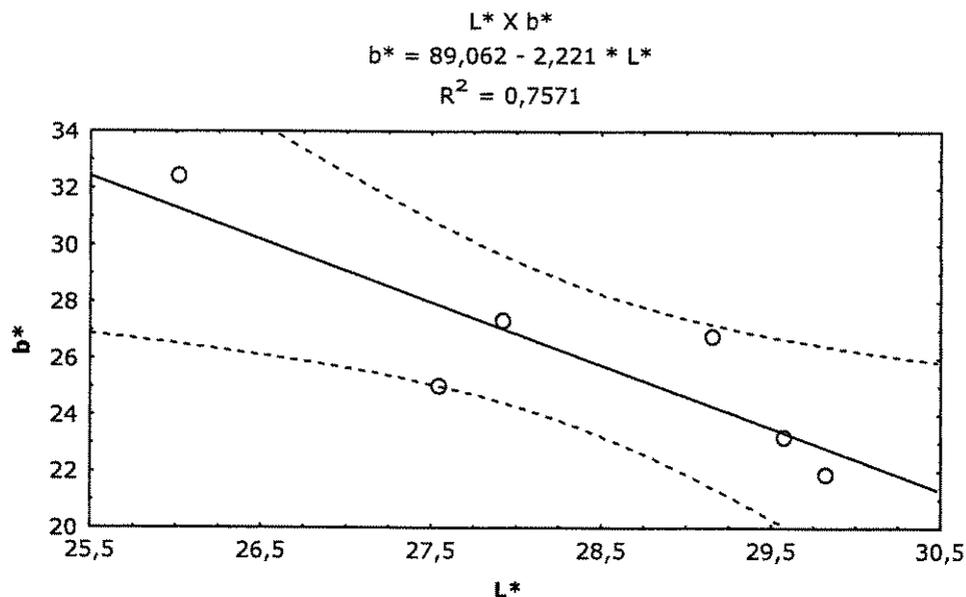


Figura 59 – Correlação entre os parâmetros de cor b^* e L^* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, conservadas sob congelamento.

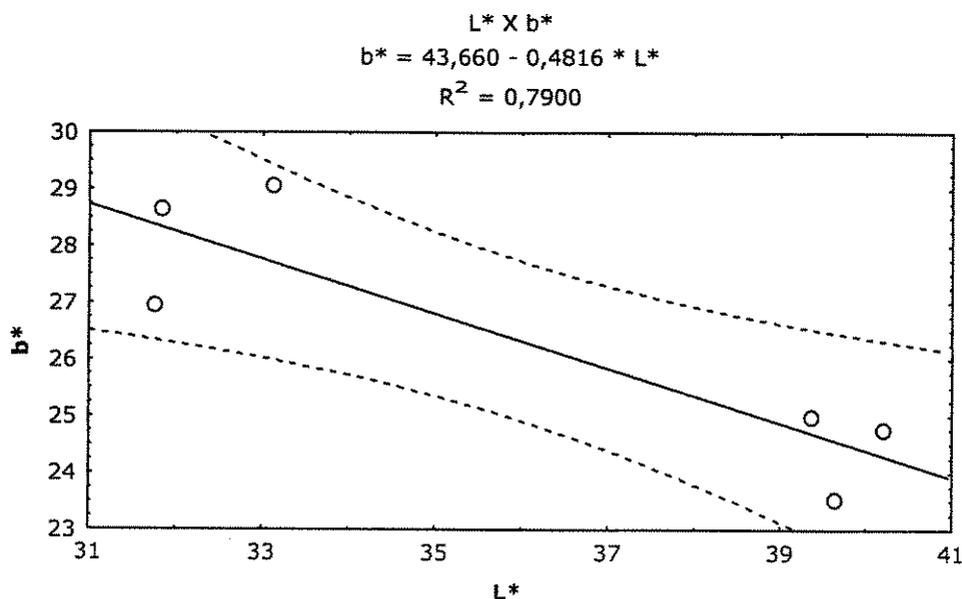


Figura 60 – Correlação entre os parâmetros de cor b^* e L^* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC.

Foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* em amostras que foram marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e

maltodextrina, conforme mostra a Figura 61. Para estas amostras quanto maior o parâmetro de cor a^* , maior o parâmetro de cor b^* .

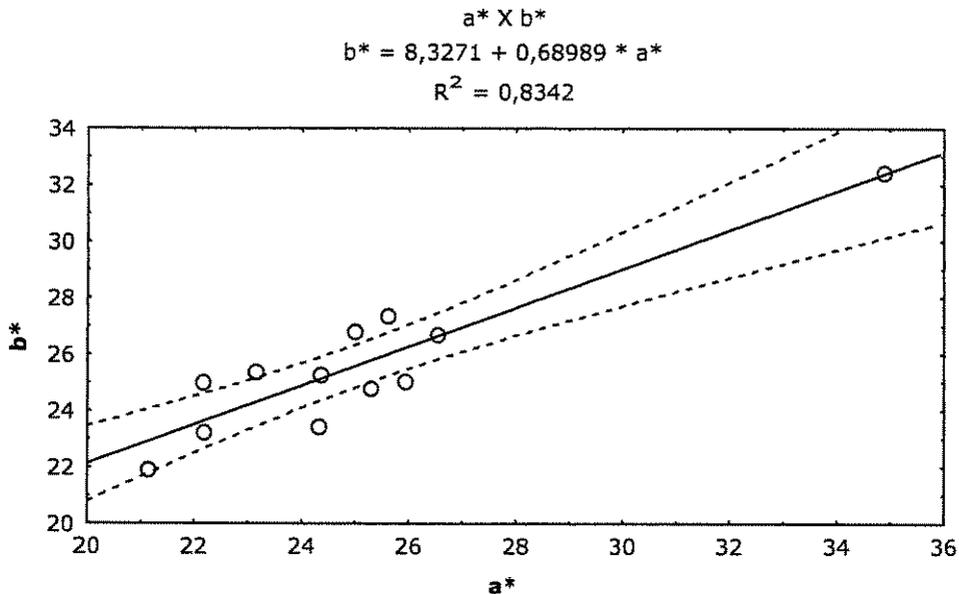


Figura 61 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina.

A Figura 62 mostra este comportamento quando as amostras marinadas desta maneira foram estocadas sob congelamento. Já quando as mesmas foram estocadas sob refrigeração não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* .

Este comportamento também foi observado quando estas mesmas amostras foram embaladas a vácuo, como mostra a Figura 63. Já quando envoltas em duas camadas de filme de PVC, não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras que sofreram a injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina.

Ou seja, só foi possível estabelecer a correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento ou quando foram embaladas a vácuo.

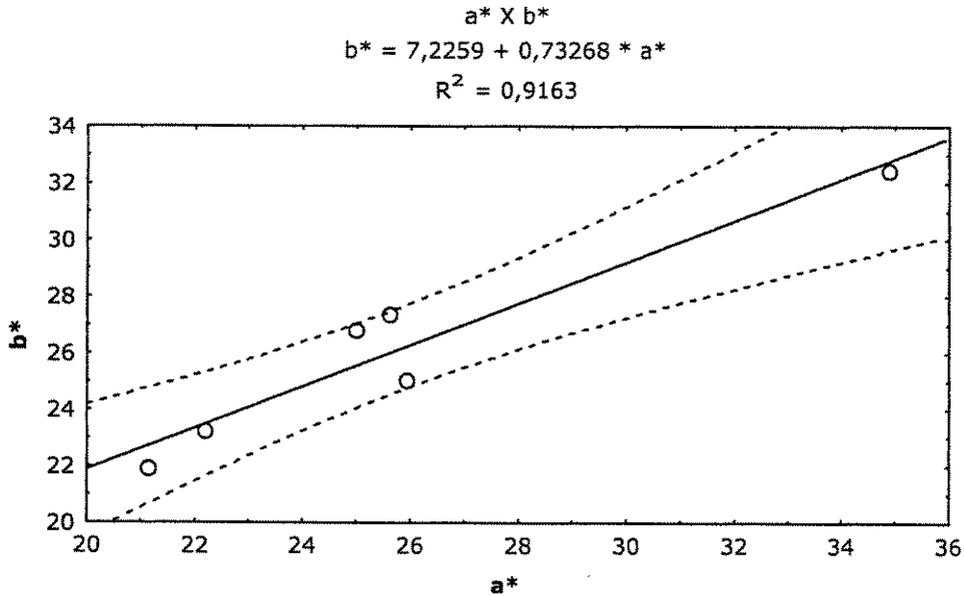


Figura 62 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, estocadas sob congelamento.

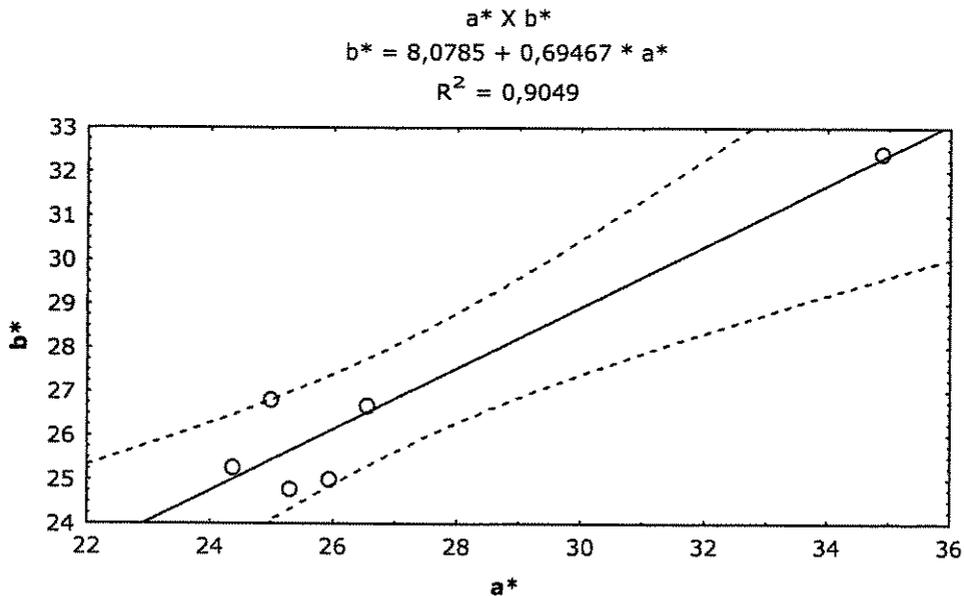


Figura 63 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, embaladas a vácuo.

É possível ainda correlacionar os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras que foram marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando estas foram estocadas sob congelamento, conforme foi mostrado na Figura 64; ou quando foram envoltas em duas camadas de filme de PVC, segundo a Figura 65. Em ambos os casos, quanto maior o parâmetro de cor b^* , maior o parâmetro de

cor a^* , ou seja, mais vermelha ficou a peça de lagarto bovino marinada. Quando estas mesmas amostras foram conservadas sob refrigeração ou foram embaladas a vácuo, esta correlação não pôde ser estabelecida.

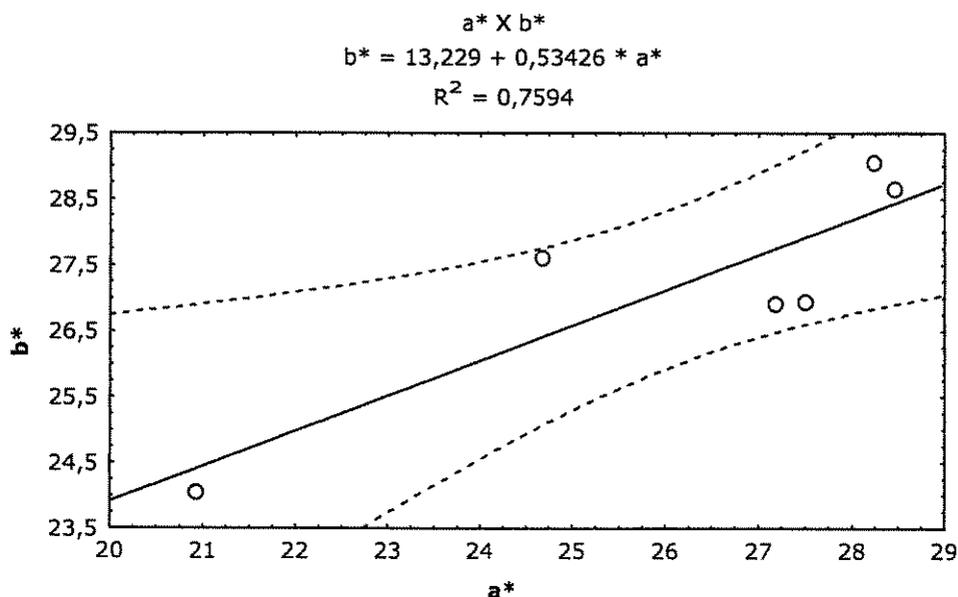


Figura 64 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, estocadas sob congelamento.

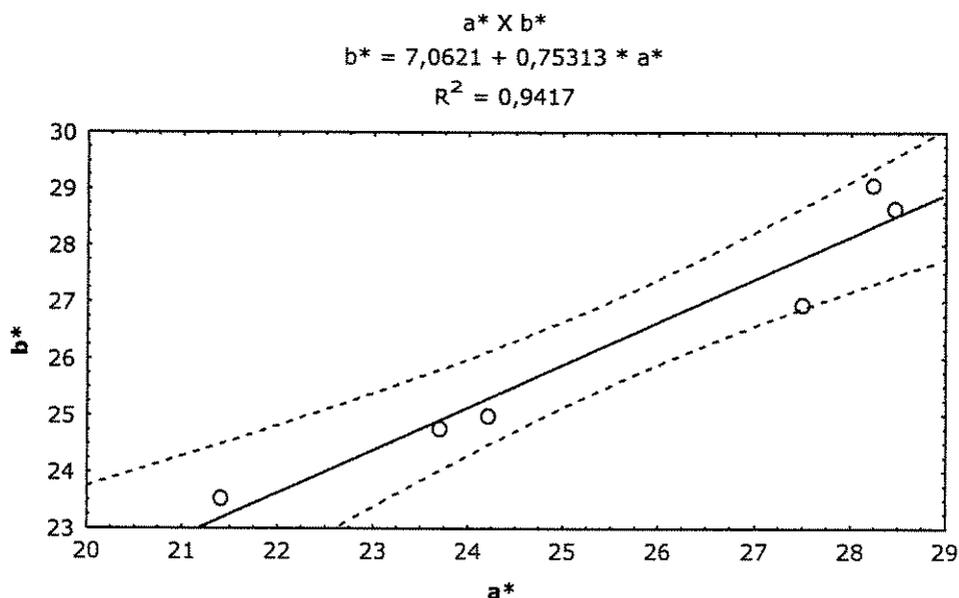


Figura 65 – Correlação entre os parâmetros de cor a^* e b^* de amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC.

Todas as correlações que não foram citadas, entre qualquer parâmetro, não puderam ser estabelecidas ($R^2 < 0,75$).

5.2.7. Aceitação sensorial da carne antes e após o cozimento

Na Tabela 30 estão representadas as notas de aceitação sensorial conferidas pelos provadores às peças de lagarto bovino marinadas conforme as formulações dos ensaios da Tabela 2, antes e após o cozimento.

Tabela 30 – Escores médios de aceitação sensorial conferidos pelos provadores às amostras de lagarto bovino antes e após o cozimento.

Ensaio	Escore médio de aceitação	
	Antes do cozimento	Após o cozimento
4 (STM) congelada vácuo	5,6	4,1
4 (STM) congelada PVC	4,0	4,4
4 (STM) refrigerada vácuo	5,7	5,4
4 (STM) refrigerada PVC	2,7	5,4
15 (TVC) congelada vácuo	4,0	3,7
15 (TVC) congelada PVC	3,9	3,8
15 (TVC) refrigerada vácuo	4,1	4,9
15 (TVC) refrigerada PVC	3,0	4,3
16 (tudo) congelada vácuo	2,0	5,5
16 (tudo) congelada PVC	1,3	4,5
16 (tudo) refrigerada vácuo	4,6	3,7
16 (tudo) refrigerada PVC	1,8	5,7
sem sofrer injeção congelada vácuo	6,6	4,8
sem sofrer injeção congelada PVC	3,4	4,7
sem sofrer injeção refrigerada vácuo	6,1	4,6
sem sofrer injeção refrigerada PVC	5,4	4,5

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

5.2.7.1 – Análise sensorial da carne marinada antes do cozimento

A Tabela 31 mostra que apenas a temperatura de estocagem estudada isoladamente e a interação entre a forma de embalagem e a temperatura de estocagem não apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre os escores médios de aceitação sensorial conferidos pelos provadores à aparência das amostras de lagarto bovino marinadas, antes do cozimento.

Tabela 31 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o escore médio de aceitação sensorial da aparência de lagarto bovino injetado com diferentes formulações, antes do cozimento.

	F calc	p
Formulação*	59,32576	1x10 ⁻⁹⁹
Estocagem	3,85666	0,050145
Embalagem*	99,35889	1x10 ⁻⁹⁹
Formulação x Estocagem*	9,88000	0,000003
Formulação x Embalagem*	4,95716	0,002138
Estocagem x Embalagem	2,30355	0,129760
Formulação x Estocagem X Embalagem*	9,90991	0,000002

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Através da Figura 66, percebe-se que as amostras não injetadas receberam em média as melhores notas de aceitação sensorial de aparência. Dentro das amostras marinadas, as que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina foram as que obtiveram os melhores escores médios, sendo que os menores escores médios de aceitação sensorial foram atribuídos pelos provadores às amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação estudados.

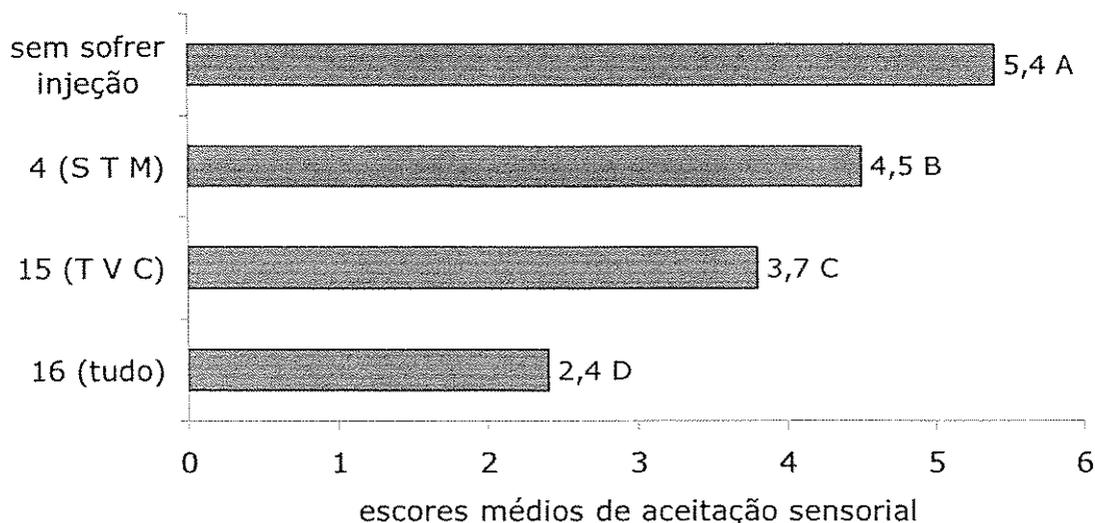


Figura 66 – Escores médios de aceitação sensorial de aparência para as diversas formulações de lagarto bovino injetado.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A Figura 67 mostra que amostras de lagarto bovino embaladas a vácuo receberam, em média, escores de aceitação sensorial de aparência maiores que amostras envoltas em filme de PVC.

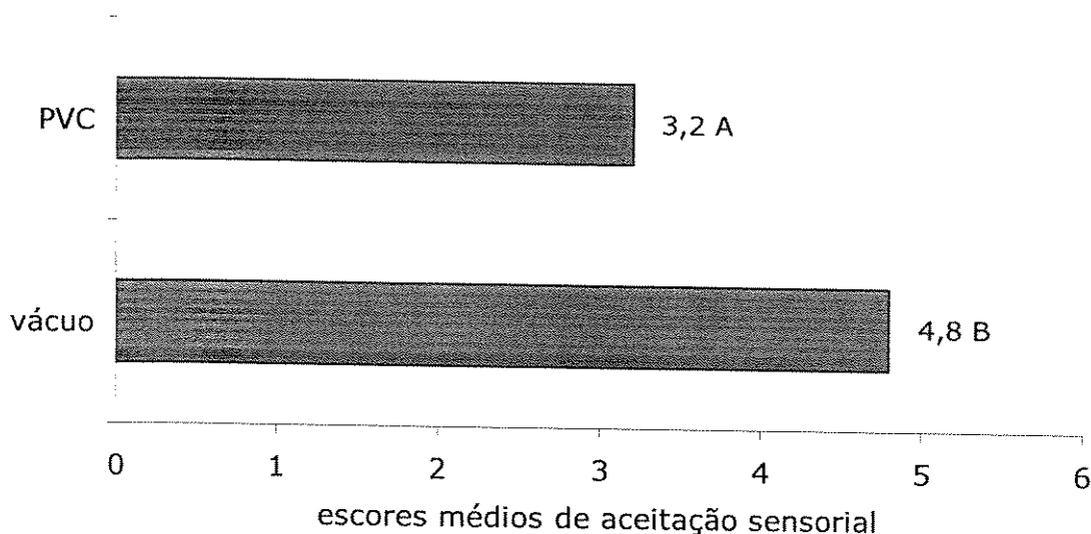


Figura 67 – Escores médios de aceitação sensorial de aparência de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Apesar das amostras embaladas a vácuo receberem escores de aceitação médios maiores que amostras embaladas com filme de PVC, através da Figura 68 vê-se que para amostras em que são injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os escores de aceitação sensorial conferidos pelos provadores para as amostras quando se variou a forma de embalagem.

Através da Figura 69 vê-se que apesar das amostras não injetadas receberem os maiores escores médios de aceitação sensorial, quando as peças de lagarto bovino foram embaladas a vácuo, estes escores não diferiram dos escores obtidos pelas amostras que foram marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina.

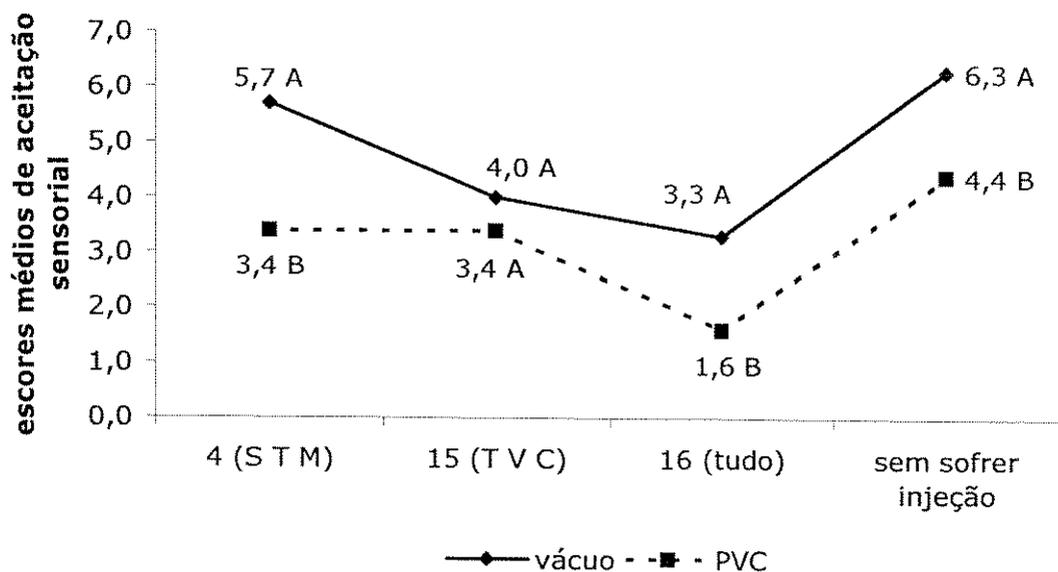


Figura 68 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

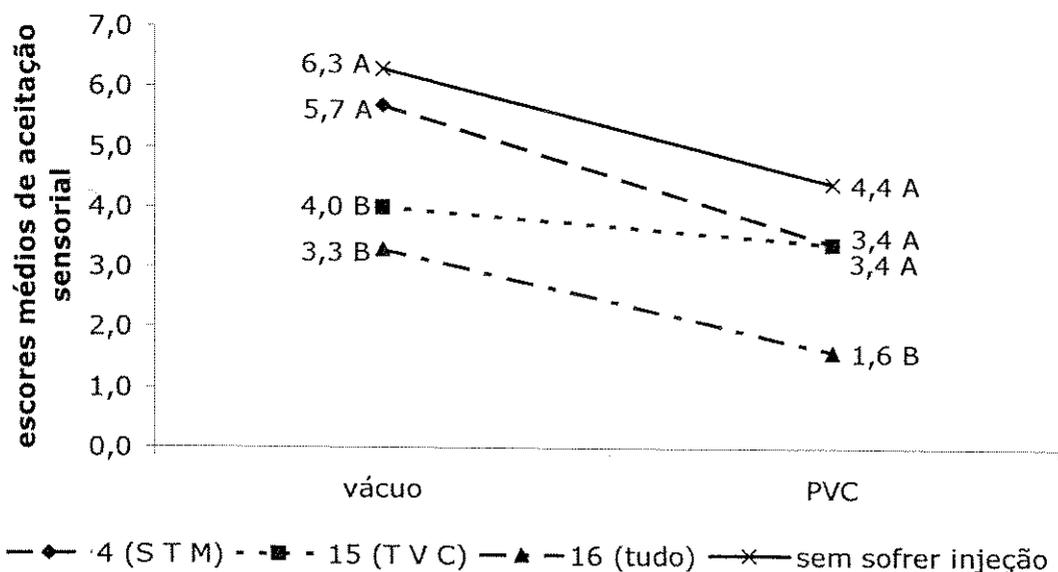


Figura 69 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de embalagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma forma de embalagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Os escores obtidos pelas amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação também não diferiram dos escores médios de aceitação sensorial recebidos pelas amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando essas amostras foram embaladas a vácuo.

Já quando as amostras foram embaladas com filme de PVC, os escores médios de aceitação sensorial da aparência concedido pelos provadores às amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação foram menores que os escores concedidos às demais amostras.

Analisando-se a Figura 70 observa-se que quando as amostras sofrem injeção de todos os ingredientes de marinação, aquelas que foram conservadas sob refrigeração obtiveram escores médios de aceitação sensorial maiores que aquelas que foram estocadas sob congelamento. Para as demais amostras, a forma de estocagem não exerceu efeito sobre os escores de aceitação sensorial concedidos pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino.

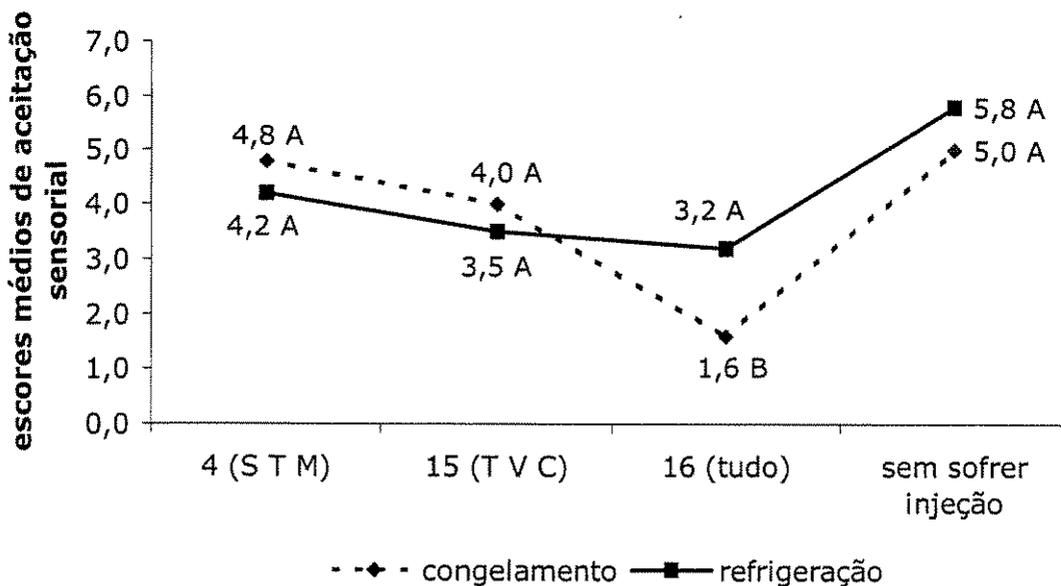


Figura 70 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A Figura 71 mostra que quando foram estocadas sob congelamento, as amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato e maltodextrina obtiveram os mesmos escores de aceitação que as amostras não injetadas, o que não ocorreu quando as mesmas foram estocadas sob refrigeração.

Ainda quando estocadas sob congelamento, os escores concedidos pelos provadores às amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, não diferiu daqueles concedidos às amostras marinadas com sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina. O mesmo ocorreu quando estas mesmas amostras foram estocadas sob refrigeração.

Quando estocadas sob refrigeração, os escores obtidos pelas amostras que sofreram a injeção de todos os ingredientes de marinagem não diferiu daqueles obtidos pelas amostras marinadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre, alho e cebola em pó.

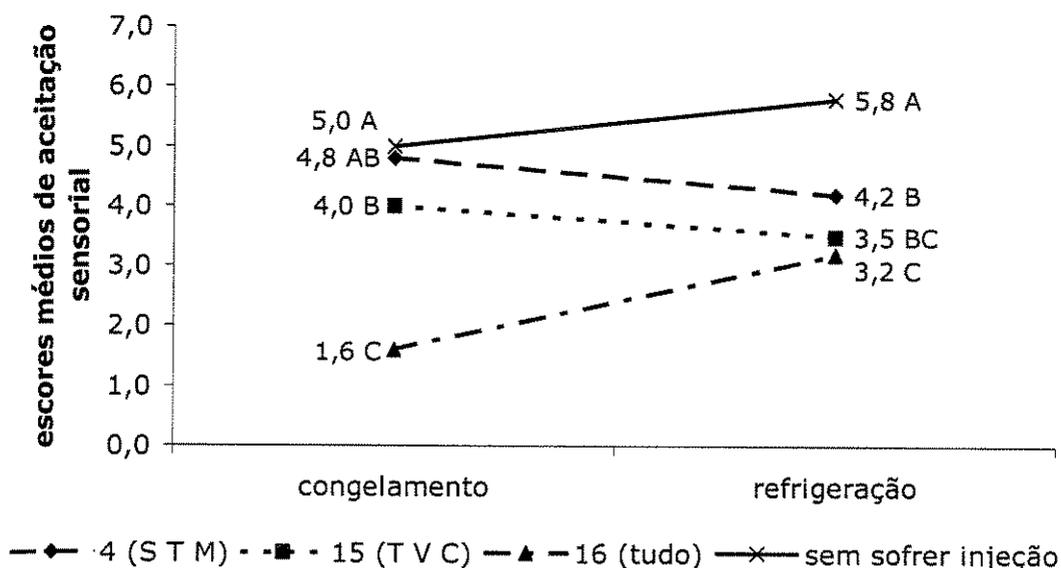


Figura 71 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

A análise do efeito da interação de terceira ordem (existente entre o tipo de formulação injetada na carne, a temperatura de estocagem das peças e o tipo de embalagem) sobre os escores de aceitação sensorial concedidos pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino marinadas pode ser facilitada através da observação da Tabela 32, que mostra a matriz do teste de Tukey a 5% de significância. O escore médio para cada um dos ensaios pode ser visto na Tabela 30.

Tabela 32 – Matriz do teste de Tukey para os escores médios de aceitação sensorial da aparência, concedidos pelos provadores.

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4 (STM) cong vácuo (1)																
4 (STM) cong PVC (2)																
4 (STM) refrig vácuo (3)																
4 (STM) refrig PVC (4)																
15 (TVC) cong vácuo (5)																
15 (TVC) cong PVC (6)																
15 (TVC) refrig vácuo (7)																
15 (TVC) refrig PVC (8)																
16 (tudo) cong vácuo (9)																
16 (tudo) cong PVC (10)																
16 (tudo) refrig vácuo (11)																
16 (tudo) refrig PVC (12)																
SI cong vácuo (13)																
SI cong PVC (14)																
SI refrig vácuo (15)																
SI refrig PVC (16)																

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

cong (congelamento), refrig (refrigeração).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Através da análise da Tabela 32 podem-se fazer mais algumas considerações a respeito das discussões já apresentadas. Percebe-se que para

amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação, o efeito do tipo de embalagem, se a vácuo ou com filme de PVC, sobre os escores médios de aceitação sensorial obtidos por essas amostras, só foi significativo quando estas foram estocadas sob refrigeração. A Tabela 30 mostra que neste caso amostras embaladas a vácuo receberam escores maiores que amostras embaladas em filme de PVC. Quando as amostras foram estocadas sob congelamento o efeito do tipo de embalagem não foi significativo.

Ainda para amostras marinadas com todos os ingredientes, observou-se que o efeito do tipo de estocagem, se sob congelamento ou sob refrigeração, sobre os escores médios de aceitação sensorial obtidos por essas amostras, só foi significativo quando estas foram embaladas a vácuo. A Tabela 30 mostra que neste caso amostras estocadas sob refrigeração receberam escores maiores que amostras estocadas sob congelamento. Quando as amostras foram envoltas em duas camadas de filme de PVC o efeito do tipo de estocagem não foi significativo.

Portanto, os melhores escores de aceitação da aparência para peças de carne de lagarto bovino marinadas com todos os ingredientes, são obtidos quando estas foram embaladas a vácuo e estocadas sob refrigeração.

Quando as amostras são conservadas sem sofrer injeção, nota-se que o efeito do tipo de embalagem sobre os escores médios de aceitação sensorial obtidos por essas amostras, só não foi significativo quando estas foram estocadas sob refrigeração. Quando as amostras foram estocadas sob congelamento o tipo de embalagem, se a vácuo ou em filme de PVC, exerceu efeito sobre os escores médios de aceitação sensorial, conferidos pelos provadores. A Tabela 30 mostra que neste caso amostras embaladas a vácuo receberam escores maiores que amostras embaladas em filme de PVC.

Ainda para amostras não injetadas, observou-se que o efeito do tipo de estocagem, se sob congelamento ou sob refrigeração, sobre os escores médios de aceitação sensorial obtidos por essas amostras, só foi significativo quando estas foram embaladas com filme de PVC (Tabela 32). A Tabela 30 mostra que neste

caso amostras estocadas sob refrigeração receberam escores maiores que amostras estocadas sob congelamento. Quando as amostras foram embaladas a vácuo o efeito do tipo de estocagem não foi significativo (Tabela 32).

Ainda através da Tabela 32, percebe-se que para amostras injetadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, estocadas sob congelamento, houve uma diferença no comportamento dos escores de aceitação sensorial da aparência, quando estas foram embaladas a vácuo ou envoltas em filme de PVC. Quando embaladas a vácuo estas amostras receberam escores de aceitação menores que amostras não injetadas ou injetadas com sal, tripolifosfato e maltodextrina. O mesmo não aconteceu quando estas amostras foram embaladas com filme de PVC.

Quando as amostras foram embaladas a vácuo e estocadas sob refrigeração a 5°C por cinco dias, não houve diferença entre os escores de aceitação sensorial obtidos pelas amostras não injetadas e as amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, ou de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos.

Ainda durante a estocagem sob refrigeração, as amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação e embaladas a vácuo, obtiveram os mesmos escores de aceitação ($p < 0,05$) que as amostras marinadas conforme as demais formulações.

Para amostras marinadas com todos os ingredientes e embaladas a vácuo, houve uma diferença no comportamento dos escores de aceitação sensorial de aparência, conferidos a estas amostras pelos provadores, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento ou sob refrigeração. Sob congelamento os escores obtidos pelas peças marinadas com todos os ingredientes foram menores ($p > 0,05$) que os escores obtidos por amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos. Já sob refrigeração estas amostras receberam escores de aceitação sensorial iguais aos das demais amostras, sendo que neste caso, as amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de

sódio, vinagre e condimentos, obtiveram os menores escores de aceitação para a aparência.

Para as amostras de carne bovina mantidas sem sofrer injeção, foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores obtidos para aceitação sensorial da aparência, quando estas foram estocadas sob congelamento conforme mostra a Figura 72; ou quando foram embaladas a vácuo, de acordo com a Figura 73. Podes-se perceber que quanto mais escuras ficaram as amostras, menor o valor do parâmetro L*, maiores são escores de aceitação sensorial obtidos por estas amostras.

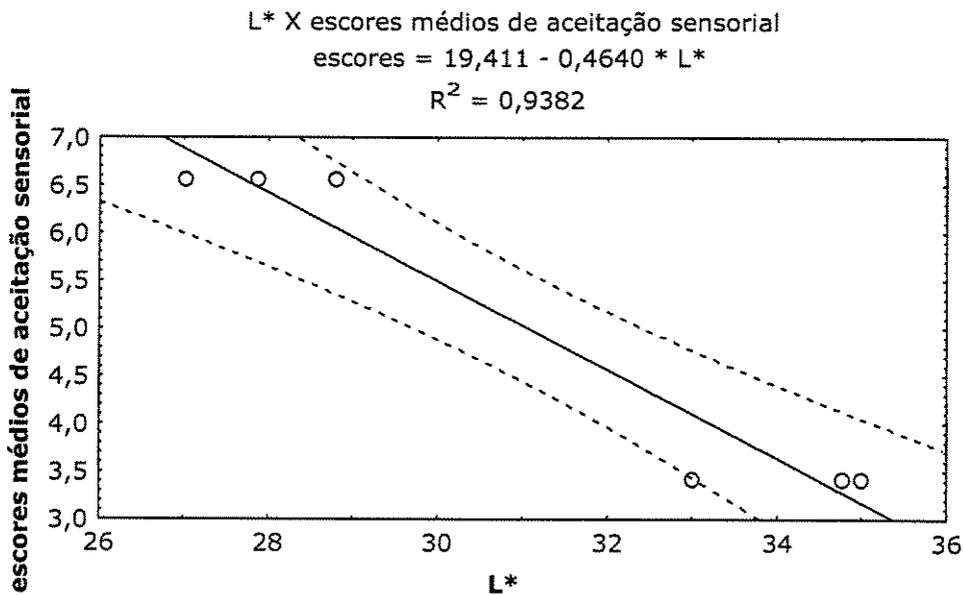


Figura 72 - Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, estocadas sob congelamento.

Esta mesma correlação, segundo a Figura 74, existiu para amostras marinadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando estas foram envoltas em duas camadas de filme de PVC.

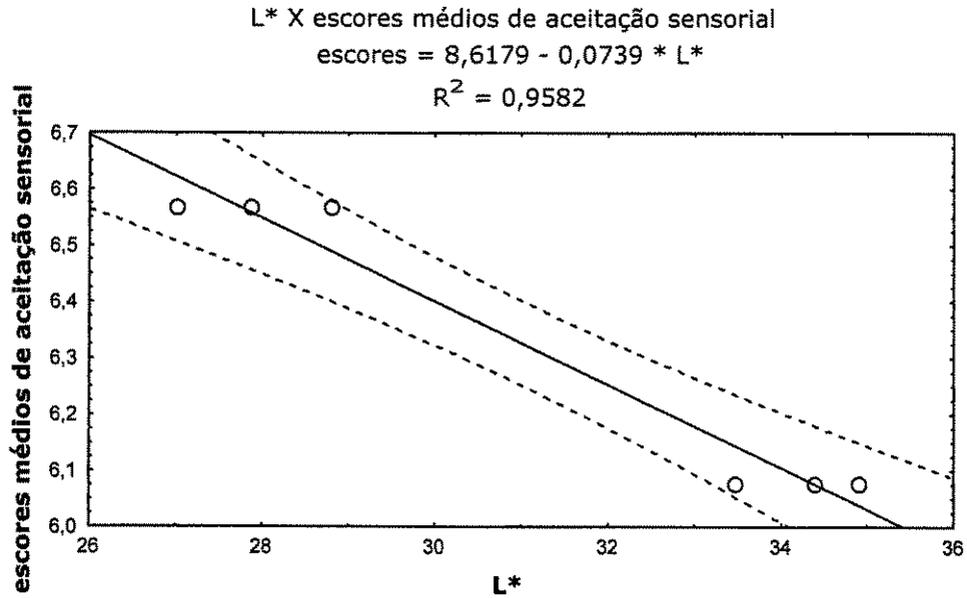


Figura 73 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, embaladas a vácuo.

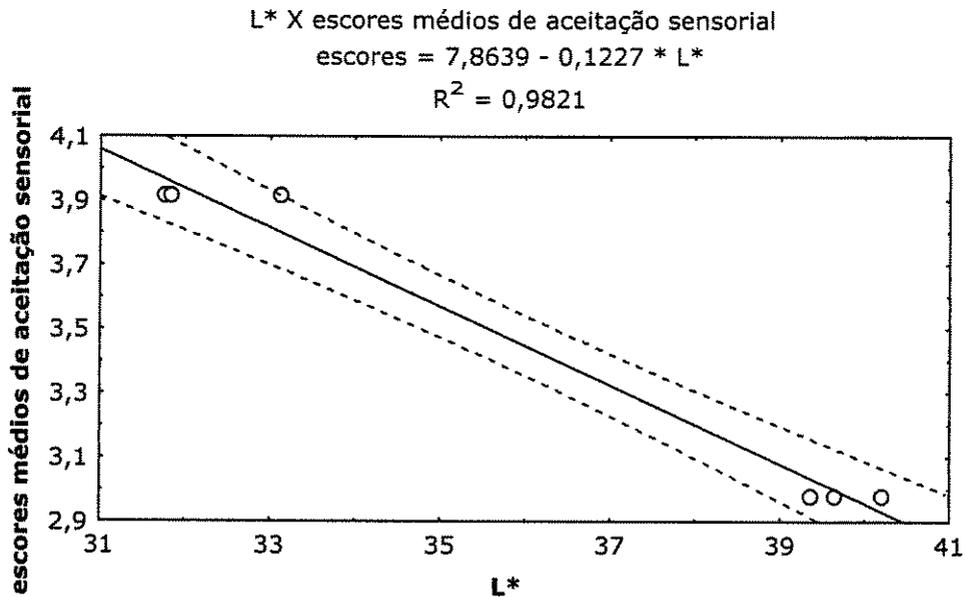


Figura 74 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC.

A Figura 75 mostra que para estas amostras, marinadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, e embaladas em filme de PVC, foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor a* e os

escores médios de aceitação sensorial concedidos pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino. Neste caso, quanto mais vermelha a carne, ou seja, quanto maior o valor do parâmetro de cor a^* , maiores foram escores de aceitação recebidos pelas amostras de carne marinadas.

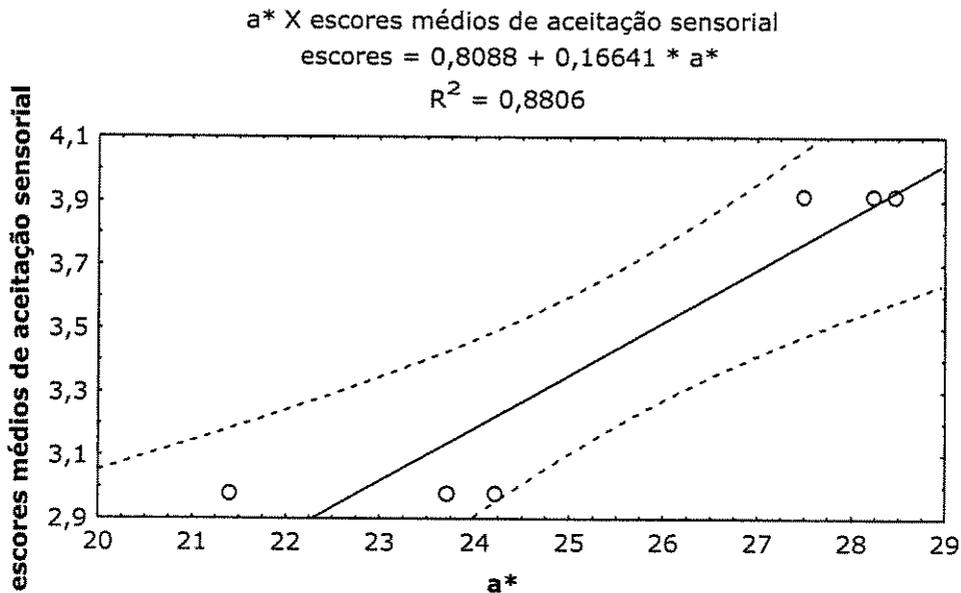


Figura 75 – Correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC.

Esta mesma correlação existiu para amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, quando as mesmas foram estocadas sob refrigeração, conforme se observa na Figura 76.

Para amostras não injetadas, embaladas a vácuo, a correlação entre o parâmetro de cor a^* e os escores médios de aceitação sensorial também existiu, como mostra a Figura 77. No entanto, neste caso, quanto mais vermelhas ficaram as amostras, ou seja, quanto maior o parâmetro de cor a^* , menores foram escores de aceitação obtidos pelas amostras.

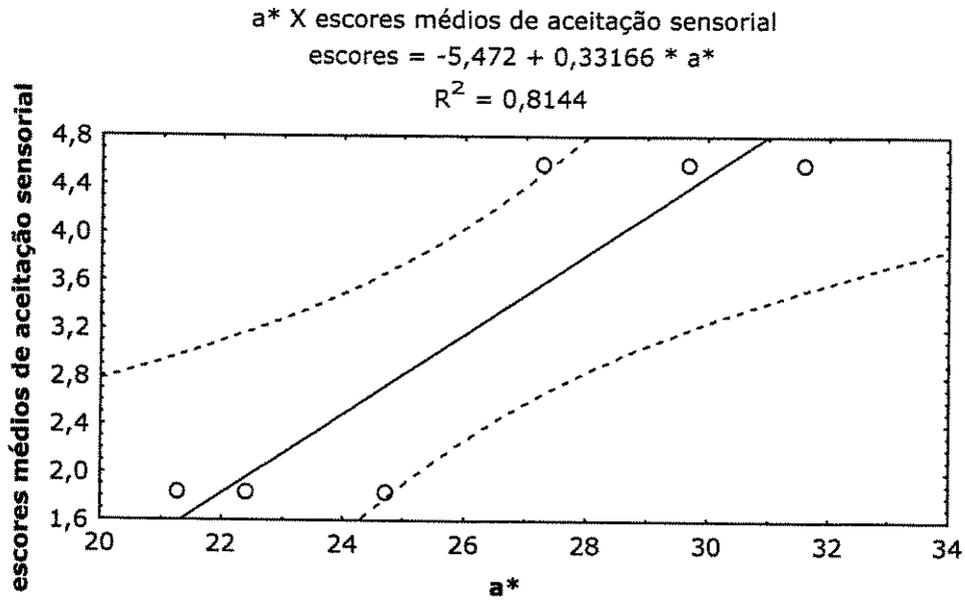


Figura 76 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob refrigeração.

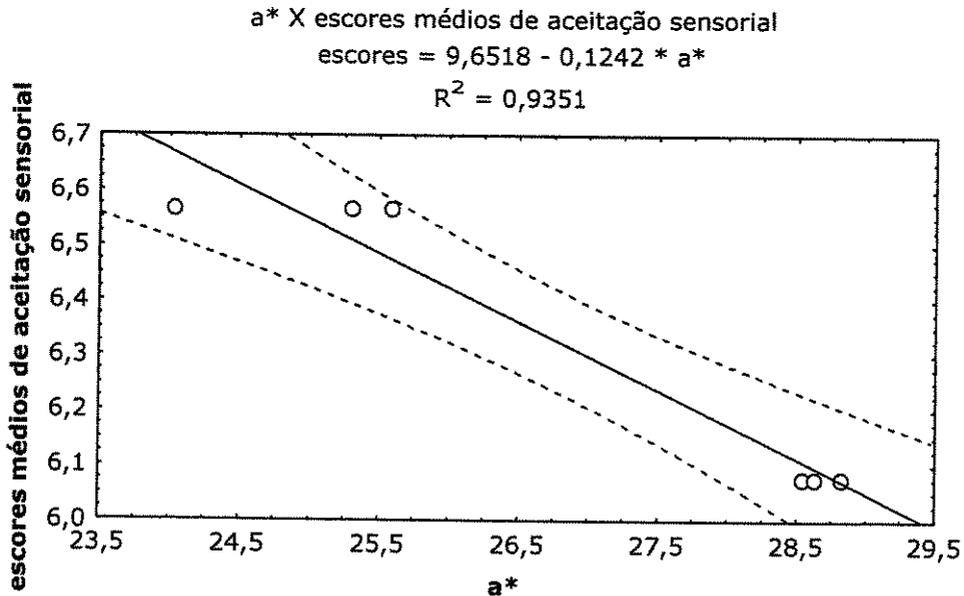


Figura 77 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras estocadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo.

Para amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação estocadas sob congelamento a -18°C por dois meses foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor b* e os escores médios de aceitação sensorial conferidos

pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino marinadas, conforme ilustrado pela Figura 78. Neste caso, quanto maior o valor do parâmetro de cor b^* das amostras marinadas, maiores foram os escores de aceitação sensorial recebidos por estas amostras.

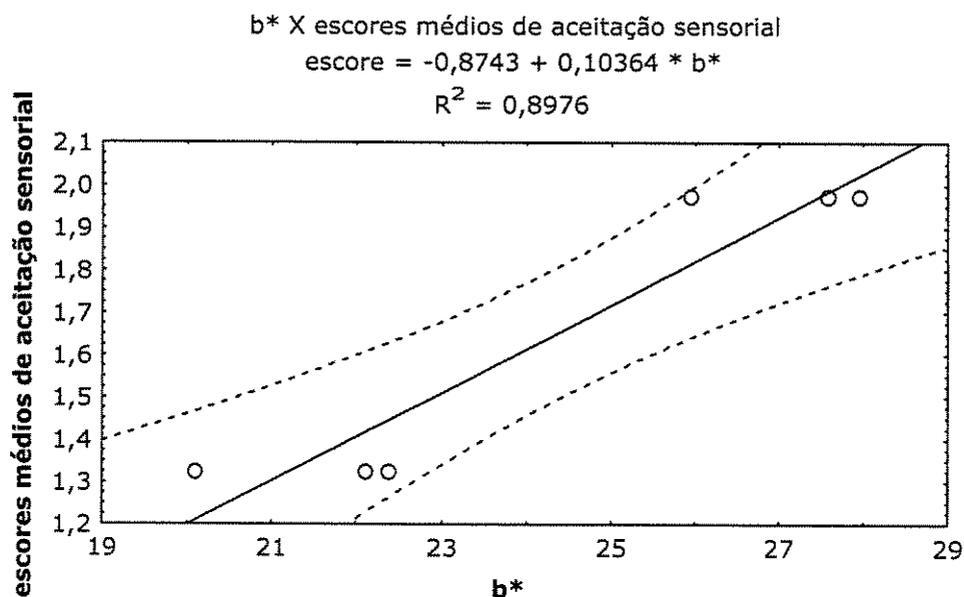


Figura 78 – Correlação entre o parâmetro de cor b^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob congelamento.

Através da Figura 79, percebe-se que esta mesma correlação pode ser observada para amostras marinadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando estas são embaladas com filme de PVC.

Não foi possível correlacionar o pH com os escores de aceitação sensorial para nenhuma das formulações de salmoura, temperaturas de estocagem e formas de embalagem nos níveis e condições estudadas. As correlações não citadas, não foram significativas ($R^2 > 0,75$).

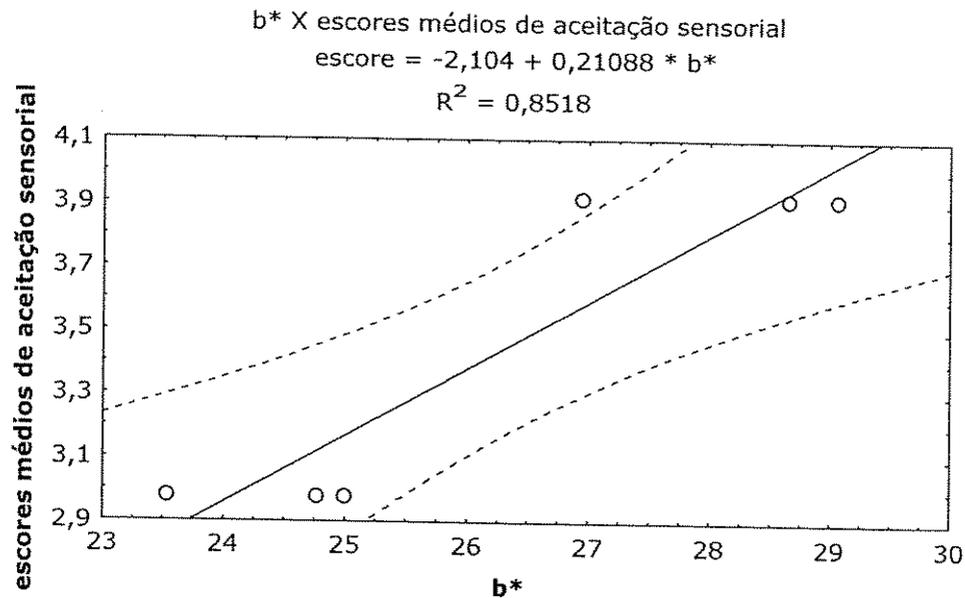


Figura 79 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC.

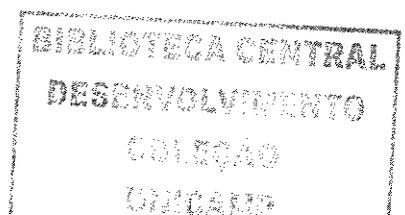
5.2.6.1 – Análise sensorial da carne marinada após o cozimento

A Tabela 33 mostra que apenas a formulação, a temperatura de estocagem, a interação entre a formulação e a forma de estocagem, e a interação entre todos os fatores estudados apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre os escores médios de aceitação sensorial conferidos pelos provadores à aparência das amostras de lagarto bovino marinadas, após o cozimento.

Tabela 33 – Efeito da forma de embalagem e estocagem sobre o escore médio de aceitação sensorial da aparência de lagarto bovino injetado com diferentes formulações, após o cozimento.

	F calc	p
Formulação*	3,808775	0,010209
Estocagem*	6,054411	0,014235
Embalagem	0,219661	0,639518
Formulação x Estocagem*	5,564778	0,000930
Formulação x Embalagem	1,074933	0,359348
Estocagem x Embalagem	2,468494	0,116831
Formulação x Estocagem X Embalagem*	6,778664	0,000176

* estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.



A Figura 80 mostra que os escores médios de aceitação sensorial obtidos pelas peças de carne marinadas conforme as diversas formulações, após o cozimento, não diferiram daqueles obtidos pelas peças de carne estocadas sem sofrer injeção. No entanto, as amostras em que foram injetados tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, obtiveram escores médios de aceitação sensorial após o cozimento, menores do que as amostras marinadas conforme as demais formulações.

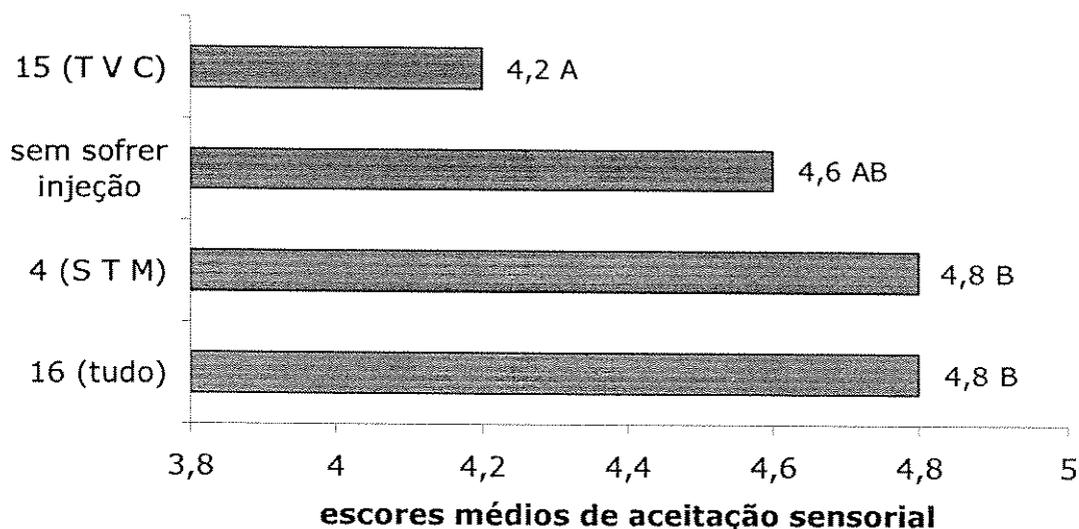


Figura 80 – Escores médios de aceitação sensorial de aparência para as diversas formulações de lagarto bovino injetado, após o cozimento.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Na Figura 81, percebe-se que amostras de lagarto bovino marinadas estocadas sob refrigeração obtiveram, após o cozimento, escores médios de aceitação sensorial para aparência, maiores do que amostras estocadas sob congelamento.

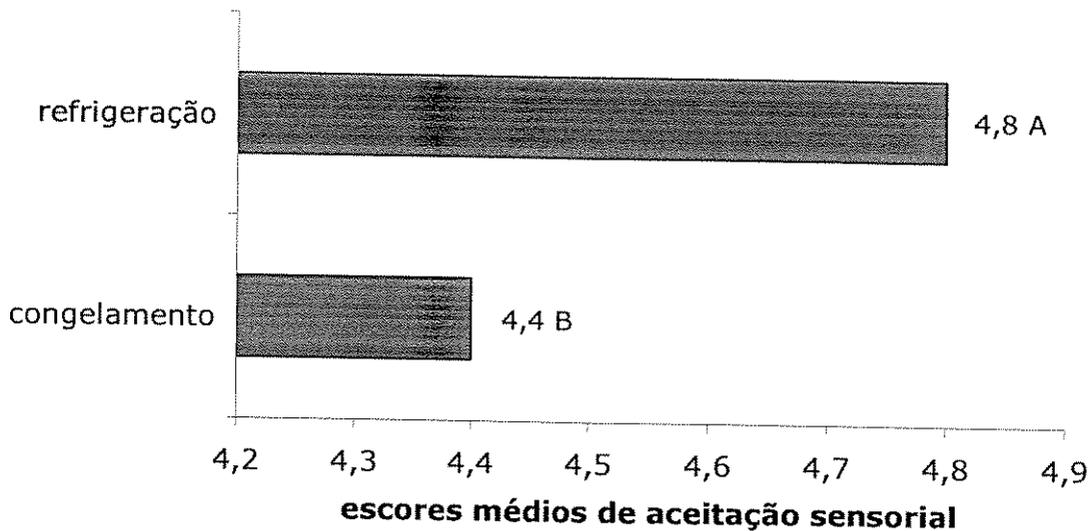


Figura 82 – Escores médios de aceitação sensorial de aparência de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

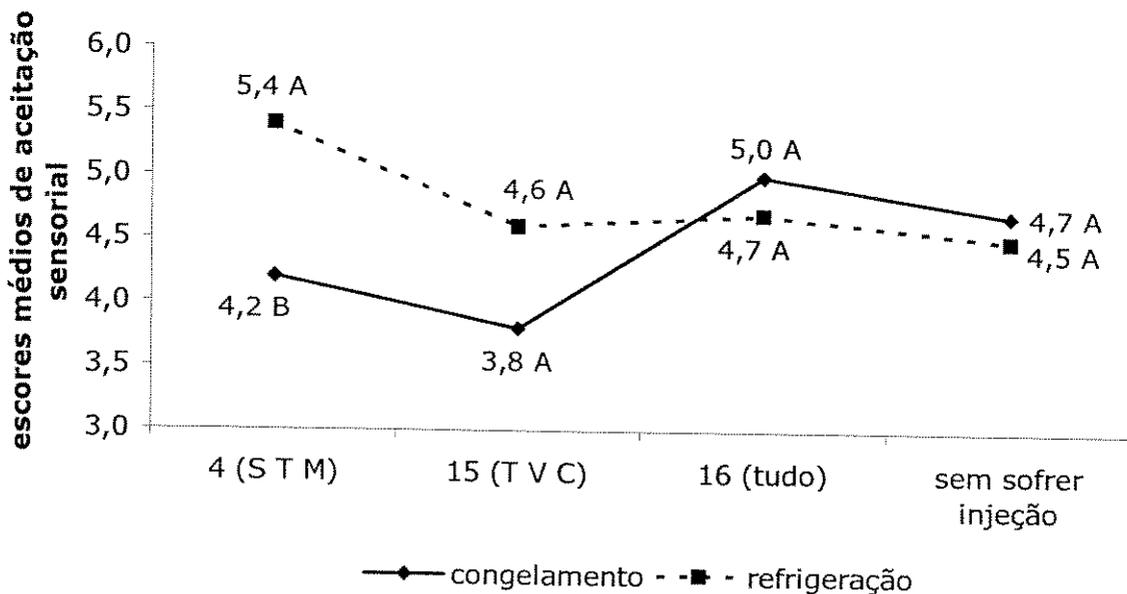


Figura 82 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma formulação.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Através da Figura 82 percebe-se que apenas para as amostras em que foi injetada salmoura contendo sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina, os escores médios de aceitação da aparência após o cozimento foram maiores ($p < 0,05$) para as amostras estocadas sob refrigeração quando comparadas a amostras estocadas sob congelamento.

Para as demais amostras, a forma de estocagem, se sob refrigeração a 5°C por dias ou sob congelamento a -18°C por dois meses, não apresentou efeito estatisticamente significativo ($p > 0,05$) sobre os escores médios de aceitação sensorial para a aparência após o cozimento, conferidos pelos provadores.

Quando as peças de lagarto bovino marinadas são estocadas sob refrigeração, a formulação da salmoura de marinação não apresentou efeito sobre os escores de aceitação sensorial da aparência da carne cozida, conforme pode ser visto na Figura 83. Já quando estocadas sob congelamento as amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, receberam escores de aceitação sensorial para a aparência após o cozimento, menores do que amostras não injetadas e amostras marinadas com todos os ingredientes de marinação.

A análise do efeito da interação de terceira ordem (existente entre o tipo de formulação injetada na carne, a forma de estocagem das peças e o tipo de embalagem) sobre os escores de aceitação sensorial concedidos pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino marinadas após o cozimento pode ser facilitada através da observação da Tabela 34, que mostra a matriz do teste de Tukey a 5% de significância. O escore médio para cada um dos ensaios pode ser visto na Tabela 30.

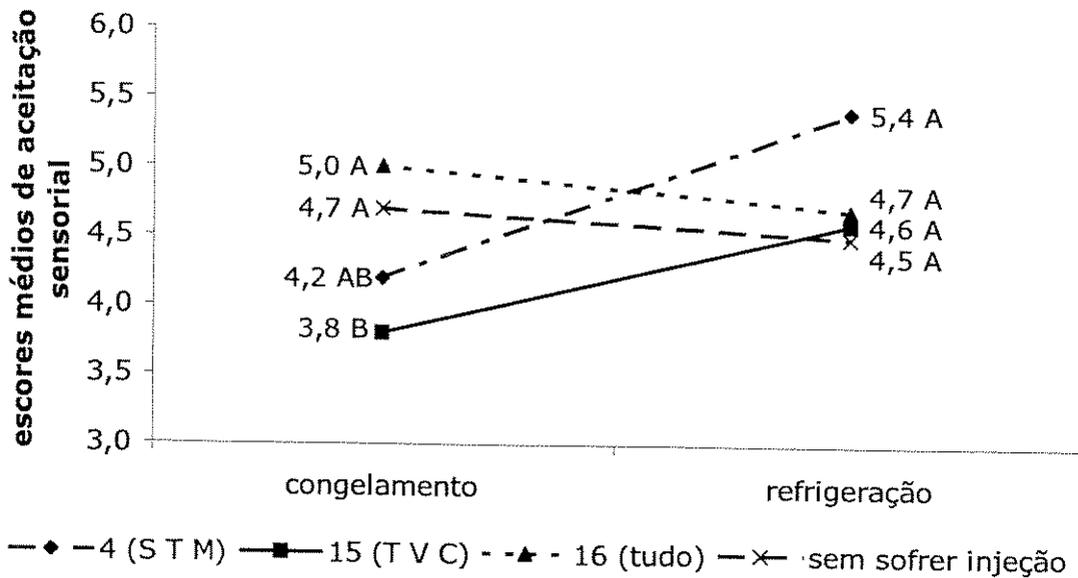


Figura 83 – Escores médios de aceitação sensorial para as diversas formulações de acordo com a forma de estocagem das peças de lagarto bovino injetadas, após o cozimento.

Escores médios de aceitação seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, numa mesma forma de estocagem.

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

TUDO (todos os ingredientes).

Percebe-se através da Tabela 34 que amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina só receberam escores de aceitação maiores quando estocadas sob refrigeração (comparados aos escores obtidos quando a estocagem foi feita sob congelamento) quando essas amostras foram embaladas a vácuo. Quando as amostras foram envoltas em filme de PVC, a temperatura de estocagem, se sob refrigeração ou congelamento, não apresentou efeito estatisticamente significativo ($p > 0,05$) sobre os escores médios de aceitação sensorial da aparência concedido pelos provadores à aparência das peças de lagarto bovino após o cozimento.

Já quando amostras marinadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação foram embaladas a vácuo e estocadas sob refrigeração a 5°C por cinco dias, elas obtiveram escores de aceitação menores do que as mesmas foram embaladas em filme de PVC ou quando foram estocadas sob congelamento. Estes escores foram menores também que os obtidos por amostras marinadas com salmoura contendo sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina,

quando as mesmas foram também embaladas a vácuo e estocadas sob refrigeração.

Tabela 34 – Matriz do teste de Tukey para os escores médios de aceitação sensorial da aparência, concedidos pelos provadores, após o cozimento.

Ensaio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4 (STM) cong vácuo (1)																
4 (STM) cong PVC (2)																
4 (STM) refrig vácuo (3)																
4 (STM) refrig PVC (4)																
15 (TVC) cong vácuo (5)																
15 (TVC) cong PVC (6)																
15 (TVC) refrig vácuo (7)																
15 (TVC) refrig PVC (8)																
16 (tudo) cong vácuo (9)																
16 (tudo) cong PVC (10)																
16 (tudo) refrig vácuo (11)																
16 (tudo) refrig PVC (12)																
SI cong vácuo (13)																
SI cong PVC (14)																
SI refrig vácuo (15)																
SI refrig PVC (16)																

S (sal), T(tripolifosfato), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina).

cong (congelamento), refrig (refrigeração).

SI (sem sofrer injeção), TUDO (todos os ingredientes).

Cruzamentos sombreados indicam amostras que não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Ainda para amostras contendo todos os ingredientes de marinação, quando congeladas e embaladas a vácuo, estas amostras receberam escores de aceitação para a aparência após o cozimento, maiores do que amostras que foram injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos.

Para amostras marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, assim como, para amostras conservadas sem sofrer injeção, a forma de embalagem e a temperatura de estocagem não exerceram efeito significativo sobre os escores de aceitação sensorial da aparência das peças de lagarto bovino após o cozimento.

Para amostras não injetadas, foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial, conferidos pelos provadores a estas amostras após o cozimento, quando as mesmas foram estocadas sob congelamento, conforme mostra a Figura 84; ou quando foram embaladas a vácuo, segundo a Figura 85. Em ambos os casos, quanto mais claras ficaram as peças de carne, ou seja, quanto menor o valor do parâmetro de cor L*, maiores foram escores de aceitação sensorial obtidos por estas amostras.

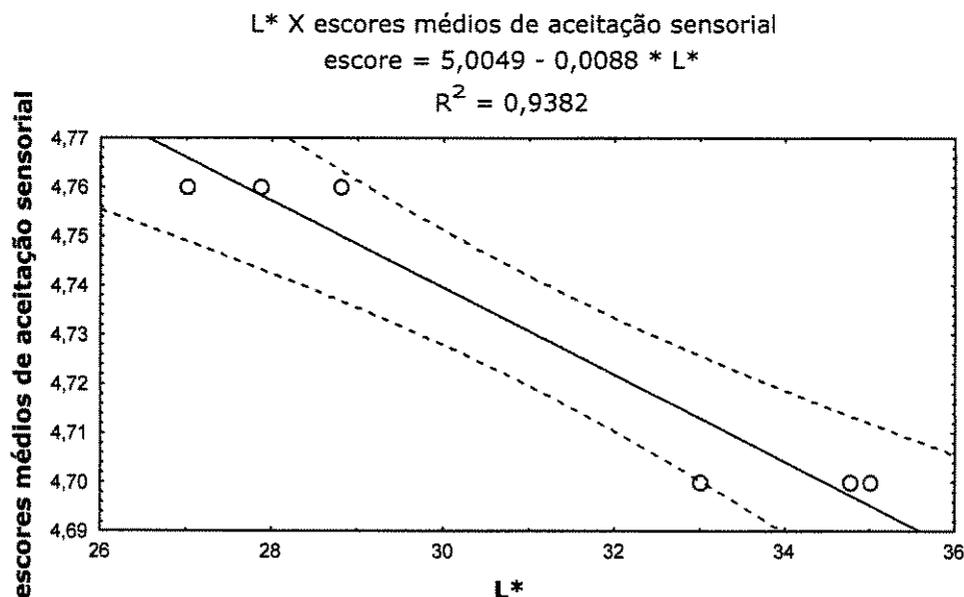


Figura 84 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, estocadas sob congelamento, após o cozimento.

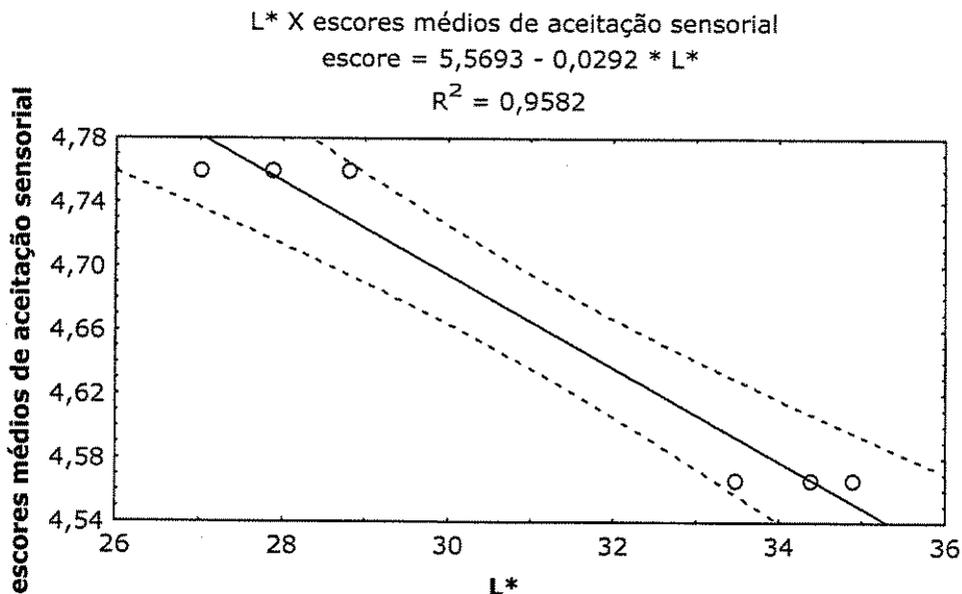


Figura 85 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras estocadas sem sofrer injeção, embaladas a vácuo, após o cozimento.

Já para amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas em filme de PVC, observa-se, através da Figura 86, um comportamento diferente para a correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial de aparência após o cozimento, obtidos por estas amostras. Neste caso quanto mais escuras as peças de lagarto bovino marinadas, ou seja, quanto maior o valor do parâmetro de cor L*, maiores foram os escores de aceitação sensorial da aparência após o cozimento.

A Figura 87 mostra que para estas amostras, marinadas com tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, e embaladas com filme de PVC, existiu uma correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores de aceitação sensorial da aparência após o cozimento, concedidos pelos provadores a estas amostras. Neste caso, quanto menos vermelhas ficaram amostras, ou seja, quanto menor o valor do parâmetro de cor a*, maiores foram os escores de aceitação obtidos pelas amostras para a aparência após o cozimento.

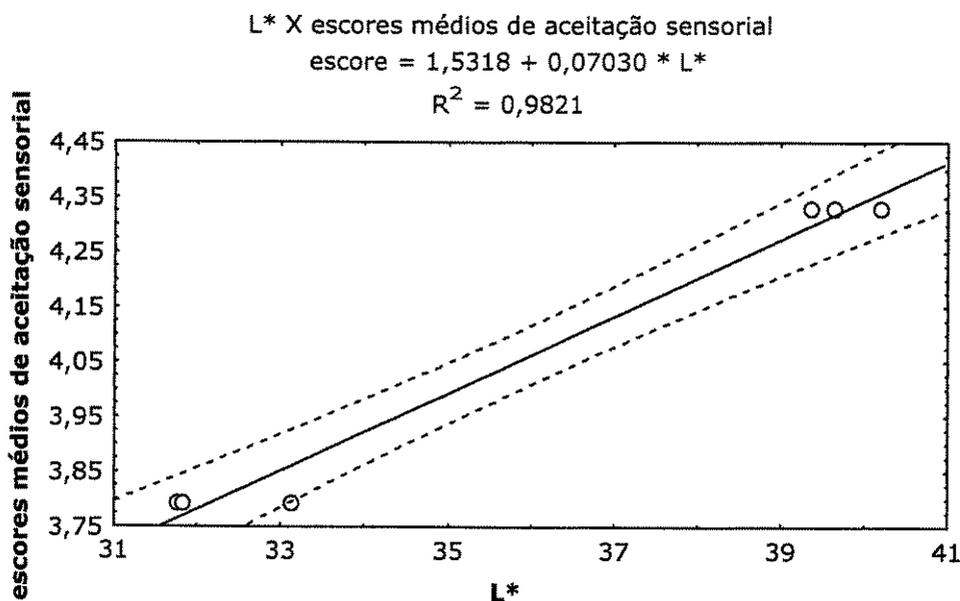


Figura 86 – Correlação entre o parâmetro de cor L* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento.

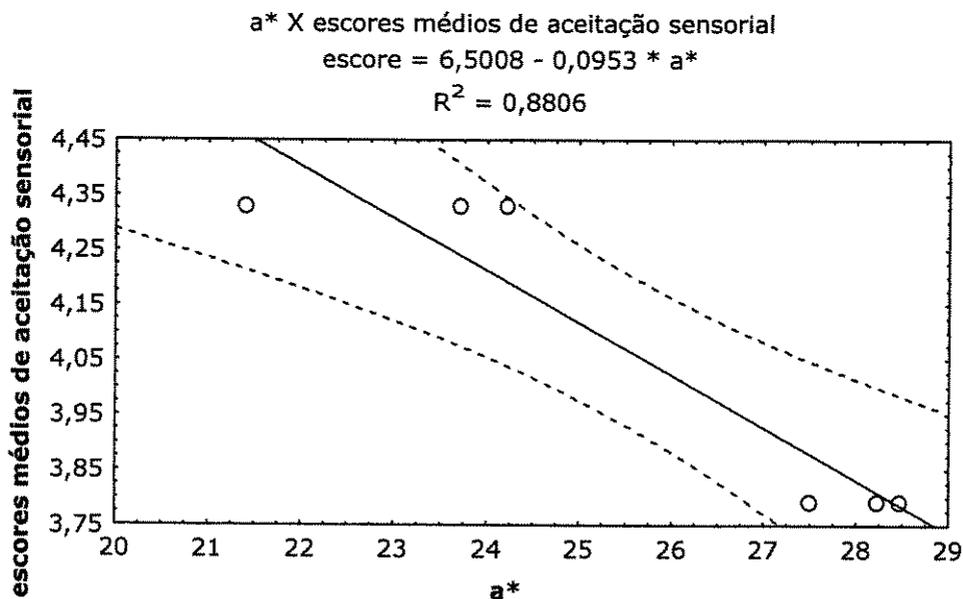


Figura 87 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento.

Esta mesma correlação é observada para amostras não injetadas embaladas a vácuo, conforme pode ser visto na Figura 88; e para amostras que sofreram

injeção de todos os ingredientes de marinação e foram estocadas sob refrigeração, mostrado na Figura 89.

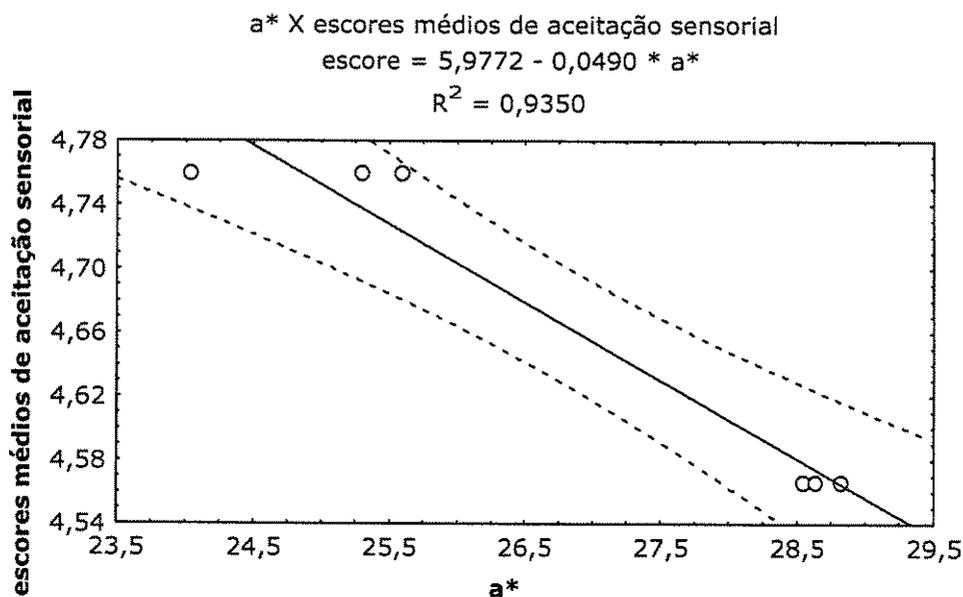


Figura 88 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras não injetadas, embaladas a vácuo, após o cozimento.

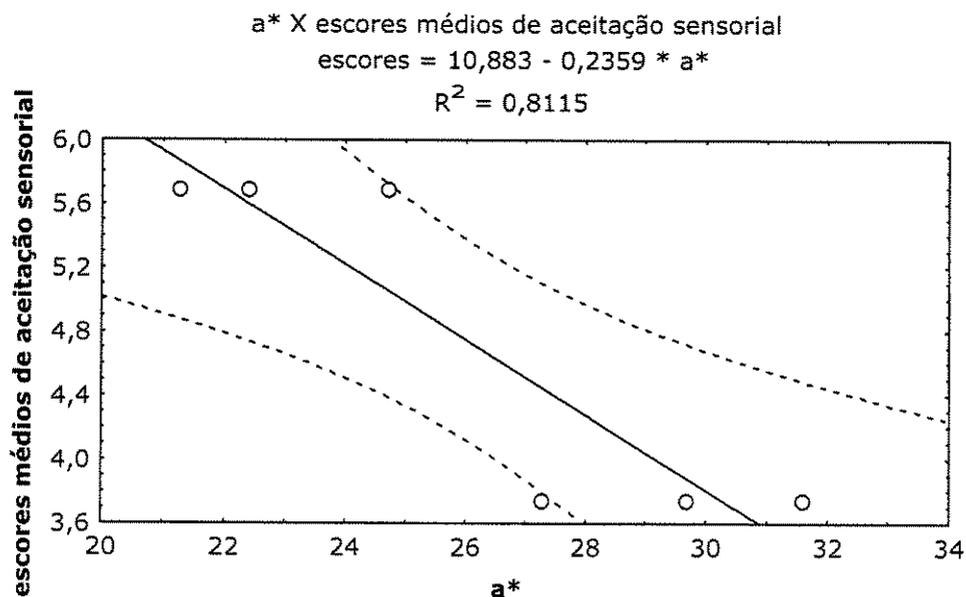


Figura 89 – Correlação entre o parâmetro de cor a* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob refrigeração, após o cozimento.

É possível correlacionar o parâmetro de cor b^* com os escores médios de aceitação sensorial da aparência após o cozimento, para amostras que sofreram a injeção de todos os ingredientes de marinação e foram estocadas sob congelamento, conforme foi mostrado pela Figura 90. Neste caso, quanto maior o valor do parâmetro de cor b^* , maiores os escores de aceitação obtidos pelas amostras.

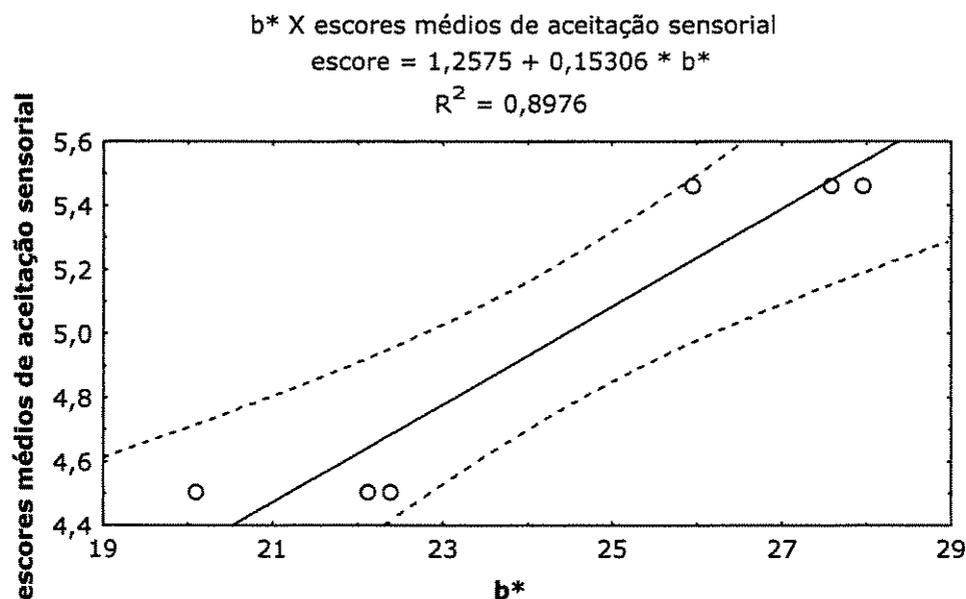


Figura 90 – Correlação entre o parâmetro de cor b^* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, estocadas sob congelamento, após o cozimento.

Através da Figura 91, percebe-se que a mesma correlação pode ser estabelecida em amostras em que foi injetada salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, quando as mesmas foram envoltas em duas camadas de filme de PVC. No entanto, esta correlação é diferente da anterior, já que quanto menor o valor do parâmetro de cor b^* , maiores foram os escores de aceitação sensorial da aparência das peças de lagarto bovino marinadas, após o cozimento.

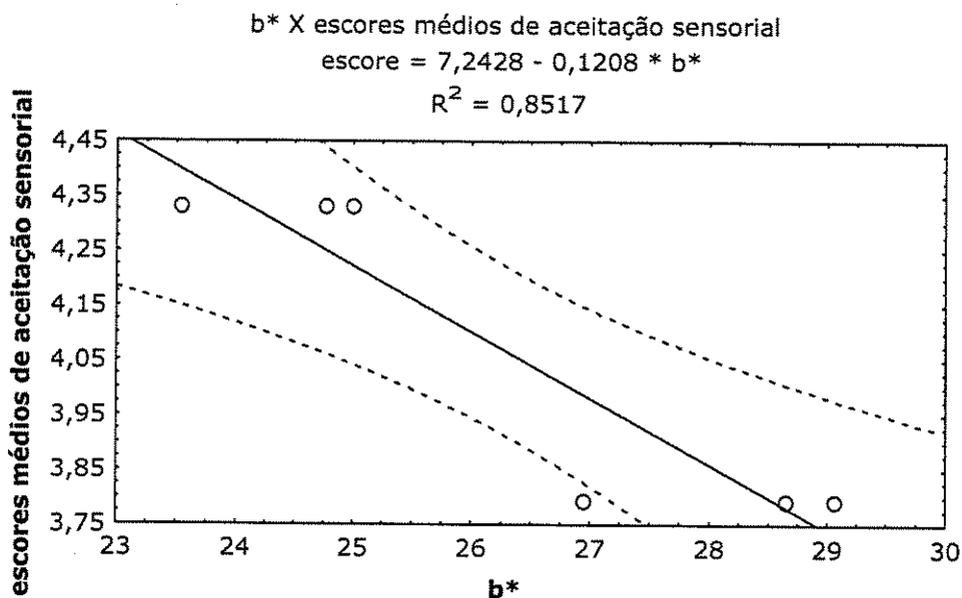


Figura 91 – Correlação entre o parâmetro de cor b* e os escores médios de aceitação sensorial da aparência de amostras injetadas com salmoura contendo tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos, embaladas com filme de PVC, após o cozimento.

Não foi possível correlacionar o pH com os escores de aceitação sensorial da aparência após o cozimento para nenhuma das formulações de salmoura, formas de estocagem e embalagem nos níveis e condições estudadas. As correlações não citadas, não foram significativas ($R^2 > 0,75$).

Também não foi possível correlacionar os escores de aceitação sensorial antes e após o cozimento, para nenhuma das variáveis estudadas.

6. CONCLUSÕES

- O sal e o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o rendimento do processo de marinação contribuindo para que as perdas de peso durante a estocagem fossem menores, com melhores rendimentos de processo quando injetados conjuntamente.
- O tripolifosfato de sódio apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o pH das peças de lagarto bovino marinadas, causando seu aumento.
- Tanto o sal quanto o tripolifosfato de sódio apresentaram efeito estatisticamente significativo ($p < 0,05$) sobre o parâmetro de cor L^* das peças de lagarto bovino injetadas, tornando-as mais escuras (menor L^*).
- Nos níveis estudados, foi possível estabelecer uma correlação entre o parâmetro de cor L^* e o rendimento do processo de marinação. Quanto menor o parâmetro L^* , maior foi a retenção da salmoura injetada.
- O tripolifosfato de sódio apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) sobre os escores médios de aceitação sensorial, nos níveis estudados, melhorando as notas de aceitação da aparência das peças de lagarto bovino marinadas.
- Independente do tipo de estocagem, se sob congelamento ou refrigeração, amostras injetadas com formulação contendo tripolifosfato de sódio, vinagre, alho e cebola em pó apresentaram a menor retenção de salmoura durante o período de estocagem.
- Amostras que sofreram injeção de todos os ingredientes de marinação e amostras mantidas sem sofrer injeção apresentaram perdas de peso maiores quando foram estocadas por dois meses sob congelamento, quando comparada a estocagem de cinco dias sob refrigeração. Para as demais formulações a forma de estocagem não apresentou efeito na retenção da salmoura injetada nas peças de lagarto bovino.
- Amostras injetadas com todos os ingredientes de marinação perderam menos peso durante o cozimento quando foram estocadas por cinco dias sob refrigeração, do que quando foram mantidas congeladas por dois meses.

- Sob refrigeração todas as amostras marinadas apresentaram pH maior que o da carne não injetada. Já sob congelamento, o pH das amostras marinadas com todos os ingredientes ficou igual ao da carne não injetada.
- A forma de embalagem e a temperatura de estocagem só apresentaram efeito sobre o parâmetro de cor L* de peças de lagarto bovino que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos. Quando envoltas com duas camadas de filme de PVC estas ficaram mais escuras quando estocadas sob congelamento (-18°C) por dois meses do que quando estocadas sob refrigeração (5°C) por cinco dias.
- Quando embaladas a vácuo e congeladas, amostras injetadas com salmoura contendo todos os ingredientes de marinação, ou com salmoura contendo, tripolifosfato de sódio, vinagre, alho e cebola em pó, ficaram mais claras que as demais. O mesmo acontece quando foram embaladas em filme de PVC e refrigeradas.
- Quando embaladas a vácuo e refrigeradas ou embaladas em filme de PVC mas congeladas, nenhuma das amostras marinadas diferiu das amostras não injetadas quanto ao parâmetro de cor L*.
- Quando todos os ingredientes de marinação foram injetados, as amostras que foram estocadas sob refrigeração ficaram mais vermelhas que as amostras estocadas sob congelamento; quando embaladas a vácuo ficaram mais vermelhas do que quando embaladas com filme de PVC.
- Amostras marinadas embaladas a vácuo não apresentaram diferenças, em relação à cor vermelha, quando comparadas às amostras embaladas sem sofrer injeção.
- Amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina receberam os melhores escores de aceitação sensorial da aparência quando foram embaladas à vácuo, independente da temperatura em que foram estocadas.
- Amostras que sofreram injeção de tripolifosfato de sódio, vinagre e condimentos receberam os piores escores de aceitação sensorial da aparência quando foram embaladas com filme de PVC e estocadas sob refrigeração.

- Amostras que sofreram injeção de salmoura contendo todos os ingredientes de marinação receberam os melhores escores de aceitação sensorial da aparência quando foram embaladas à vácuo e estocadas sob refrigeração.
- Amostras que sofreram injeção de sal, tripolifosfato de sódio e maltodextrina receberam os melhores escores de aceitação sensorial da aparência após o cozimento quando foram estocadas sob refrigeração, independente da forma que foram embaladas.
- Amostras que sofreram injeção de salmoura contendo todos os ingredientes de marinação receberam os melhores escores de aceitação sensorial da aparência após o cozimento quando foram embaladas à vácuo e estocadas sob refrigeração ou quando foram embaladas em filme de PVC e estocadas sob refrigeração.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, M. et al. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, 58, pg 69-78, 2001.

ACCUF, G. R. **Organic acid pre-washes – practical technologies to improve food safety**. Proceedings of the Meat Industry Research Conference., American Meat Institute, Washington, DC, pg 35, 1991.

AOAC. **Official methods of analysis**. Association of Official Analytical Chemists. 14ed. HORWITS, W (Ed.). Washington, DC, 1984.

AOAC. **Official methods of analysis**. Association of Official Analytical Chemists. 12ed. HORWITS, W (Ed.). Washington, DC, 1975, pg 927-928.

APPEL P., BROWN, W. D. Stability characteristics of deuterated myoglobin. **Biopolymers**, 10, pg 2039, 1971.

ARIMA, H. K. **A importância da cor para a carne *in natura***. In: Seminário e Workshop "Preservação e acondicionamento da carne bovina *in natura*". Pg 57-74, 1999.

BLIGH, E. G., DRYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, 37, pg 911-914, 1959.

BOLES, J. A., SHAND, P. J. Meat cut and injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef. **Meat Science**, 59, pg 259-265, 2001.

BORHER, J. R. Z. **Sistemas de embalagens para carne "in natura"**. In: FARIA, J. A. F. Anais do seminário apresentado na faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, pg 60-69, 1992.

BURKE, R. M., MONAHAN, F. J. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. **Meat Science**, 63, pg 161-168, 2003.

CANNON, J. E. et al. Acceptability and shelf-life of marinated fresh and precooked pork. **Journal of Food Science**, 58, pg 1249-1253, 1993.

CONCEIÇÃO, M. P. J. **Avaliação de sistemas de embalagem e condições de comercialização de carne bovina moída em atmosfera modificada**. 2002. 116p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.

CORNFORTH, D. Color – its basis and importance. In: PEARSON, A. M., DUTSON, T. R. (Ed.) **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products – Advances in meat research series volume 9**. 1 ed. An Aspen Publication, 1999. pg 35-70.

DAVIS, K. J. et al. The effects of aging on moisture enhanced pork loins. **Meat Science**, 66, pg 519-524, 2004.

DHANDA, J. S. et al. Palatability of bison *semimembranosus* and effects of marination. **Meat Science**, 62, pg 19-26, 2002.

DREYWOOD, R. Qualitative test for carbohydrate material. **Industrial and Engineering Chemistry – Analytical edition**, 18, pg 499, 1946.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. et al. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. **Meat Science**, 69, pg 371-380, 2005.

GAULT, N. F. S. Marinated meat. In: LAWRIE, Ralston (Ed.). **Developments in meat science 5**. 1.ed. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1991. pg 191-246.

GONZALEZ, C. B. et al. Effect of calcium chloride marination on bovine *Cutaneus trunci* muscle. **Meat Science**, 57, pg 251-256, 2001.

GREY, T. C., ROBINSON, D., JONES, J. M. The effects of broiler chicken of polyphosphate injection during commercial processing I. Changes in weight and texture. **Journal of Food Technology**, 13, pg 529-540, 1978.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurement. In: BLECHTEL, P. J. (Ed.) **Muscle as food**. San Diego, CA: Academic Press Inc., 1986. pg 135-199.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of Meat Science**. 3ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. 354p.

INSAUSTI, K. et al. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, 53, pg 241-249, 1999.

JAMES, S.J., JAMES C. **Meat Refrigeration**. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. 347p.

JENSEN, J. M. et al. Effects of lactic and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display. **Meat Science**, 63, pg 501-508, 2003.

JEREMIAH, L.E. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. **Food Research International**, 34, pg 749-772, 2001.

LANARA. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. Ministério da Agricultura, 1981.

LAWRENCE, T. E. et al. Staged injection marination with calcium lactate, phosphate and salt may improve beef water-binding ability and palatability traits. **Meat Science**, 65, pg 967-972, 2003.

LAWRENCE, T. E. et al. Effects of enhancing beef *longissimus* with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water blinders plus rosemary extract. **Meat Science**, 67, pg 129-137, 2004.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LAWRIE, R. A. **Lawrie's meat science**. 6ed. Cambridge, London: Woodhead Publishing Ltd., 1998.

LAWRIE, R. A. **Meat Science**. Oxford: Pergamon Press, 1985.

LEDWARD, D. A. **Metmyoglobin formation in beef stored in carbon dioxide enriched and oxygen depleted atmospheres**. J. Food. Sci., 35, pg 33-37, 1970.

LEMOS, A. L. S. C., NUNES, D. R. M., VIANA, A. G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**, 52, pg 227-234, 1999.

MC GEE, M. R. et al. Injection of sodium chloride, sodium tripolyphosphate, and sodium lactate improves Warner -Bratzler shear and sensory characteristics of pre-cooked inside round roasts. **Meat Science**, 64, pg 273-277, 2003.

MONTGOMERY, J. L. et al. Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef. **Meat Science**, 64, pg 357 -363, 2003.

MILLER, R. **Functionality of non-meat ingredients used in enhanced pork**. Facts, National Pork Board, American Meat Science Association, 1999.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUO ADOLF LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** Cd 2, v.1, pg 47-50, 1976.

NUUTILA, A. M. et al. Comparision of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Food Chemistry**, 81, pg. 485-493, 2003

OFFER G., TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, 8, pg 245-281, 1983.

ORESKOVICH, D. C. et al. Marinade pH affects textural properties of beef. **Journal of Food Science**, 57, pg 305-311, 1992.

PAPADOULOS, L. et al. Sodium lactate effect on sensory characteristics, cooked meat color and chemical composition. **Journal of Food Science**, 56, pg 621-626, 1991.

PEARSON, A. M., GILLET, T. A. **Processed meats.** 3ed. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication, 1999.

POLLONIO, M. A. R (Coord.). **Elaboração de carnes marinadas temperadas maturadas e pré-fatiadas em açougues.** 1.ed. São Paulo, 2002.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada.** 1994. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.

RENERRE, M., ANTON, M., GATELLIER, P. Autoxidation of purified myoglobin from two bovine muscles. **Meat Science**, 32, pg. 331-342, 1992.

RENERRE M. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. **Int. J. Food Sci. & Technol.**, 25, pg 613-630, 1990.

ROBBINS, K. et al. Dietary vitamin E supplementation effects on the color and sensory characteristics of enhanced beef steaks. **Meat Science**, 64, pg 279-285, 2003.

ROBBINS, K. et al. Enhancement effects on sensory and retail display characteristics of beef rounds. **Journal of Muscle Foods**, 13, pg 279-288, 2002.

RUUSUNEN, M., PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Article in Press, 2005.

SCANGA, J. A. et al. Palatability of beef steaks marinated with solutions of calcium chloride, phosphate, and (or) beef-flavoring. **Meat Science**, 55, pg 397-401, 2000.

SHEARD, P. R., TALI, A. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. **Meat Science**, 68, pg 305-311, 2004.

SWAN, J. E., HALL, W. K. **Functional properties of manufacturing beef: effect of pH**. Meat Industry Research Institute of New Zealand, Report n° 958, 1995.

TAYLOR, A. A. Packaging fresh meat. In: LAWRIE, Ralston (Ed.). **Developments in meat science 3**. 1.ed. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. pg 89-113.

ÜNAL, S. B. et al. Experimental theory, fundamentals and mathematical evaluation of phosphate diffusion in meats. **Journal of Food Engineering**, 65, pg 263-272, 2004.

VOTE, D. J. et al. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium tripolyphosphate, sodium lactate and sodium chloride to enhance palatability. **Journal of Animal Science**, 78, pg 952-957, 2000.

WALTERS, C. L., TAYLOR, A. M. **Biochemical properties of pork muscle in relation to curing.** Food Technology, 17, pg 354, 1963.

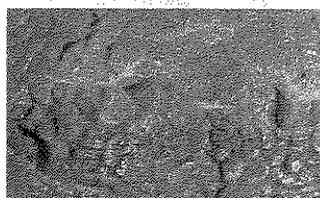
XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, 38, pg 281-287, 2005.

ZHU, L. G., BREWER, M. S. Relationship between instrumental and visual color in a raw, fresh beef and chicken model system. **Journal of Muscle Foods**, 10, pg 131-146, 1999.

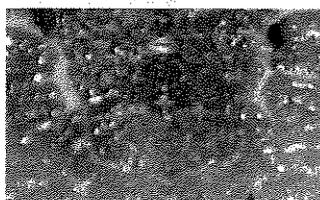
8. ANEXO

OBSERVAÇÃO: As fotos referentes à primeira etapa do experimento não devem ser comparadas com as fotos da segunda etapa, pois foram obtidas com equipamentos diferentes.

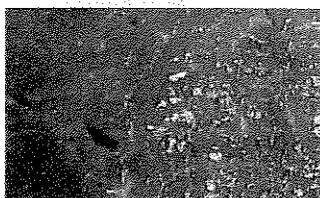
LEGENDA: S (sal), T (tripolifosfato de sódio), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central), VAC (embalada a vácuo), PVC (embalada com filme de PVC), CON (estocada sob congelamento), REF (estocada sob refrigeração), TUDO (todos os ingredientes).



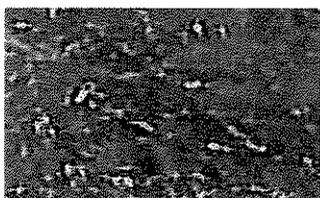
Ensaio 1 - M



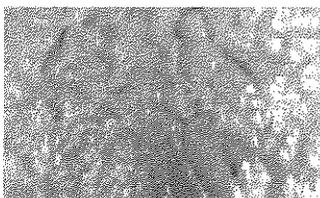
Ensaio 2 - S



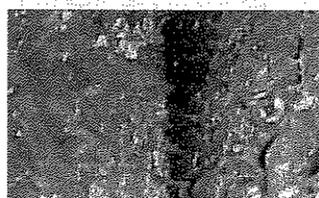
Ensaio 3 - T



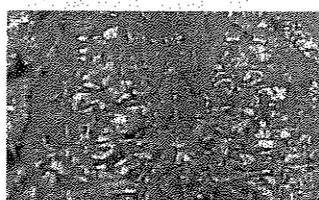
Ensaio 4 - S, T, M



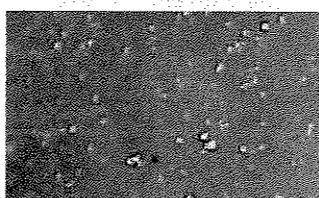
Ensaio 5 - V



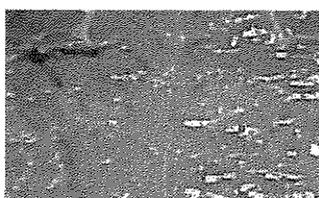
Ensaio 6 - S, V, M



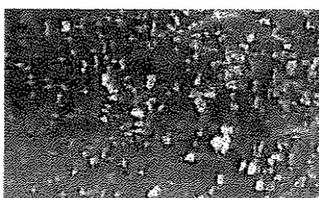
Ensaio 7 - T, V, M



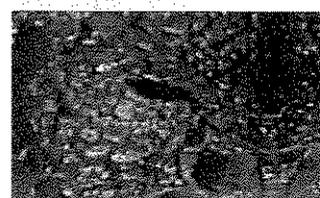
Ensaio 8 - S, T, V



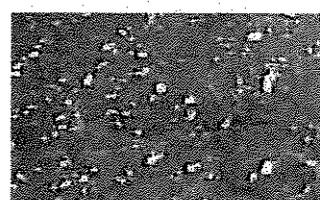
Ensaio 9 - C



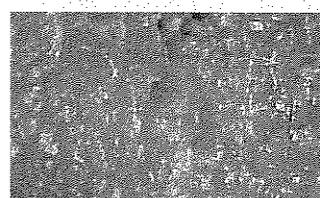
Ensaio 10 - S, C, M



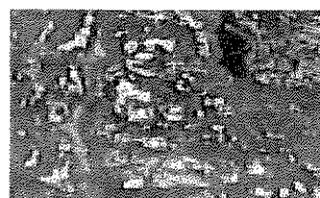
Ensaio 11 - T, C, M



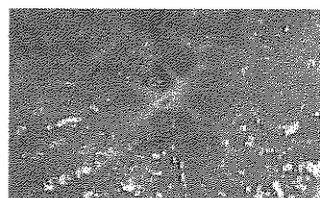
Ensaio 12 - S, T, C



Ensaio 13 - V, C, M

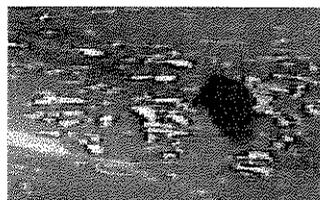


Ensaio 14 - S, V, C

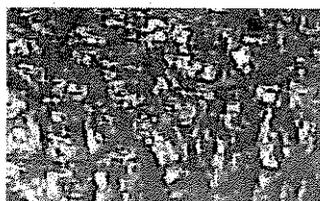


Ensaio 15 - T, V, C

LEGENDA: S (sal), T (tripolifosfato de sódio), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central), VAC (embalada a vácuo), PVC (embalada com filme de PVC), CON (estocada sob congelamento), REF (estocada sob refrigeração), TUDO (todos os ingredientes).



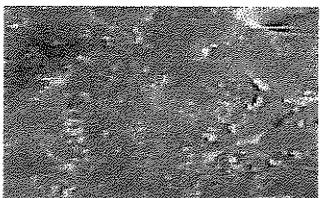
Ensaio 16 - TUDO



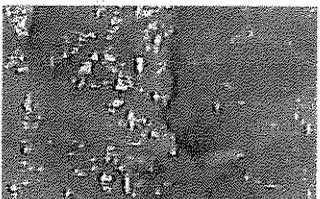
PC



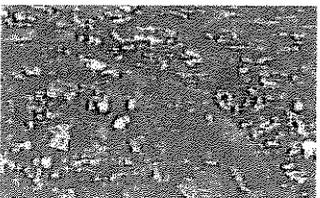
"IN NATURA"



S, T, M, CON, VAC



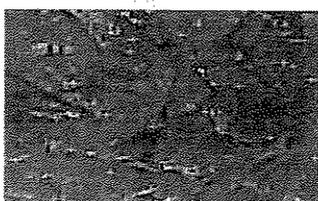
S, T, M, CON, PVC



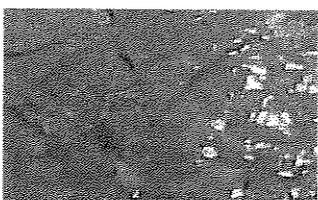
S, T, M, REF, VAC



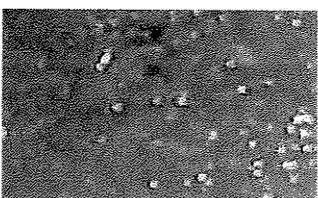
S, T, M, REF, PVC



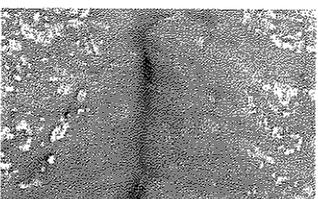
T, V, C, CON, VAC



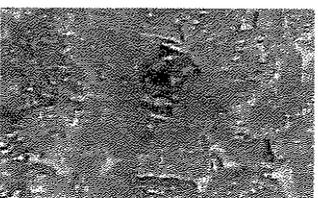
T, V, C, CON, PVC



T, V, C, REF, VAC



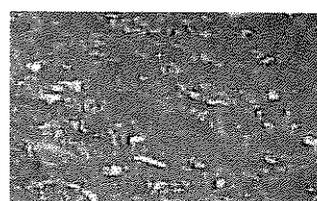
T, V, C, REF, PVC



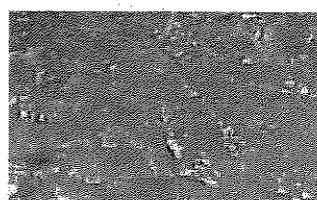
TUDO, CON, VAC



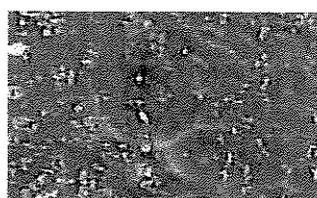
TUDO, CON, PVC



TUDO, REF, VAC



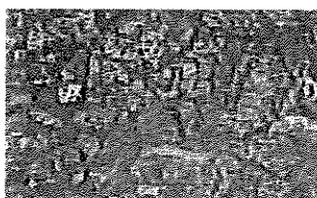
TUDO, REF, PVC



IN NATURA CON, VAC



IN NATURA CON, PVC

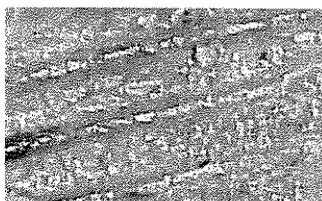


IN NATURA REF, VAC

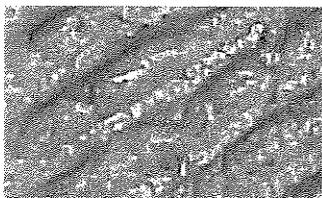
LEGENDA: S (sal), T (tripolifosfato de sódio), V (vinagre), C (condimentos), M (maltodextrina), PC (ponto central), VAC (embalada a vácuo), PVC (embalada com filme de PVC), CON (estocada sob congelamento), REF (estocada sob refrigeração), TUDO (todos os ingredientes).



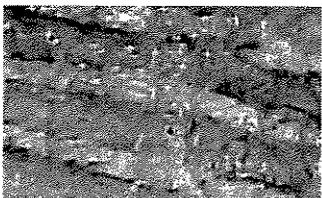
IN NATURA REF, PVC



S, T, M, CON, VAC



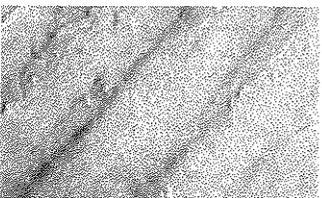
S, T, M, CON, PVC



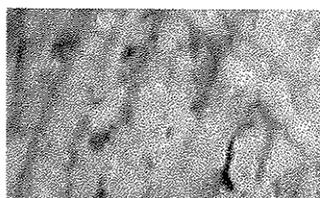
S, T, M, REF, VAC



S, T, M, REF, PVC



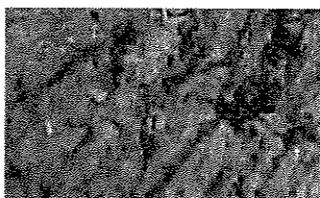
T, V, C, CON, VAC



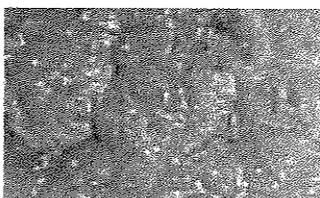
T, V, C, CON, PVC



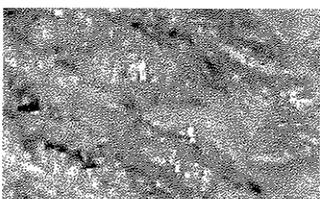
T, V, C, REF, VAC



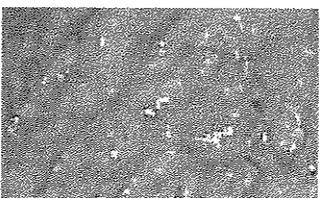
T, V, C, REF, PVC



TUDO, CON, VAC



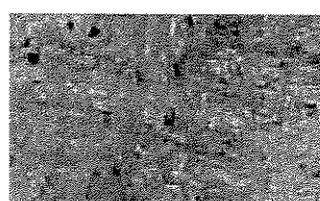
TUDO, CON, PVC



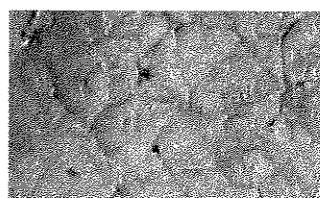
TUDO, REF, VAC



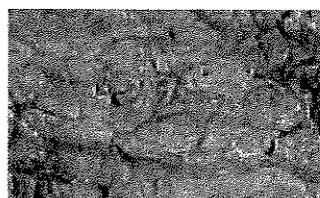
TUDO, REF, PVC



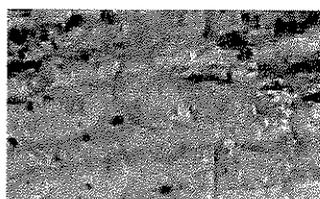
IN NATURA CON, VAC



IN NATURA CON, PVC



IN NATURA REF, VAC



IN NATURA REF, PVC

OBSERVAÇÃO:

Fotos primeira etapa:
Ensaio 1 A 16, PC e
"In Natura".

Segunda etapa: as
restantes.