

ONOFRE MAURICIO DE MOURA

**EFEITO DE MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E SANGRIA SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE RÃ-TOURO E PERFIL
DAS INDÚSTRIAS DE ABATE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
DEZEMBRO - 2000

ONOFRE MAURICIO DE MOURA

**EFEITO DE MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E SANGRIA SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE RÃ-TOURO E PERFIL
DAS INDÚSTRIAS DE ABATE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 15 de setembro de 1999.

Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Samuel Lopes Lima
(Conselheiro)

Carlos Arthur Barbosa da Silva

June Ferreira Maia Parreiras

Lúcio Alberto de Miranda Gomide
(Orientador)

Por ordem de chegada,
a meus pais, Orígenes Expedito de Moura (*in memoriam*) e
Mariana Moreira Barbosa de Moura, exemplo de carinho, formação de berço,
principal norte na vida do ser humano.

À minha mulher,
Maria Bárbara Nascimento e Moura, companheira de todas
as horas, juntos, caminhamos na mesma direção.

A nossos filhos,
Bruno Nascimento e Moura,
Arthur Nascimento e Moura e
Camila Nascimento e Moura,
luzes enviadas para iluminarem
meu coração e suavizar meu espírito.

E aos que virão, amados serão, incondicionalmente.

“A colheita é a medida do como se planta.”

AGRADECIMENTO

A todos, indistintamente, que, de alguma forma, contribuíram para que esta empreitada chegasse a bom termo, aos professores que me atenderam, deixando de lado seus afazeres, pela paciência; aos colegas, pelo companheirismo e solicitude; e aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pelas gentilezas.

Aos que a mim sorriram, mostrando que a vida é bela mesmo fora das páginas de um livro.

À minha esposa Bárbara e a meus filhos Bruno, Arthur e Camila, por terem sabido compreender a minha ausência, mesmo que presente nesses últimos anos; meu agradecimento especial a Bruno e Arthur, pela colaboração no preparo dos animais e das amostras.

Ao meu orientador Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide, por ter-me assistido, com sabedoria e paciência, em todos os momentos de dificuldade durante o programa.

Ao Prof. Samuel Lopes Lima, por ter sido mais que conselheiro, um grande amigo e ouvidor paciente, e à sua família dona Ângela, Rodrigo, Luciana, Juliana e Pollyana, pela gentil acolhida.

Ao Francisco Assis dos Santos Carvalho, colega da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e meu representante naquela universidade durante o programa, por ser mais que amigo, um irmão sempre presente.

Ao Prof. José Benício Paes Chaves, pela sua humanidade e pelo encaminhamento construtivo das tarefas acadêmicas.

Ao Prof. Paulo Roberto Cecon, por sua paciência na construção do saber e no aconselhamento, transformando a estatística em instrumento de uso seguro.

Ao Prof. Gutemberg Pereira Dias, por sua amizade e pelo seu dinamismo e presteza diante dos desafios inesperados.

Ao Prof. Tancredo Almada Cruz, pela colaboração e pelo profissionalismo nos trabalhos durante o programa, pelo bom humor e pela lição de que “teimoso é quem discorda dele”.

Aos professores que em suas disciplinas dividiram seu conhecimento e sua experiência, tornando-me mais capaz em minha profissão.

Ao Prof. Paulo César Stringheta, pela franquia de seu laboratório para o desenvolvimento de experimentos.

Aos colegas e amigos da pós-graduação Albano Salustiano da Fonseca, Edmar Aparecida Filomeno Fontes e Eduardo Mendes Ramos, pelo apoio oportuno e incondicional na solução de diversos atropelos.

Aos colegas e amigos da pós-graduação Sandi, Patrícia, Araújo, Cristina, Cristiane, Mônica (e seu marido Carlos), Robert Taylor, André, Suzana, Túlio, Paulo Rogério, Paulinho, Karla, Luciana Leal, Luciana, Carla Porto e Andréa e às graduandas Fernanda, Lisiane e Alcinéia, pelo saudável convívio e pela oportunidade de tê-los conhecido.

A D. Lígia, por administrar o laboratório do DTA com discernimento e mão firme sem, no entanto, magoar ninguém.

Ao Valério Polleto, pelo positivismo, pela atenção e pelo bom humor.

A Hélio Cruz Vilar e Paulo Donato, por terem cedido os animais para a realização deste trabalho.

A Alex Casalli e Antônio Iria, pela ajuda e assistência no manuseio dos animais experimentais.

Ao amigo e colega Gustavo Braga, que fez o levantamento de campo em Taiwan (Formosa), Tailândia e China.

A Jacqueline Drieskens, pelo apoio na Europa, especialmente na Bélgica e França.

Aos funcionários do Ranário Experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela amizade e assistência nos primeiros 18 meses do programa.

À UFPB, por ter permitido o meu afastamento; à UFV, por ter-me recebido para o treinamento; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, através do Programa Institucional de Capacitação Docente, pela cessão da bolsa de estudos.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto PLATARAN - Problemas da Produção, Abate/Processamento e Comercialização dos Produtos da Ranicultura, que possibilitou a execução do capítulo 2 deste trabalho.

BIOGRAFIA

Onofre Maurício de Moura, filho de Orígenes Expedito de Moura e Mariana Moreira Barbosa de Moura, nasceu em 2 de abril de 1952, na cidade de Andrelândia, Minas Gerais.

Nos anos de 1989 e de 1990, concluiu o Curso de Bacharelado e Licenciatura em Química, respectivamente, e, em 1994, obteve o título de M.S. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela UFPB.

Desde março de 1992, vem exercendo a função de Professor Universitário no Departamento de Tecnologia Rural no “Campus” IV da UFPB, em Bananeiras, PB.

Em 1995, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em nível de doutorado, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em 15 de setembro de 1999.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
EXTRATO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Transformações bioquímicas na conversão do músculo para carne.....	6
2.1.1. Metabolismo <i>post mortem</i>	8
2.1.2. Considerações sobre a qualidade de carnes.....	13
2.2. Aspectos da fisiologia dos anfíbios.....	28
2.2.1. Exigências de energia.....	34
2.2.2. Efeito da temperatura sobre os anfíbios.....	36
2.3. A rã-touro (<i>Rana catesbeiana</i>).....	45
2.4. Insensibilizações.....	48
2.5. Contornos legais.....	53

	Página
CAPÍTULO 1 – EFEITO DE METODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E SANGRIA SOBRE CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE DA CARNE DE RÃ-TOURO.....	54
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1. Ensaio 1.....	60
2.1.1. Medidas de pH muscular.....	60
2.1.2. Medidas de cor (L, a e b).....	60
2.1.3. Valores de R.....	61
2.1.4. Análise estatística.....	61
2.2. Ensaio 2.....	62
2.2.1. Perda de peso por exsudação - PE.....	63
2.2.2. Capacidade de retenção de água - CRA.....	63
2.2.3. Capacidade emulsificante - CE.....	64
2.2.4. Perda de peso por cocção - PPC.....	65
2.2.5. Maciez objetiva - MO.....	65
2.2.6. Análise estatística.....	66
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
3.1. Pré-testes.....	67
3.1.1. Quimionarcose.....	67
3.1.2. Eletronarcose.....	68
3.1.3. Termonarcose.....	71
3.2. Ensaio 1.....	71
3.2.1. pH.....	71
3.2.2. Luminosidade - L.....	78
3.2.3. Vermelho - a.....	79
3.2.4. Amarelo - b.....	87
3.2.5. Valor de R.....	92
3.3. Ensaio 2.....	100
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	106
CAPÍTULO 2 - PERFIL DAS INDÚSTRIA DE ABATE DE RÃS.....	109
1. INTRODUÇÃO.....	109

	Página
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	111
2.1. Coleta de dados da indústria.....	111
2.2. Oferta de produtos no exterior.....	112
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
3.1. O perfil da indústria.....	113
3.1.1. A localização.....	113
3.1.2. O empreendimento.....	115
3.1.3. O projeto físico.....	115
3.1.4. O projeto operacional.....	119
3.1.5. O registro no serviço de inspeção.....	130
3.1.6. Concretização do projeto.....	131
3.1.7. Quadro de pessoal.....	133
3.1.8. Capacidade de produção.....	134
3.1.9. Fornecedores.....	137
3.1.10. O mercado.....	139
3.2. Segurança alimentar.....	141
3.2.1. Manutenção de equipamentos e prevenção de acidentes.....	141
3.2.2. Gestão administrativa.....	142
3.2.3. Aspectos organizacionais.....	146
3.3. Oferta de produtos no exterior.....	148
3.3.1. América do Norte.....	151
3.3.2. Europa.....	152
3.3.3. Países exportadores da Ásia.....	154
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	156
3. RESUMO E CONCLUSÕES.....	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	165
APÊNDICES.....	180
APÊNDICE A.....	181
APÊNDICE B.....	188
APÊNDICE C.....	190
APÊNDICE D.....	198
APÊNDICE E.....	205

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Condições e limites para detecção de músculos suínos PSE e DFD.....	17
2 Percentuais de O ₂ no sangue de <i>R. esculenta</i> à pressão parcial de 19,4 mm Hg.....	37

CAPÍTULO 1

1 Resumo da análise de variância da tensão (V), da corrente (mA) e do tempo de insensibilização (Segundos), em função do sexo.....	70
2 Resumo da análise de variância de pH, luminosidade (L), desvio para o vermelho (a), desvio para o amarelo (b) e valor de R.....	72
3 Valores médios de pH em função das insensibilizações, com e sem sangria.....	73
4 Equações de regressão ajustadas para pH, em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> das respectivas insensibilizações, e coeficiente de determinação.....	75
5 Equações de regressão ajustada dos valores médios de L em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , nos respectivos tratamentos e sangrias, e coeficientes de determinação.....	81
6 Valores médios de “a” em função dos sexos.....	81
7 Valores médios de a em razão das sangrias e das insensibilizações.....	82

	Página
8	Equações de regressão ajustada dos valores médios de a, em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> e das respectivas sangrias, e coeficientes de determinação..... 86
9	Equação de regressão ajustada dos valores médios de b, em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> e dos respectivos tratamentos, e coeficiente de determinação..... 88
10	Equação de regressão ajustada dos valores médios de b, em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , quanto a sexos e sangrias, e coeficiente de determinação..... 92
11	Valores médios de R em razão dos sexos e das sangrias..... 94
12	Valores médios de R em razão das insensibilizações e das sangrias..... 95
13	Equação de regressão ajustada para os valores médios de R em função do tempo (T) <i>post mortem</i> para sexos e tratamentos, e coeficiente de determinação..... 97
14	Resumo da análise de variância da capacidade de retenção de água (CRA), capacidade emulsificante (CE), perda de peso por exsudação (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e maciez objetiva (MO), após 24 horas <i>post mortem</i> 102
15	Valores médios de PPC em razão das sangrias e dos sexos..... 103
16	Valores médios da força de cisalhamento (kgf) em razão dos tratamentos e das sangrias..... 104

CAPÍTULO 2

1	Profissionais que atuaram na elaboração de projetos de abatedouros de rãs..... 117
2	Equipamentos encontrados/utilizados nos abatedouros de rãs..... 129
3	Ilustração do tempo de concepção e aprovação de um projeto e da obtenção do registro da empresa no SI pertinente..... 131
4	Capacidade de produção nominal média dos abatedouros..... 135
5	Preços praticados (R\$)..... 138
6	Distribuição da indústria de abate em seu mercado..... 140

	Página
7	Considerações de máxima importância (fundamentais) segundo a ótica gerencial dos abatedouros, para bom desempenho da atividade..... 149
8	Classificação das coxas de rã segundo o tamanho..... 150
9	Perfil de empresas e do produto comercializado na CE..... 153

APÊNDICE A

1A	Valores médios de pH em razão dos tratamentos e do tempo (T) <i>post mortem</i> 183
2A	Valores médios de L em razão dos tempos (T) <i>post mortem</i> nos respectivos tratamentos com sangrias e insensibilizações..... 183
3A	Valores médios de L em razão dos tempos (T) <i>post mortem</i> nos respectivos tratamentos com insensibilizações e sangrias..... 184
4A	Valores médios de vermelho (a) em razão das sangrias e dos tratamentos com insensibilizações..... 184
5A	Valores médios de vermelho (a) em razão dos tratamentos com sangrias e dos tempos (T) <i>post mortem</i> 185
6A	Valores médios de amarelo (b) em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> e dos tratamentos com insensibilizações..... 185
7A	Valores médios de amarelo (b) em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , das sangrias e dos sexos..... 186
8A	Valores médios de R em razão dos tempos (T) <i>post mortem</i> nos respectivos sexos e tratamentos com insensibilizações..... 186
9A	Valores médios de R em razão dos tempos (T) <i>post mortem</i> nos respectivos tratamentos com insensibilizações e dos sexos..... 187

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Representação tridimensional do sólido de cor (Hunter L, a e b).....	19
CAPÍTULO 1	
1 Ilustração de aplicação da eletronarcose em rã-touro.....	58
2 Esquema do circuito eletroeletrônico do sistema de eletroinsensibilização.....	59
3 Posições tomadas pelas rãs nos processos de insensibilização aplicados neste experimento. Da esquerda para a direita, quimionarcose, eletronarcose e termonarcose.....	70
4 Estimativa do pH em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> das respectivas insensibilizações.....	76
5 Estimativa de L, em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , nos respectivos tratamentos, com insensibilizações e sangrias.....	80
6 Estimativas de a em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> nas respectivas sangrias.....	86
7 Estimativa de b em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> e dos respectivos tratamentos.....	88
8 Estimativa de b em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , com relação a sexos e sangrias.....	93

	Página
9 Carta de cor do sistema CIELAB e • localização provável da cor da carne de rã.....	93
10 Estimativa de R em razão do tempo (T) <i>post mortem</i> , quanto a sexo e insensibilizações.....	97

CAPÍTULO 2

1 Localização das empresas voltadas para a atividade ranícola em operação e em processo de registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF).....	114
2 Fachada de empresa com inspeção federal, mostrando à esquerda escritório e demais dependências e, à direita, a indústria.....	116
3 Construção fabril para o abate de rãs; empresa com inspeção estadual.....	116
4 Termonar cose em linha de abate.....	121
5 “Nora” automática para transporte aéreo; equipamento comercial..	123
6 “Nora” manual para transporte aéreo; improvisação do ranicultor...	123
7 Animais eviscerados aguardando a operação seguinte.....	124
8 Varão de suporte da gancharia; improvisação do ranicultor.....	124
9 Improriedade da ferramenta utilizada para a evisceração.....	126
10 Calha receptora ao longo da linha de abate.....	126
11 Carcaças dentro da embalagem primária prontas para o congelamento rápido.....	128
12 Embalagem secundária de 300 gramas.....	128
13 Lavagem e sanitização.....	144
14 Unidade de abate visitada em Taiwan.....	155

APÊNDICE A

1A Distribuição, em peso, dos animais utilizados no ensaio 1.....	181
2A Distribuição, em peso, dos animais utilizados no ensaio 2.....	182

EXTRATO

MOURA, Onofre Maurício, D. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de rã-touro e perfil das indústrias de abate.** Orientador: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Conselheiros: Samuel Lopes Lima e Paulo Roberto Cecon.

Este trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro, determinaram-se algumas características bioquímicas, físicas e físico-químicas da carne de rã de diferentes sexos, submetida a três métodos de insensibilização (químico, termo e eletronarcese) e dois métodos de sangria (com e sem). No segundo, levantaram-se os problemas e as potencialidades da indústria brasileira de abate e processamento, procurando estabelecer o perfil desta atividade agroindustrial e projetando um instantâneo de sua situação atual. Levantaram-se também informações sobre o mercado mundial de carne de rã. Verificou-se que o valor mínimo de pH_{32h} (6,04) foi obtido pela aplicação de eletronarcese. Apesar de diferenças ($P < 0,05$) sofridas por cada um dos índices de cor (valores de L, a e b), a carne de rã apresentou-se sempre com coloração branco-cremosa. Os valores de R indicaram que a instalação do *rigor mortis* em rãs teve retardo mínimo de oito horas, sendo esse retardo maior ($P < 0,05$) quando se empregou a termonarcese (cerca de 11 horas). As características físico-químicas (CRA, CE, PE) da carne de rã não foram ($P > 0,05$) afetadas por nenhuma das variáveis estudadas e suas interações. A CE da carne de rã

(111,13 mL óleo/g de amostra) mostrou-se similar àquela reportada na literatura para a carne bovina magra (115,6 mL óleo/g de amostra). A PPC da carne foi afetada ($P < 0,05$) pela interação entre sexo e tipo de sangria. A maciez da carne sofreu ($P < 0,05$) efeito da interação entre os métodos de insensibilização e sangria. Esses resultados indicaram que, aparentemente, as metodologias de insensibilização e sangria estudadas, assim como o sexo das rãs, não trazem maiores conseqüências para as características de qualidade da carne de rã. Constatou-se que, no Brasil, os abatedouros de rã, em média, empregam 7,3 trabalhadores, operam com elevada (75%) capacidade ociosa e, em conjunto, apresentam produção (1998) de cerca de 75 toneladas, correspondendo a cerca de 19% da produção estimada dos ranários. A maioria das empresas tem operado com amadorismo em relação ao produto e ao consumidor. Não existe definição ou classificação para o produto (padrão de qualidade); os aspectos sanitários de algumas empresas e algumas operações da linha de abate podem ser melhoradas. Há necessidade de desenvolver e adequar equipamentos e utensílios de abate próprios à atividade, bem como uniformizar as exigências dos serviços de inspeção (SI) do País. No exterior, a classificação da carne de rã se dá unicamente com relação ao peso das coxas, exportadas congeladas. Não há, no mercado, produtos processados, e a exigência de qualidade sanitária dos produtos tem sido utilizada como barreira à sua entrada nos países importadores.

ABSTRACT

MOURA, Onofre Maurício, D.S., Universidade Federal de Viçosa, December, 2000. **Effect of different stunning and bleeding methods on quality characteristics of bullfrog meat and profile of it's slaughtering plants.** Adviser: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Committee members: Samuel Lopes Lima and Paulo Roberto Cecon.

This research was divided in two chapters. In the first one, some of the biochemical, physical and physical-chemical properties of frog meat of different sex, submitted to three stunning methods (anesthetic, electrical and thermal) and two bleeding procedures (with and without) were determined. In the second one, the potentials and problems of the Brazilian frog slaughtering and processing industry were investigated, in order to establish this agro-industry profile, and project it's actual situation. Information regarding the world's frog market were also gathered. The results showed a minimum pH_{32h} (6,04) which resulted from the electrical stunning method. Despite the differences verified ($P < 0,05$) for each (L, a and b values) of the color indexes, the frog meat always presented itself custard-white in color. The R values indicated that in frog the *rigor mortis* delay phase have a minimum of 8 hours, which is greater ($P < 0,05$) when thermal stunning is used (about 11 hours). None of the frog meat physical-chemical characteristics (WHC, EC and drip loss) were ($P > 0,05$) affected by any of the variables studied or their interactions. Frog's meat EC (111,13 mL of oil/g of sample) was similar to that reported for lean beef

(115,6 mL of oil/g of sample). The frog meat cooking loss was affected ($P < 0,05$) by the interaction between sex and bleeding procedure. Frog meat tenderness was affected ($P < 0,05$) by the interaction between the stunning and bleeding methods. This results indicate that, apparently, the stunning and bleeding procedures studied, as well as frog's sex, does not have any major consequences to it's final meat quality. It evidenced that, in Brazil, the frog slaughtering plants, on average, employ 7,3 workers, operate at low capability (25%), and all together have a production (1998) of about 75 tons., corresponding to about 19% of the estimated Brazilian frogfarms production. The majority of the industries operated in an amateur way regarding the product and it's consumers. There is no product definition or classification (quality standards); The sanitary aspects and some of the line operation steps of some of the industries, can and may be improved. There is a need to develop/adapt slaughtering equipment and utensils proper to his activity, as well to standardize the Brazilian's Inspection Service exigencies. In the foreign market the frog meat classification is solely based in regard to the legs weight, which are exported in the frozen state. There is no processed frog products, and the exigency for the product's sanitary quality have been used as a barrier to it's importation.

1. INTRODUÇÃO

Os trabalhos de pesquisa disponíveis sobre a carne de rã para consumo humano tem abordado aspectos relativos à microbiota e às transformações em seus macroconstituintes, como solubilidade protéica, oxidação lipídica, etc., decorrentes do armazenamento refrigerado e, ou, congelado desse produto. Isso, talvez, possa ser explicado pelo fato de que a obtenção da carne de rã, distribuída nos mercados dos países desenvolvidos da América do Norte e Europa, até passado recente, tem sido exclusivamente resultante da caça do animal selvagem, em países do terceiro mundo. Mesmo essas pesquisas, desenvolvidas por pesquisadores dos países consumidores, parecem motivadas por um controle de qualidade do produto adquirido, procurando-se minimizar os riscos relativos à saúde por toxiinfecções alimentares, como salmonelose. Essa conduta diante das pesquisas, tendo como objeto a carne de rã, parece se repetir entre a pesquisadores dos países fornecedores.

Com relação à carne de rã obtida da caça, maiores preocupações com sua qualidade não têm sido motivo de investigação no exterior.

No Brasil, essa postura perante as pesquisas, tendo como objeto a ranicultura, diferencia-se do que ocorre no exterior, devido às características próprias que a atividade ranícola adquiriu em terras brasileiras. Apesar de existir o comércio da carne de animais oriundos da caça, ele é relativamente pequeno e regionalizado. A ranicultura comercial brasileira tem crescido e se

firmado continuamente como opção para nossa agroindústria em quase todo o território nacional, e pressões para desenvolvimento de novas técnicas de abate e de processos que viabilizem um produto final com qualidade uniforme e de padrões conhecidos se fazem sentir.

Grande volume das pesquisas desenvolvidas por instituições brasileiras sobre ranicultura tem sido direcionado para os sistemas de reprodução e recria, sendo farta a bibliografia nessa área, com avanços tecnológicos de reconhecimento internacional. O aumento de produtividade decorrente do aporte dessa tecnologia e a necessidade de diversificação da oferta de produtos têm tornado aparente a carência de trabalhos relativos à abordagem da rã e de sua carne como matéria-prima para a indústria alimentícia.

Nessa abordagem, devem-se considerar as transformações físicas e bioquímicas que ocorrem na musculatura do animal, decorrentes do seu histórico imediatamente anterior/posterior ao abate e que irão conferir à carne obtida características peculiares que influenciarão a “vida de prateleira” e as características de processamento, ou seja, em sua qualidade final.

As ocorrências bioquímicas da transição de músculo para carne têm relação direta com a qualidade e podem refletir na cor, na maciez, na perda de peso, na capacidade emulsificante, na capacidade de retenção de água e nas características importantes para obtenção de produtos frescos, congelados ou industrialmente processados.

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos relacionando o tempo de ocorrência do *rigor mortis* (RM), e a variação de pH ao longo deste e das implicações possíveis nas características de maturação do músculo de rã para carne. Os únicos trabalhos que têm contemplado, de alguma forma, características desses atributos foram desenvolvidos por ALBINATI (1994) e LOAIZA (1996).

ALBINATI (1994) estudou, em rãs, o efeito de diversos tipos de insensibilização preconizados sobre a geração de inconsciência; a eficiência dessas insensibilizações; e a velocidade de sangria, sugerindo a adoção de eletronarcose como o processo de insensibilização mais adequado, com relação aos parâmetros pesquisados. Entretanto, não se avaliou o efeito dessas insensibilizações sobre as transformações bioquímicas do músculo no

post mortem e a possível influência dessas transformações sobre a qualidade da carne. LOAIZA (1996) testou dois sistemas de evisceração (tradicional e alternativo), com o objetivo de verificar sua influência na qualidade das carcaças quanto à carga microbiológica do produto estocado sob refrigeração e congelamento.

Há evidências de que a queda do pH *post mortem*, a redução do tamanho muscular decorrente do encolhimento do sarcômero pela formação do complexo de actomiosina, a capacidade de retenção de água e a maciez e suculência da carne de rã são também afetadas pelos métodos de atordoamento e matança, mas essa relação é menos claramente definida do que em animais tradicionalmente utilizados para produção de carne. Essa falta de clareza por certo resulta do relativamente lento desenvolvimento do rigor nas baixas temperaturas em que rãs são usualmente mantidas *post mortem*, de diferenças no metabolismo por se tratar de animais pecilotérmicos e da carência de trabalhos de pesquisa nessa área.

Recentemente, enfoque especial tem sido dado a um grupo particular de anfíbios resistentes ao frio que sobrevivem expostos no inverno a temperaturas subzero (0 a -8°C), com o propósito de determinar, com precisão, esses fatores bioquímicos de sobrevivência para auxiliar nos projetos de criogenia de tecidos e órgãos humanos. Um dos animais usados como modelo nesses estudos é a *Rana sylvatica*, rã de lugares secos, habitante do Canadá e norte dos Estados Unidos e que sobrevive no inverno com os fluidos corpóreos congelados, por sua produção endógena de glicose, utilizada como crioprotetor. A síntese de glicose inicia-se imediatamente após a temperatura corpórea atingir 0°C.

Rana catesbeiana, utilizada nos ranários comerciais brasileiros para a obtenção de carne para consumo humano, apesar de não ser resistente ao congelamento corpóreo, é, a exemplo de *Rana sylvatica*, originária de climas temperados. Sendo a rã-touro originária de macroclima semelhante ao de *Rana sylvatica*, é esperado que ela, se submetida a condições ambientes adequadas, tenha respostas fisiológicas semelhantes ou próximas às destas. Tais respostas fisiológicas possivelmente possam ser aproveitadas na insensibilização e no abate para conferir características especiais ao produto final, como melhor capacidade de retenção de água e capacidade

emulsificante, características de pH e maciez, que, em conjunto, refletirão na qualidade do produto final. Assim, surge o questionamento da possibilidade de se desenvolverem métodos de insensibilização e abate que permitam tirar proveito dessas características, ao mesmo tempo que se levanta a questão da diferença entre os diversos métodos de atordoamento estudados para rãs quanto a esses parâmetros, especialmente os métodos baseados na imersão em água e gelo, e à eletronarcorese. No entanto, a ranicultura brasileira encontra-se em um ponto crítico de seu desenvolvimento, apesar de seu alto potencial como atividade agroindustrial. Há interesse muito grande por parte de pequenos proprietários e médios investidores na busca de informações sobre as oportunidades que a ranicultura oferece no momento. Questionamentos como o nível de produção atual, as regiões de maior desenvolvimento, a industrialização e suas formas, a distribuição dos produtos, o perfil efetivo e potencial do consumidor, as oportunidades de exportação etc. eram indagações que, até 1998, não dispunham de respostas.

Tendo em vista essa necessidade de informações, foi submetido ao Ministério da Ciência e Tecnologia, através do Edital CDT/PADCT 01/98 - Segunda Rodada, dentro do subcomponente Plataformas - PLAT, o projeto PLATARAN - Problemas da Produção, Abate/Processamento e Comercialização dos Produtos da Ranicultura¹, com aprovação. Esse projeto foi executado no período de outubro de 1998 a maio de 1999.

No capítulo 1 deste trabalho, objetivou-se contribuir com o estudo da qualidade da carne de rã-touro (*R. catesbeiana*), utilizando três formas de insensibilização, com e sem a aplicação de sangria, com o intuito de descrever a forma de ação de cada evento sobre o comportamento *post mortem* dos músculos das rãs.

O capítulo 2 trata de parte do projeto qualificado acima, particularmente do Abate/Processamento, que foi subcoordenado pelo autor desta tese. Procurou-se estabelecer aqui um instantâneo das indústrias de abate, com especial atenção para os perfis estrutural, organizacional e mercadológico, e da segurança alimentar.

¹ Coordenação: Prof. Dr. Samuel Lopes Lima (geral), Prof. M.S. Onofre Maurício de Moura (Abate/Processamento) e Prof. M.S. Tancredo Almada Cruz (Comercialização).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A carência de trabalhos de pesquisa relativos à rã-touro, no tocante às transformações bioquímicas *post mortem* perante as rotinas de abate, tem obrigado o direcionamento da revisão bibliográfica para trabalhos com enfoque semelhante aplicados a animais normalmente utilizados como produtores de carne para consumo humano. Como as vias metabólicas e catabólicas guardam semelhanças no todo, possivelmente diferindo em particularidades, espera-se que as variáveis que definem a qualidade da carne de animais de sangue quente e com predominância de fibras brancas, em especial suínos e aves, possam ser aplicados no estabelecimento de indicadores de qualidade para a carne de rã.

Em atenção a essas possíveis particularidades, a revisão de literatura foi ampla e dividida em itens, abordando-se as transformações bioquímicas que ocorrem na conversão do músculo para carne em animais tradicionais de abate, em insensibilizações e em aspectos da fisiologia dos anfíbios, abordando-se também características próprias de *Rana catesbeiana*.

Em os animais comumente fornecedores de carne, como bovinos, suínos, ovelhas, coelhos, aves, etc., essas transformações bioquímicas têm sido exaustivamente estudadas durante as últimas décadas, estando hoje bem caracterizadas e com a influência de variáveis intrínsecas e extrínsecas bem determinadas.

Nos anfíbios, animais de sangue frio, entre os quais se encontra a rã-touro, essas variáveis intrínsecas e extrínsecas podem influenciar, de maneira diversa, as transformações bioquímicas *post mortem* em relação aos animais de carne tradicionais, todos eles de sangue quente.

2.1. Transformações bioquímicas na conversão do músculo para carne

Os processos *ante mortem* e *post mortem* que afetam a conversão do músculo em carne são extremamente importantes no esforço global para controlar e aperfeiçoar a qualidade da carne fornecida (JUDGE et al., 1989). Esses processos são complexos e envolvem alterações metabólicas, físicas e estruturais. Na fibra muscular *in vivo*, compostos de alta energia, como fosfato creatina, trifosfato de adenosina (ATP), difosfato de adenosina (ADP), hexose-fosfato e glicogênio estão presentes em concentrações bem equilibradas. À morte do animal, a circulação sanguínea é suprimida e a provisão da célula com substâncias de alta energia e oxigênio cessa. Também, a remoção dos metabólitos é interrompida. Assim, os compostos de alta energia disponíveis no momento da morte são usados para manter o metabolismo do músculo. A taxa de perda depende de vários fatores, assim como das concentrações de compostos de alta energia, fatores genéticos, tensão e condições ambientais. Durante a primeira hora *post mortem*, o músculo normal tenta manter a relação bem equilibrada de adenina nucleotídeos controlando a atividade de várias enzimas na via glicolítica (Atkinson, 1970, citado por HONIKEL e FISCHER, 1977). Como resultado da síntese de ATP pela glicólise e pela reação catalisada pela miokinase, o nível de ATP permanece constante ou diminui lentamente (BENDALL, 1973), considerando-se que a concentração de glicogênio diminui e a de lactato e prótons, aumenta.

Maciez, suculência, cor e sabor de carnes podem ser influenciados pelas mudanças que ocorrem durante a conversão do músculo em carne. Importantes características de processamento, como capacidade emulsificante, propriedades ligantes, perdas no cozimento e cor da carne cozida, também podem ser afetadas por essas mudanças (JUDGE et al., 1989). Outra característica associada é a capacidade de retenção de água (CRA),

responsável, dentre outras, pela perda de água durante o resfriamento de carcaças e o descongelamento de carnes (gotejamento ou “drip”).

Dentre os fatores *ante mortem* que podem afetar a qualidade das carnes, citam-se: o estresse, a hereditariedade, a idade, a localização do músculo, o sexo e a dieta (FORREST et al., 1975). O estresse está diretamente relacionado aos dias ou às horas imediatamente anteriores ao abate, como o transporte, o sistema de dieta hídrica e a insensibilização, acompanhados dos protocolos de abate.

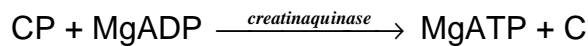
Os músculos e partes da rã não mudam de maneira uniforme *post mortem*. Primeiro, o músculo consiste de dois tipos predominantes de fibras, vermelhas e brancas, contendo diferentes quantidades de mioglobina, enzimas glicolíticas e oxidativas e substratos (Cassens e Cooper, 1971, citados por GREASER, 1986). Diferentes músculos contêm diferentes proporções de fibras vermelhas em relação às brancas, e alguns músculos têm maiores regiões de fibras predominantemente vermelhas ou predominantemente brancas. Swatland (1975b), citado por GREASER (1986), tem mostrado que fibras adjacentes possuem diferentes modelos de redução de glicogênio. Segundo, um importante fator *post mortem* é a temperatura de armazenamento, que poderá afetar distintamente as mudanças nas reações químicas que ocorrerão no tecido muscular pré e pós-rigor, podendo ter conseqüências desejáveis ou indesejáveis. Reações catalisadas por enzimas são particularmente sensíveis à temperatura. Essas reações *post mortem* se processam predominantemente na cadeia respiratória anaeróbia (glicolítica), atuando sobre os compostos de alta energia (glicogênio, glicose e adenosina trifosfato - ATP), gerando metabólitos que caracterizarão o produto final. Diferenças de 10°C afetam as velocidades de reações em carnes, duplicando-as ou, até mesmo, triplicando-as. Portanto, o efeito da temperatura no processo metabólico é profundo, e deve ser observado que o índice de resfriamento *post mortem* do músculo não é uniforme, sendo afetado pelo tamanho da carcaça, pela temperatura do resfriador, pela velocidade do ar que passa pela carcaça e pela espessura da camada isolante de gordura sobre a superfície (GREASER, 1986).

2.1.1 Metabolismo *post mortem*

a) Compostos de alta energia

O ATP é o composto de mais alta energia em células e é usado para conduzir grande variedade de reações metabólicas, incluindo o transporte de íons. Sua presença é absolutamente essencial para a sobrevivência da célula muscular, porque esta, *post mortem*, procura manter seus níveis de ATP a todo custo (Bendall, 1973, e Scopes, 1973, citados por GREASER, 1986; PEARSON, 1994).

Apesar de as células usarem ATP como sua fonte primária de energia para direcionar suas reações bioquímicas, outro composto de alta energia, creatina fosfato (CP), está presente em concentrações significativas e serve para tamponar os níveis de ATP pela participação na seguinte reação:



Assim, se a célula do músculo é chamada para o trabalho, ainda que o índice de quebra do ATP seja rápido, a concentração de ATP na célula permanece estável. Um processo similar ocorre no músculo *post mortem*, e foi há muito tempo observado que os níveis de ATP permanecem mais ou menos constantes até aproximadamente 70% da CP ter sido degradada (Bendall, 1951, citado por GREASER, 1986; PEARSON, 1994). Nesse ponto, os níveis de ATP começam a declinar rapidamente, e sua queda chega à quase zero.

A concentração de CP no músculo removido de um animal vivo, ou dentro de 10 minutos após a sua morte para biopsia, já é muito menor que aquela encontrada no músculo em descanso. Mesmo o corte do músculo para remover a amostra causa, invariavelmente, resposta contrátil com uma resultante diminuição de parte da CP presente. Também, há, normalmente, considerável atividade contrátil resultante do atordoamento, em especial pela eletronarcose, durante o abate. Os níveis de CP em músculos em descanso têm sido obtidos, porém pela anestesia de animais com MgSO₄ ou curare para

bloquear estimulação nervosa durante a amostragem (Bendall, 1966, 1973b, e Sair et al., 1970, citados por GREASER, 1986).

Com o metabolismo de glicogênio, o ATP é desfosforilado a ADP e, na seqüência, a monofosfato de adenosina (AMP). O AMP é posteriormente desaminado, quase que instantaneamente, para inosina monofosfato (IMP), que é removida do conjunto de adenina nucleotídio. Durante o armazenamento adicional do músculo, a IMP é enzimaticamente transformada em inosina e, finalmente, em hipoxantina. Em geral, o desarranjo *post mortem* de adenosina nucleotídio para derivados de hipoxantina ocorre em bovinos, aproximadamente de 12 a 24 horas em músculo normal. Essa mudança tem sido informada na literatura como um método para determinar o estado de *rigor mortis* (Khan e Frey, 1971; Davidek e Velisek, 1973, citados por HONIKEL e FISCHER, 1977).

Em vida, o ATP é ressintetizado tanto pelo metabolismo oxidativo na mitocôndria como pela glicólise anaeróbia no sarcoplasma. Quando o suprimento de sangue cessa não há suprimento de oxigênio para o músculo, sendo a produção de ATP mitocondrial finalizada. Nenhuma nova glicose pode ser transportada para a célula, e, então, a utilização do glicogênio armazenado é o único caminho pelo qual o ATP pode ser ressintetizado. O produto final dessa reação é ácido láctico, que aumenta por algum tempo *post mortem*. Como resultado, o pH do músculo diminui de $\approx 7,1$ a $7,3$ para a faixa de $5,5$ a $5,7$ (GREASER, 1986; PEARSON, 1994; FORREST et al., 1975; LAWRIE, 1979).

Os níveis de glicogênio do músculo em repouso variam de aproximadamente $45 \mu\text{mol}$ (em equivalentes de glicose) por grama em *Sternomandibularis* de bovinos a $65 \mu\text{mol.g}^{-1}$ no *Longissimus dorsi* de certos porcos (BENDALL, 1973). A concentração de glicogênio em bovinos é mais estável do que em suínos, em bovinos, atinge 50% de sua concentração inicial em aproximadamente 12 horas *post mortem*. Em suínos, essa concentração pode ser reduzida de 30 a 50% em aproximadamente 10 minutos *post mortem* (KASTENSCHMIDT, 1970). Sayre et al. (1963c), Beecher et al. (1965a), Bodwell et al. (1965a) e Newbold e Lee (1965), citados por GREASER (1986), estabeleceram que a quantidade de glicogênio remanescente quando a

glicólise cessa pode variar de 2 a 30% dos níveis presentes no músculo *in vivo* em repouso. O fato de que nem todo glicogênio é esgotado pode ser devido à sua compartimentalização ou ao esgotamento da adenina nucleotídeo (Ottaway e Mowbray, 1977, citados por GREASER, 1986). Os níveis das hexoses fosfatos, α -glicerol fosfato e lactato são muito maiores do que aqueles de outros intermediários ao mesmo tempo *post mortem*. Glicose-6-fosfato pode dobrar sua concentração em *Semimembranosus* bovino entre zero e oito horas *post mortem* (Foller et al., 1974, citados por GREASER, 1986). A alta concentração de hexoses fosfatos indica que a atividade de fosfofrutoquinase pode ser limitante do índice da glicólise (Newbold e Scopes, 1967, citados por GREASER, 1986). Porém, em nenhum caso, faz com que a concentração total dos intermediários entre glicogênio e ácido láctico exceda a 15% do glicogênio inicial em equivalentes de glicose.

A concentração de ácido láctico no músculo em repouso de bovinos, ovelhas e coelhos está na faixa de 6 a 16 $\mu\text{mol.g}^{-1}$. Amostras de músculos tiradas do músculo *Longissimus dorsi* de bovino imediatamente após o abate tiveram o índice de lactato nessa faixa (Bodwell et al., 1965a, citados por GREASER, 1986), enquanto músculos de porcos usualmente tiveram no mínimo 30-40 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ (Bendall et al., 1963, Kastenschmidt et al., 1964, e Kastenschmidt, 1970, citados por GREASER, 1986). Os níveis de lactato do músculo de porcos aumentam muito rapidamente, com mais de 80 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ já presentes três horas *post mortem* (KASTENSCHMIDT, 1970). Os níveis finais podem alcançar 130 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ (Bendall et al., 1963, citados por GREASER, 1986). Esse acúmulo de ácido láctico, associado à falta de circulação sanguínea decorrente do processo de sangria, provoca a queda *post mortem* do pH muscular. Então, a medida do pH tem sido um seguro e sensível indicador do índice e da extensão da glicólise *post mortem* (BUSCH et al., 1967; GREASER, 1986).

Os valores iniciais de pH do músculo *in vivo* e em descanso de coelho (*psuas*), ovelha (*peitoral*), bovino e porco (*Longissimus dorsi*) reportados por BENDALL (1973) foram, respectivamente, de 7,10; 7,18; 7,08; e 7,18-7,30. Em cordeiro, após 40 a 80 minutos *post mortem*, o pH atinge 6,8-7,0 (Marsh e Thompson, 1958, citados por GREASER 1986), em suíno, após 10 a 15

minutos *post mortem*, o pH atinge 6,6-6,8 (Hallund e Bendall, 1965, citados por GREASER, 1986). Esses valores em *Longissimus dorsi* levam normalmente a um nível final de 5,4 a 5,7 (Bate-Smith e Bendall, 1949, e Marsh, 1954, citados por PEARSON, 1994; Marsh e Thompson, 1958, e Briskey e Wismer-Pedersen, 1961, citados por GREASER, 1986). Em casos extremos, o pH final em certos tipos de porcos tem alcançado valores menores de 4,8 (Lawrie et al., 1958, citados por GREASER, 1986). Nem todos os músculos comportam similarmente, e em particular diversos músculos de cordeiro têm valores finais de pH acima de 6,0 (GREASER, 1986). O índice de queda do pH varia com a espessura do músculo em questão. O tempo para o músculo bovino *Semimembranosus* atingir seu pH final foi de 24-48 horas a 1,5 cm da superfície, 12 horas a 5 cm e 6 horas a 8 cm (Tarrant, 1977, citado por GREASER, 1986). O índice de declínio do pH é espécie dependente e pH dependente, isto é, no segundo caso, a queda do pH varia por faixas. O músculo de porco muda a 0,64 unidades.h⁻¹ a 37°C, enquanto os músculos de bovino, ovelha e coelho caem aproximadamente 0,27 a 0,40 unidades.h⁻¹ (Marsh e Thompson, 1958, e Hallund e Bendall, 1965, citados por GREASER, 1986). O índice de declínio é pH dependente com índices menores próximos a 6,7 e abaixo de 5,8 em porcos (Bendall, 1973); o *Semimembranosus* de bovino declina a 0,13 unidade.h⁻¹ entre pH 7,0 e 6,7 e a 0,25 unidade.h⁻¹ de 6,8 a 5,8, com o índice corrigido a uma temperatura constante de 38°C (Bendall, 1978, citado por GREASER, 1986).

b) Rigor mortis e encurtamento

A mudança mais evidente em músculo *post mortem* é a transformação da sua natureza suave, flexível e elástica em um estado mais rígido e inextensível (JUNGK, 1967; PEARSON, 1994).

O padrão de *rigor mortis* pode ser dividido em três fases: de retardo, rápida e pós-rigor. A fase de retardo é aquele período de tempo em que não há mudança na elasticidade do músculo. A fase rápida inicia-se quando a extensibilidade começa a declinar e termina quando a extensibilidade alcança seu mínimo. A fase pós-rigor refere-se ao período após a fase rápida ser concluída (STROMER e GOLL, 1967; GREASER, 1986).

Os músculos com maior proporção de fibras brancas têm maior fase de atraso do que aqueles que têm predominantemente fibras vermelhas (BRISKEY et al., 1962; e Beecher et al. 1965b, citados por GREASER, 1986; FREMERY e POOL, 1960). Porém, essas informações são conflitantes com dados informados por FORREST et al. (1975), em tabela de ordem decrescente de ocorrência do início do rigor, em que bovinos e cordeiros aparecem em primeiro lugar (6-12 horas) e peixe em último (<1 hora). As fibras vermelhas predominam nos primeiros e as brancas, nos últimos.

O tempo para a conclusão do rigor (finalização da fase rápida) é maior em músculo de bovino (CASSENS e NEWBOLD, 1967) e ovelhas (Marsh, 1954, e Marsh e Thompson, 1958, citados por GREASER, 1986) do que em músculo de porcos (BRISKEY et al., 1962) e de aves (FREMERY e POOL, 1960). O *rigor mortis* é completado mais rapidamente a altas temperaturas, na faixa de 37-15°C. Locker e Daines (1975), citados por GREASER (1986), usando *Sternomandibulares* de bovino, encontraram tempos de sete horas a 37°C, 10 horas a 34°C, 10 horas a 28°C, 12 horas a 24°C e 24 horas a 15°C para conclusão do rigor.

Duas condições, conhecidas como rigor de descongelamento e encolhimento pelo frio, têm sido reconhecidas nos anos recentes como resultantes da baixa temperatura do músculo antes do início do *rigor mortis* (JUDGE et al., 1989).

O padrão e a causa de encurtamento que ocorre em baixas temperaturas em músculo *post mortem* são totalmente diferentes daquele em altas temperaturas (PEARSON, 1994). Locker e Hagyard (1963), citados por GREASER (1986), foram os primeiros a mostrar que músculos removidos da carcaça de bovinos, imediatamente *post mortem*, encurtaram de 50 a 60% quando colocados a 2°C. Esse encurtamento é chamado de “encolhimento pelo frio” e é distinto do encolhimento do rigor, pois o anterior ocorre mais rapidamente (em poucos minutos após atingir baixas temperaturas), a alto pH (usualmente >6,7) e com níveis musculares de ATP de 5 a 6 mM, enquanto o último se desenvolve lentamente (horas) a baixo pH (primariamente <6,0) e a níveis de ATP ≤ 1 mM (Busch et al., 1967, e Bendall, 1975, citados por GREASER, 1986). Conforme Bendall (1973), citado por HONIKEL et al.

(1981b), o *rigor mortis* de músculo normal do pescoço de bovino, como definido pelo decréscimo de extensibilidade, ocorre quando o pH *post mortem* diminui com valores ao redor de 5,9 e o valor de R [razão da absorvância entre o monofosfato de inosina (IMP) e trifosfato de adenosina (ATP)] alcança um nível próximo de 1,10, que corresponde a uma concentração de aproximadamente 1 μmol de ATP/g de tecido (HONIKEL e FISCHER, 1977). O encolhimento pelo frio ocorre em músculos submetidos a temperaturas iguais ou inferiores a 11°C antes que o RM tenha se instalado, especialmente em músculos com significativa proporção de fibras vermelhas. Assim, sua ocorrência é muito menor em muitos músculos de coelho e porco, que possuem quantidades consideráveis de fibras brancas. A extensão de encolhimento dos músculos *Longissimus dorsi* e *Biceps femoris* de porcos é inferior a 20% a 2°C (Hendricks et al., 1971, citados por HONIKEL et al., 1981b).

2.1.2. Considerações sobre a qualidade de carnes

O músculo é convertido em carne por uma série complexa de reações químicas envolvendo o colapso de compostos de alta energia e a complexação da miosina e actina no *rigor mortis*. Os índices desses processos são muito mais rápidos em porcos do que em bovinos ou cordeiros. Parece que o nervo motor e, ou, o plasmalema muscular exercem controle primário no índice da glicólise *post mortem*. Os índices variam consideravelmente entre diferentes músculos e em diferentes distâncias da superfície, por causa do gradiente de temperatura. O declínio do pH é extremamente rápido, enquanto a temperatura do músculo está acima de 30°C, levando à desnaturação da miosina, reduzindo a solubilidade da proteína e diminuindo o valor da carne para processamento (GREASER, 1986).

A maciez de carnes é um dos atributos mais importantes a determinar a aceitabilidade e a satisfação do consumidor (LAWRIE, 1979; FORREST et al., 1975). Carnes macias são aquelas que apresentam textura suave e, ou, de pouca resistência. Assim, qualquer fator que contribua para a textura final da carne terá impacto sobre a sua maciez (GOMIDE, 1992).

As variadas mudanças *post mortem*, descritas anteriormente, podem afetar profundamente a conveniência do músculo como alimento. Em certos

casos, a aparência da carne pode ser anormal e apresentar problemas com a aceitação pelo consumidor, e a sua qualidade para processamento pode variar.

Um dos mais importantes defeitos de qualidade do porco é a carne pálida, suave e exsudativa (PSE). A assim chamada de “carne PSE” é caracterizada pela baixa capacidade de retenção de água, cor pálida e textura flácida, que torna indesejável o seu consumo e também para processadores de carne, que a discriminam por causa das altas perdas durante o processamento (Borchert e Briskey, 1963, citados em BRISKEY, 1964). A condição PSE resulta de um extremamente rápido índice da glicólise *post mortem*, que reduz o pH, enquanto a temperatura do músculo é ainda alta (PEARSON, 1994). A glicólise é uma ocorrência multifatorial, incluindo influências endógenas e exógenas (Augustini, 1982, e Lengerken et al., 1980, citados por SILVEIRA, 1997). Em condições de estresse, por meio de um processo de anaerobiose, carboidratos são decompostos, objetivando a geração de energia (síntese de ATP). Como resultado, são formadas pequena quantidade de ATP e alta concentração de ácido láctico, bem como há aumento na produção de calor. Além dos fatores exógenos que promovem a decomposição do glicogênio, existem outras influências responsáveis pelo aumento da temperatura corporal ou da carne que resulta na condição PSE (SILVEIRA, 1997), como estresses psicológico e térmico antes do abate. O índice de declínio do pH é aproximadamente duas vezes mais rápido em músculo que se torna PSE (1,04 unidade.h⁻¹ versus 0,65 unidade.h⁻¹ em músculo normal colocado a 37°C) (Bendal et al., 1963, citados por GREASER, 1986). Em certos casos, o pH final pode ser alcançado em 15 minutos *post mortem*.

Nos momentos iniciais após a morte do animal, os níveis de glicogênio em músculos PSE são severamente reduzidos, e os níveis de lactato são aproximadamente o dobro daquele de músculo normal. As concentrações de lactato atingem seu máximo em uma hora, ou menos, com 40-60 µmol.g⁻¹ contra 105 µmol.g⁻¹, em músculo de porco normal e PSE, respectivamente. Concentrações de CP e ATP são também baixas à morte, sendo ambas exauridas em uma hora *post mortem*. Os níveis de hexose monofosfato usualmente permanecem mais altos do que em músculo normal durante as primeiras 1-3 horas após a morte (KASTENSCHMIDT, 1970).

Os músculos que têm alto pH final (>6,0) parecem mais escuros do que o normal, e a aparência escura é devida a um mais ativo índice de respiração mitocondrial, que reduz a profundidade de penetração do oxigênio e, portanto, também a proporção de oximioglobina visível (GREASER, 1986). O alto pH também aumenta a capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares, pois estas estão mais distantes de seu ponto isoelétrico (GREASER, 1986). Às carnes com essas características, dá-se a denominação DFD (escuras, firmes e secas, de “dark”, “firm” e “dry”, respectivamente).

O músculo DFD ocorre mais freqüentemente em bovinos, particularmente touros (Hedrick et al., 1959, citados por GREASER, 1986). O músculo de porco pode também exibir essa condição (BRISKEY, 1964; Briskey et al., 1959, citados por GREASER, 1986). Em ambas as espécies o alto pH é causado pelo substancial esgotamento, sem reposição, do glicogênio muscular antes da morte (GREASER, 1986). As razões são quase que exclusivamente de natureza exógena (fortes contrações e jejum prolongado), e por esse motivo a condição DFD pode ser prevenida eficientemente pelo manejo pré-abate adequado (Fischer, 1987, citado por SILVEIRA, 1997).

a) Algumas variáveis consideradas na avaliação da carne

Na avaliação da qualidade de carnes, normalmente se utiliza mais de uma variável. Normalmente, uma técnica não é suficiente por si só para caracterizar e determinar a qualidade de um produto. Para avaliar e definir as variáveis qualitativas das carnes obtidas de diversas fontes animais, técnicas foram desenvolvidas para determinação dos metabólitos em tecidos musculares e para avaliação dos parâmetros reológicos, além das características toxicológicas, nutricionais e sensoriais.

Estudos relativos à avaliação de pH, valor de R, componentes de cor (L, a e b), capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por exsudação (PE), capacidade emulsificante (CE), perda de peso por cocção (PPC) e maciez objetiva (MO) estão disponíveis na literatura para a carne de suínos, bovinos, ovelhas e coelhos (SILVEIRA, 1997; JUDGE et al., 1989; HUSS, 1988; KINSELLA 1976; ACTON e SAFFLE, 1972; SWIFT, 1961; FELDHUNSEN et al., 1995; WARNER et al., 1997; FERNANDEZ e

TORNBERG, 1994; WAL et al., 1988; OFFER, 1991; FRONING e UIJTENBOOGAART, 1988).

Nos animais de carne vermelha, nas primeiras 10 a 20 horas *post mortem*, a flexibilidade diminui, o pH declina, o músculo contrai e sua atividade de água diminui (SCHUT, 1976); esse intervalo de tempo para animais em que predominam as fibras brancas é menor, seis a oito horas em suíno de carne normal (FORREST, 1975). No *rigor mortis*, a carne atinge sua máxima rigidez e seus valores mínimos de CRA e pH. Durante a fase de maturação seguinte, a carne torna-se mais macia e o pH e a CRA aumentam, porém não atingem os valores iniciais (SCHUT, 1976).

Medidas do pH do músculo têm sido feitas com sondas de eletrodos (Bendall e Wismer-Pedersen, 1962; Sayre et al., 1963), ou pela homogeneização em iodoacetato para impedir glicólise (Bate-Smith e Bendall, 1949, citados por GREASER, 1986). As medidas de pH no pós-abate são simples e podem ser efetuadas na linha de processamento. A separação de carcaças tendo baixo pH pós-abate parece minimizar a maior causa de variabilidade em maciez. Carnes de carcaça com alto pH pós-abate são geralmente tenras e requerem pequeno período de maturação para obter a máxima maciez. Carnes de carcaças que apresentam baixo pH (5,8-6,2) são menos tenras e, geralmente, requerem longo período de maturação para atingir sua maciez final (KHAN e LENTZ, 1973).

O valor de R é encontrado pelas mudanças na relação de absorção a 250 e 260 nm pela desaminação de parte da adenina. Valores de R de 0,78-0,80 são encontrados em soluções puras de adenina nucleotídeos e valores de 1,68-1,70, em soluções aquosas puras de inosina monofosfato e inosina em pH neutro. A preparação de extrato ácido de músculos que contêm os nucleotídeos e a medida da relação 250/260 nm de absorvância é um procedimento rápido. De três a quatro minutos depois de receber a amostra, os valores de R podem ser calculados (HONIKEL e FISCHER, 1977).

A determinação do valor de R é um método espectrofotométrico rápido para a estimativa do grau de transformação de ATP em IMP (HONIKEL e FISCHER, 1977) e serve como um indicador da decomposição de ATP em músculo *post mortem* (Jolley et al., 1980/81, citados por HONIKEL e REAGAN, 1986).

HONIKEL e FISCHER (1977) concluíram que, junto com pH₁ (medido uma hora *post mortem*), o valor de R permite uma diferenciação de mais de 97% das amostras de músculos de suínos em normal, PSE e DFD.

Os resultados de testes feitos em 253 músculos de suínos em pesquisa desenvolvida por HONIKEL e FISCHER (1977) indicaram que, uma hora depois do abate, músculos PSE e DFD contêm baixos níveis de ATP e altos níveis de IMP, enquanto nos músculos normais são observadas concentrações altas de ATP e baixas quantias de IMP.

Limites de valores de pH e R estão bem definidos para suínos. No Quadro 1, mostram-se os indicativos de qualidade da carne de porcos, conforme proposição de HONIKEL e FISCHER (1977), que apresentam os limites propostos de pH e valor de R para classificação de carnes suínas como normal, PSE e DFD.

Quadro 1 - Condições e limites para detecção de músculos suínos PSE e DFD

Qualidade da carne	Condições de qualidade da carne			Limites propostos	
	pH ₁	pH ₂₄	ATP μMol/g	pH ₁	R
Normal	>5,9	<5,7	>1,5		≤1,05
PSE	<5,9	<5,7	<1,0	<5,9 e	>1,05
DFD	>5,95	>5,85	<1,5	>5,95 e	>1,05

Fonte: adaptado de HONIKEL e FISCHER (1977).

A avaliação do pH combinada com a do valor de R, na primeira hora *post mortem*, também tem sido recomendada para determinar a velocidade de glicólise e sugerida como indicador que pode fornecer alguma informação sobre as características de qualidade final da carne suína, como cor e capacidade de retenção de água (Yang et al., 1984, citados por SILVEIRA, 1997).

A cor, com referencial a seus atributos, é outra ferramenta que tem sido utilizada para estabelecer limites que indicam os contornos de qualidade da carne suína e de aves.

A cor é uma característica tridimensional de aparência, consistindo de três atributos, freqüentemente chamados de luminosidade, tonalidade e saturação. A cor pode ser distinguida uma da outra através da determinação desses atributos de visão (Hunter Associates Laboratory, 1991, e Quindice, 199_, citados por FONTES, 1999).

Litsikas (1996), citado por FONTES (1999), relatou que os problemas na quantificação e comunicação da cor somente foram resolvidos com as escalas Hunter L, a, b e CIELAB. Essas escalas são as mais usadas atualmente para comunicar e diferenciar a cor.

Em 1942, Hunter e Adams aplicaram a teoria de cores opostas envolvida no mecanismo de percepção de cor pelo olho humano e inventaram o que é conhecido, hoje, como escala Hunter L, a e b de cor (Hunter Associates Lab., 1991, e Francis e Clydesdale, 1975, citados por FONTES, 1999). Nessa escala, L mede a luminosidade que varia de 0 (preto puro) a 100 (branco-puro), sendo plotado no eixo vertical. Nos eixos horizontais, têm-se os valores de a e b, que representam os níveis de tonalidade e saturação, com +a (indica vermelho), -a (indica verde), +b (indica amarelo) e -b (indica azul) (Hunter Associates Laboratory, 1996; Nakai, 1991; Setser, 1983; e Twigg e Kramer, 1962, citados por FONTES, 1999). A representação tridimensional do sólido de cor Hunter L, a e b é mostrada na Figura 1.

De acordo com Francis e Clydesdale (1975), citados por FONTES (1999), essa escala é uma das mais empregadas na indústria de alimentos.

A escala Hunter L, a e b permite a comparação entre espécies ou entre um padrão e uma amostra, podendo facilmente ser expressa em termos de diferença de cores ΔL , Δa e Δb . Usando essa informação, pode-se interpretar o tamanho da diferença (números pequenos ou grandes), bem como a direção da diferença de cor (+ ou -) (Quindice, 199_; Hunter Associates Laboratory, 1991; Francis e Clydesdale, 1975, citados por FONTES, 1999). A diferença total de cor (ΔE) para qualquer iluminante ou observador é dada como $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$.



Figura 1 - Representação tridimensional do sólido de cor (Hunter L, a e b).

Francis e Clydesdale (1975), citados por FONTES (1999), afirmaram que uma desvantagem no uso de ΔE é que a maneira na qual dada amostra difere de um padrão não é evidente, ou seja, uma mudança na cor de produtos alimentícios raramente ocorre somente em um valor de cor (L, a e b). A cor é geralmente afetada pelos três valores, mas isso não significa que todos eles são importantes para a aceitação do produto pelo consumidor.

A escala Hunter Lab oferece um método alternativo para a expressão de diferença de cor, além das três dimensões de cor apresentadas (L, a e b). No diagrama a, b foi adicionado ao conceito de ângulo de tonalidade ($\theta = \arctang(b/a)$). O ângulo 0° é fixado no eixo horizontal com +a e aumenta no sentido anti-horário, com 90° sendo +b (amarelo), 180° sendo -a (verde) e 270° sendo -b (azul). Outro conceito aplicado ao diagrama a, b é o de saturação, representado pela fórmula $C = (a^2 + b^2)^{0,5}$. Esse valor corresponde

ao comprimento da projeção da localização da cor no plano a, b. Dessa forma, as diferenças de cor, que são determinadas em termos de ΔL , Δa e Δb , podem ser calculadas em função de ΔL , ΔC e $\Delta \theta$ (Hunter Associates Laboratory, 1991, citado por FONTES, 1999).

A escala de cor (Hunter Lab, CIE 1976 L* a* b* e CIELCh) tem sido utilizada por muitos pesquisadores (WARNER et al., 1997; WAL et al., 1988; SILVEIRA, 1997; FELDHUNSEN et al., 1995), em combinação com a queda do pH e o valor de R, para caracterização de carnes de suínos e peito de frango (FRONING e UIJTENBOOGAART, 1988).

De acordo com Wal et al. (1988), citados por SILVEIRA (1997), 24 horas pós-abate, a carne de suínos, em relação aos valores de L*, classifica-se em: normal (L* = 52,2 a 54,8), DFD (L* = 40,9 a 44,5) e PSE (L* = 57,1 a 61,3).

A cor da carne é definida, dentre outros fatores, pela proporção de mioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metimioglobina (marrom-cinza) (Johansson, 1989, e Feldhunsen, 1994, citados por FELDHUNSEN et al., 1995). Pesquisas com suínos evidenciaram que o índice de secagem da superfície da carcaça tem mais influência na cor da carne do que a oxidação de mioglobina no tecido (Feldhunsen e Reinhard, 1994, citados por FELDHUNSEN et al., 1995).

BARBUT (1996, 1997) tem relacionado, em seus trabalhos, a cor com CRA em carne de peito de peru crua 24 horas *post mortem*. No passado foi necessário usar grande amostra (n = 300) para checar essa relação em perus jovens (McCurdy et al., 1996, citados por BARBUT, 1997), sendo relatado que L* (luminosidade) correlacionou significativamente com CRA, perda por cozimento e diversas propriedades texturais. Os componentes de cor a* (tendência ao vermelho) e b* (tendência ao amarelo) foram determinados, mas não apresentam nenhuma correlação significativa com as outras medidas (BARBUT, 1997).

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a habilidade da carne em reter sua água durante a aplicação de alguma força externa (corte, aquecimento, moagem ou prensagem), sendo um parâmetro normalmente utilizado para qualificação de carnes, pois implica diretamente sua maciez e suculência (JUDGE et al., 1989). A CRA é influenciada pelas condições iniciais da proteína, que implicam pH do meio, a força iônica,

espécie de íon, temperatura ou qualquer outro fator que afete o seu estado de naturalização. Essas condições iniciais de que a CRA depende implica não somente nos poros e tamanho dos capilares, mas também nas cargas das moléculas das proteínas (interações hidrofóbicas, ligações de hidrogênio, ligações S-S, ácidos, bases e “zwitterions”) e das forças de Van der Waals (KNEIFEL et al., 1991; BOUTON et al., 1972).

A maior parte da água em carnes está na forma livre, na qual grande parte está imobilizada pelos filamentos de actina e miosina. A quantidade de água imobilizada, porém, varia com a condição da carne, e é determinada pela carga das proteínas. Aumento na carga livre, resulta em acentuadas forças repulsivas e, ou, quebra das ligações cruzadas, levando a um aumento na distância entre os filamentos de actina e miosina e causando inchaço do tecido e aumento da quantidade de água imobilizada (SCHUT, 1976). Esse efeito pode ser sustentado pela intra-repulsão das cadeias de peptídios dentro dos filamentos (Harris, 1961, citado por SCHUT, 1976); conseqüentemente, alta CRA é observada. No entanto, a associação de actina e miosina reduz a distância entre os filamentos, sendo acompanhada por um encurtamento transversal (Bennet, 1955, citado por SCHUT, 1976), o qual leva a uma diminuição na quantidade de água imobilizada e, conseqüentemente, da CRA.

Atualmente, admite-se que as mudanças na CRA estão relacionadas a uma permuta de água entre os filamentos e o sarcoplasma (SCHUT, 1976). No caso extremo do *rigor mortis*, os filamentos de actina e miosina estão unidos por pontes transversais, e a coesão entre os filamentos é máxima, sendo o espaço virtual entre eles mínimo. Portanto, a CRA diminui muito, podendo a água ser deslocada das fibrilas para o espaço interfibrilar (Hamm, 1960, Hamm, 1963, e Hamm et al., 1980, citados por MARFULL, 1983). Quando a quantidade de água diminui nos filamentos, a quantidade de água livre (que pode ser pressionada fora a uma baixa pressão) aumenta e vice-versa. Assim, a água livre consiste de água imobilizada e água solta, havendo contínua transição entre as duas (Hamm, 1972, citado por SCHUT, 1976).

Segundo SCHUT (1976) e KNEIFEL et al. (1991), apesar da dificuldade para diferenciar exatamente as diferentes formas de água ligada ou retida em um sistema alimentar rico em proteína, a seguinte definição pode ser feita: geralmente, a água mantida na estrutura de uma proteína pode ser dividida em

dois tipos principais: 1) aquela parte ligada à molécula e não disponível como solvente e 2) a outra parte, retida na matriz protéica ou correspondente co-matriz (polissacarídios e gordura). O primeiro tipo pode ser considerado como água absorvida e o segundo, como água retida. Em muitos casos, a CRA de uma matriz protéica é determinada por ambas, a água retida e a absorvida (KNEIFEL et al., 1991).

Em trabalho desenvolvido por BOUTON et al. (1972), determinou-se que a CRA de músculos de ambos os estados de contração (relaxado e contraído) é pH dependente ($P < 0,001$). O valor de CRA em músculo contraído é menor ($P < 0,001$) que aquele obtido do músculo-controle.

Um músculo estendido semelhante ao “deep pectoral” (DP) (comprimento do sarcômero 2,8 a 3,0 μm) tem maior CRA do que sua contrapartida encolhida pelo frio (1,3 a 1,5 μm). Parte da diferença em CRA desses músculos pode ser devida ao estado de contração do sarcômero e, além disso, ao número de sítios ligantes de água disponíveis. Essas diferenças são menos marcantes depois que os músculos são cozidos, o que pode ser devido ao fato de que o músculo estirado contrai mais no cozimento do que o músculo contraído (BOUTON et al., 1972).

HONIKEL et al. (1981a) concluíram que mudanças longitudinais do músculo, que ocorrem durante a contração, têm menos influência na CRA do que alterações transversais, como aquelas causadas pela atração entre grupos de cargas opostas de moléculas de proteínas adjacentes e, particularmente, pelas ligações cruzadas entre miofilamentos durante o desenvolvimento do *rigor mortis*.

Smulders et al. (1990), citados por GOMIDE (1992), observaram alta correlação entre o encurtamento (comprimento) do sarcômero e a maciez de carnes para músculos com lenta glicolização ($r = 0,80$ e $-0,80$ para cisalhamento e escore de painel, respectivamente), bem como baixa correlação de amostras com glicolização rápida ($r = 0,16$ e $-0,12$). Observaram, ainda, que amostras com lenta glicolização tendem a ter alta variabilidade na maciez e menor maciez média do que músculos com rápida glicolização. Entretanto, também reportaram que índices glicolíticos excessivamente rápidos (pH em três horas menor que 5,9) são prejudiciais à maciez de carnes e conduz à

reduzida CRA no músculo, devido à desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas. Se a queda do pH *post mortem* é muito rápida nos primeiros minutos após o abate, associada a uma lenta eliminação do calor, a solubilidade das proteínas sarcoplasmáticas fica prejudicada e pode acontecer precipitação sobre as proteínas miofibrilares, com conseqüente queda na CRA e intensidade de cor da carne (Bendall e Wismer-Pedersen, 1962, e Bendall et al., 1963, citados por MARFULL, 1983).

O músculo com alta CRA é suculento e qualificado com alta pontuação organoléptica. No entanto, aquele com baixa CRA perde a maior parte de sua água durante o cozimento e, na primeira mordida, logo parece estar seco (HUSS, 1988).

As várias espécies de animais de carne apresentam consideráveis diferenças na CRA de suas carnes. Trabalhos têm indicado que a CRA é mais alta em suíno do que em bovinos (Schon e Stosiek, 1958, citados por SCHUT, 1976). A CRA da carne de cavalo é similar àquela de bovinos, e a carne de aves domésticas indica valor bem menor. Idade e sexo do animal aparentemente não têm influência na CRA de suínos (Schon e Stosiek, 1958, e Carpenter et al., 1965, citados por SCHUT, 1976).

BOUTON et al. (1972), em trabalho realizado com músculos de ovinos, com amostras em que todo excesso de gordura e de tecido conectivo superficial foi retirado, constataram que o efeito na CRA de carne fresca, crua, na água retida nas amostras após o cozimento, às temperaturas de 60 e 70°C, está relacionado linearmente ao pH ($P < 0,001$); amostras cozidas a 90°C se relacionam a este com uma curva quadrática ($P < 0,01$). As curvas apresentadas em seu trabalho indicam que, em pH mais baixo, menores quantidades de água são retidas na carne.

Resultados semelhantes foram obtidos por HONIKEL et al. (1981b), em trabalho sobre a influência de temperaturas de armazenamento entre 0 e 30°C na CRA de músculo bovino. À temperatura de 7,5°C e pH de 6,8; 6,1; 5,9; e 5,5, esses autores encontraram, em percentuais de perda de peso por cozimento (PPC) em músculo intacto, os valores de 37, 40, 42 e 45%, respectivamente, indicando a influência do pH sobre PPC.

De acordo com FRONING e UIJTENBOOGAART (1988), músculo com baixo pH geralmente tem pobre capacidade de retenção de água, levando a uma alta PPC. A desossa de peitos de frangos, antes do resfriamento da carcaça, levou a uma redução do tamanho do sarcômero em relação às carcaças resfriadas, o que pode resultar em menor capacidade de retenção de água se o processamento for efetuado no rigor ou pós-rigor.

SWIFT e BERMAN (1959) encontraram que a capacidade do músculo em reter água extra se fundamenta sobre a proporção original de água e proteína, sendo essa proporção diferente entre os vários tipos de músculos. Verificaram que a CRA aparenta estar inversamente relacionada com o conteúdo protéico do músculo, supondo que o pH pode ser um dos fatores responsáveis dessa relação inversa, isto é, quanto maior o teor de proteínas, maior o efeito esperado da queda do pH no decréscimo da CRA. Também segundo esses autores, há alguma evidência de que a CRA da carne aumenta com a concentração de gordura intramuscular.

De acordo com Hamm (1960), citado por MARFULL (1983), a CRA da carne é uma característica importante a ser considerada durante a fabricação de seus derivados. Atenção deve ser dada aos diferentes cortes, com os diferentes músculos incluídos nesse corte. Produtos diferentes requerem carnes selecionadas para suportar tratamentos específicos, baseados nas propriedades da carne, como: seu estado no período de transformação do músculo, maturação, pH, CRA, A_w . Isso assegura a qualidade do produto final (Hamm, 1960, citado por MARFULL, 1983).

Apesar de as causas do fenômeno de retenção de água na carne e de sua variação serem bem conhecidas no plano teórico (Hamm, 1960, Hamm et al., 1980, e Wirth, 1966, citados por MARFULL, 1983), em muitos casos os frigoríficos não aproveitam a alta CRA da carne quente do animal recém-abatido, pré-salgada e moída (Hamm et al., 1980, e Pospiech, 1982, citados por MARFULL, 1983).

O processamento de carne bovina imediatamente após o abate fornece produtos de excelente ligação de água e capacidade de emulsificação de gorduras (Hamm, 1960, 1970, 1972, 1973, 1978, citados por HONIKEL et al., 1981b), pelos efeitos combinados de altos níveis de adenosina monofosfato (ATP) e altos valores de pH no músculo pré-rigor. Durante 12 a 24 horas *post*

mortem, uma diminuição na capacidade de retenção de água (CRA) ocorre e é acompanhada pela decomposição enzimática de ATP, pela queda do pH causada pela formação glicolítica de ácido láctico e pelo início do *rigor mortis*. Conseqüentemente, a qualidade de salsichas feitas com carne bovina no rigor ou pós-rigor é muito menor, em comparação com aquela da carne bovina pré-rigor (HONIKEL et al., 1981b).

Podem ser melhoradas artificialmente a CRA da carne e, portanto, a qualidade final do produto elaborado, mediante o uso de sais de polifosfatos e outros aditivos (Puolanne e Matikkala, 1980, Wierbick et al., 1963, Wirth, 1972, e Wirth, 1980, citados por MARFULL, 1983). No entanto, parece mais econômico, sempre que possível, dispensar o uso de aditivos, cujo emprego pode ter contra-indicações (Hamm et al., 1980, e Potthast e Hamm, 1977, citados por MARFULL, 1983). Na prática, e em função do produto final, é possível modificar a CRA com base no valor do pH de diferentes carnes que tenham sofrido distintos graus de acidificação, as quais podem ser misturadas em diferentes proporções, com o propósito de modificar o pH do lado ácido ou básico (MARFULL, 1983). Uma pauta para a correta mistura das carnes pode ser deduzida do esquema de Bentler (1972), citado por MARFULL (1983).

Outro parâmetro utilizado para qualificar as carnes é a capacidade emulsificante (CE), que também é dependente do estado de naturação das proteínas miofibrilares da carne.

Uma emulsão é geralmente descrita como uma mistura íntima de dois líquidos imiscíveis, sendo um dispersado em outro na forma de finas gotículas (Suthein, 1946, citado por SCHUT, 1976). Após considerar a importância de fases cristalinas líquidas presentes em alguns tipos de emulsões, a definição seria: emulsão é uma mistura de dois líquidos imiscíveis, sendo um dispersado no outro na forma de gotículas líquidas e, ou, cristais líquidos (Friberg, 1971, citado por SCHUT, 1976).

Torna-se claro que nenhuma das definições acima é aplicável à concepção de “emulsão cárnea”. Uma melhor definição seria a de um sistema com duas fases, consistindo da dispersão de um sólido em um líquido, em que o sólido não é miscível (Saffle, 1968, citado por SCHUT, 1976). O líquido (fase externa ou contínua) é uma solução aquosa de sais e proteínas e, ao mesmo tempo, é um meio em que proteínas insolúveis e partículas de fibras do

músculo e tecido conectivo estão dispersadas. A fase contínua é, então, referida como a matriz. Quando gordura é dispersada em finas partículas nessa matriz, um sistema de fase múltipla formado é, usualmente descrito pelos técnicos da área de carnes como uma “emulsão cárnica” (SCHUT, 1976).

A fase contínua nesse tipo de emulsão não é um simples líquido (assim como em uma emulsão ordinária de óleo em água), mas um complexo sistema coloidal. Conseqüentemente, os sintomas de instabilidade na emulsão não são somente restritos ao fenômeno da floculação e à coalescência das partículas dispersadas e da separação das duas fases (matriz e gordura), mas também pela possível desestabilização da própria matriz que leva à exsudação da água (SCHUT, 1976). Assim, tem-se que considerar a CRA, que é a maior responsável para a estabilidade da matriz e, portanto, com implicações na capacidade emulsificante - CE. A CE é usualmente medida como o volume de óleo (mL) que pode ser emulsificado pela proteína (g) em condições-padrão até que ocorra a inversão de fase, evidenciando-se o colapso da emulsão (KINSELLA, 1976; ACTON e SAFFLE, 1972; SWIFT, 1961; IVEY et al., 1970; SCHUT, 1976).

Hansen (1960), citado por BORTON et al. (1968), examinando microscopicamente emulsões de salsicha, encontrou que um filme de proteína envolve os glóbulos de gordura para formar a emulsão. Subseqüentemente, SWIFT et al. (1961) e Helmer et al. (1963) e Tratman (1964), citados por BORTON (1968), indicaram que proteínas solúveis em soluções salinas foram as primeiras proteínas emulsificantes. Porém, Hegarty et al. (1963), citados por BORTON (1968), encontraram ambas, proteínas solúveis em soluções salinas e hidrossolúveis, como responsáveis pela emulsificação.

SWIFT et al. (1961) encontraram que a CE de proteínas hidrossolúveis aumenta com a adição de sal. Essa melhoria na capacidade emulsionante das proteínas hidrossolúveis (sarcoplasmáticas) pelo sal é devida a uma modificação na sua conformação, por desnovelamento, expondo mais grupos sulfídricos (Carpenter e Saffle, 1976, Swift et al., 1961, e Swift e Sulzbacher, 1963, citados por GOMIDE, 1985) e estendendo a área que o filme de proteína é capaz de cobrir (Gillet et al., 1977, citados por GOMIDE, 1985). Seu emprego (dosagem) é limitado pelo consumidor, o que faz com que, tecnologicamente, não ultrapasse o nível de 3% na formulação de salsichas e similares

(Rodrigues, 1978, citado por GOMIDE, 1985), muito embora seu efeito sobre a extração, bem como sobre a capacidade emulsionante de proteínas miofibrilares, seja maior em concentrações maiores de sal (Gillet et al., 1977, citados por GOMIDE, 1985). Acredita-se que o íon cloreto, e não o sódio, seja o responsável pelo efeito de retenção de água do sal (Forrest et al., 1975, Price e Scweigert, 1975, Rodrigues, 1978, e Takahashi, 1981, citados por GOMIDE, 1985).

BORTON et al. (1968), avaliando a CE de aparas de carnes de diversas espécies (bovino, suíno e carneiro), verificaram que aquelas aparas provenientes de cortes mais magros apresentaram, independentemente da espécie, maior CE.

IVEY et al. (1970) determinaram a CE da carne bovina como 115,6 g de óleo/g de carne. Esse resultado foi obtido com velocidade do triturador de 150 rpm e uma relação carne:solução salina (NaCl 1 M) de:20.

SWIFT et al. (1961), no desenvolvimento da metodologia de determinação da CE, aplicaram como velocidade de mistura 13.000 rpm por 2 min, com a utilização de músculo bovino *Semimembranosus* e *Semitendinosus* moídos e livres de gordura, armazenados por três dias a 3°C, conseguindo emulsificar 59,2 mL de óleo.

Segundo CARPENTER e SAFFLE (1964), a temperatura final da emulsão é mais crítica do que fatores como o índice de adição do óleo ou a velocidade do misturador.

A capacidade emulsificante de alguns tipos gerais de carnes diferem entre estudos, sendo estes dependentes das variáveis do sistema-modelo utilizado na avaliação. SAFFLE (1968) relatou que o desenho e a forma do equipamento, rpm do triturador/misturador, índice de adição do óleo, aumento da temperatura e outros fatores, dificultam fazer comparações entre estudos. A capacidade emulsificante de várias pastas de carnes e, ou, extratos de proteínas têm sido expressas como o total de óleo emulsificado (CARPENTER e SAFFLE, 1964; Webb et al., 1970, citados por ACTON e SAFFLE, 1972), mL de óleo emulsificado por grama de carne (BORTON et al., 1968) e mL de óleo emulsificado por 100 mg de proteína solúvel (CARPENTER e SAFFLE, 1964; BORTON et al., 1968; Acton e Saffle, 1969, e Graner et al., 1969, citados por ACTON e SAFFLE, 1972). O trabalho de BORTON et al. (1968) indicou que a

colocação relativa em capacidade emulsificante dentro de dado grupo de carnes varia, dependendo da base em que a capacidade é expressa.

Outros métodos de determinação da CE têm sido propostos. WEBB et al. (1970), comparando os critérios de ponto final da CE com a utilização do modo subjetivo visual e objetivo elétrico (resistência elétrica), concluíram que não houve diferença significativa entre médias ou desvio-padrão. A precisão do método de resistência elétrica para medir CE foi considerada equivalente ao método visual. O método de resistência elétrica tem ponto final mais distinto e foi objetivo para a avaliação de emulsões diluídas baseadas em proteína. O método de resistência é baseado no princípio de que óleo e, ou, gordura não são condutores, porém a combinação de proteína e água são bons condutores. Em uma emulsão, a fase proteína água é contínua, por que a resistência permanece relativamente baixa até que as gotinhas comecem a agregar, fazendo com que a resistência aumente abruptamente. Então, quando a fase contínua falha em manter a matriz estrutural para suportar a fase dispersa, o sistema entra em colapso (WEBB et al., 1970).

Processos de cozimento para avaliar a retenção de água são principalmente aplicados no exame de produtos cárnicos. De acordo com Trout e Schmidt (1986), citados por KNEIFEL et al. (1991), um procedimento muito simples é descrito, como o cozimento da amostra em condições definidas, com pesagem antes e depois do cozimento. Durante o aquecimento, o alimento é afetado de muitas maneiras, incluindo o desenvolvimento de mudanças texturais. Em geral, algumas proteínas coagulam ou degradam quando aquecidas, mas outras proteínas gelificam quando cozidas.

2.2. Aspectos da fisiologia dos anfíbios

Sabe-se que os animais possuem duas formas gerais para tolerar as variações na temperatura do ambiente ao seu redor: uma, homotermia, que ocorre nos animais de sangue quente, regula suas propriedades internas de tal modo que extremos de temperatura são evitados na maioria dos tecidos; a outra, pecilotermia, que ocorre nos animais de sangue frio, tem diversos processos relacionados com a temperatura, de tal maneira que suas variações não afetam excessivamente suas inter-relações (ADOLPH, 1951).

Uma das principais diferenças entre os animais de sangue quente e de sangue frio é o grande aumento na produção de calor quando animais de sangue quente passam de uma temperatura de 38°C, por exemplo, para 33°C, mantendo constante a temperatura do corpo. Esse controle não é observado nos animais de sangue frio (ADOLPH, 1951). Essa produção de calor pelos animais de sangue quente visa à manutenção da temperatura corporal ótima para a ocorrência das reações bioquímicas e, conseqüentemente, da própria vida. Os animais de sangue frio possuem mecanismos endógenos que os levam a acompanhar as variações das condições ambientais, adaptando seu organismo a sobreviver nas condições presentes, inclusive em temperaturas de congelamento, como é o caso de algumas espécies de rãs e tartarugas, conforme autores citados por FIGUEIREDO (1996).

As rãs, sendo animais pecilotérmicos, sofrem marcadas influências físicas em curto intervalo de tempo. Segundo Pasanen e Koskela (1974) e Koskela e Pasanen (1975), citados por BRATTSTROM (1979), alterações nos níveis de glicogênio no fígado e nos músculos, da glicose no sangue e dos lipídios no corpo de rãs são decorrentes da espécie, da idade, da alimentação, do ambiente e das estações do ano. Portanto, são esperadas consideráveis diferenças nas respostas biológicas desses animais, em razão de um mesmo tratamento; nesse caso, a insensibilização e o abate, de acordo com o seu histórico imediatamente anterior.

Em 1982, foi publicado o primeiro trabalho de tolerância a congelamento natural em um animal vertebrado (Schmid, citado por STOREY e STOREY, 1986a). Várias espécies de rãs terrestres habitando climas nórdicos são agora conhecidas por tolerar congelamento durante a hibernação de inverno (Schmid, 1982, Storey, 1984a e 1985, e Storey e Storey, 1984 e 1985a, citados por STOREY e STOREY, 1986a). Essas espécies hibernam na superfície do solo em uma cobertura protetora de folhas e neve e podem sobreviver a extensos períodos de congelamento (acima de diversas semanas) a moderadas temperaturas abaixo de zero (em torno de -8°C), que caracterizam seu microclima de inverno. A concentração de gelo, no congelamento desses animais, alcança de 35 a 48% da água total do corpo, estimativa consistente com o congelamento somente de água extracelular (Schmid, 1982, Storey, 1984a, e Storey e Storey, 1985a, citados por STOREY

e STOREY, 1986a). Realmente, o exame visual de rãs congeladas revela que os órgãos internos não estão congelados, mas embebidos em uma massa abdominal de gelo (STOREY e STOREY, 1986a). Isso possibilita a sua sobrevivência em climas de inverno rigoroso e se deve à produção de crioprotetores, como a glicose, quando a temperatura ambiente cai abaixo de 0°C (STOREY e STOREY, 1986a).

Rana silvatica, um dos cinco anuros hibernantes capazes de tolerar extensivo congelamento de sua água corpórea, é o modelo mais utilizado para o estudo dos mecanismos de sobrevivência a baixas temperaturas (STOREY e STOREY, 1984; STOREY e STOREY, 1985; STOREY e STOREY, 1986a; STOREY e STOREY, 1986b; LAYNE e LEE, 1990; STOREY, 1987a; STOREY, 1987b; CRERAR et al., 1988; STOREY, 1990; COSTANZO et al., 1991a; RISMAN et al., 1991; COSTANZO e LEE, 1991; LAYNE e FIRST, 1991; COSTANZO et al., 1991b; STOREY et al., 1992; STOREY e STOREY, 1992; COSTANZO e LEE, 1993; KING et al., 1993; CHURCHILL e STOREY, 1993; RUBINSKY et al., 1994; KLING et al., 1994; STOREY e MOMMSEN, 1994).

Quando o congelamento individual de *Rana silvatica* é monitorado, elevados níveis de glicose no fígado e no sangue podem ser detectados dentro de 5 min do aparecimento do congelamento exotérmico (STOREY e STOREY, 1985).

Segundo autores citados por COSTANZO e LEE (1993), a tolerância ao congelamento da rã-madeira (*Rana sylvatica*) depende da produção de glicose, um crioprotetor que reconhecidamente reduz injúrias de congelamento, pelo fígado.

A síntese de glicose como um crioprotetor pode ser retardada até que o congelamento seja iniciado, provavelmente devido à habilidade de ativar rapidamente essa síntese. Outra razão é o micro-habitat em que as rãs hibernam. A mudança da temperatura ambiente pode ser muito gradual, e temperaturas suficientemente pequenas para iniciar o congelamento podem nunca ocorrer durante alguns invernos. Assim, a rã precisa envolver em custo metabólico de síntese de crioprotetor (e subsequente degradação) somente quando a temperatura atinge níveis subzero, sendo a síntese de crioprotetores imediatamente requerida (STOREY e STOREY, 1986a).

A síntese de glicose como crioprotetor parece ser engatilhada pela temperatura; exposições diretas a temperaturas subzero entre 0°C e -2°C estimulam a síntese, com o catabolismo do glicogênio do fígado aparentemente suprindo os crioprotetores necessários a todos os tecidos (STOREY e STOREY, 1984).

A rápida taxa inicial de síntese de glicose pelo fígado é facilitada pela ativação da glicogênio fosforilase com um máximo de 91% da enzima na forma ativa, após sete horas de exposição ao congelamento. A ativação da fosforilase é aparente dentro dos primeiros minutos de iniciação do congelamento (STOREY e STOREY, 1985), indicando talvez uma mediação hormonal ou nervosa, transferindo um sinal do sítio inicial de nucleação (pele e extremidades) para o fígado, ou uma enzima específica no fígado (STOREY e STOREY, 1986a; STOREY, 1987a).

O efeito crioprotetor da glicose depende de sua concentração. Por exemplo, altas concentrações oferecem efetiva crioproteção para eritrócitos congelados *in vitro* e diminuem os danos associados ao rápido congelamento em rãs intactas (Costanzo e Lee 1991, e Costanzo et al., 1991b, citados por COSTANZO e LEE, 1993). Adicionalmente, LAYNE e LEE (1990) associaram altas concentrações de glicose em tecidos com baixa concentração de gelo nestes. Uma implicação óbvia dessa relação é que rãs sintetizando mais crioprotetor incorrem em menores crioinjúrias (COSTANZO e LEE, 1993).

O meio tempo para perda do crioprotetor dos tecidos de rã foi, porém, muito maior que o meio tempo para síntese (8,1 dias x minutos, respectivamente), para o músculo da coxa. Assim, menor ciclo de congela/descongela pode não ter grande efeito nos níveis crioprotetores nas rãs. Somente um período relativamente longo de temperaturas quentes, provavelmente a acontecer somente umas poucas vezes no inverno, produziria maior degradação de crioprotetores. Isso é metabolicamente sensível, desde que reconversão de glicose a glicogênio requer o aporte de energia (ATP) para fosforilar o açúcar (STOREY e STOREY, 1986a).

Animais congelados por diversos dias e dissecados ainda congelados não respiravam, não sangravam e seus órgãos surgiam pálidos (aparentemente destituídos de sangue), ao passo que o sangue parecia ter empossado nas sinuosidades por cima do coração (STOREY e STOREY,

1985; STOREY e STOREY, 1984). Muitos animais não têm detectáveis as batidas do coração, enquanto outros apresentam um índice muito intermitente (STOREY e STOREY, 1986a).

Outra habilidade das rãs resistentes ao congelamento parece ser a síntese de alanina como metabólito da anaerobiose. Apesar de lactato ser acumulado como produto final em tecidos durante o congelamento, indicando que a sobrevivência ao congelamento depende dos caminhos da energia fermentativa (STOREY e STOREY, 1984), esses pesquisadores também observaram, em estudo de 1986, significativa acumulação de alanina como alternativa de produto final nos tecidos. Em tecidos distintos foram encontradas diferenças na concentração dos dois produtos acumulados durante o congelamento. O coração produziu grande quantidade de lactato (22,7 $\mu\text{mol/g}$ em 72 horas), mas não de alanina. Lactato foi o produto dominante no rim (concentrações de 7,8 $\mu\text{mol/g}$ de lactato e 3 $\mu\text{mol/g}$ de alanina). Os níveis de lactato no sangue também subiram de 0,76 $\mu\text{mol/g}$ nos animais-controle para 11-12 $\mu\text{mol/mL}$ em animais congelados 2-3 dias, indicando produção de lactato pelos tecidos. Quando os animais são descongelados, alanina e lactato são prontamente limpos dos tecidos; na mesma situação, valores próximos do controle foram restabelecidos dentro de três dias (STOREY e STOREY, 1986a).

Os níveis de aminoácidos individuais no músculo da coxa foram mensurados para determinar se a concentração de alguns outros aminoácidos, à semelhança da alanina, foram alterados como resultado de exposição ao congelamento; esses níveis foram determinados nos animais do grupo-controle e nos animais do experimento, em 48 horas após o congelamento. O congelamento resultou em decréscimo em relação ao peso úmido de aspartato (2,33 para 0,87 $\mu\text{mol/g}$), glutamato (4,43 para 3,28 $\mu\text{mol/g}$) e glutamina (2,30 para 1,00) no músculo da coxa, indicando que a síntese de alanina como um produto glicolítico final pode resultar de aminogrupos transferidos desses aminoácidos (STOREY e STOREY, 1986a).

Parece portanto que lactato e alanina são ambos acumulados como produtos metabólicos finais durante a exposição ao congelamento e apresentam distintas diferenças entre os tecidos e nas quantidades de cada

produto. O coração e o músculo da coxa representam os dois extremos, com o coração produzindo somente lactato e o músculo da coxa acumulando predominantemente alanina (alanina/lactato = 4,5:1). A resposta metabólica diferencial desses dois músculos pode resultar dos requerimentos dos trabalhos de cada um durante o congelamento. O lactato está associado à produção glicolítica de energia durante o exercício muscular; seu acúmulo no coração reflete o seu contínuo papel na circulação do sangue e a distribuição de crioprotetor durante um tempo mínimo das horas iniciais de exposição ao congelamento devido às condições, que são, provavelmente, cada vez mais hipóxicas. O músculo da coxa, entretanto, não trabalha durante o congelamento e, em fatos extremos, são as primeiras áreas do corpo a congelar e as últimas a reassumir o funcionamento após o descongelamento (resposta a estímulo pelos músculos da coxa ocorre bem após o coração bater e depois da respiração e o engolimento serem observados) (STOREY e STOREY, 1985; STOREY e STOREY, 1984). O músculo da coxa pode, então, preferencialmente, acumular o aminoácido neutro, alanina, em preferência ao produto ácido, lactato, durante o longo tempo de anaerobiose trazida pelo congelamento (STOREY e STOREY, 1986a).

Autores citados por PUTNAM e BENNETT (1983) discutiram sobre a capacidade funcional dos músculos de organismos que geralmente combinam seus modelos comportamentais de atividade. Assim, animais pouco movidos, que contam com metabolismo aeróbico, têm grande proporção de fibras musculares oxidativas, de contração lenta; e animais de movimentos rápidos, que executam atividade explosiva, e contam com metabolismo glicolítico, têm grande proporção de fibras brancas, glicolíticas, com rápida velocidade contrátil. A rã-touro enquadra-se no segundo grupo.

Em estudo histoquímico em músculos de vertebrados, OGATA e MORI (1963) categorizaram as fibras musculares de répteis e anfíbios como fibras vermelhas, indicando alta atividade das enzimas oxidativas; fibras médias, com moderada atividade; e fibras brancas, com baixa atividade dessas enzimas. Esses autores afirmaram a existência desses três tipos de fibras musculares e que os três tipos foram claramente distinguidos por suas diferenças de atividade das enzimas oxidativas.

Esses três tipos de fibras que ocorrem nos músculos locomotores de anuros estão em similar proporção, indiferentemente do músculo individual ou da espécie examinada. Apesar dessa similaridade no perfil histoquímico (isto é, composição do tipo de fibra muscular) dos músculos, a atividade de enzimas metabólica e cinética contrátil varia em correlação direta com a capacidade de metabolismo do organismo e o procedimento durante a atividade (PUTNAM e BENNETT, 1983).

A diferença em tamanho desses três tipos de fibras foi proeminente. As fibras brancas são três a quatro vezes maiores do que as fibras intermediárias ou as fibras vermelhas (PUTNAM e BENNETT, 1983).

Em todos os estudos de músculos locomotores, efetuados por PUTNAM e BENNETT (1983), das espécies Bufo, Rana e Xenopus, 80-90% da área muscular consiste de fibras brancas, com a remanescente composta de fibras intermediárias. Em músculos de Rana, as fibras vermelhas foram avaliadas em menos de 1% da área da seção transversal. Segundo OGATA e MORI (1963), o músculo de rãs hibernantes apresenta baixa atividade em todas as enzimas oxidativas. Relativamente aos constituintes, a fibra muscular branca contém 3,7 vezes mais glicogênio do que o músculo vermelho, e o músculo branco exhibe aproximadamente duas vezes mais creatina fosfato e fosfato do que o músculo vermelho (OGATA e MORI, 1963).

2.2.1. Exigências de energia

Os três maiores fatores que governam os requerimentos de energia de anfíbios adultos são: (1) atividade física, (2) temperatura e (3) trabalho bioquímico de síntese; esses três fatores não são variáveis independentes. A quantidade de atividade física (nadar, pular) em que um anfíbio engaja depende, sobretudo, da temperatura. Quanto mais baixa a temperatura, em geral é mais baixa a atividade física. Redução da temperatura suficiente para induzir a hibernação pode suprimir totalmente as atividades físicas e, assim, também as exigências de energia para esse fim (Boyd, 1938, citado por BROWN JR., 1964). Avaliando os efeitos de diversas temperaturas sobre os músculos *sartórios* (músculos da coxa) de *Rana pipiens*, ROME (1983) verificou que havia um aumento de três a cinco vezes na velocidade de

encurtamento e no poder de “*output*” do músculo da temperatura de 5°C para 25°C.

Nos anfíbios, a taxa de produção de lactato está relacionada com a atividade de predação. De fato, atividades mais prolongadas desses animais só serão possíveis à custa de anaerobiose excessiva (Bennet, 1978, citado por BRATTSTROM, 1979).

O trabalho bioquímico de síntese, como a de gorduras de reserva para o inverno, também depende da temperatura que controla a velocidade dessas reações. Nos anfíbios adultos, a energia é dirigida para um esforço reprodutivo (produção de ovócitos e esperma, além do comportamento) (BRATTSTROM, 1979). No caso de *Rana pipiens*, há aumento de 200 a 700% no total de substâncias lipídicas do ovário durante a produção da gônada (Boyd, 1983, citado por BROWN JR., 1964). As diferenças sazonais observadas no metabolismo de anfíbios representam a transição entre a utilização de energia para a reprodução e a preparação para o inverno.

O consumo de O₂ dos animais de sangue-frio a dada temperatura é muito menor do que aquele observado para mamíferos de mesmo tamanho do corpo (ADOLPH, 1951). Cabe salientar que o consumo de O₂ aumenta com a temperatura, conforme constatou Whitford (1973), citado por MILLER (1982), a qual faz variar a habilidade dos anfíbios em suportar um trabalho aerobicamente.

Os anfíbios, por serem pecilotérmicos, possuem certas vantagens sobre os animais homeotérmicos, pois, tendo em vista a redução na taxa das reações químicas em temperaturas mais baixas, esses animais necessitam de muito menos alimentos e podem sobreviver por longos períodos de frio, apenas com suas reservas.

2.2.2. Efeito da temperatura sobre os anfíbios

a) Controle da respiração

A respiração dos anfíbios e seu controle são adaptados para suportar as variações de temperatura do corpo, tanto ao longo do dia como também sazonalmente (Regnault e Reiset, 1984, e Fromm e Johnson, 1955, citados por BROWN JR., 1964). Nos anfíbios, temperaturas elevadas, especialmente acima de 25°C, tendem a aumentar o consumo de O₂ e a produção de CO₂ (Fitzpatrick et al., 1972, e Degani, 1983, citados por DEGANI e MELTZER, 1988).

Durante o período de letargia, todo o oxigênio pode ser absorvido pela pele (Bishop, 1950, citado por BROWN JR., 1964), e, em condições de baixas temperaturas, o transporte de oxigênio pelo sangue não necessita envolver hemoglobina, podendo-se prever que anfíbios em geral podem sobreviver em condições de baixa temperatura e de atividade corporal relativamente baixa, na ausência de oxiemoglobina. O oxigênio torna-se mais solúvel em água em baixas temperaturas do que em temperaturas elevadas e, dessa forma, o plasma sozinho pode liberar oxigênio suficiente para os tecidos nas condições citadas (Bishop, 1950, citado por BROWN JR., 1964).

A hemoglobina de rã está mais adaptada para transportar oxigênio em baixas temperaturas do que a hemoglobina dos mamíferos. A 35°C e uma pressão parcial de O₂ de 40 mm Hg, a hemoglobina de rãs está apenas 50% saturada, enquanto a hemoglobina humana está 75% saturada, porém a afinidade pelo oxigênio de uma solução diluída de hemoglobina de rã (*R. esculenta*) a 15°C é a mesma de uma solução de hemoglobina humana a 35°C (Macela e Seliskar, 1925, citados por FOXON, 1986).

A curva para dissociação do oxigênio de sangue de rãs européias do gênero *Rana*, a 20°C, é a mesma obtida em sangue humano a 38°C (Wolvekamp, 1932, citado por FOXON, 1986).

O fato de que os anfíbios vivem em variadas situações ambientais e que as condições de temperatura numa situação podem variar está, por si só, correlacionado com o fato de que a afinidade do sangue pelo oxigênio pode ser

alterada num processo de adaptação a diferentes temperaturas. Rãs (*R. esculenta*) foram adaptadas artificialmente às temperaturas de 25°C, 13-15°C e 3°C por Kirkberger (1953), citado por FOXON (1986). Transferidas para temperaturas de 15 e 25°C e pressão parcial de 19,4 mm Hg de O₂, foram encontrados no sangue os percentuais de O₂, apresentados no Quadro 2.

Com pequenas mudanças de temperatura, esses animais recorrem a mecanismos de controle da ventilação através da alteração na frequência respiratória ou da alteração de trocas gasosas pela pele (JACKSON, 1978).

Quadro 2 - Percentuais de O₂ no sangue de *R. esculenta* à pressão parcial de 19,4 mm Hg

Condição	15°C	25°C
Rãs adaptadas a 25°C	5,1 ± 0,11%	2,06 ± 0,03%
Rãs adaptadas a 13-15°C	4,41 ± 0,06%	1,66 ± 0,04%
Rãs adaptadas a 3°C	4,27 ± 0,06%	1,64 ± 0,056%

Fonte: Kirkberger (1953), citado por FOXON (1986).

Os valores de variáveis reguladas, pressão arterial de CO₂ (Pa_{CO2}) e pH são altamente consistentes quando cuidados adequados são tomados para a coleta de amostras de animais em equilíbrio, sem promover distúrbio à mesma temperatura. Assim, por exemplo, a 20°C o valor obtido em laboratório para Pa_{CO2} foi de 11,1 ± 1,4.

REEVES (1977), em sua revisão, citou trabalhos desenvolvidos pelos Professores Eugene D. Robin e Herman Rhan, relativamente a problemas de regulação ácido-base em vertebrados ectotérmicos, em que os dados desses pesquisadores confirmaram as conclusões de AUSTIN et al. (1927) de que o pH normal do sangue desses animais não é constante, mas, varia inversamente com a temperatura. Ainda segundo REEVES (1977), estudo adicional envolvendo três espécies, rã-touro (*R. catesbeiana*), sapos (*Bufo marinus*) e tartaruga-mordedora (*Chelydra serpentina*), indicou similar comportamento. A mudança no pH do sangue com a temperatura *in vivo* em

animais não-anestesiados foi observada ser de aproximadamente $-0,016 \text{ U}^\circ\text{C}$ e entre 5 e 37°C . A pressão parcial de dióxido de carbono aumentou com a temperatura do corpo, igualmente em todas as espécies, no entanto os valores variaram amplamente de espécie para espécie.

Um aspecto importante é o fato de as formas pulmonar e cutânea servirem como sítio ativo para resposta regulatória. Sabe-se que o controle das perdas de CO_2 é realizado primeiramente via ventilação pulmonar e que a forma de troca cutânea é passiva, uma via de perda de CO_2 com muito pouco controle (FIGUEIREDO, 1996).

b) Batimentos cardíacos

As rãs, sendo animais ectotérmicos, não podem suportar temperatura ambiente muito elevada, especialmente se isso acontecer por longo período de tempo (CARLSTEN, 1983).

A temperatura tem efeito sobre todos os processos fisiológicos das rãs, inclusive afetando vários fatores relacionados com a atividade do coração, como adenosina (Lazau e Veis, 1987, citados por CHIU e CHU 1989), mediação de Ca (Cleemann et al., 1984, Yuryavichus et al., 1985, Sheperd e Kavalier, 1987, Zablotskait e Narushyavichyus, 1987, e Naruseucius et al., 1988, citados por CHIU e CHU, 1989), desenvolvimento (Burggren e Doyle, 1986a, b, citados por CHIU e CHU, 1989), campo magnético (Frey e Eichert, 1986, e Kolokolov et al., 1987, citados por CHIU e CHU, 1989), prostaglandinas (Hachisuga, 1984, Herman et al., 1986a, b, e Robleto e Herman, 1988, citados por CHIU e CHU, 1989), agente redox (Witimann et al., 1987, citados por CHIU e CHU, 1989), temperatura (Herman et al., 1986a, b, e Nagai e Iriki, 1986, citados por CHIU e CHU, 1989), atividade vagal (Alipov et al., 1985, Burggren e Doyle, 1986b, Alipov e Kositskii, 1988, e Wahlquist e Campoeu, 1988, citados por CHIU e CHU, 1989).

FIGUEIREDO (1996), citando Carlstein (1983), relatou que *Rana pipiens* aclimatada a 12°C morreu após ser deixada acidentalmente a 29°C durante a noite, e sua autópsia revelou a formação de uma espécie de aneurisma do ventrículo cardíaco.

Na natureza existe considerável redução dos batimentos cardíacos das rãs no inverno, em comparação com o mesmo grupo de animais no verão (CHIU e CHU, 1989).

Referindo-se à pressão arterial, ADOLPH (1951) afirmou que mamíferos e aves têm maior pressão arterial do que anfíbio e répteis e que mamíferos e aves têm incrementos da pressão absoluta com aumentos da temperatura do corpo muito maiores do que os observados em anfíbios e répteis.

c) Balanço hídrico e termorregulação

De acordo com HILLYARD (1999), o equilíbrio de água em anfíbios foi estudado em muitos níveis de ordem biológica, tornando-se aparente a dualidade de características endógenas e formas comportamentais para a sobrevivência dos anfíbios em uma diversificada gama de ambientes.

O balanço hídrico é afetado consideravelmente pela temperatura, pelas estações do ano e pelas condições fisiológicas das rãs, a exemplo da muda (Heller, 1930, Jorgensen, 1950c, e Uranga, 1958c, citados por DEYRUP, 1964). A muda é um fenômeno pelo qual a camada externa de células queratinizadas da epiderme dos anfíbios é substituída por uma pele nova e ocorre em todos os anfíbios após a metamorfose, em intervalos mais ou menos regulares. O processo e, ou, os mecanismos de controle do ciclo de muda são pouco entendidos (LARSEN, 1976).

Os maiores problemas quanto ao balanço hídrico dos anfíbios estão em geral, relacionados tanto com o ganho excessivo quanto com a perda excessiva de água. Quando comparados com répteis, aves e mamíferos, os anfíbios apresentam taxas extremamente rápidas de desidratação quando submetidos ao ar muito seco. Ressecamento severo resulta em morte num período relativamente breve (Ray, 1958, citado por DEYRUP, 1964). Porém, muitos anuros têm excelente tolerância à desidratação, o que lhes permite resistência à perda de até 50-60% da água total do corpo enquanto permanecem dormentes em toca subterrânea através dos meses secos do ano (LIMA e STOREY, 1998), e são hábeis na reidratação muito rapidamente pela coordenação de mecanismos fisiológicos e ambientais para aumentar a

absorção de água cutânea (HILLYARD, 1999). A integração de comportamento com ganho de água cutânea, manipulação renal de íons e água e o papel do sistema linfático no equilíbrio global de água envolve complexas interações entre fatores neurais e hormonais (HILLYARD, 1999).

Embora os anfíbios terrestres tenham a temperatura do seu corpo muito próxima da temperatura ambiente, a evaporação de água através da pele de *Rana esculenta*, num ambiente de 30°C, pode esfriar seu corpo em 4,6°C (Rubner, 1924, citado por BROWN JR., 1964); e no caso de *Plethodon glutinosus*, num ambiente de 20°C, esse esfriamento chega a 9,2°C (Hall e Root, 1930, citados por BROWN JR., 1964). A permeabilidade da pele varia de acordo com a região do corpo das rãs, sendo mais permeável no abdômem e nas coxas e menos permeável nas patas e na membrana natatória. A permeabilidade da pele, entretanto, varia conforme o sexo, flutuações nos níveis de hormônios da neuro-hipófise no sangue, a época de muda, a temperatura e a estação do ano (Hevesy et al., 1935, Boyd e White, 1938, Koefoed-Johnsen e Ussing, 1953, dentre outros, citados por DEYRUP, 1964).

Segundo CHURCHILL e STOREY (1993), existe perda de água em rãs não protegidas, quando congeladas a -2°C ou refrigeradas a 1°C, mas essa perda é grandemente reduzida quando as rãs são congeladas sob uma camada protetora de musgos. A umidade relativa (UR) do ambiente pode ter implicações nessa ocorrência, e segundo Jorgensen (1950c), citado por DEYRUP (1964), a principal rota de perda de água em ambiente seco é a pele, em cuja superfície se evapora rapidamente, em taxas comparáveis com a da evaporação da superfície da água.

Lillywhite (1975), citado por BRATTSTROM (1979), demonstrou o papel da circulação sangüínea na manutenção dos níveis de hidratação da pele durante o aquecimento ao sol. À medida que mais água puder entrar no corpo da rã e ser evaporada através da pele (produzindo ressecamento), muitos anuros, especialmente *Rana catesbeiana*, conseguirão manter constante a temperatura do corpo. A perda de água por evaporação se torna mais importante como mecanismo de termorregulação por exposição ao sol em condições de elevados níveis de radiação, baixa UR, elevada temperatura do ar e alta velocidade dos ventos.

Animais peilotérmicos só recorrem a um comportamento que vise à termorregulação quando a temperatura do corpo excede os limites aceitáveis (Barber e Crawford, 1979, e Zimmerman et al., 1989, citados por O'CONNOR e TRACY, 1992).

De acordo com BRADFORD (1984), as rãs modulam a temperatura do corpo das seguintes maneiras: aquecendo-se em banho de sol; movimentando-se entre a água e o solo, dependendo do que estiver mais quente; selecionando macro-habitat; e concentrando-se em regiões mais quentes, ao longo das margens do ambiente onde vivem (lagoa, lago, pântano etc.).

A média diária da temperatura do corpo de populações naturais de *Rana catesbeiana* foi de 29,6°C, e há evidências de que elas regulam a temperatura do corpo por esse valor (Lillywhite, 1970, citado por BRADFORD, 1984), sendo o máximo registrado de temperatura do corpo nessa espécie e em *Rana pipiens*, de 35°C (Brattstrom, 1963, e Lillywhite, 1970, citados por BRADFORD, 1984).

Ambientes aquecidos, que levariam os anfíbios a maximizar suas habilidades, são normalmente os mais desidratantes, a menos que o ar também esteja saturado de umidade.

Os anfíbios selecionam a temperatura do corpo menor, quando privados de alimento por 48 horas, presumivelmente reduzindo suas taxas metabólicas e, assim, suas exigências de energia (FIGUEIREDO et al., 1995a).

d) Ingestão de alimentos

Em populações naturais de anfíbios, a temperatura ambiental está diretamente correlacionada com as taxas de crescimento e de alimentação (Calef, 1973, Berven, 1982, e Warkentin, 1992, citados por WARKENTIN, 1992).

Sabe-se que a cavidade bucal das rãs é protegida por uma mucosa oral, produzida por múltiplas glândulas. Áreas não secretoras do palato, do céu da boca e das paredes da faringe são cobertas por um epitélio ciliado que transporta o fluido epimucoso e com ele detritos (alimento) para as partes posteriores. A velocidade desse transporte é, em parte, controlada pela

temperatura, afetando a ingestão de alimentos (Herter, 1941, citado por REEDER, 1964).

As contrações da fome, movimentos do estômago que levam o animal a ingerir alimentos, acontecem diariamente, a uma taxa que, além de variar de acordo com a quantidade de alimento que estiver armazenada no estômago ou com a duração do jejum, também varia com a temperatura. São movimentos automáticos, que acontecem em razão do enchimento do estômago a uma taxa que é dependente da temperatura, estando, portanto, sujeita a modificações conforme as variações térmicas. A intensidade das contrações do estômago de *Rana catesbeiana* é máxima de 15 a 32°C e diminui fora desse intervalo (Patterson, 1916, citado por REEDER, 1964).

e) Digestão

Os estudos sobre a atividade das enzimas proteolíticas gástricas não foram capazes de determinar se é a atividade da enzima que se altera com a temperatura ou é a sua própria taxa de secreção. Herter (1941), citado por REEDER (1964), admitiu que as paredes gástricas em *Rana* não são secretoras abaixo de 5 a 10°C. Os anfíbios são capazes de atravessar o inverno comendo muito pouco e, se forem alimentados artificialmente, não podem digerir eficientemente os alimentos. Biederman (1911), citado por REEDER (1964), já havia relatado que esse comportamento se deve à inatividade das glândulas gástricas.

Uma das grandes vantagens do processo de termorregulação por aquecimento do corpo ao sol, utilizado pelos anfíbios, é que tal comportamento promove aceleração dos processos digestivos (BRATTSTROM, 1979).

f) Absorção de nutrientes

Há consideráveis flutuações nos níveis de carboidratos absorvidos pelos anfíbios. Foram observadas grandes variações sazonais nos níveis de glicogênio no fígado de *Rana esculenta* e *Rana temporaria* (Kato, 1910, citado por BROWN JR., 1964), no hemisfério norte. Enquanto em novembro os níveis eram de 14%, em junho baixaram para menos de 1%. O interessante é que no

ovário o glicogênio permaneceu constante, em taxas de 2%. Goldefederova (1926), citado por BROWN JR. (1964), relatou que o glicogênio do fígado, dos músculos e dos ovários de *Rana fusca* e *Rana esculenta* foram maiores no inverno, o mesmo se aplica quanto à quantidade de gordura. Tanto os níveis de carboidratos como de gorduras caem ao mínimo pouco antes do período reprodutivo.

A média dos níveis de açúcar no sangue de *Rana temporaria* capturada no campo sem excitar os animais foi de $38 \pm 1,4$ mg/100 mL, de abril a outubro (hemisfério norte) (Smith, 1954, citado por BROWN JR., 1964). Considerável hiperglicemia em resposta a uma excitação podia ser constatada durante a estação reprodutiva, que começava em março e se prolongava pelo verão. Essa hiperglicemia no verão ocorre ao mesmo tempo em que há rápido desenvolvimento do corpo gorduroso. Enquanto o corpo gorduroso não estiver com suficiente estocagem de gordura e nem houver glicogênio no fígado, os valores de açúcar no sangue estarão baixos (inferiores a 40 mg/100 mg). Sabe-se que o maior desenvolvimento do corpo gorduroso ocorre no período não-reprodutivo. Entretanto, durante o inverno, o teor de lipídios vai decrescendo gradativamente em consequência do seu uso como fonte de energia. Segue-se uma rápida e grande depressão do corpo gorduroso em razão da estação reprodutiva.

g) Metabolismo

Os efeitos que a temperatura e a estação do ano (que pode ser ou não dependente dos efeitos da temperatura) exercem sobre as atividades metabólicas e sexuais de anfíbios parecem estar relacionados a alterações endócrinas e a possível exposição dessas alterações com ritmos biológicos inerentes no organismo. Estudos têm revelado alterações nos níveis de glicogênio no fígado e nos músculos, da glicose no sangue e dos lipídios no corpo de rãs nas diversas estações do ano (Pasanen e Koskela, 1974, Koskela e Pasanen, 1975, e Byrne e White, 1975, citados por BRATTSTROM, 1979).

O fígado não é a maior fonte responsável pela acumulação de glicose no músculo de rãs. Isso é indicado pela estabilidade dos níveis de glicogênio no fígado após exercício e pela observação de que rãs hepatectomizadas e

normais acumulam quantidades similares de glicose em seus músculos e no corpo durante a recuperação. A contribuição renal não pode ser considerada nesse aumento de glicose; o excedente de glicose que se acumula no corpo tem origem muscular, como indicado pelo fato de que dois terços da glicose corporal são achados no músculo e que os níveis intracelulares de glicose no músculo são mais altos que aqueles do plasma (FOURNIER e GUDERLEY, 1993).

A musculatura de anfíbios, por se tratar de fibras predominantemente brancas, tem suas reservas energéticas rapidamente esgotadas. É sabido que atividade explosiva causa rápida decomposição do glicogênio do músculo e extensiva acumulação de lactato em rãs, impossibilitando-as de esforço contínuo. Entretanto, sua musculatura tem características que possibilitam a recuperação rápida de energia. Segundo FOURNIER e GUDERLEY (1993), o papel do músculo como órgão maior de liberação de glicose em rãs fica bem aparente somente em condições fisiológicas específicas, ou seja, durante a atividade explosiva e o subsequente período de recuperação. A maior parte da glicose acumulada no corpo após exercício tem origem muscular, como indicado pelo fato de que dois terços da glicose do corpo são encontrados no músculo e que os níveis intracelulares de glicose no músculo são muito mais altos do que aqueles do plasma. A glicose acumulada externamente ao músculo pode também ter origem muscular. Os caminhos glicosídicos de decomposição do glicogênio são caminhos metabólicos com suficiente capacidade para descrever o montante de glicose acumulada no músculo durante as primeiras horas de recuperação. Estes resultados indicam que a habilidade de uma preparação isolada de músculo de rãs para liberar glicose durante a recuperação de exercícios (FOURNIER et al., 1992) não é um artifício metabólico, mas, sim, uma realidade metabólica que toma lugar *in vivo*.

Durante a recuperação, tem sido mostrado que lactato é novamente reciclado totalmente a glicogênio muscular (FOURNIER e GUDERLEY, 1992; FOURNIER et al., 1994). Durante a recuperação de intenso exercício, rãs hepatectomizadas e normais tiveram aproximadamente idêntico grau de eliminação de lactato e síntese de glicogênio. Isso indica que o músculo é o principal tecido responsável pela reciclagem de lactato em glicogênio muscular e que o fígado tem negligenciável papel na distribuição de lactato. A

negligenciável contribuição hepática da reciclagem de lactato resulta, em parte, da incapacidade do fígado de produzir glicose de lactato (FOURNIER e GUDERLEY, 1992).

2.3. A rã-touro (*Rana catesbeiana*)

A rã-touro, muito utilizada para recria comercial nos ranários do Brasil, foi introduzida no país na década de 30, com o primeiro registro de importação datando de 1935. Nove anos depois surgiu o primeiro ranário, Ranário Aurora, com instalações simples, ou até mesmo rudimentares, “com tanques de formas variadas, semelhantes aos utilizados na criação de peixes, com certa área de terra cercada por folhas de zinco ao seu redor”, conforme descrição de LIMA e AGOSTINHO (1988). Nos próximos parágrafos será feita uma abordagem geral desse animal, que muito promete em relação à agroindústria brasileira.

A rã-touro, *R. catesbeiana*, família *Ranidae*, é um anfíbio aquático nativo do norte dos Estados Unidos, que, durante o inverno, sobrevive às baixas temperaturas, permanecendo sob a água ou sob cama de folhas (Pinder et al., 1992, citado por ROCHA e BRANCO, 1998), para evitar temperaturas de congelamento. Segundo Stinner et al. (1994), citados por ROCHA e BRANCO (1998), a rã-touro, durante o inverno, também tem sido encontrada submersa no fundo de tanques em Ohio (USA), de dezembro a fevereiro, mas nenhuma delas estava entocada ou coberta com lama. Em vez disso, elas preservaram a movimentação, surgindo em áreas de alta concentração de oxigênio, com o intuito de evitar temperaturas de congelamento.

Esse comportamento de mergulhar após a temperatura corporal atingir certo limite parece ocorrer também em rãs climatizadas no Brasil. Rãs colocadas em mistura de água e gelo procuram, decorrido certo tempo, situar-se na parte líquida, abaixo da camada de gelo. Nessas condições, a habilidade de armazenar o sangue nas sinuosidades por cima do coração parece ocorrer na rã-touro, conforme observado em testes preliminarmente efetuados em laboratório. Em rãs insensibilizadas em água e gelo por 15 minutos, pôde-se notar, visualmente, o acúmulo de sangue na cavidade interna, bem como, aparentemente, sua ausência quase que total na musculatura, o que,

provavelmente, explica o menor poder de sangria em rãs insensibilizadas no gelo, conforme observado por ALBINATI (1994).

A temperatura parece ter influência marcante em todos os processos fisiológicos da rã-touro, como respiração (consumo de O₂ e excreção de CO₂) resposta metabólica que reflete na frequência cardíaca, deposição de lipídios, movimentação, alimentação e conforto térmico. A condição de hipoxia, induzida pelas condições de sobrevivência da rã ao abrigar-se sob o gelo, leva a variantes que tornam esses animais especiais do ponto de vista bioquímico. Alterações no nível de glicose, na pressão arterial de O₂ e CO₂ e, conforme Austin et al., citados por REEVES (1977), variação no pH, que varia inversamente com a temperatura.

ROCHA e BRANCO (1998), ambientando rãs-touro a 10, 15, 25 e 35°C, colhidas em ranário comercial de Ribeirão Preto, SP, na primavera, verão, outono e inverno, testaram variações nos efeitos de temperatura em alterações hipoxiainduzidas. Concluíram que, a qualquer temperatura testada, a taxa de consumo de oxigênio teve tendência para ser mais alta durante o verão e mais baixa durante o inverno, mas a diferença foi significativa somente a 35°C. A pressão arterial de oxigênio (Pa_{O2}) e valores de pH não apresentaram mudanças significativas durante o ano, mas Pa_{CO2} foram quase duas vezes mais alta durante o inverno do que no verão e primavera, indicando aumento dos níveis de bicarbonato do plasma.

A respiração no caso de *Rana catesbeiana* (trocas gasosas - eliminação de gás carbônico e absorção de oxigênio) se efetua, em grande parte, pela pele, que é altamente vascularizada, embora sejam os pulmões considerados a principal via respiratória (Jackson, 1978, citado por FIGUEIREDO, 1996). Em determinadas condições ambientais, a respiração cutânea dos anfíbios torna-se tão elevada quanto a respiração pulmonar e acontece simultaneamente (Brown Jr., 1964, citado por FIGUEIREDO, 1996).

Recentes trabalhos sobre frequência cardíaca em *Rana catesbeiana* revelaram, num estudo, que esse animal atinge $34,8 \pm 1,8$ batidas/min. a 22°C, contra $11,1 \pm 1,1$ batidas/min. a 12°C. Em outro estudo com a mesma espécie, foram registrados $33,0 \pm 1,7$ batidas/min. a 22°C e $6,9 \pm 0,3$ batidas/min. a 5°C (Herman et al., 1986a, b, citados por CHIU e CHU, 1989). Em concordância

com esses trabalhos, ROCHA e BRANCO (1998) determinaram que, em rã-touro, o decréscimo da temperatura corporal foi acompanhada de redução na frequência dos batimentos do coração. Baixas temperaturas causaram significativa diminuição na pressão sanguínea arterial durante todas as quatro estações. Mudanças hipoxiainduzidas na frequência de batimentos foram proporcionais à temperatura do corpo e foram mais pronunciadas durante o inverno, menos durante a primavera e outono e ainda menor durante o verão. A estação do ano não teve nenhum efeito na relação entre hipoxia e taxa cardíaca.

De acordo com BRATTSTROM (1979), em *Rana catesbeiana* as reservas de lipídios atingem o máximo no início da estação reprodutiva, aumentando, então, antes da estação reprodutiva e diminuindo durante a dormência, enquanto os níveis de glicose sanguínea diminuem durante a estação reprodutiva e são máximos quando os animais estão saindo da dormência. O metabolismo reduzido, a deposição e utilização de gorduras e a habilidade de suportar a anoxia provavelmente garantem sua sobrevivência em épocas difíceis. Nessas ocasiões, a termorregulação e seu custo energético são provavelmente muito baixos. Os custos e benefícios mais acentuados da termorregulação são maiores durante a estação de maior atividade, quando protegem o crescimento, o metabolismo energético e o esforço reprodutivo.

Em instalações comerciais, a rã-touro em temperaturas inferiores a 15°C deixa de alimentar-se, adotando um comportamento sedentário agrupando-se sob os abrigos e indicando redução no ritmo fisiológico de seu organismo.

As informações sobre a temperatura de conforto térmico da rã-touro, obtidas em instituições brasileiras de pesquisa, são desconhecidas, havendo recomendações de temperatura ambiente de 40°C (FONTANELLO et al., 1992, 1993), como a ideal para promover o melhor desempenho dos animais. Porém, FIGUEIREDO (1996) concluiu que temperaturas de 32 e 35°C são elevadas para a espécie *Rana catesbeiana*, a qual teve melhor desempenho entre 27 e 29°C. Esses valores estão bem próximos da média diária de 29,6°C da temperatura do corpo de populações naturais da América do Norte, encontradas em pesquisa de Lillywhite (1970), citado por BRADFORD (1984).

Segundo esse mesmo autor, há evidências de que essas populações regulam a temperatura do corpo por esse valor.

2.4. Insensibilizações

A insensibilização tem como objetivo minimizar o estresse dos animais durante a sangria, devendo permanecer inconscientes e sem parada cardíaca (JUDGE et al., 1989), o que permite que maior quantidade de sangue seja retirada do corpo, melhorando a qualidade da carne. De acordo com as tendências atuais, o animal que vai ser abatido para consumo deve ser submetido a um processo rápido e indolor, que não cause, ou minimize, o sofrimento do animal (Fonseca, 1995, citado por LOAIZA, 1996).

A adoção de técnicas de insensibilização mais adequadas deve ser realizada, em razão da espécie e do número de animais a serem abatidos, da disponibilidade de recursos para sua implantação, da existência de insensibilizadores nacionais ou estrangeiros, da efetividade da técnica na insensibilização e da manutenção da qualidade da carne do animal (ALBINATI, 1994).

Em animais de carne tradicionais, os processos de insensibilização estão bem estudados e são compulsórios por lei na maioria dos países desenvolvidos (Wernberg, 1980, citado por SILVEIRA, 1997). No Brasil, a insensibilização também é legislada, e sua aplicação faz-se presente na maioria dos grandes abatedouros (SILVEIRA, 1997).

Nos abatedouros de rãs sob inspeções federal e estadual, nos Estados de São Paulo e Espírito Santo (ver capítulo 2), a insensibilização é adotada e sua aplicação, orientada de forma empírica.

Como a insensibilização tem se mostrado importante também no abate de pescados de criações comerciais, são encontrados estudos abordando sistemas de insensibilização para peixes, cujo anestésico é utilizado como padrão de comparação.

a) Anestésico - Termonarcose

Em trabalho desenvolvido por PROCTOR e MCLOUGHLIN (1992) para estabelecer o efeito da anestesia nas mudanças químicas *post mortem* no músculo Myotomal de *Salmo salar*, esses pesquisadores concluíram que, com a aplicação do anestésico “Ethyl-m-aminobenzoate methane sulphonate” (MS-222), a concentração inicial de ATP no músculo foi a menos afetada em relação ao estresse pré-abate; a indução foi rápida. A anestesia foi considerada completa após 2-3 minutos, quando os movimentos do peixe e das guelras cessaram e os peixes perderam o balanço. A meia-vida do ATP foi de 12 horas para o grupo de peixes anestesiados, com concentração inicial de ATP de $15,8 \pm 0,8 \mu\text{mol/g}$. A curva ATP/tempo dos peixes anestesiados mostrou uma fase de atraso de aproximadamente duas horas antes de a concentração de ATP começar a cair, o que é uma característica similar àquela encontrada em músculo de espécies mamíferas anestesiadas (Tarrant et al., 1972a, citados por PROCTOR e MCLOUGHLIN, 1992; PROCTOR et al., 1992), e o pH final foi alcançado somente 24 horas após o abate.

b) Insensibilização com água e gelo - Termonarcose

A insensibilização com água e gelo, apesar de seu uso corrente nos abatedouros de rãs do Brasil, não tem seus efeitos sobre o comportamento do animal durante os processos descritos na literatura.

ALBINATI (1994), referindo-se à insensibilização por imersão em água gelada por 15 minutos, relatou que as rãs retornaram aos movimentos normais no tempo de 2,67 minutos, sem apresentar qualquer alteração que possa ser indicativa de prejuízo para a saúde do animal, o que é plausível, pois a sobrevivência em baixas temperaturas é natural nesses animais.

c) Insensibilização elétrica - Eletronarcose

A eletronarcose tornou-se muito difundida no final da década de 20 (Rasche, 1928, citado por SILVEIRA, 1997). É um método atrativo, por ser econômico e adequado para altas capacidades de abate e pela possibilidade de ser automatizado (SILVEIRA, 1997).

A eletronarcose pode ser aplicada em animais de maior porte, como bovinos, suínos e ovinos, como também em aves, peixes e rãs.

Na insensibilização elétrica, os eletrodos são colocados no animal de modo que permitam passar suficiente corrente elétrica através do cérebro, levando-o à insensibilidade. Portanto, é a corrente (amperagem) e não a voltagem que causa a anestesia (SILVEIRA, 1997).

Para produzir a inconsciência do animal, é necessária que seja induzida uma epilepsia (marcante estimulação do cérebro pela sua ativação por uma corrente elétrica) após a insensibilização. É necessário uma amperagem mínima para provocar a epilepsia (SILVEIRA, 1997).

Bovinos, suínos e ovinos, quando anestesiados eletricamente, manifestam um quadro de sintomas similar (croft, 1952, croft e hume, 1956, e Lambooy, 1982, citados por SILVEIRA, 1997). A epilepsia, conseqüência dessa anestesia, apresenta as seguintes fases (SILVEIRA, 1997):

Fase tônica. Ocorre nos primeiros 10 segundos após a insensibilização. É caracterizada por flexão momentânea dos membros, seguida de violenta extensão das pernas traseiras. Os olhos são fechados, o pescoço é arcado e a respiração pára.

Fase clônica. Desenvolve-se entre 10 e 30 segundos a partir da insensibilização. O animal gradualmente relaxa e inicia um movimento com as pernas, à semelhança do caminhar ou pedalar. Os olhos se apresentam revolidos e as pupilas, oclusas.

Fase quiescente. Ocorre após 30 segundos da insensibilização. A respiração é iniciada, e o animal torna-se flácido.

Fase de recuperação. O animal entra nessa fase se não se proceder à sangria. A recuperação da consciência pode ser detectada inicialmente pelo reflexo da pupila em relação ao estímulo luminoso. O animal permanece imóvel por mais 30 segundos.

Segundo SILVEIRA (1997), existem variações consideráveis entre os animais (suínos) em relação à seqüência das fases descritas anteriormente. Alguns sintomas podem não ser tão evidentes nos animais, principalmente naqueles correspondentes às fases clônica e quiescente.

A utilização de eletronarcose no abate de rãs é mais recente. A partir de 1984, a revisão do Codex Alimentarius levou à primeira edição do já então

estabelecido “Código Internacional para Elaboração de Coxas de Rãs” (Codex Alimentarius, 1984, citado por ALBINATI, 1994), em que foi proposta a utilização de métodos considerados humanitários para insensibilização, como o atordoamento elétrico. No entanto, esse código não estabelece valores para tensão e frequência, indicando o abate do animal, logo após a insensibilização, por decapitação ou destruição do cérebro.

A insensibilização elétrica é discutida por vários autores. Alguns têm documentado a forma de aplicação; outros, as conseqüências físicas e metabólicas antes e depois do abate dos animais.

Ayappan Pyllai (1986), citado por ALBINATI (1994), recomendou a insensibilização por passagem de uma corrente elétrica de 6 a 8 A, durante três minutos, através de 150 litros de solução salina 0,1% contendo 500 rãs. Ele estabeleceu um tempo de retorno de 10 minutos para animais insensibilizados nessas condições.

ALBINATI (1994), usando choque de 240 V/7s na insensibilização de *Rana catesbeiana*, observou que os animais, após recobrem os movimentos, apresentaram falta de coordenação motora, o que levou à conclusão de ter ocorrido esgotamento de reservas energéticas desses animais. Isso possivelmente pode ser relacionado à baixa reserva de energia tônica no músculo em relação ao tempo (7s) e ao nível de estimulação (240 V). Com o uso de 60 V/7s a recuperação ocorreu sem problemas, não sendo, porém, indicativo de que não houve perda de energia pelo estresse muscular, cuja perda pode ter influenciado o *rigor mortis*, na queda do pH e os atributos de qualidade.

Em trabalho desenvolvido por PROCTOR e MCLOUGHLIN (1992) para estabelecer o efeito do atordoamento elétrico nas mudanças químicas *post mortem* no músculo Myotomal de *Salmo salar*, o índice de perda de creatina fosfato e da queda no pH foi consideravelmente aumentado pelo atordoamento elétrico. Os resultados indicaram que o atordoamento elétrico acelera a razão de desenvolvimento do *rigor mortis* em salmão-silvestre.

Troeger e Woltersdorf (1988, 1990), citados por SILVEIRA (1997), concluíram, em seus estudos com suínos, que as condições de insensibilização elétrica correspondentes a uma corrente de 1,5 A por 10 segundos e uma voltagem maior do que 350 V resultaram em baixos níveis de catecolaminas e

beneficiaram o bem-estar animal. Também, verificaram que a incidência de PSE foi a mais baixa nos animais anestesiados com a aplicação de uma corrente constante equivalente a 15 coulombs (1,5 A durante 10 segundos).

Logo, pode-se deduzir que a forma de insensibilização elétrica deve ser estabelecida para cada animal em particular, de acordo com as respostas fisiológicas de cada um.

d) Insensibilização com dióxido de carbono

A insensibilização com dióxido de carbono introduzida na década de 50 ou outro gás anestésico processa-se em três fases: fase de analgesia, fase de excitação e fase anestésica (Wernberg, 1987, citado por SILVEIRA 1997). Este autor relatou experimentos científicos em anestesiologia humana e descreveu que, na fase de analgesia, há perda gradual da sensação de dor, enquanto a consciência é parcialmente mantida. Na fase de excitação, a inconsciência chega instantaneamente, com perda total de memória. A influência restritiva normal do cérebro nas reações é suspensa, tanto que o paciente reage inconscientemente e sem restrição, não necessariamente a ações dolorosas, mas também a toques leves, ruídos ou influências similares. Na fase de anestesia, durante a administração continuada do agente anestésico, a inconsciência torna-se profunda o bastante para suspender qualquer reação aos estímulos. Os músculos estão relaxados, exceto o coração, que ainda mantém a circulação.

A insensibilização com CO₂ provoca contrações musculares e aumenta as concentrações de catecolaminas no sangue. A concentração de hormônios estressantes aumenta com a insensibilização, porém esses aumentos foram menores para anestesia com gás em relação à elétrica (Yang et al., 1993, citados por SILVEIRA, 1997). Altas concentrações de lactato e baixos valores de pH foram encontrados no tecido muscular após a aplicação do CO₂ (Overstreet et al., 1975, citados por SILVEIRA, 1997). A saturação do tecido muscular com CO₂ leva à anaerobiose, e o ácido láctico produzido nessas circunstâncias é secretado no sangue, causando a lactacidemia e a conseqüente queda do pH (Sybesman et al., 1978, citados por SILVEIRA, 1997).

2.5. Contornos legais

A legislação brasileira faz referencial a anfíbios, sem a designação de espécies, e as rãs, anfíbias, enquadram-se, portanto, dentro desse referencial.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), em seu artigo 438, classifica, com a denominação genérica de “PESCADO”, peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana, e, em seu artigo 28, classifica os estabelecimentos destinados ao pescado e seus derivados em: 1) entrepostos de pescados e 2) fábricas de conservas de pescados (BRASIL, 1980). As rãs estão incluídas entre as espécies que podem ser designadas como “PESCADO”, de acordo com o art. 433 do Decreto-Lei nº 1.255, de 25 de julho de 1962, que altera o Decreto-Lei nº 30.691, de 29 de março de 1952 (FAULHABER, 1988).

O “entreposto de pescado” é entendido como o estabelecimento dotado de dependências e instalações adequadas ao recebimento, manipulação, frigorificação, distribuição e comércio do pescado, podendo ter anexas dependências para industrialização e, nesse caso, satisfazendo as exigências fixadas para as fábricas de conservas de pescado, dispendo de equipamentos para aproveitamento integral de subprodutos não-comestíveis (BRASIL, 1980).

Então, juridicamente, as dependências e instalações de abate de rãs são designadas como entreposto de pescado, entretanto, neste trabalho, tais instalações serão referidas simplesmente como abatedouros.

CAPÍTULO 1

EFEITO DE MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E SANGRIA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE RÃ-TOURO

1. INTRODUÇÃO

A ranicultura brasileira, em seu processo de expansão, exige atualmente maiores conhecimentos dos parâmetros de qualidade de seu principal produto, a carne de rã.

Por ser um produto relativamente caro e pela expansão de sua base de consumo, a qual apresenta perfil de consumidor instruído, poder aquisitivo médio e cada vez mais exigente, a indústria ranícola vê-se na contingência de apresentar produto diferenciado, com maior qualidade e menor preço relativo. Para que esses objetivos sejam alcançados, torna-se necessário o conhecimento dessa matéria-prima, bem como o domínio das formas de sua obtenção, ou seja, o abate do animal, objetivando a implementação de controles adequados de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, adequação de embalagens e formas de apresentação do produto acabado ao consumidor final.

Um dos primeiros trabalhos abordando aspectos qualitativos da carne de rã, enfocando os processos de abate, foi desenvolvido por ALBINATI (1994). Ele avaliou diferentes métodos de insensibilização de rãs quanto ao

tempo de retorno à consciência, ao volume de sangue eliminado em diferentes tempos e à concentração residual de ferro na carne de rãs abatidas pelo corte dos vasos do tronco cardíaco. Em suas conclusões, recomendou o desenvolvimento de trabalhos que avaliem a qualidade da carne com base em parâmetros físico-químicos, de forma a garantir a obtenção de um produto dentro de padrões de qualidade e segurança para o consumidor. Dentre esses parâmetros, pode-se ressaltar o efeito de métodos de insensibilização na queda do pH, na instalação do *rigor mortis*, na cor e na textura, bem como avaliar a possibilidade de executar o processo de abate sem que se faça a sangria etc.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo geral avaliar o efeito de diferentes métodos de insensibilização e de sangria sobre algumas características físico-químicas e bioquímicas da carne de rã.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As rãs (*R. catesbeiana*) foram adquiridas de dois ranários da Zona da Mata mineira, um situado em Teixeira e outro em Ponte Nova. Os animais foram transportados para o laboratório em sacos de rafia, acondicionados em caixas plásticas, com uma lâmina d'água no fundo para prevenir a desidratação. No laboratório, os animais foram mantidos em baias cujo piso possuía as disposições de abrigos, coxos e piscinas, conforme prescritos pelo sistema de anfigranja. Os animais permaneceram nessas instalações durante o período necessário para os abates amostrais, recebendo alimentação e tendo acesso ilimitado à água.

Em todos os experimentos realizados, antes do sacrifício, os animais foram transferidos para recipientes plásticos de 50 litros de capacidade contendo uma lâmina d'água, onde permaneceram em jejum *ante mortem* por 48 horas.

Foram efetuados um pré-teste e dois ensaios. No pré-teste, os métodos de insensibilização (quimionarcose-anestésico, termonarcose-água e gelo e eletronarcose-choque elétrico) utilizados nos ensaios foram padronizados na sua forma de aplicação.

A quimionarcose foi realizada pela imersão dos animais em uma lâmina d'água contendo duas concentrações do anestésico MS-222 (ARGENT CHEMICAL LABORATORIES), o suficiente para cobrir o corpo do animal (até a altura do pescoço). Essas soluções anestésicas (1:1.000 e 2:1.000) estavam

contidas em uma vasilha cilíndrica de aproximadamente 40 cm de altura. A concentração que se mostrou mais efetiva na insensibilização dos animais foi, posteriormente, utilizada nos ensaios 1 e 2.

Para a eletronarcose, foi montado um equipamento específico para tal (Figura 1). Os detalhes do circuito eletroeletrônico desse equipamento estão ilustrados na Figura 2. Os eletrodos foram posicionados de forma fixa, no sentido vertical, guardando uma distância, entre eles, suficiente para a inserção da cabeça de rãs de vários tamanhos. Após a inserção da cabeça da rã, os eletrodos se posicionam entre os olhos, na parte superior da cabeça, e a região gular, na parte inferior da cabeça. A região gular, por ser flexível, ajusta-se com facilidade para os diferentes tamanhos de animais. Os testes foram aplicados em 26 animais, 13 de cada sexo, com a finalidade de se verificar a eficiência de insensibilização do equipamento, o qual foi ajustado para fornecer uma tensão de 60 V por um tempo de sete segundos, conforme sugerido por ALBINATI (1994). Foram determinadas a variação da tensão (V) e a da corrente (mA), que passavam pelos animais, bem como o tempo de retorno (segundos) aos primeiros movimentos. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se teste F a 5% de probabilidade.

Esse equipamento foi utilizado para a aplicação da eletronarcose nos ensaios 1 e 2, sendo também seguido procedimento descrito por ALBINATI (1994). Foram utilizados baldes plásticos de aproximadamente 15 litros, com água e gelo moído na proporção de 1:1, em quantidade suficiente para encobrir, com folga, os animais que eram colocados, um a um, nessa mistura, por 15 minutos.

a) Procedimento de abate

Para o abate, nos tratamentos com insensibilizações testados sem sangria, os animais foram dependurados pela cabeça através de um gancho, atravessando a mandíbula e saindo pelo orifício ocular. A esfolia foi efetuada com o corte da cloaca, efetuando-se, a partir dela, uma incisão dorsal na pele até a parte anterior da cabeça, quando então se procedeu ao corte do “colarinho”. Logo após, as patas foram cortadas e a pele foi desvestida, com o auxílio de um alicate de bico, para a frente, liberando os membros anteriores e,

então, para baixo até a liberação total dos membros posteriores. A incisão dorsal teve por objetivo, na retirada da pele, evitar excessiva pressão sobre as vísceras do animal. Em seguida, os animais foram invertidos, sendo dependurados pelas patas, sendo, então, efetuada a eventração com o auxílio de uma tesoura de ponta arredondada, especialmente preparada (no formato de “bico de papagaio”) para prevenir o rompimento acidental dos intestinos. O músculo *Rectus abdominis* foi transversalmente cortado próximo à junção dos membros posteriores. A ponta da tesoura foi inserida no corte, e procedeu-se à incisão longitudinal, separando os ossos *coracoid* e da *clavicle*, expondo as vísceras. Os intestinos e demais órgãos foram, então, puxados para baixo, ficando presos à cabeça pelo esôfago. A cabeça, juntamente com as vísceras, foram eliminadas com o corte entre os ossos *Episternum* e *Omosternum*. Durante todo o processo, o animal permaneceu em constante fluxo de água corrente.



Figura 1 - Ilustração de aplicação da eletronarcolese em rã-touro.

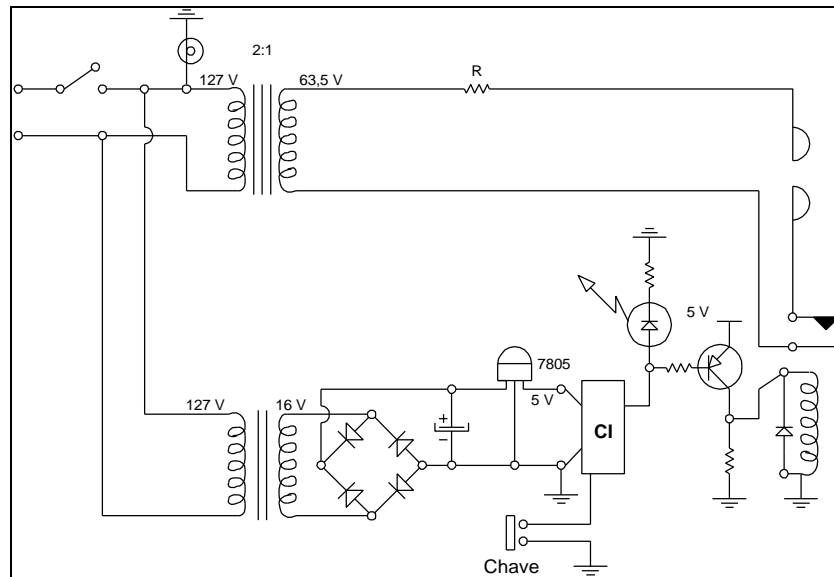


Figura 2 - Esquema do circuito eletroeletrônico do sistema de eletroinsensibilização.

Efetuada a toailete (remoção de pedaços de pele aderida etc.), a carcaça estava pronta para a retirada das amostras. Todo o processo, até a retirada das amostras, foi efetuado em, no máximo, cinco minutos.

Para o abate, em que foi realizada a sangria, após os tratamentos de insensibilização foi efetuada uma ligeira modificação no procedimento anteriormente descrito. Os animais foram, inicialmente, pendurados nos ganchos pelas patas traseiras, efetuando-se, então, a sangria pelo corte, com bisturi, dos vasos do tronco cardíaco e pelo corte das patas dianteiras. Após a sangria (três minutos), os animais foram invertidos, sendo suspensos pela mandíbula. Foram, então, efetuadas as operações anteriormente descritas. Nesse caso, todo o processo, até a retirada das amostras, foi efetuado em até oito minutos.

Em nenhum dos procedimentos descritos foi aplicado o resfriamento prévio das carcaças antes da desossa e da retirada das amostras.

Os abates descritos foram utilizados nos ensaios 1 e 2.

2.1. Ensaio 1

Neste ensaio foram abatidos 96 animais, com peso vivo variando de 145 a 290 gramas (Apêndice A), correspondendo a oito repetições por tratamento.

Após o abate, foram efetuadas determinações bioquímicas (valor de R, pH) e físicas (cor - valores L, a e b) a 0, 1, 2, 4, 8, 16 e 32 horas (T) pós-abate, com a utilização aleatória de coxas esquerdas ou direitas desossadas. Durante esse período, essas amostras foram mantidas à temperatura de $8 \pm 1^\circ\text{C}$.

As medidas de cor e de pH com leitura direta foram efetuadas imediatamente a cada tempo estipulado.

Amostras de 2 g, obtidas do corte transversal às fibras musculares nas extremidades cranial e distal das coxas, foram usadas para determinação do valor de R em cada tempo; essas partes foram congeladas em nitrogênio líquido e mantidas a -85°C até o momento da avaliação.

2.1.1. Medidas de pH muscular

O pH da carne de rã foi medido, em triplicatas, com o auxílio de um phmetro (DIGIMED DM 20) acoplado a um eletrodo de Calomelano, que, de acordo com KOBAL JR. e SARTORIO JR. (1982), é um eletrodo de referência ideal por possuir potencial constante, ser reprodutível e não afetado sensivelmente por variações de temperatura.

Após a desossa da coxa, o eletrodo foi inserido na massa muscular, efetuando-se as leituras em cada tempo pós-abate.

2.1.2. Medidas de cor (L, a e b)

Os valores de L (luminosidade), a (índice de vermelho) e b (índice de amarelo), no sistema Hunter, foram medidos em espectrofotômetro COLOR QUEST II HUNTER LAB calibrado com as placas de referência branca (X = 81,12; Y = 85,99; e Z = 91,03) e cinza (X = 49,90; Y = 53,15; e Z = 55,05).

2.1.3. Valores de R

A determinação do valor de R (razão das absorvâncias entre o monofosfato de inosina e o trifosfato de adenosina) foi realizada de acordo com a metodologia descrita por HONIKEL e FISCHER (1977). Extraíram-se os nucleotídeos de 2 g de amostra, ainda congelada, a qual foi homogeneizada por 30 segundos, em 10 mL de ácido perclórico 1 M. A seguir, o homogenato foi centrifugado por cinco minutos a 3.000 G, em centrífuga FANEN EXCELSA II 206 MP, em temperatura ambiente. Uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante foi diluída em 4,9 mL de tampão-fosfato 0,1 M, pH 7,0, procedendo-se à leitura das absorvâncias a 250 nm (monofosfato de inosina - IMP) e a 260 nm (adenosina trifosfato - ATP) em espectrofotômetro HITACHI U-2001. O tampão-fosfato foi utilizado como referência.

2.1.4. Análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela um esquema fatorial de 2 x 3 x 2 (dois sexos; três insensibilizações; dois tipos de sangria, com ou sem) e na subparcela, o tempo conforme o período *post mortem*, no delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições.

Os dados levantados de pH, valor R e cor (L, a e b) foram submetidos às análises de variância e regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de probabilidade, e no coeficiente de determinação. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey e, ou, F a 5% de probabilidade.

O modelo matemático aplicado foi o seguinte:

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + I_k + (SI)_{ik} + G_l + (SG)_{il} + (IG)_{kl} + (SIG)_{ikl} + e_{ijkl} + T_m + (ST)_{im} + (IT)_{km} + (GT)_{lm} + (SIT)_{ikm} + (SGT)_{ilm} + (IGT)_{klm} + (SIGT)_{iklm} + r_{ijklm}$$

em que

Y_{ijklm} = valor observado do i-ésimo sexo, da k-ésima insensibilização, da l-ésima sangria e da j-ésima repetição, após o m-ésimo tempo;

\bar{m} =	média geral;
S_i =	efeito do i-ésimo sexo;
I_k =	efeito da k-ésima insensibilização;
$(SI)_{ik}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização;
G_l =	efeito da l-ésima sangria;
$(SG)_{il}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na l-ésima sangria;
$(IG)_{kl}$ =	efeito da interação da k-ésima insensibilização na l-ésima sangria;
$(SIG)_{ikl}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização, na l-ésima sangria;
e_{jkl} =	erro associado à j-ésima repetição do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização, na l-ésima sangria;
T_m =	efeito do m-ésimo tempo;
$(ST)_{im}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo no m-ésimo tempo;
$(IT)_{km}$ =	efeito da interação da k-ésima insensibilização no m-ésimo tempo;
$(GT)_{lm}$ =	efeito da interação da l-ésima sangria no m-ésimo tempo;
$(SIT)_{ikm}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização, no m-ésimo tempo;
$(SGT)_{ilm}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na l-ésima sangria, no m-ésimo tempo;
$(SIGT)_{iklm}$ =	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização na l-ésima sangria, no m-ésimo tempo; e
r_{jiklm} =	erro associado à j-ésima repetição do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização na l-ésima sangria, no m-ésimo tempo.

2.2. Ensaio 2

Para realização deste ensaio foram abatidos outros 60 animais, com peso vivo variando de 155 a 225 gramas (Apêndice A), correspondendo a cinco repetições por tratamento (os mesmos do ensaio 1).

Após o abate, as coxas (esquerda e direita) foram desossadas para a realização das medidas: capacidade de retenção de água (CRA), capacidade emulsificante (CE), perda por exsudação (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e maciez objetiva (MO) da carne. Tais análises foram realizadas após a manutenção das amostras por 24 horas *post mortem* (T_{24}), à temperatura de $8 \pm 1^\circ\text{C}$.

2.2.1. Perda de peso por exsudação - PE

A PE foi avaliada, de acordo com o método, ligeiramente modificado, proposto por SILVEIRA (1997), em coxas de rãs desossadas imediatamente após o abate, quando a umidade superficial foi removida com papel-toalha. As coxas foram pesadas em balança semi-analítica e acondicionadas em saquinhos de náilon propileno preparados de maneira que as coxas permanecessem suspensas aproximadamente 3 cm do fundo, evitando-se o contato do exsudato com a carne. O conjunto assim preparado foi mantido suspenso no interior de um refrigerador à temperatura de $8 \pm 1^\circ\text{C}$. Após 24 horas, procedeu-se à retirada das amostras e, antes da pesagem final, removeu-se a umidade superficial com o auxílio de papel-toalha. O resultado foi expresso como perda de peso, em percentual, em relação ao peso inicial da amostra.

2.2.2. Capacidade de retenção de água - CRA

A CRA foi determinada de acordo com o método ligeiramente modificado, proposto por AWAD e DIEHL (1975), nas amostras provenientes da determinação da PE. Amostras de cerca de 1 g do feixe muscular das coxas obtidas do corte transversal às fibras musculares nas extremidades cranial e distal foram introduzidas entre duas folhas de papel-filtro previamente secadas até o peso constante em estufa a 105°C . O conjunto foi colocado sob um peso de 10 kg durante 20 minutos. A amostra foi retirada e novamente pesada. Pela diferença entre peso inicial e final da amostra, obteve-se a quantidade de água livre da amostra.

A percentagem de umidade foi realizada numa amostra desses músculos, de uma das coxas, retirada previamente à realização da determinação da PE. A percentagem de umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa à temperatura (105°C) constante (AOAC, 1984).

Os cálculos foram efetuados de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{Percentagem de água livre} = \left[\frac{\text{(mg de água livre)}}{\text{(mg de amostra} \times \text{percentagem de umidade)}} \right]$$

$$\text{CRA} = 100 - \text{percentagem de água livre.}$$

2.2.3. Capacidade emulsificante - CE

A CE foi determinada de acordo com o método desenvolvido por SWIFT et al. (1961) com pequena modificação. Uma das coxas, proveniente da determinação da PE, foi picada em pequenos pedaços. Pesaram-se 10 g desses pedaços, adicionando-lhes 40 mL de uma solução de NaCl 1 M (mantida sob refrigeração a $8 \pm 1^\circ\text{C}$). A seguir, procedeu-se à homogeneização por dois minutos, com a utilização de um triturador doméstico (WALITA MIX RI 3123). O recipiente contendo a amostra foi mantido em gelo e água durante a operação, para se evitar a elevação da temperatura, com conseqüente desnaturação das proteínas da carne. Desse homogeneizado, foram pesados 12,5 g, aos quais foram adicionados outros 37,5 mL da solução de NaCl 1 M. Procedeu-se, então, à realização do teste de emulsificação, pela adição de óleo comercial de girassol, à razão de 0,5 mL de óleo por segundo, enquanto o conjunto (homogeneizado + óleo) era misturado no triturador (WALITA MIX R1 3123). O recipiente permaneceu mantido em água e gelo durante toda a operação. O ponto final foi determinado com a coalescência da emulsão. Para medição do óleo, foi utilizada uma bureta graduada.

A CE foi expressa como a quantidade (mL) de óleo gasta até que ocorresse a coalescência.

2.2.4. Perda de peso por cocção - PPC

A PPC foi determinada em uma das amostras (coxa inteira - sem pedaços removidos) provenientes da determinação da PE. Essa coxa foi envolta em papel-celofane, o qual foi preso com fita crepe. A seguir, em uma das extremidades foi efetuado um pequeno recorte, para introdução de um termômetro. Esse conjunto foi colocado em saco plástico de náilon polietileno, o qual foi preenchido com 80 mL de água destilada. Esse novo conjunto foi imerso em banho-maria (80°C) até que a temperatura interna do músculo atingisse $74 \pm 2^\circ\text{C}$. A seguir, procedeu-se ao resfriamento, em água corrente, de todo o conjunto previamente descrito até atingir a temperatura de 20 a 25°C, no interior do músculo da coxa. Antes da pesagem final (músculo resfriado), a umidade superficial foi removida com o auxílio de papel-toalha. A PPC foi determinada, em percentagem, como a razão entre os pesos das amostras antes e depois da cocção (Honikel, 1987, citado por SILVEIRA, 1997).

2.2.5. Maciez objetiva - MO

Para determinação da MO foi utilizado, aleatoriamente, o músculo *Gastrocnemius* (panturrilha) de uma das coxas, o qual foi cozido e resfriado conjuntamente com as coxas ou sobreposto a elas, conforme descrito na metodologia da PPC. As amostras do *Gastrocnemius*, após o cozimento, também foram enxugadas com papel-toalha para remoção do excesso de umidade e submetidas a uma força de cisalhamento, aplicada transversalmente às fibras musculares, utilizando-se uma lâmina Warner Bratzler acoplada a um texturômetro TEXTURE ANALYSER TA - XT2I, o qual trabalhou com a seguinte configuração: velocidade até a amostra de 5 mm.s^{-1} , velocidade do teste de 2 mm.s^{-1} e velocidade de retorno da lâmina de 5 mm.s^{-1} . Registrou-se o pico da força (kg) obtida pela seção da região de maior diâmetro do músculo *Gastrocnemius*. Devido à diferença de diâmetro entre os músculos *Gastrocnemius* dos diferentes animais, registrou-se o tempo (segundos) gasto no seccionamento desses animais, e os resultados foram analisados como kg/seg.

2.2.6. Análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial de 2 x 3 x 2 (dois sexos; três insensibilizações; e dois tipos de sangria, com ou sem), em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os dados levantados de CRA, CE, PE, PPC e MO foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas, utilizando-se os testes de Tukey e, ou, F a 5% de probabilidade.

O modelo matemático aplicado foi

$$Y_{ijkl} = m + S_i + I_k + (SI)_{ik} + G_l + (SG)_{il} + (IG)_{kl} + (SIG)_{ikl} + e_{jkl}$$

em que

Y_{ijkl}	=	valor observado do i-ésimo sexo, da k-ésima insensibilização, da l-ésima sangria e da j-ésima repetição;
m	=	média geral;
S_i	=	efeito do i-ésimo sexo;
I_k	=	efeito da k-ésima insensibilização;
$(SI)_{ik}$	=	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização;
G_l	=	efeito da l-ésima sangria;
$(SG)_{il}$	=	efeito da interação do i-ésimo sexo na l-ésima sangria;
$(IG)_{kl}$	=	efeito da interação da k-ésima insensibilização na l-ésima sangria;
$(SIG)_{ikl}$	=	efeito da interação do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização, na l-ésima sangria; e
e_{jkl}	=	erro associado à j-ésima repetição do i-ésimo sexo na k-ésima insensibilização, na l-ésima sangria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Pré-testes

3.1.1. Quimionarcose

Nos testes iniciais com anestésico, foram aplicadas duas concentrações para a solução aquosa: 1:1.000 e 2:1.000, sendo observado que o tempo para completa insensibilização nos dois casos variou de 15 a 30 minutos, em que foi considerado o tempo de completa anestesia quando cessados os movimentos da região gular. A concentração de anestésico adotada nos ensaios 1 e 2 foi de 2:1.000. Como não foi observado diferença no tempo de insensibilização, procurou-se evitar uma possível diluição da concentração anestésica abaixo de 1:1.000, em decorrência do manuseio dos animais (água no corpo das rãs e em sua urina).

Como as rãs foram imersas na solução, o anestésico foi absorvido pela pele, sendo essa a causa da demora do efeito da anestesia, em comparação com a do peixe, em que o anestésico surte efeito em dois a três minutos (Apêndice B).

Os animais tratados com anestésico MS-222 apresentaram sintomatologia semelhante à descrita por Wernberg (1987), citado por SILVEIRA (1997), para insensibilização de suínos com CO₂.

Parece haver uma fase de analgesia em que os animais podem ser tocados sem apresentar reação, mas mantêm os movimentos, podendo a respiração e os engolimentos ser observados. Uma fase de excitação que precede a inconsciência profunda foi observada. Os animais apresentaram-se excitados, fazendo movimentos de flexão com as pernas em ritmo acelerado, variando entre animais de 5 a 15 segundos. A seguir, os animais caíram em inconsciência instantânea e suficientemente profunda para suspender qualquer reação aos estímulos; a movimentação gular também não foi notada, à semelhança da ausência de movimentos das guelras em peixes observada por PROCTOR e MCLOUGHLIN (1992). Os músculos apresentaram-se relaxados aparentemente, à exceção do coração, que, mesmo após o abate, foi observado batendo por vários minutos.

Segundo Carlstein et al. (1983), citados por FIGUEIREDO (1996), em rãs adultas, a ordem de morte dos sistemas é: primeiro o sistema muscular, seguido do músculo cardíaco e, por fim, o sistema nervoso.

Depois de efetuada a sangria, observou-se que o sangue fluiu com facilidade, tanto pela incisão dos vasos do tronco cardíaco quanto pelo corte das patas.

A Figura 3 ilustra a posição das rãs depois de atingida a analgesia.

3.1.2. Eletronarcose

No Quadro 1, apresentam-se os resultados da análise de variância da tensão aplicada e da corrente que passa pelo animal, bem como do tempo de insensibilização em razão do sexo.

Os resultados indicaram que a variação da tensão durante a aplicação da insensibilização não foi significativa ($P > 0,05$), apresentando uma média geral de 60,16 V e um coeficiente de variação baixo, evidenciando-se a pequena oscilação na tensão aplicada a cada animal.

O coeficiente de variação da insensibilização indicou que houve variação de efetividade da eletronarcose entre os animais. Isso decorrer, em razão, possivelmente, das características de cada um no momento da aplicação da tensão, como a hidratação da pele, facilitando ou não o contato dos eletrodos, o que, provavelmente, contribuiu para a variação da corrente e

de fatores intrínsecos, como a condição de hidratação do animal, disponibilizando eletrólitos que podem facultar a passagem de corrente. Sabe-se que a musculatura de anfíbios é boa condutora, tendo sido utilizada em experimentos de condutividade elétrica por Luigi Galvani, em 1791; a partir daí, mais de meio século de pesquisas em fisiologia com base em respostas a estímulos elétricos foi dominada por experimentos em rãs (HOLMES, 1993).

Apesar de a corrente não ter alcançado valores elevados, as rãs foram insensibilizadas e atravessaram todos os estados descritos por SILVEIRA (1997), para o estado epilético conferido pela eletronarcose. Durante a fase tônica houve a flexão dos membros anteriores, seguida de violenta extensão das pernas traseiras, podendo-se perceber a movimentação subcutânea da musculatura retesada. Os olhos apresentaram-se fechados, e o pescoço se mostrou arcado; a movimentação de engolimento, própria da respiração, não foi percebida (Figura 3). O tempo médio de retorno à consciência foi de 1,7 min., aproximadamente, considerado pelos primeiros movimentos, enquanto ALBINATI (1994) observou nesses primeiros movimentos, 0,33 min. e, nos movimentos normais, 3,13 min. A principal diferença na variação dos tempos de retorno à consciência pode estar ligada às diferentes correntes aplicadas em cada experimento. A tensão média aplicada neste trabalho foi de 60,16 V, que induziu nos animais uma corrente média de 138,97 mA, maior do que a determinada por ALBINATI (1994), que encontrou 43,5 mA numa tensão nominal de 60 V. Portanto, a corrente neste experimento foi aproximadamente três vezes mais elevada do que a praticada por ALBINATI (1994) e, possivelmente, mais efetiva. Outro elemento que pode ter contribuído para essa diferença foi a definição das condições indicadoras do ponto final para a contagem do tempo entre os dois experimentos; no presente trabalho, a contagem foi encerrada quando o animal assumiu sua postura normal, independentemente da movimentação subsequente, enquanto ALBINATI (1994) definiu como condição indicadora a recuperação dos movimentos normais.



Figura 3 - Posições tomadas pelas rãs nos processos de insensibilização aplicados neste experimento. Da esquerda para a direita, quimionarcose, eletronarcose e termonarcose.

Quadro 1 - Resumo da análise de variância da tensão (V), da corrente (mA) e do tempo de insensibilização (segundos), em função do sexo

FV	GL	Quadrados Médios		
		Tensão	Corrente	Insensibilização
Sexo	1	0,055 ^{NS}	24,912 ^{NS}	284,462 ^{NS}
Resíduo	24	0,102	289,810	1636,237
Média Geral		60,16	138,97	100,62
Coef. Variação (%)		0,53	12,25	40,20

^{NS} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

3.1.3. Termonarcose

As rãs submetidas à termonarcose, num primeiro momento, procuravam sair do balde, mas, logo após os primeiros 15 segundos, o impulso conseguido da musculatura de suas pernas deixavam-nas no máximo em “pé”, apoiadas na lateral. Após um minuto aproximadamente, foi predominante a tendência dos animais em se alojar sob a camada de gelo, permanecendo aí em condições hipóxicas (Figura 3), tendo o metabolismo sido reduzido (Patterson, 1916, e Bierdeman, 1911, citados por REEDER, 1964; Pasanen e Koskela, 1974, Koskela e Pasanen, 1975, e Byrne e White, 1975, citados por BRATTSTROM, 1979). Os animais, após 15 minutos, apresentavam-se em acentuado estado de letargia; algum movimento notado parecia um lento espreguiçar. O tempo de retorno dos movimentos foi condizente com os encontrados por ALBINATI (1994) de 2,5 minutos, aproximadamente.

3.2. Ensaio 1

No Quadro 2, apresenta-se o resumo da análise de variância dos atributos de pH, cor (L; a e b) e valor de R levantados no ensaio 1.

3.2.1. pH

Como a interação entre INS*SNGR foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento. No Quadro 3, apresenta-se a comparação dos valores médios de pH oriundos da interação entre os métodos de insensibilização e sangria aplicados.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância de pH, luminosidade (L), desvio para o vermelho (a), desvio para o amarelo (b) e valor de R

FV	GL	Quadrados Médios				
		PH	L	a	b	R
SX	1	0,0046 ^{NS}	13,5519 ^{NS}	9,1047 *	0,2765 ^{NS}	0,0005 ^{NS}
INS	2	5,8841*	50,9423 ^{NS}	11,4989 *	25,9252 *	0,0606 ^{NS}
SX* INS	2	0,0206 ^{NS}	3,5791 ^{NS}	0,1883 ^{NS}	2,5369 ^{NS}	0,0160 ^{NS}
SNGR	1	2,0262*	87,4155*	14,0709 *	12,5487 ^{NS}	0,0040 ^{NS}
SX*SNGR	1	0,9722 ^{NS}	13,4046 ^{NS}	1,9760 ^{NS}	3,1201 ^{NS}	0,0933 *
INS *SNGR	2	1,4761 *	155,6947*	20,1559 *	5,8744 ^{NS}	0,0845 *
SX* INS *SNGR	2	0,0826 ^{NS}	32,1088 ^{NS}	0,1997 ^{NS}	2,4569 ^{NS}	0,0079 ^{NS}
ERRO (a)	84	0,2464	19,8838	1,5634	5,8827	0,0226
T	6	13,9907*	9,5802*	6,8709*	32,3955 *	1,8730 *
SX*T	6	0,0165 ^{NS}	5,0738 ^{NS}	0,4288 ^{NS}	0,1620 ^{NS}	0,0019 ^{NS}
INS*T	12	0,1074 *	11,4892*	0,3938 ^{NS}	0,5750 *	0,0071 ^{NS}
SX* INS*T	12	0,0306 ^{NS}	4,5662 ^{NS}	0,2085 ^{NS}	0,3417 ^{NS}	0,0123 *
SNGR*T	6	0,0492 ^{NS}	11,0676 ^{NS}	0,8992 *	0,5858 *	0,0027 ^{NS}
SX*SNGR*T	6	0,0536 ^{NS}	7,2391 ^{NS}	0,2253 ^{NS}	0,5094 *	0,0055 ^{NS}
INS*SNGR*T	12	0,0431 ^{NS}	13,2032 *	0,4160 ^{NS}	0,2163 ^{NS}	0,0046 ^{NS}
SX* INS*SNGR*T	12	0,0249 ^{NS}	5,4247 ^{NS}	0,3416 ^{NS}	0,1508 ^{NS}	0,0027 ^{NS}
ERRO (b)	504	0,0271	5,7830	0,3042	0,2330	0,0047
Média Geral		6,70	54,55	-0,27	2,70	1,04
CV % da Parcela		7,41	8,17	463,10	89,83	14,46
CV % Subparcela		2,47	4,40	204,22	17,98	6,66

^{NS} F não-significativo a 5% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Valores médios de pH em função das insensibilizações, com e sem sangria

Sangria	Quimionarcose	Eletronarcose	Termonarcose
Com	6,76aA	6,55aB	6,64bAB
Sem	6,89aA	6,49aB	6,90aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelos testes de Tukey e F.

Os resultados indicaram que, exceto pelo processo de insensibilização por termonarcose, o pH da carne não diferiu ($P > 0,05$) em qualquer das sangrias aplicadas. Para a termonarcose, entretanto, o pH obtido pela aplicação da sangria foi inferior ($P < 0,05$) àquele obtido quando não se executou a sangria. O resultado de pH para termonarcose com sangria parece ter indicado perda parcial de efetividade do processo de insensibilização por causa do tempo necessário à sangria. Isso, provavelmente, se deve ao fato de que, durante a sangria, os animais estivessem submetidos a constantes jatos de água à temperatura ambiente. Assim, é possível que a temperatura corpórea do animal, durante a sangria, tenha aumentado o suficiente para tirá-lo do estado letárgico antes do processamento da evisceração. Nos animais submetidos à termonarcose foi notado que, durante o tempo de sangria, eles se debatiam, com movimentação corporal e dos membros posteriores, na tentativa de se libertarem. Com o aumento da temperatura corporal e a perda da insensibilização do animal, o nível de estresse pode ter aumentado, reduzindo os níveis dos compostos de alta energia, o que levou a uma queda mais acentuada do pH no pós-abate. Segundo FOURNIER e GUDERLEY (1993), atividades explosivas, como fuga, causam rápida decomposição do glicogênio e extensiva acumulação de lactato no músculo de rãs em condições aeróbicas.

Segundo vários autores (JUDGE et al., 1989; PROCTOR e MCLOUGHLIN, 1992; NGOKA et al., 1982; PROCTOR et al., 1992), a quimionarcose é o método de insensibilização mais eficiente, conforme

indicado pela maior concentração pós-abate de glicogênio muscular (JUDGE et al., 1989).

Como a queda do pH muscular é resultante da degradação muscular das reservas de carboidratos, pode-se dizer que todo método de insensibilização que induzir maior taxa de queda de pH muscular pós-abate tende a ser menos efetivo. Assim, os resultados apresentados no Quadro 3 permitiram concluir que:

A termonarcose é tão eficiente na insensibilização de rãs quanto à quimionarcose, independentemente da aplicação ou não da etapa de sangria no abate.

Ao comparar a termonarcose com a eletronarcose, verificou-se que não existia diferença de efetividade de insensibilização ($P > 0,05$) quando se efetuava o abate executando a etapa de sangria, conforme evidenciado pela ausência de diferença entre os pH musculares. Entretanto, quando não se executava a sangria durante o abate, a termonarcose mostrou-se o método de insensibilização mais efetivo (induz menor queda de pH muscular) que a eletronarcose ($P < 0,05$).

Como a interação entre INS*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicita o ocorrido está registrado na Figura 4, que ilustra a evolução do pH em razão dos tempos (T) *post mortem*. No Quadro 4, apresentam-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação dos respectivos tratamentos de insensibilização.

Na Figura 4, nota-se que a eletronarcose gerou, em todos os tempos *post mortem* avaliados, maior queda de pH muscular que os demais métodos de insensibilização. Esse resultado era esperado, pois a eletronarcose, em salmão (*Salmo salar*), conforme PROCTOR e MCLOUGHLIN (1992), aumenta o índice de perda de creatina fosfato e, consideravelmente, a queda do pH, o que também pode ocorrer com rãs. Essa ocorrência parece confirmar o fato de que a insensibilização elétrica provoca mais estresse nos animais, reduzindo suas reservas musculares de compostos de alta energia disponíveis no momento da insensibilização.

Na quimionarcose, apesar de a condição de anaerobiose não ser total, pois a imersão do animal não foi completa, ficando a cabeça e as narinas fora

d'água, o movimento gular de ventilação pulmonar foi intermitente durante o processo até cessar com a completa anestesia.

Na termonarcose, como mencionado anteriormente, as rãs procuravam submergir-se logo após o primeiro minuto quando em contato com gelo moído e água no balde de insensibilização; nessa condição, estavam em anaerobiose, permanecendo assim até ser retiradas para o abate. Em ambos os casos, a hipoxia pode ter estimulado suas defesas orgânicas para a produção de compostos básicos. Tal suposição foi baseada nas conclusões de trabalhos desenvolvidos por STOREY e STOREY (1984), STOREY e STOREY (1985), e STOREY e STOREY (1986a, b), segundo as quais anfíbios expostos a condições hipóxicas têm como metabólito da anaerobiose, além de lactato, compostos básicos, como o aminoácido alanina, numa proporção alanina-lactato de 4,5:1, na estrutura muscular. ROCHA e BRANCO (1998) relataram, ainda, que a pressão arterial de CO₂ (Pa_{CO2}) de rã-touro é quase duas vezes mais alta quando induzida a condições hipóxicas, passando a indicar aumento dos níveis de bicarbonato no plasma, o que também pode contribuir para a elevação dos níveis de pH.

Quadro 4 - Equações de regressão ajustadas para pH, em razão do tempo (T) *post mortem* das respectivas insensibilizações, e coeficiente de determinação

Insensibilizações	Equações de regressão	R ²
Quimionarcose	$\hat{Y} = p\hat{H} = 7,2043 - 0,0659^{**} T + 0,0011^{**} T^2$	0,9857
Eletronarcose	$\hat{Y} = p\hat{H} = 6,9907 - 0,2416^{**} \sqrt{T} + 0,0124^{**} T$	0,9933
Termonarcose	$\hat{Y} = p\hat{H} = 7,3504 - 0,2706^{**} \sqrt{T} + 0,0084^{*} T$	0,9969

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t”.

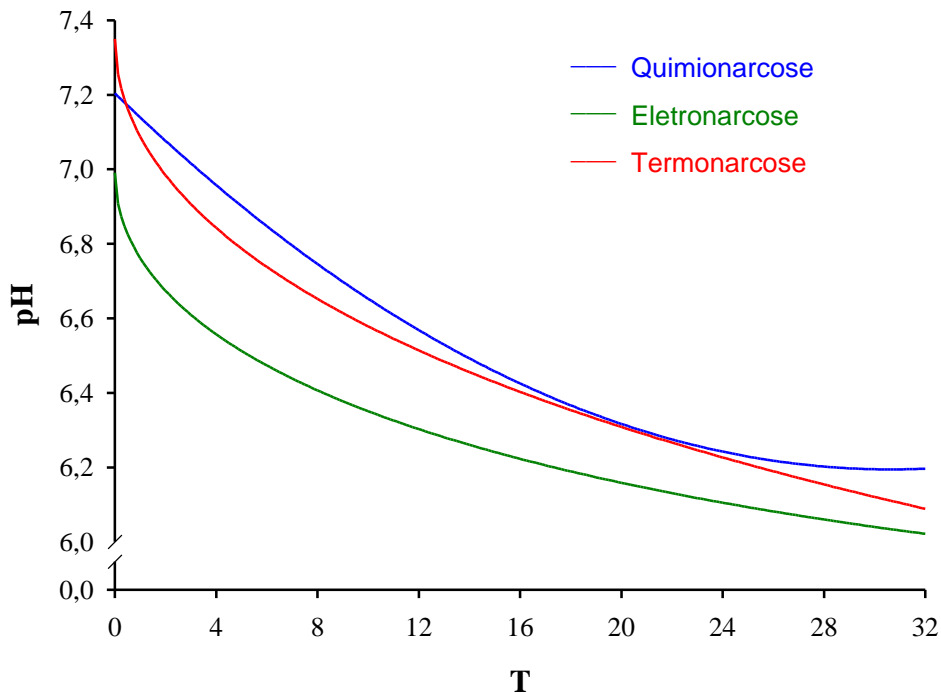


Figura 4 - Estimativa do pH em razão do tempo (T) *post mortem* das respectivas insensibilizações.

No experimento do presente trabalho, o pH inicial foi medido em até 12 minutos *post mortem*; nos tratamentos de quimionarcose e termonarcose, as médias atingiram 7,26 e 7,33, respectivamente. Os relatos encontrados na literatura têm apontado o pH acima de 7,0 como de ocorrência comum em músculo vivo de animais em repouso quando as amostras são retiradas em condições apropriadas. BENDALL (1973) informou o pH de *Longissimus dorsi* de suínos variando de 7,18 a 7,30 em músculo *in vivo* e em descanso, enquanto JUDGE et al. (1989) citaram que o pH do músculo vivo pode alcançar aproximadamente 7,4.

Considerando o intervalo de pH entre 6,9 e 7,0 como o esperado para o pH inicial de animais recém-abatidos, esses valores encontrados em rã com a aplicação de quimionarcose e termonarcose estão bem acima. Tal fato parece, possivelmente, ser devido a implicações decorrentes do metabolismo dos anfíbios quando submetidos a condições específicas.

Na eletronarcose, em nenhum momento durante o processo, os animais estiveram em condição de anaerobiose, a não ser durante a fase tônica, em que permaneceram por aproximadamente 10 segundos em hipoxia. Esse tempo pode não ter sido suficiente para estimular a produção de compostos básicos que poderiam contrapor à forte queda do pH decorrente do estresse provocado pela eletronarcose.

LOAIZA (1996) encontrou, seis horas após o abate, um pH de 5,79 para carne de rã, o que foi considerado por ele como o pH final para esse tipo de carne. No presente estudo, 32 horas pós-abate, indicam pH de 6,19; 6,04; e 6,10, nos tratamentos com quimionarcose, eletronarcose e termonarcose, respectivamente. Na Figura 4, indica-se a tendência ainda de queda após esse período. Esses valores estão acima do encontrado pelo autor deste trabalho, o qual utilizou somente eletronarcose como insensibilização e aplicou sangria com um tempo de três a quatro minutos, mas na Figura 4 se-evidencia a tendência ainda de queda após esse período. Essa diferença nos valores de pH possivelmente se deva a diferenças nas metodologias de abate empregadas nos dois experimentos comparados, além da sua determinação e de armazenamento das amostras no período estudado, em particular à embalagem utilizada. LOAIZA (1996) utilizou embalagem a vácuo. Além disso, temperaturas abaixo de 15°C reduzem o metabolismo da rã-touro (Patterson, 1916, citado por REEDER, 1964), acentuando-se à medida que a temperatura se aproxima de zero (FIGUEIREDO, 1996). As reações bioquímicas *post mortem*, em condição aeróbica, acompanham essa tendência, justificando, então, a queda relativamente lenta nos três tratamentos em relação aos valores de pH apresentados por LOAIZA (1996). De acordo com FOURNIER e GUDERLEY (1992) e FOURNIER et al. (1994), em situações favoráveis (temperatura amena e aerobiose etc.), a musculatura das rãs tem capacidade de recuperação, independentemente da presença do fígado, com os músculos repondo os níveis de compostos de alta energia em ambiente aeróbico. O conjunto de músculos das coxas desossadas utilizadas neste experimento pesava aproximadamente 24 g, com superfície relativamente grande exposta ao oxigênio em decorrência da retirada do osso. Essa grande exposição ao oxigênio atmosférico, associada à sua alta absorção de oxigênio com relação aos músculos de outras espécies animais, pode ter maximizado a produção de

energia pelo mecanismo aeróbico, retardando a via glicolítica de renovação das reservas energéticas celulares. Dessa forma, o pH alcançado foi ligeiramente superior. A diferença em relação à citada por LOAIZA (1996) se deveu ao fato de ele ter embalado suas carcaças a vácuo, o que impediu maior atuação da via aeróbica, conseqüentemente levando a uma queda mais rápida do pH muscular.

Os resultados obtidos em pH referentes a quimionarcose e termonarcose parecem indicar que a musculatura da rã, estando elevados os níveis iniciais de compostos de alta energia, em aerobiose, conseguem manter por mais tempo os níveis de pH elevados. O armazenamento em condições aeróbicas neste experimento, em contraposição ao armazenamento a vácuo praticado por LOAIZA (1996), parece ter contribuído para uma queda mais lenta de pH também na eletronarcose.

As condições de armazenamento de LOAIZA (1996) podem ter inibido essa recuperação nos minutos iniciais após o abate e, em consórcio com as condições estressantes da eletronarcose, contribuído para a maior queda do pH em seu experimento. LOAIZA (1996) comentou, ainda, que Azevedo e Oliveira (1988) encontraram pH de 6,25 em seus estudos, porém não informaram as condições de tal medida.

Os resultados encontrados de pH para quimionarcose, eletronarcose e termonarcose parecem indicar associação de respostas metabólicas da rã-touro, como a produção em anaerobiose, durante a insensibilização, de compostos básicos na estrutura muscular, os quais justificariam os altos valores iniciais encontrados *post mortem* para quimionarcose e termonarcose.

3.2.2. Luminosidade - L

Embora a análise de variância (Quadro 2) tenha indicado efeito significativo ($P < 0,05$) da interação $INS * SNGR * T$ para o valor de L da carne de rã, o teste de médias não detectou diferenças ($P > 0,05$) entre os métodos de insensibilização, em razão dos tempos *post mortem* dos animais com aplicação de sangria. Porém, durante o período *post mortem*, dos animais abatidos sem aplicação de sangria, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os métodos de insensibilização, com o tratamento com eletronarcose apresentando

maiores valores médios de L após oito horas *post mortem* (Apêndice A) e a insensibilização por termonarcese, os menores.

Como a interação entre INS*SNGR*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado na Figura 5, sendo as equações de regressão das curvas nela apresentadas mostradas no Quadro 5.

Observando a Figura 5, verificou-se que, nas primeiras 4-8 horas, os valores de L decresceram, quando, então, passaram a aumentar novamente.

A cor da superfície do músculo é influenciada pela perda de água e pela relativa quantidade dos estados redox da mioglobina e de suas formas ali presentes; mioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (marrom-acinzentado).

Baixos valores de L podem indicar a presença de metamioglobina no músculo ou, segundo Zirolek (1967), citado por FELDHUNSEN (1995), sua superfície está seca e, provavelmente, acusando maior CRA, o que parece indicar os baixos valores relativos de L (Figura 5) para a quimionarcese e termonarcese sem sangria. Porém, a eletronarcese sem sangria apresenta comportamento díspar, de forma semelhante à termonarcese com sangria. O comportamento dessas últimas parece indicar maior exsudação, com umidificação da superfície do músculo e espalhamento da luz (Zirolek, 1967, citado por FELDHUNSEN, 1995), resultando em maiores valores de L.

Considerando os valores médios de L (luminosidade), no intervalo de tempo estudado (0-32 horas), podem-se ordenar as insensibilizações, em razão da sangria (com ou sem), em ordem decrescente de luminosidade: termonarcese com sangria (T_{CS}) > quimionarcese com sangria (Q_{CS}) > eletronarcese sem sangria (E_{SS}) > quimionarcese sem sangria (Q_{SS}) > eletronarcese com sangria (E_{CS}) > termonarcese sem sangria (T_{SS}).

3.2.3. Vermelho - a

A análise de variância (Quadro 2) indicou efeito significativo do sexo sobre o valor do componente a de cor da carne de rã. Fixando-se os outros efeitos, o teste de médias apresentado no Quadro 6 evidenciou os valores médios de a em razão dos sexos.

Os valores de “a” foram negativos em ambos os sexos, indicando reduzida participação do vermelho na formação de cor do conjunto muscular das coxas de rãs no *post mortem*. Isso provavelmente se deve ao fato de que, na musculatura das coxas de rãs, predominem fibras brancas, com pequena concentração do pigmento de mioglobina (Mb).

Sabe-se que a Mb de anfíbios tem maior afinidade por O₂, com acentuado poder de saturação em relação à Mb de mamíferos (Macela e Seliskar, 1925, Wolvekamp, 1932, e Kirkberger, 1953, citados por FOXON 1986; JACKSON, 1978), e que alguns gêneros de rãs, dentre os quais *R. catesbeiana*, em condições hipóxicas e de baixa temperatura (em torno de 0°C), utilizam a respiração cutânea para retirar do meio o oxigênio de que necessitam, e esse gás difunde-se através da linfa sem necessidade da presença da Mb (Bishop, 1950, citado por BROWN JR., 1964). Isso pode explicar a pequena concentração de Mb no músculo de rãs.

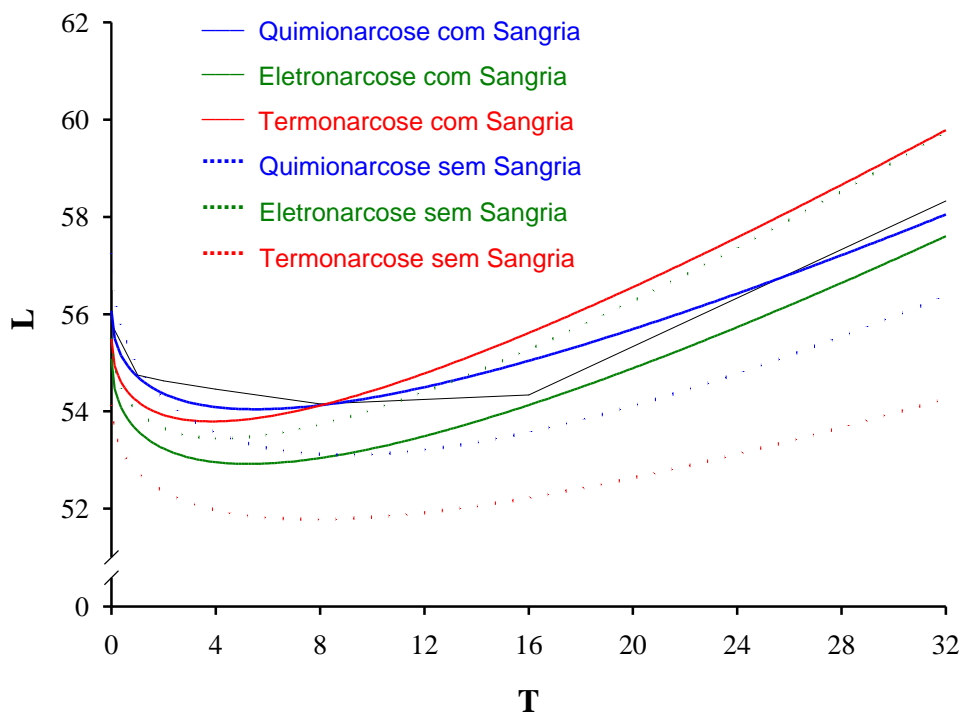


Figura 5 - Estimativa de L, em razão do tempo (T) *post mortem*, nos respectivos tratamentos, com insensibilizações e sangrias.

Quadro 5 - Equações de regressão ajustada dos valores médios de L em razão do tempo (T) *post mortem*, nos respectivos tratamentos e sangrias, e coeficientes de determinação

Sangria	Insensibilizações	Equação de regressão	R ²
	Quimionarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 56,0705 - 1,7244^{**} \sqrt{T} + 0,3667^{**} T$	0,9350
Com	Eletronarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 55,0803 - 1,8879^{**} \sqrt{T} + 0,4126^{**} T$	0,9541
	Termonarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 55,4932 - 1,7298^{**} \sqrt{T} + 0,4399^{**} T$	0,9630
	Quimionarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 57,2521 - 2,7682^{**} \sqrt{T} + 0,4621^{**} T$	0,6933
Sem	Eletronarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 55,5082 - 2,0053^{**} \sqrt{T} + 0,4867^{**} T$	0,9865
	Termonarcose	$\hat{Y} = \hat{L} = 54,1316 - 1,6863^{**} \sqrt{T} + 0,3022^{**} T$	0,9324

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

Quadro 6 - Valores médios de “a” em função dos sexos

Médias	Machos	Fêmeas
	-0,15a	-0,39b

As médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Segundo alguns autores (ADOLPH, 1951; PUTNAM e BENNETT, 1983; OGATA e MORI, 1963; PUTNAM e BENNETT, 1983; ROME, 1983), apesar de as fibras brancas intermediárias e vermelhas estarem em similar proporção nos músculos locomotores de anuros, indiferentemente do músculo individual ou da espécie examinada, as fibras brancas são entre três e quatro vezes maiores que as fibras intermediárias ou vermelhas. A atividade de enzimas metabólicas e a cinética contrátil variaram com a capacidade de metabolismo do organismo e do procedimento durante a atividade. Assim, a

ocorrência de diferença significativa entre sexos referente aos valores de *a* pode ser devida à tendência de os machos serem mais combativos, delimitando território, conseqüência de sua agitação natural em relação ao seu papel durante a reprodução (BRATTSTRON, 1979). Maior movimentação pode implicar maior participação das fibras intermediárias ou vermelhas na composição muscular dos machos, devido à maior necessidade de energia. Isso resulta em maior necessidade de oxigênio para a via aeróbica, gerando maior necessidade de síntese de Mb no músculo. Como a Mb é o pigmento responsável pela cor vermelha de carnes (CROSS et al., 1986), isso resulta em maiores valores médios de *a* em machos do que em fêmeas.

A análise de variância (Quadro 2) indicou efeito significativo da interação INS*SNGR quanto ao valor do componente *a* de cor da carne de rã, efetuando-se o estudo do seu desdobramento. O teste de médias apresentado no Quadro 7 evidenciou os valores médios de *a* em razão da aplicação ou não de sangria e das insensibilizações.

Comparando a influência de cada tratamento com referência à aplicação ou não de sangria sobre os valores de *a*, observou-se que na quimionarçose e eletronarçose não foi encontrada diferença ($P>0,05$). Porém, quando se utilizou a termonarçose, os valores de *a* foram inferiores quando se abateram os animais utilizando a sangria ($P<0,05$).

Quadro 7 - Valores médios de *a* em razão das sangrias e das insensibilizações

Sangria	Quimionarçose	Eletronarçose	Termonarçose
Com	-0,61aB	0,07aA	-0,71bB
Sem	-0,41aB	-0,19aB	0,22aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelos testes F e de Tukey, respectivamente.

Foi observado, durante o processo de abate utilizando insensibilização por quimionarcose com e sem a aplicação de sangria, fluidez na exsangüinação dos animais, o que pode ter resultado em menor retenção, pelo músculo, de pigmentos de cor. Os valores médios de *a*, encontrados na quimionarcose, são negativos, indicando reduzida influência do vermelho e tendência para o verde na composição da cor da carne de rã.

Tomando como referência as médias de *a* para quimionarcose, verificou-se que, a eletronarcose e a termonarcose se comportaram de maneira inversa com e sem a aplicação de sangria. Notou-se também que, com a aplicação de sangria, a média dos valores de *a* obtida para termonarcose não diferiu ($P>0,05$) da média dos valores de *a* obtida para a quimionarcose, e a média dos valores de *a* para eletronarcose diferiu ($P<0,05$), enquanto sem a aplicação de sangria ocorreu o inverso, ou seja, a média dos valores de *a* obtida para eletronarcose sem sangria não diferiu ($P>0,05$) da média dos valores de *a* obtida para a quimionarcose, ao passo que a média dos valores de *a* para termonarcose também diferiu ($P<0,05$). Uma possível explicação para essas ocorrências pode ser:

- Para eletronarcose

O choque elétrico provocou vasoconstrição com o sangue sendo forçado da musculatura para a cavidade torácica. Com o abate sem sangria, o animal é rapidamente aberto, cujo sangue é eliminado pela lavagem da cavidade torácica, evitando-se seu retorno para a musculatura. Com o abate com sangria, o tempo necessário para que a sangria ocorra possibilita o relaxamento do animal com parte do sangue voltando a irrigar a musculatura, possivelmente formando microematomas nos tecidos musculares afetados pelo choque, com conseqüente retenção dos pigmentos do sangue, o que pode ter resultado em maior média dos valores de *a* para eletronarcose com aplicação de sangria.

- Para termonarcose

A diferença ($P < 0,05$) entre as médias dos valores de *a* encontrada na insensibilização com termonarcose em relação à quimionarcose possivelmente tenha resultado de maior retenção de mioglobina nos tecidos musculares no processo de abate sem sangria, em que a temperatura se manteve mais baixa. A maior retenção de sangue em função da baixa temperatura esteve em consonância com observações feitas por ALBINATI (1994), que conclui: “Independente do método de sangria, o tempo de sangria foi maior para o método de imersão em água gelada ($P < 0,05$)”. Segundo essa mesma autora, isso se deveu ao resfriamento dos animais, o que dificultou a sangria, resultando em menor volume de sangue na exsangüinação. Tal fato vem de encontro às observações efetuadas, em *Rana sylvatica*, por STOREY e STOREY (1984) e STOREY e STOREY (1985) de que rãs que entram em estado letárgico, em temperaturas em torno de zero, mostram-se não respirar e não sangrar, e os órgãos surgem pálidos (aparentemente destituídos de sangue), ao passo que o sangue parece ter empossado nas sinuosidades em volta do coração. Em rãs-touro, insensibilizadas em água e gelo por 15 minutos, em testes preliminarmente efetuados em laboratórios da UFV, pôde-se notar, visualmente, o acúmulo de sangue na cavidade interna e, aparentemente, sua ausência quase que total na musculatura.

A não-diferença ($P > 0,05$) entre as médias dos valores de *a* encontrada na insensibilização com termonarcose em relação à quimionarcose com a aplicação de sangria possivelmente se deve ao fato de que a temperatura aumenta durante os três minutos dessa prática, em decorrência da pulverização contínua de água à temperatura ambiente sobre os animais, promovendo maior exsangüinação e, portanto, resultando em menor retenção pelo músculo de pigmentos de cor. Esses valores médios de *a* para a termonarcose, à semelhança dos valores médios de *a* para quimionarcose, são negativos, também indicando reduzida influência do vermelho e tendência para o verde na composição da cor da carne de rã.

ALBINATI (1994), comparando o teor residual de ferro, como indicativo do teor residual de pigmentos, especialmente hemoglobina, em músculo de *Rana catesbeiana* abatida pela realização de sangria com corte dos vasos do

tronco cardíaco, não encontrou diferenças ($P>0,05$) entre a termo e a eletronarcose. Esses resultados contradizem as presentes observações quanto ao valor de *a*. Entretanto, o método de estimativa de pigmentos residuais na carne utilizado por ALBINATI (1994) é menos sensível que a determinação de índices de cor, especialmente considerando-se que a determinação de ferro por ela realizada se baseou em análise química; isso, associado à baixa concentração de pigmentos na musculatura de rãs, pode ter originado resultado menos preciso.

Considerando a não-aplicação de sangria no processo de abate, é observado que a termonarcose apresentou ($P<0,05$) maior valor médio de *a*. Isso pode ser em decorrência de maior quantidade de pigmentos retidos no músculo, pela reduzida temperatura durante o processo da termonarcose, sem aplicação de sangria, conforme já discutido.

Como a interação entre SNG*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado na Figura 6, que ilustra a evolução *post mortem* dos valores de *a* em razão dos métodos de abate (com ou sem sangria); no Quadro 8, apresentam-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação.

Observou-se ($P<0,05$) diminuição no tempo na tonalidade de cor vermelha da carne. Verificou-se também ($P<0,05$) que as coxas dos animais abatidos com aplicação de sangria apresentaram-se menos vermelhas que aqueles abatidos sem o procedimento de sangria, indicando maior quantidade residual de pigmento vermelho nos músculos dos animais não-sangrados. Uma vez que, nos dois procedimentos de abate, todas as demais condições (peso, sexo, etc.) foram semelhantes, tal resultado indicou que a utilização do procedimento de sangria faz com que haja menor quantidade de hemoglobina e, portanto, sangue na carne dos animais sangrados.

Segundo FORREST et al. (1975), uma máxima exsangüinação é essencial para uma maior/melhor conservação de carnes, já que o sangue é excelente meio de cultura para microrganismos. Assim, espera-se que as rãs sangradas se preservem por mais tempo que aquelas abatidas sem sangria.

A queda constante dos valores de *a* indicou também alteração no pigmento remanescente da carne. Isso pode ter sido devido à perda de

pigmento no exsudato, já que hemoglobina (Hb) e Mb são pigmentos hidrossolúveis. Porém, como essa ocorrência explicou o fenômeno somente em parte, tal queda nos valores de a pode, também, indicar certa oxidação do pigmento de cor do músculo da coxa (FELDHUNSEN, 1995), resultando em metamioglobina (marrom-acinzentado), o que ficou evidenciado pelos valores de a muito próximos de zero (região de mistura de verde e vermelho e de tonalidade cinza).

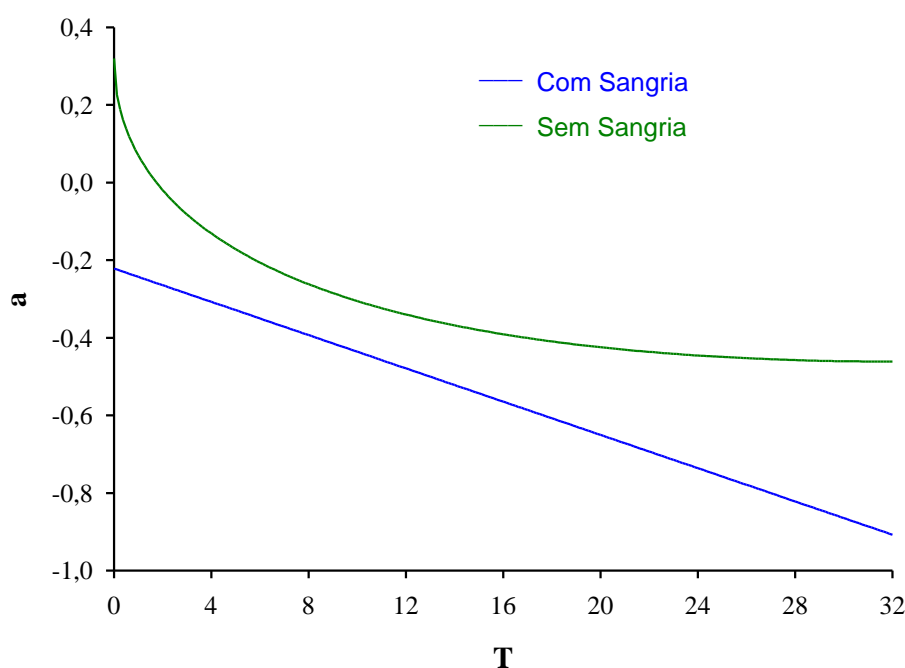


Figura 6 - Estimativas de a em razão do tempo (T) *post mortem* nas respectivas sangrias.

Quadro 8 - Equações de regressão ajustada dos valores médios de a , em razão do tempo (T) *post mortem* e das respectivas sangrias, e coeficientes de determinação

Sangria	Equação de regressão	R^2
Com	$\hat{Y} = \hat{a} = -0,2215 - 0,0214^{**} T$	0,8874
Sem	$\hat{Y} = \hat{a} = 0,3192 - 0,2727^{**} \sqrt{T} + 0,0238^{*} T$	0,8066

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t”.

3.2.4. Amarelo - b

Como a interação entre INS*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado na Figura 7. Nesta figura, mostra-se a evolução dos valores de b em razão dos tipos de insensibilização, enquanto no Quadro 9 são apresentadas as equações de regressão, bem como os coeficientes de determinação.

O comportamento das curvas da Figura 7 evidenciou comportamento semelhante dos valores de b para quimionarçose e eletronarçose. Nas primeiras oito horas de armazenamento refrigerado, os valores de b tenderam a decrescer na carne dos animais submetidos à quimionarçose e à eletronarçose. Nesse período, as superfícies das coxas de rãs apresentavam-se mais úmidas conforme a exsudação de água pelas fibras musculares. Assim, nesse período, a quantidade de água na superfície do músculo aumentou, o que pode ter causado redução nos valores de b da carne. Após esse período, o contínuo gotejamento da água superficial do músculo, representada pela água exsudada da fibra muscular e por aquela adsorvida em razão do processo de abate (lavagem das carcaças), conduziu a uma elevação dos valores de b. Considerando essas hipóteses, observou-se, pela tendência dos valores de b mostrada na curva da termonarçose, que a carne obtida de animais insensibilizados por baixa temperatura retém menor quantidade de água durante o processo de lavagem das carcaças no processo de abate. Essa mesma curva indicou, após duas horas, tendência de aumento constante dos valores de b. Essas observações/hipóteses são embasadas nas observações de FELDHUNSEN (1995), que mostrou que os valores de b de pernis de suínos resfriados pela pulverização de água na superfície da carcaça tendiam a ser inferiores àqueles de suínos que não sofreram tal tratamento de pulverização. Entretanto, após 20 horas em câmara fria, quando o efeito da pulverização foi perdido pela secagem da superfície da carne, os valores de b se equívalem nos dois tratamentos (pulverizados ou não).

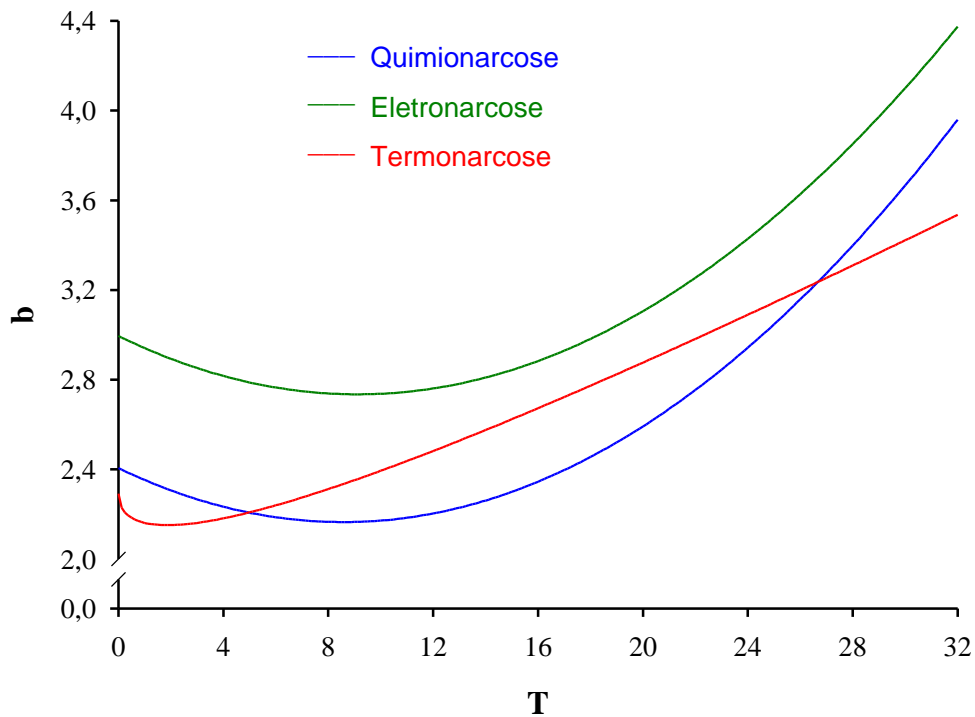


Figura 7 - Estimativa de b em razão do tempo (T) *post mortem* e dos respectivos tratamentos.

Quadro 9 - Equação de regressão ajustada dos valores médios de b, em razão do tempo (T) *post mortem* e dos respectivos tratamentos, e coeficiente de determinação

TRT	Equação de regressão	R ²
Quimionarcose	$\hat{Y} = p\hat{H} = 2,4053 - 0,0562^{**}T + 0,0033^{**}T^2$	0,9914
Eletronarcose	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,9946 - 0,0571^{**}T + 0,0031^{**}T^2$	0,9110
Termonarcose	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,2914 - 0,2057^{**}\sqrt{T} + 0,0752^{**}T$	0,8772

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

FELDHUNSEN (1995) concluiu que o resfriamento pulverizado nas quatro horas iniciais de armazenamento, em combinação com o rápido resfriamento, causou, inicialmente, mudanças nos valores de cor da musculatura, que desapareceram nas 20 horas de armazenamento subsequente.

Analisando a Figura 7, quanto aos efeitos dos diversos métodos de insensibilização sobre o valor de *b*, verificou-se que as carnes de rãs insensibilizadas por eletronarcose apresentavam maiores valores de *b* que aquelas provenientes dos demais métodos de insensibilização. O teste de médias (Quadro 6A) indicou que, logo após o abate e no período de 32 horas de resfriamento, os valores de *b* das carnes de rãs submetidas à eletronarcose são ($P < 0,05$) superiores àqueles de carnes de rãs obtidas pela aplicação de termonarcose na insensibilização dos animais. Esse resultado foi coerente com os resultados de pH (Figura 4 e Quadro 3), já que menores ($P < 0,05$) valores de pH nas carnes de animais submetidos à eletronarcose implicavam maior desnaturação protéica, resultando tanto numa desnaturação do pigmento de mioglobina quanto das proteínas miofibrilares da carne. A desnaturação da mioglobina fez com que o valor de *b*, logo após o abate, fosse maior nas amostras provenientes da eletronarcose, enquanto a desnaturação das proteínas miofibrilares provocou, também, maior secagem (exsudação) da carne decorridas 32 horas de armazenamento. Comparando, nesses mesmos tempos, as carnes provenientes da eletronarcose com aquelas provenientes da quimionarcose e estas com aquelas provenientes da termonarcose (Quadro 6A), não se verificam ($P > 0,05$), nessas comparações, diferenças nos valores de *b*. Admitindo variação nos valores de *b* em consequência do nível de estresse e, ou, atividade muscular, verificou-se que esses dados indicam menor estresse para o animal pela aplicação da termonarcose e nível intermediário na quimionarcose. Tal afirmação foi baseada na observação de que os animais submetidos à termonarcose apresentavam-se mais quietos antes de serem imobilizados, enquanto aqueles submetidos à quimionarcose se apresentavam excitados (pulando) por cerca de 15 segundos, conforme discutido no item 3.1.1.

Como a interação entre SX*SNGR*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado na Figura 8, a qual indica o comportamento de b em razão dos sexos e da aplicação ou não de sangria. No Quadro 10, mostram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação.

Na análise de SNGR/SX e T, verificou-se que as médias dos valores de b não apresentaram diferença significativa entre si ($P>0,05$).

A análise de SX/SNGR e T apresentou, em relação a machos, diferença significativa em b ($P<0,05$) nos tempos de zero, uma e duas horas *post mortem* na aplicação e não-aplicação de sangria (dados não apresentados). Em relação a fêmeas, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias ao longo de todo o tempo estudado (Quadro 7A). Após oito horas de armazenamento refrigerado, já não há interferência do sexo e do processo de sangria na contribuição dos valores de b na carne de rã, os quais apresentam tendência crescente até as 32 horas estudadas.

Segundo FELDHUNSEN et al. (1995) e SILVEIRA (1997), o período necessário para a composição de cor dos músculos de suínos é definido como de 24 horas. É de se esperar, portanto, que os valores de b sofram influência nesse intervalo de tempo (0-24 horas) de pequenas diferenças do meio, como ligeiras variações de pH na aplicação ou não de sangria, mesmo que tais valores não apresentem diferença significativa ($P>0,05$).

Segundo Francis e Clydesdale (1975), citados por FONTES (1999), a mudança de cor de produtos alimentícios raramente ocorre somente em um valor de cor (L, a, ou b). A cor é geralmente afetada por esses três valores.

Considerando o conceito de saturação (croma) representado pela fórmula $C = \sqrt{a^2 + b^2}$, podem-se ordenar as insensibilizações, conforme a aplicação ou não de sangria, em ordem decrescente de croma, em que: $E_{SS} > E_{CS} > Q_{SS} > T_{CS} > T_{SS} > Q_{CS}$, com os valores de: 3,37; 2,83; 2,76; 2,62; 2,52; e 2,43, respectivamente.

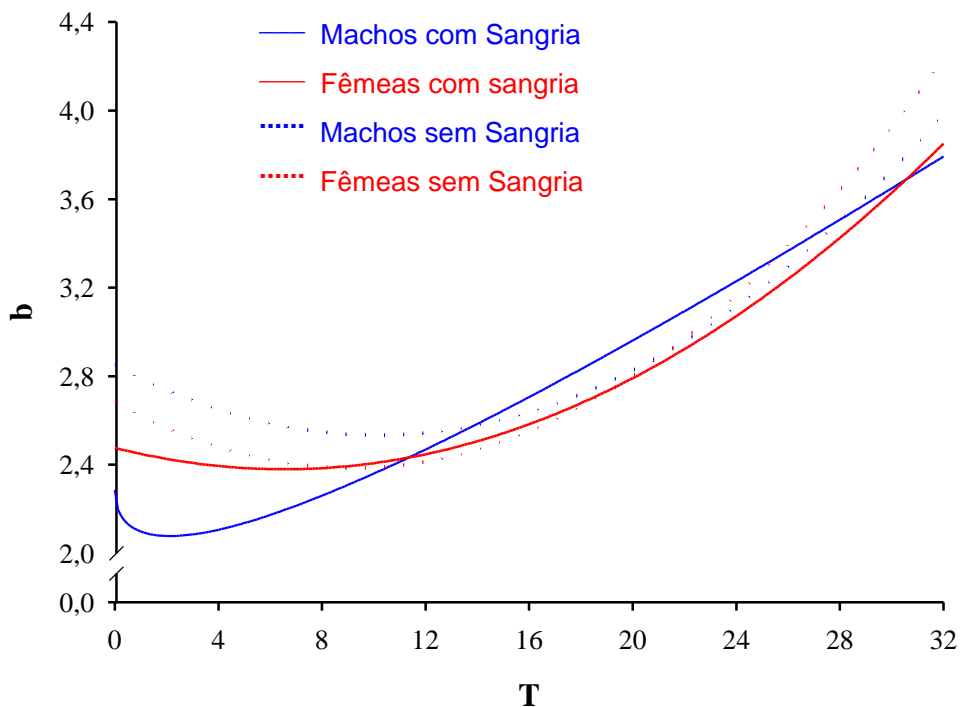


Figura 8 - Estimativa de b em razão do tempo (T) *post mortem*, com relação a sexos e sangrias.

Outro método para a expressão de diferença de cor é o conceito de ângulo de tonalidade [$\theta = \arctang(b/a)$]. O ângulo 0° é fixado no eixo horizontal com $+a$ (vermelho) e aumenta no sentido anti-horário, com 90° sendo $+b$ (amarelo), 180° sendo $-a$ (verde) e 270° sendo $-b$ (azul) (Hunter Associates Laboratory, 1991, citado por FONTES, 1999). Com esse conceito, podem-se ordenar as insensibilizações em razão da aplicação ou não de sangria em ordem decrescente de ângulo de tonalidade, com os valores médios de a e b , em que $T_{CS} > Q_{CS} > Q_{SS} > E_{SS} > E_{CS} > T_{SS}$, com os valores de θ 105,7; 104,6; 98,5; e 93,2 no segundo quadrante e 88,6; e 84,8 no primeiro quadrante da Figura 9, respectivamente.

Verificou-se que T_{SS} , com o mais baixo valor de intensidade de cor (2,52), apresentou o menor valor de luminosidade (52,78) e o menor ângulo de tonalidade θ (84,8), o que conferia a essa carne cor mais escura.

Quadro 10 - Equação de regressão ajustada dos valores médios de b, em razão do tempo (T) *post mortem*, quanto a sexos e sangrias, e coeficiente de determinação

Sexo x Sangria	Equação de regressão	R ²
Macho x Com	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,2860 - 0,2847^{**} \sqrt{T} + 0,09740^{**} T$	0,9182
Macho x Sem	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,8494 - 0,0621^{**} T + 0,0031^{**} T^2$	0,9379
Fêmea x Com	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,4767 - 0,0296^{*} T + 0,0023^{**} T^2$	0,9542
Fêmea x Sem	$\hat{Y} = \hat{b} = 2,6822 - 0,0650^{**} T + 0,0036^{**} T^2$	0,9770

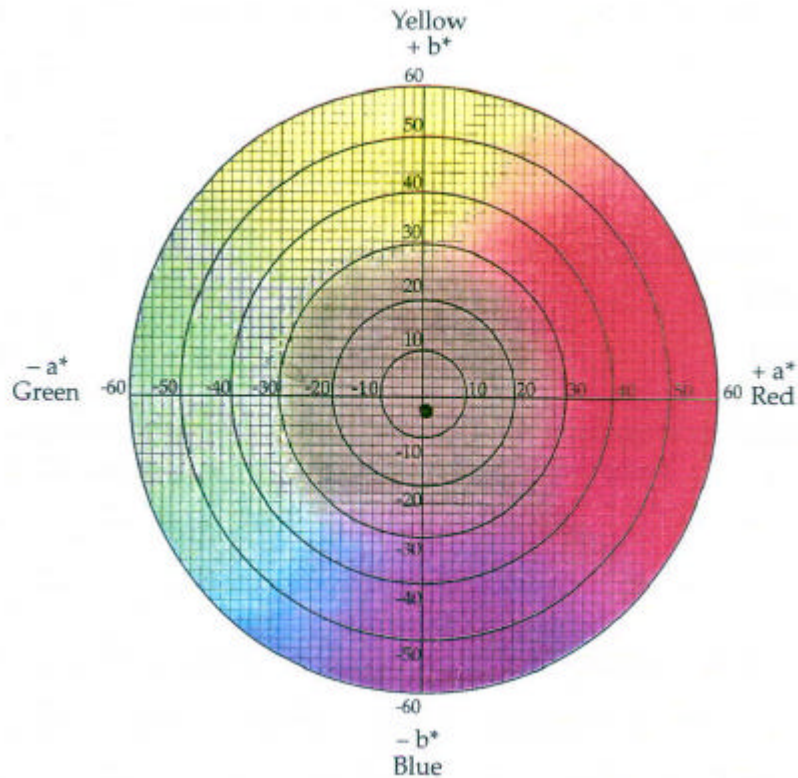
** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t”.

Analisando o conjunto de valores de C nas insensibilizações com e sem sangria, pôde-se verificar que tais valores se situam muito próximos da origem no campo de cor mostrado na representação gráfica da Figura 9, do sistema CIELAB. Como os valores de L estavam em faixa ligeiramente acima da média, verificou-se que a carne de rã apresenta-se com tonalidade cinza-pálida, que se pode considerar como equivalente ao branco cremoso, indicado pelo CODEX ALIMENTARIUS (1984) como especificação de qualidade da carne de rã como produto acabado.

3.2.5. Valor de R

Como a análise de variância (Quadro 2) indicou efeito significativo (P<0,05) da interação SX*SNR nas médias dos valores de R, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado no Quadro 11, que apresenta as médias dos valores de R em razão dos sexos e das sangrias.



Fonte: adaptação de HUNTER ASSOCIATES LABORATORY (1991).

Figura 9 - Carta de cor do sistema CIELAB e • localização provável da cor da carne de rã.

Comparando os sexos, com e sem aplicação de sangria, observou-se que, nas fêmeas, a aplicação ou não de sangria foi indiferente ($P > 0,05$), indicando que a instalação de *rigor mortis* (RM) em fêmeas, independentemente do tipo de sangria a que são submetidas, já que, segundo HONIKEL e FISCHER (1977) e HONIKEL et al. (1981b), quando o valor de R atinge 1,05 e 1,10, respectivamente em suínos e bovinos, isso indica concentração de ATP residual no músculo de cerca de $1 \mu\text{Mol}$ de ATP/g de músculo. Esse valor, em suínos e bovinos, é estabelecido na literatura (HAMM, 1986) como limite no qual não há energia suficiente para relaxamento muscular, isto é, limite para a instalação do RM. Porém, em machos, esses resultados indicaram que, com a aplicação de sangria, o desenvolvimento do RM foi mais lento ($P < 0,05$), já que o valor de R estava abaixo do limite mínimo preconizado para a instalação do RM ($P < 0,05$). Essa diferença entre machos e fêmeas no valor de R não pode ser explicada no momento.

Quadro 11 - Valores médios de R em razão dos sexos e das sangrias

Sangria	Sexo	
	Machos	Fêmeas
Com	1,03bB	1,05Aa
Sem	1,06aA	1,03aB

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A análise do Quadro 11 indica que os valores de R e, portanto, a instalação do RM variam entre os sexos, segundo a aplicação ou não da sangria. Assim, com a aplicação desta sangria, o valor de R em fêmeas atinge valores que indicam a instalação do RM, o que não ocorre em machos. Ao comparar esses sexos sem que se proceda à sangria no abate, tal situação se inverte. No momento, não se conseguiu estabelecer uma explicação para essa ocorrência. Entretanto, ao observar o efeito de sexo (Quadro 2), não se verificaram diferenças no valor de R e, portanto, de instalação do RM entre machos e fêmeas.

Como a análise de variância (Quadro 2) indicou efeito significativo ($P < 0,05$) da interação INS*SNGR nas médias dos valores de R, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado no Quadro 12, no qual se mostram as médias dos valores de R em razão das insensibilizações e das sangrias.

Comparando as insensibilizações com e sem aplicação de sangria, observou-se que, à exceção da eletronarcore, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as insensibilizações com quimionarcore e termonarcore, quanto aos valores de R.

Quadro 12 - Valores médios de R em razão das insensibilizações e das sangrias

Sangria	Quimionarcose	Eletronarcose	Termonarcose
Com	1,07aA	1,05aA	1,00bB
Sem	1,04bA	1,05aA	1,05aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelos testes F e de Tukey, respectivamente.

A não-ocorrência de diferença ($P>0,05$) entre a eletronarcose com e sem aplicação de sangria pode ser explicada pelo elevado grau de estresse que insensibilizações com a aplicação de eletricidade induzem nos animais de forma geral (JUDGE et al., 1989). Conforme já discutido, o tempo de aplicação da sangria (três minutos) na insensibilização com eletronarcose não foi suficiente para o retorno à consciência dos animais durante o processo, porque o efeito observado sobre os valores de R foi consequência somente da aplicação da insensibilização.

A quimionarcose, com a aplicação de sangria, apresenta diferença ($P<0,05$) em relação à não-aplicação de sangria no abate, indicando que, possivelmente, a insensibilização com a aplicação da etapa de sangria tenha acelerado a glicólise dos compostos de alta energia em animais insensibilizados quimicamente. O mesmo comportamento seria esperado para a insensibilização com termonarcose, isto é, animais submetidos à termonarcose e abatidos com sangria deveriam apresentar maior valor médio de R, já que o aumento da temperatura corporal, decorrente da aspensão de água durante a seqüência do processo de abate, poderia tirá-lo do estado letárgico. Isso anularia o atordoamento, tendo como consequência o aumento no nível de estresse, com redução inicial dos compostos de alta energia e consequente elevação do valor de R. Esse menor valor médio de R na termonarcose com a aplicação de sangria não pode ser explicado no momento, pois contradiz a provável ocorrência esperada.

Como a interação entre SX*INS*T foi significativa, efetuou-se o estudo do seu desdobramento, e o que melhor explicitou o ocorrido está registrado na Figura 10, na qual se mostra a tendência dos valores médios de R em razão do tempo (T) *post mortem*, do sexo e de insensibilizações. O Quadro 13 contém as equações de regressão e os coeficientes de determinação.

Baseando nas equações do Quadro 13 e tendo em vista que HONIKEL e FISCHER (1977) e HONIKEL et al. (1981b) consideram o valor de R de 1,05 como o valor acima do qual se inicia a instalação do *rigor mortis* em músculos de bovinos e de suínos de qualidade normal, estabeleceu-se a seguinte ordem de ocorrência de RM em rãs: macho com quimionarcose (8,06 h), fêmea com eletronarcose (8,35 h), macho com eletronarcose (9,46 h), fêmea com quimionarcose (9,60 h), fêmea com termonarcose (11,22 h) e macho com termonarcose (11,52 h).

Em razão da maior proporção (em área muscular) de fibra branca em rãs (OGATA e MORI, 1963; PUTNAM e BENNETT, 1983), esperava-se que o RM em rãs ocorresse mais cedo, e se situasse em tempos próximos ao que se dá em peixes ou aves. Essa hipótese se baseou no fato de que músculos em que predominam fibras brancas, por trabalharem essencialmente no metabolismo anaeróbico de produção de energia, produzem menor quantidade de ATP, porque o estabelecimento do RM é mais precoce neles, que são menos propensos à ocorrência dos fenômenos de encolhimento pelo frio e de rigor de descongelamento (Marsh et al., 1972 e Cassens, 1971, citados por PEARSON, 1986; JUDGE et al., 1989; Hendricks et al., 1971, citados por GREASER, 1986).

Segundo ADDIS (1986), em aves o *rigor mortis* se estabelece entre três e quatro horas. Porém, o tempo de instalação do *rigor mortis* em rãs está mais próximo do tempo (seis a oito horas) em suíno de carne normal (JUDGE et al., 1989). Especialmente com a aplicação da termonarcose, o tempo de rigor está próximo do tempo preconizado (12 horas) de ocorrência do RM em bovinos (JUDGE et al., 1989; PEARSON, 1986).

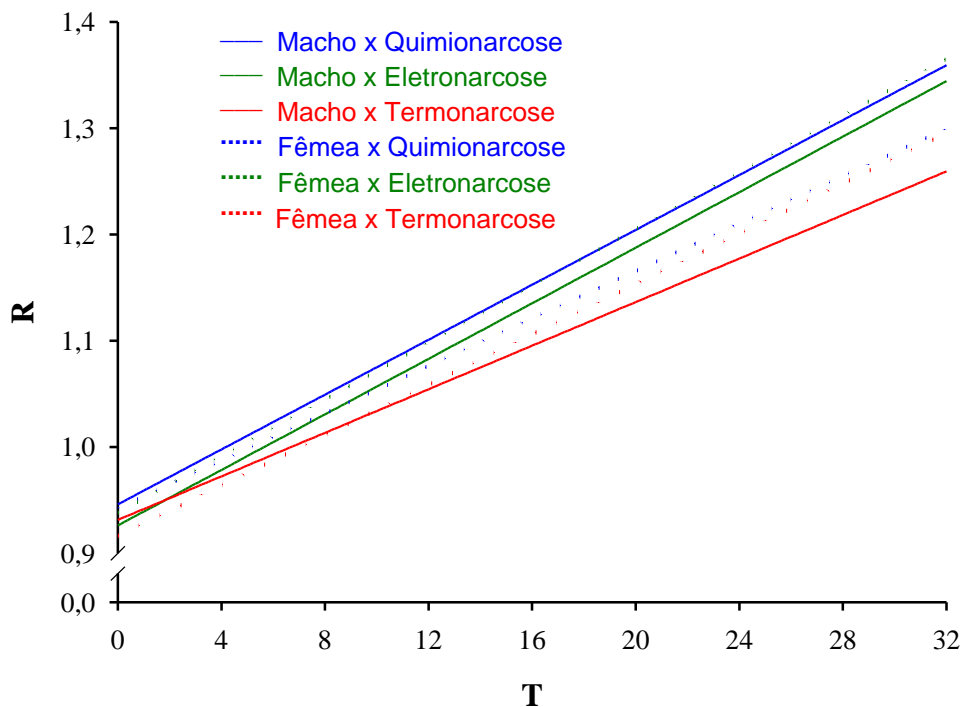


Figura 10 - Estimativa de R em razão do tempo (T) *post mortem*, quanto a sexo e insensibilizações.

Quadro 13 - Equação de regressão ajustada dos valores médios de R, em função do tempo (T) *post mortem* para sexos e tratamentos, e coeficiente de determinação

Sexo x Tratamento	Equação de regressão	r^2
Macho x Quimionarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9460 + 0,0129^{**} T$	0,9934
Macho x Eletronarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9261 + 0,0131^{**} T$	0,9934
Macho x Termonarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9313 + 0,0103^{**} T$	0,9725
Fêmea x Quimionarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9425 + 0,1112^{**} T$	0,9826
Fêmea x Eletronarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9381 + 0,0134^{**} T$	0,9895
Fêmea x Termonarcose	$\hat{Y} = \hat{R} = 0,9165 + 0,0119^{**} T$	0,9708

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste “t”.

Uma possível explicação para esse tempo de RM prolongado em músculos de rãs pode ser atribuída a algumas características de sua carne, como: sua capacidade de absorver oxigênio atmosférico por difusão (Bishop, 1950, citado por BROWN JR., 1964); em baixa temperatura, o consumo de oxigênio é reduzido pela queda do metabolismo (ADOLPH, 1951; Whitford, 1973, citado por MILLER, 1982; MILLER e ZOGHBY, 1986); a hemoglobina de rãs está mais adaptada para transportar oxigênio a baixas temperaturas (Macela e Seliskar, 1925, citados por FOXON, 1986); e sua capacidade de metabolizar lactato (FOURNIER e GUDERLEY, 1992; FOURNIER et al., 1994). Assim, há pouca desnaturação de enzimas do metabolismo energético em razão da reduzida queda de pH muscular *post mortem*, associada à maior capacidade de produção de energia no músculo pela via aeróbica, que é cerca de 13 vezes mais eficiente (STRYER, 1988) na produção de energia (ATP) que a via glicolítica/anaeróbica. Em outras espécies animais, cujas características metabólicas de difusão e saturação de oxigênio e de capacidade de metabolizar lactato no músculo são menores ou inexistentes, há menor reserva de substrato energético e de oxigênio para a via aeróbica, predominando a via anaeróbica, com menor produção de ATP *post mortem*. Como o RM só se instala quando se esgotam as reservas de ATP muscular *post mortem* (JUDGE et al., 1989), isso pode contribuir para o retardo na sua instalação em rãs.

A hipótese de tempo mais prolongado para a instalação do RM nas rãs submetidas à termonarcole pode ser estabelecida com base em algumas características metabólicas de rãs, especialmente quando se encontram em hibernação ou estado letárgico durante o período de inverno.

Segundo CONSTANZO e LEE (1993) e STOREY e STOREY (1984 e 1986a), rãs provenientes de clima temperado, como *Rana catesbeiana*, acumulam glicose no músculo e tecidos vitais durante o inverno, assim que a temperatura corporal atinge valores ao redor de 0°C, o que é resultante do catabolismo de glicogênio muscular e do fígado. Essa síntese de glicose supre os diversos tecidos de crioprotetores para garantir a sobrevivência do animal durante o período de inverno, sendo resultante da atuação da glicogênio fosforilase no fígado (STOREY e STOREY, 1986a). Segundo STOREY e STOREY (1985), em *Rana silvatica* submetida a congelamento, a ativação dessa fosforilase ocorre já nos primeiros minutos de exposição ao frio. Assim,

como *Rana catesbeiana* é proveniente de um macroclima semelhante ao de *Rana silvatica*, é possível que a termonarcole induza alguma síntese/deposição de glicose no seu músculo. Nesse sentido, e considerando a pequena queda de pH muscular *post mortem* (em níveis provavelmente insuficientes para degradar enzimas do metabolismo energético celular), a musculatura de rãs submetidas à termonarcole pode apresentar produção mais prolongada de energia, pelo fato de possuir maior concentração de glicose para a produção de ATP *post mortem*, uma vez que o RM demoraria mais a se instalar nos animais insensibilizados por este método.

Outra explicação possível pela diferenciação no tempo de instalação do RM das rãs submetidas à termonarcole pode ser baseada na observação de que as rãs submetidas à quimionarcole, conforme já discutido, têm apresentado excitação muscular antes de entrarem em inconsciência profunda e, também, pelo fato de que a eletronarcole induz certo estímulo muscular. Assim, nesses métodos, é provável que tenha havido determinado consumo pré-abate de compostos energéticos, especialmente/possivelmente de fosfocreatina, porque esgotaram mais rapidamente as suas reservas de ATP, entrando em RM mais cedo.

Trabalhos complementares deverão ser executados para comprovar ou não as hipóteses levantadas para explicar o elevado tempo de instalação de RM em carne de rãs, especialmente naquelas insensibilizadas por termonarcole. Assim, sugere-se a quantificação das concentrações de ATP, CP, glicogênio, glicose, lactato, medida física das diversas fases do RM e testes sensoriais, que deverão ser efetuados em paralelo ao estudo de pH de cor (L, a e b) e do valor de R.

Vale também propor um estudo sobre a necessidade e seu efeito sobre a qualidade sensorial da carne de rã e do uso de estimulação elétrica de carcaças de rãs, já que tempo de RM elevado predispõe ao endurecimento de carnes pelos fenômenos de encolhimento pelo frio e, ou, rigor de descongelamento, especialmente tendo em vista a prática usualmente adotada para se resfriar/congelar rapidamente a carcaça de rã após o abate.

3.3. Ensaio 2

No Quadro 14, apresenta-se o resumo da análise de variância da capacidade de retenção de água (CRA), capacidade emulsificante (CE), perda de peso por exsudação (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e maciez objetiva (MO) da carne de rã após 24 horas *post mortem* (T₂₄).

Segundo Hamm (1956), citado por WISMER-PEDERSEN (1971), e HONIKEL et al. (1981b), apenas 1/3 da CRA da carne é explicada pela variação do pH muscular, sendo os 2/3 restantes causados pela depleção muscular de ATP, com a conseqüente interação entre os miofilamentos finos e grossos resultantes da instalação do *rigor mortis*. Como a CE e a PE são relacionados à CRA, espera-se relação semelhante de comportamento dessas propriedades.

Observou-se que a capacidade de retenção de água, a capacidade emulsificante e a perda de peso por exsudação não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), nos tratamentos estudados e em suas interações.

Como essas propriedades foram determinadas 24 horas *post mortem*, o *rigor mortis*, como se viu no experimento 1, já havia ocorrido (entre 8,06 e 11,52 horas *post mortem*) em todos os tratamentos. Assim, a ausência de diferença dessas propriedades pode ser resultante da semelhança no estado de *rigor mortis* nos músculos provenientes dos diversos tratamentos, restando, portanto, o efeito dos tratamentos sobre o pH.

Como o ensaio 2 manteve os protocolos de insensibilização e abate efetuados no ensaio 1, esperava-se que houvesse diferença significativa entre os métodos de insensibilização, com relação a essas variáveis, motivada pela maior ($P < 0,05$) queda do pH, ao longo das 32 horas de observação, com a aplicação da eletronarcole (Quadro 3). Entretanto, apesar dessa diferença nos valores de pH entre os diferentes métodos de insensibilização, os valores de pH resultantes dessas insensibilizações estavam bem próximos entre si (6,10 a 6,26, calculados pelas equações de regressão do Quadro 4) e acima do ponto isoelétrico (pH = 5,0 a 5,4) (JUDGE et al., 1989; SCHUT, 1976; HAMM, 1986) das proteínas miofibrilares da carne. Assim, possivelmente, por si só essa diferença de pH é suficiente para causar diferença pronunciada na desnaturação dessas proteínas, a ponto de gerar diferença na CRA, CE e PE.

A CRA média encontrada na carne de rã foi de 61,5%, cuja comparação com a literatura se tornou difícil em face das diversas maneiras que são definidas/medidas pelos diversos autores. AWAD e DIEHL (1975), utilizando, essencialmente, a mesma definição/medida de CRA empregada no presente experimento, encontraram em truta fresca não-irradiada 64% de CRA, aproximadamente. Swift e Sulzbacher (1963), citados por SCHUT (1976), observaram que a CE máxima das proteínas hidrossolúveis (sarcoplasmáticas) ocorre a pH 5,2 e que a CE de proteínas solúveis em solução salina (miofibrilares) tem um máximo a pH 6,0-6,5 e não muda com o aumento do pH até 8,0. Assim, como o pH da carne oriunda dos diversos tratamentos de insensibilização e sangria se situou entre 6,10 e 6,26, não é de se esperar diferença significativa na CE da carne de rã.

Ao comparar a CE média (111,13 mL de óleo/ g de amostra) da carne de rã com a de outras espécies, verificou-se que, com a ressalva de algumas diferenças na metodologia (desenho e forma do equipamento, rpm do triturador/misturador, índice de adição do óleo, aumento da temperatura, dentre outros fatores), as quais afetam os resultados finais (SAFFLE, 1968), os valores de CE foram próximos. Além disso, há diversas formas de se expressar a capacidade emulsificante de várias pastas de carnes e, ou, extratos de proteínas: total de óleo emulsificado (CARPENTER e SAFFLE, 1964; Webb et al., 1970, citados por ACTON e SAFFLE, 1972), mL de óleo emulsificado por grama de carne (BORTON et al., 1968) e mL de óleo emulsificado por 100 mg de proteína solúvel (CARPENTER e SAFFLE, 1964; BORTON et al., 1968; Acton e Saffle, 1969, e Graner et al., 1969, citados por ACTON e SAFFLE, 1972).

Mesmo assim, ao analisar os resultados de alguns trabalhos selecionados e caracterizados pela semelhança da metodologia empregada, verificou-se que a CE de carne de rãs estava próxima da faixa média encontrada por outros autores em diferentes espécies.

IVEY et al. (1970), utilizando a metodologia proposta por SWIFT et al. (1961) ligeiramente modificada e trabalhando com carne bovina (sem caracterização na metodologia), com velocidade do misturador de 1.550 rpm, índice carne:água (solução salina a 1 M de NaCl) 1:20, obtiveram CE de 115,6 g de óleo de soja por grama de amostra.

Quadro 14 - Resumo da análise de variância da capacidade de retenção de água (CRA), capacidade emulsificante (CE), perda de peso por exsudação (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e maciez objetiva (MO), após 24 horas *post mortem*

FV	GL	Quadrados Médios				
		CRA	CE	PE	PPC	MO
SX	1	92,6531 ^{NS}	69,1238 ^{NS}	1,9404 ^{NS}	11,5633 ^{NS}	0,4217 ^{NS}
INS	2	69,6960 ^{NS}	50,9238 ^{NS}	0,3268 ^{NS}	4,9391 ^{NS}	2,1281*
INS*SX	2	31,1196 ^{NS}	76,2409 ^{NS}	0,1353 ^{NS}	2,2881 ^{NS}	1,0747 ^{NS}
SNGR	1	19,8835 ^{NS}	3,2666 ^{NS}	0,0660 ^{NS}	1,5682 ^{NS}	0,4948 ^{NS}
SNGR*SX	1	0,2208 ^{NS}	92,2555 ^{NS}	2,0646 ^{NS}	44,4448 *	0,01431 ^{NS}
SNGR*INS	2	6,8930 ^{NS}	89,0081 ^{NS}	0,3805 ^{NS}	4,5269 ^{NS}	1,5227*
SNGR*INS*SX	2	18,4677 ^{NS}	111,0419 ^{NS}	1,5152 ^{NS}	16,0549 ^{NS}	0,0651 ^{NS}
Resíduo	48	23,7788	117,8133	0,7605	8,0642	0,3000
Média Geral		61,5	278,3	3,7	23,6	2,9
Coef. Variação		7,9	3,9	23,7	12,0	18,5

^{NS} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

- Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

SWIFT et al. (1961), no desenvolvimento da metodologia empregada nesse experimento, utilizando mistura a 13.000 rpm por dois minutos e tendo como amostra os músculos bovinos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* moídos, livres de gordura e armazenados por três dias a 3°C, emulsificaram 59,2 mL de óleo/ g de amostra. Essa acentuada diferença em relação à carne de rã pode ser atribuída à alta velocidade utilizada no misturador (Swift et al., 1961, Carpenter e Saffle, 1964, e Hegarty et al., 1963, todos citados por SCHUT, 1976).

No Quadro 15, mostram-se os valores médios de PPC de acordo com as sangrias e o sexo. Nas rãs abatidas com sangria, os resultados evidenciaram maior ($P < 0,05$) perda de peso por cozimento nas carnes de rãs fêmeas (25,05%) do que nos machos. Porém, ao abater rãs sem execução da etapa de sangria, essa diferença entre sexos desaparecem ($P > 0,05$). Ao comparar os métodos de sangria dentro de cada sexo, não se verificaram ($P > 0,05$) diferenças nas PPC de qualquer dos sexos.

Como a PPC está diretamente relacionada à CRA, sendo muitas vezes utilizada para estimá-la, tais diferenças na PPC não eram esperadas em razão dos resultados da CRA (Quadro 14).

Quadro 15 - Valores médios de PPC em razão das sangrias e do sexo

Sangria	Macho	Fêmea
Com	22,45aB	25,05aA
Sem	23,85aA	23,01aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Ao relacionar a PPC com o pH muscular *post mortem*, também não se conseguiu explicar os resultados, já que houve inversão no efeito de pH entre os tratamentos. Assim, as fêmeas, que apresentaram ($P < 0,05$) maior PPC

quando submetidas à sangria (Quadro 15), não apresentaram diferenças ($P>0,05$) de pH em relação aos machos, inclusive tendo apresentado pH (6,7) superior ao de machos sangrados (pH = 6,6), o que poderia ter induzido a uma menor PPC em fêmeas do que em machos.

HONIKEL et al. (1981b), utilizando peça inteira e homogenatos salgados e não-salgados, determinaram a PPC de carne bovina. Encontraram, em média, numa faixa de pH entre 6,8 e 6,6, os seguintes valores, aproximados, de PPC: em peça inteira - 35%; nos homogenatos salgados - 25%; e nos homogenatos não-salgados - 50%. Nessa mesma faixa de pH, a PPC para a carne de rã foi aproximadamente 23,6%. Vale ressaltar que parte da diferença da PPC entre a carne de rã aqui reportada e aquela apresentada por HONIKEL et al. (1981b) se deveu, dentre outros fatores, a ligeiras diferenças na metodologia aplicada para determinação da PPC.

CAZELLI (2000) obteve 29,1% e 38,6% de PPC em carne de porco temperada e grelhada por três e cinco minutos, respectivamente.

Apesar de a metodologia empregada por HONIKEL et al. (1981b) e CAZELLI (2000) diferir da aplicada neste trabalho, o menor percentual da PPC da carne de rã parece indicar que esta retém maior quantidade de água durante o cozimento do que as carnes bovina e suína.

No Quadro 16, apresentam-se as comparações dos valores médios de MO em razão dos métodos de insensibilização utilizados.

Quadro 16 - Valores médios da força de cisalhamento (kgf) em razão dos tratamentos e das sangrias

Sangria	Quimionarcose	Eletronarcose	Termonarcose
Com	2,98aB	3,70aA	2,62aB
Sem	2,54aA	2,98bA	2,96aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelos testes F e de Tukey, respectivamente.

Ao comparar os métodos de sangria dentro de cada insensibilização, não se verificaram ($P>0,05$) diferenças nas MO de quimionarcose e termonarcose. Porém, quando se utilizou a eletronarcose, a maciez foi maior quando os animais foram abatidos sem a etapa de sangria no abate ($P<0,05$).

Nas rãs abatidas com sangria, os resultados evidenciaram menor ($P<0,05$) MO nas carnes submetidas à eletronarcose. No entanto, ao se abaterem rãs sem execução da etapa de sangria, a diferença entre tratamentos desapareceu ($P>0,05$). O abate efetuado com insensibilização por eletronarcose conferiu à carne de rã maior queda de pH com os processos de sangria utilizados. Esse pH mais baixo poderia estar causando maior desnaturação protéica e evitando/minimizando a atuação de proteases responsáveis pelo amaciamento da carne, o que seria responsável pela maior força de cisalhamento (menor maciez) em carnes submetidas à eletronarcose. Entretanto, essa situação deveria ocorrer em qualquer dos métodos de sangria utilizados, já que não houve diferença ($P>0,05$) de pH entre as sangrias (Quadro 3).

Outra possibilidade de haver maior força de cisalhamento (menor maciez) das rãs submetidas aos tratamentos de sangria e eletronarcose poderiam ser diferenças no estado de rigor. Quanto mais contraído o músculo, menor a maciez. Entretanto, ao se compararem os valores de R (Quadro 12), essa relação não pôde ser estabelecida. Notou-se, por exemplo, que não houve ($P>0,05$) diferenças no valor de R entre as rãs abatidas com e sem sangria e insensibilizadas por eletronarcose, porque não deveria existir diferença na maciez nesses tratamentos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizadas determinações de algumas características bioquímicas, físicas, e físico-químicas da carne de rã de diferentes sexos e submetidas a três métodos de insensibilização e dois métodos de sangria.

Os resultados obtidos das medidas de pH evidenciaram que o pH da carne de rã é influenciado pelo método de insensibilização ($P < 0,05$), e pelo tipo de sangria ($P < 0,05$) a que o animal é submetido no abate e varia com o tempo *post mortem* ($P < 0,05$), com interação significativa ($P < 0,05$) entre os métodos de insensibilização e sangria e entre os métodos de insensibilização e o tempo *post mortem*. Entretanto, apesar de sua queda constante com o tempo *post mortem*, o pH da carne de rã não apresentou valor inferior a 6,04 (32 horas). Esse pH elevado no músculo onde as fibras brancas predominam parece ser oriundo de peculiaridades do metabolismo muscular da rã, como a sua capacidade de metabolizar lactato e trabalhar em aerobiose mesmo com pequena concentração aparente de mioglobina no músculo.

Os indicadores de cor da carne sofreram influência do tempo *post mortem* ($P < 0,05$) e influências variadas ($P < 0,05$) dos fatores analisados e de suas interações. Verificou-se, por exemplo, que o índice de vermelho (valor de a) era maior em rãs abatidas sem sangria, provavelmente indicando maior quantidade de sangue nos músculos desses animais. Entretanto, apesar dessa e de outras diferenças sofridas por cada um dos índices de cor (valores de L, a

e b), no conjunto, a carne de rã apresentou-se sempre com uma coloração, resultante da combinação desses índices, que pode ser definida como branco-cremoso, conforme indicado pelo CODEX ALIMENTARIUS (1984), situando-se próximo ao centro do sólido de cor CIELab (cinza-claro).

Os valores de R não foram influenciados por nenhum dos fatores principais, exceto o tempo *post mortem* ($P < 0,05$). Contudo, variaram conforme a interação entre sexos e métodos de sangria ($P < 0,05$) e entre métodos de sangria e de insensibilização, bem como segundo a interação entre métodos de sangria de insensibilização ($P < 0,05$) e o tempo *post mortem* ($P < 0,05$). Com base nos valores de R, verificou-se que a instalação do *rigor mortis* em rãs sofreu retardo mínimo de oito horas, sendo esse retardo maior (cerca de 11 horas) quando se empregou a insensibilização por termonarcole. Esse elevado tempo de instalação do *rigor mortis* em rãs parece ser oriundo das características metabólicas da musculatura desses animais, o que talvez se deva ao fato de se tratar de um peclotérmico.

As características físico-químicas (CRA, CE) da carne de rã não foram afetadas por nenhuma das variáveis estudadas e por suas diversas interações ($P > 0,05$). A CE da carne de rã (111,13 mL óleo/g amostra) mostrou-se similar àquela reportada na literatura para a carne bovina magra (115,6 mL óleo/g de amostra). Também, a PE não foi afetada por nenhuma das variáveis estudadas e por suas diversas interações ($P > 0,05$), o que se mostrou coerente com os resultados da CRA.

A PPC foi afetada pela interação entre sexo e tipo de sangria empregado no abate ($P < 0,05$), sem que esse efeito pudesse ser explicado. Como a PPC também foi relacionada à CRA, a significância dessa interação não encontrou suporte aparente.

A maciez da carne, medida como a força necessária para o corte do músculo *Gastrocnemius*, sofreu influência do método de insensibilização empregado e de sua interação com o tipo de sangria praticado no abate ($P < 0,05$). Verificou-se que a maciez da carne de rã era menor ($P < 0,05$) com a aplicação de insensibilização por eletronarcole e abatidos por sangria. Entretanto, ao se abaterem os animais sem realizar a etapa de sangria, não houve diferença ($P > 0,05$) na maciez das carnes provenientes dos diversos

métodos de insensibilização. Contudo, a natureza dessa interação não permitiu estabelecer relação de causa e efeito para a maciez da carne.

Concluiu-se que:

- O metabolismo decorrente da condição do animal de sangue frio pode interferir nos resultados esperados para animais de sangue quente com utilização de pH, cor e valores de R na definição de parâmetros de qualidade.
- Em razão dos tempos de instalação do *rigor mortis* e dos métodos de resfriamento e estocagem da carne de rã, seria interessante avaliar a necessidade da introdução de uma etapa de estimulação elétrica das carcaças de rãs como forma de aumentar a sua maciez, através da inibição dos fenômenos de encolhimento pelo frio e, ou, rigor de descongelamento.
- Aparentemente, as metodologias de insensibilização e sangria estudadas, assim como o sexo das rãs, não trazem maiores conseqüências para as características de qualidade da carne de rã avaliadas neste estudo. Fica a critério da unidade de abate e do serviço de inspeção a decisão de que metodologias empregar, o que pode depender do avaliação o efeito dessas variáveis sobre as qualidades microbiológica e sensorial da carne de rã.

CAPÍTULO 2

PERFIL DAS INDÚSTRIAS DE ABATE DE RÃS

1. INTRODUÇÃO

A ranicultura é uma atividade que vem expandindo-se no País em anos recentes, especialmente após a década de 80.

As técnicas de criação de rãs têm passado por crescente evolução com trabalhos desenvolvidos por pesquisadores como FONTANELLO et al. (1984 e 1987), VIZOTTO (1979) e LIMA et al. (1986) e, mais recentemente, com a simplificação das instalações do ranário comercial, com o desenvolvimento do sistema anfigranja por LIMA e AGOSTINHO (1992), o que levou à otimização operacional das atividades de reprodução, girinos e recria, termo que atualmente é o sustentáculo do sistema de criação.

O Brasil detém o primeiro lugar no mundo como produtor de rãs em cativeiro, com tecnologia única, enquanto a comercialização mundial se baseia essencialmente em animais obtidos da caça predatória.

O mercado para a carne de rãs apresenta elevado potencial e vem se expandindo gradualmente. Vale salientar que essa expansão é por demanda espontânea, não havendo trabalho de “marketing” direcionado para isso.

Atualmente, as informações disponíveis, através de associações de classe, demandam por cursos, e consultas a especialistas vinculados à

ABETRA (Associação Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura), indicando que a ranicultura não é fato regional, mas uma realidade que marca presença de norte a sul do País, com ocorrências em todas as regiões e com diversos projetos assistidos por especialistas, sendo a maioria absoluta orientada pelos próprios investidores.

Dados a crescente oferta do produto por ranários comerciais e o mercado cada vez mais exigente em relação à qualidade e à inspeção sanitária da carne no Brasil, a tendência da organização de produção está sendo a formação de grupos de produtores que têm por ponto central um abatedouro, que centraliza o abate e a distribuição da carne. No entanto, a ranicultura brasileira encontra-se em um ponto crítico de seu desenvolvimento, apesar de seu alto potencial como atividade agroindustrial. Há interesse muito grande por parte de pequenos proprietários e médios investidores na busca de informações sobre as oportunidades que a ranicultura oferece no momento. Questionamentos como o nível de produção atual, as regiões de maior desenvolvimento, a industrialização e suas formas, a distribuição dos produtos, o perfil efetivo e potencial do consumidor, as oportunidades de exportação etc. são indagações que até 1998 não dispunham de respostas.

Com o objetivo de identificar os problemas e as potencialidades da indústria de abate e processamento, procurou-se estabelecer o perfil dessa atividade industrial, projetando um instantâneo de sua situação atual, com levantamento e organização de informações sobre o beneficiamento da carne de rã, de modo a permitir a identificação das potencialidades existentes, tanto no mercado interno como no externo. Também, objetivaram-se avaliar os pontos de estrangulamento da indústria brasileira de abate de rã.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta de dados da indústria

Foram visitadas as indústrias de abate e o processamento de rãs em funcionamento no país, das quais se tinha conhecimento na época do levantamento. Foram visitadas quatro indústrias registradas no Serviço de Inspeção Federal (SIF) e três registradas em Serviços de Inspeção Estaduais (SIE).

Empresas com processo em andamento para obtenção de seu registro no SIF foram levantadas no Ministério da Agricultura. Essas empresas, em número de oito, encontravam-se em estádios diversos em relação ao andamento dos projetos físico e operacional e do processo de registro. Como originalmente não se contemplaram levantamentos sobre suas características, não foram coletadas maiores informações sobre seu perfil.

Os dados foram coletados através de dois questionários aplicados pessoalmente. O primeiro levantou os perfis estrutural, organizacional e mercadológico (Apêndice C) e o segundo, o perfil da segurança alimentar (Apêndice D).

Os questionários foram aplicados diretamente na sede de cada abatedouro, privilegiando-se como entrevistado do primeiro questionário o proprietário da empresa, seu gerente ou o diretor-geral; como entrevistados do segundo questionário, o gerente ou supervisor acompanhado do agente de

inspeção, quando possível. Esse sistema de trabalho foi conduzido em razão das características dos questionários, afetos a cada escalão em particular.

A estrutura do questionário 1 (Apêndice C) foi composta dos itens: identificação, projeto físico, projeto operacional, obtenção do registro, equipamentos, capacidade de produção, fornecedores, pessoal, mercado e apresentação dos produtos e custos.

O questionário 2 (Apêndice D) foi estruturado para caracterizar as peculiaridades rotineiras de cada unidade de abate, contemplando-se a segurança do trabalho, a eficiência e eficácia das atividades e os aspectos organizacionais.

2.2. Oferta de produtos no exterior

Os dados foram coletados pelo envio de 62 questionários (Apêndice E) a empresas de países europeus (Suíça, Holanda, França, Bélgica, Espanha e Alemanha) e de 49 questionários enviados a empresas norte-americanas (Estados Unidos e Canadá), sendo os questionários acompanhados de correspondência explicativa anexa (Apêndice E). Essas empresas foram selecionadas através de levantamentos pela Internet, e que, de alguma forma, explicitavam em suas "Home Pages" interesse em rãs e em seus produtos derivados, através de informações obtidas no Itamarati, e por observação direta, em visitas aos países estudados. Nos dois continentes, contou-se com a colaboração de residentes locais, que, por meio de contatos por telefone e pessoais, promoviam o incentivo à devolução dos questionários respondidos e coletavam informações adicionais não direcionadas através do questionário. Essas informações adicionais abrangiam a forma de apresentação dos produtos com a guarda das embalagens e fotografias destas e do seu conteúdo.

Nos países exportadores da Ásia, os levantamentos foram efetuados com visita de um técnico a produtores da Tailândia, Taiwan (Formosa) e China continental.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão organizados de forma a dar, inicialmente, uma descrição geral da indústria de abate de rãs. Durante a descrição e no final, são feitas algumas considerações sobre os dados e observações levantados.

3.1. O perfil da indústria

3.1.1. A localização

Os abatedouros de rãs legalmente estabelecidos até a data deste levantamento, em número de sete em funcionamento contínuo, estão distribuídos por uma larga faixa do território nacional, compreendendo-se as Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, estabelecidos nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Distrito Federal e Rio Grande do Norte.

Na Figura 1 estão localizadas as empresas em operação, quatro com registro no SIF, três no SIE e oito com processo em andamento para obtenção do registro no SIF. Essas empresas estão com seus processos em diferentes situações: cinco com o projeto físico aprovado, mas ainda sem reserva do número do SIF; e três com o projeto físico favorável à aprovação, mas com ressalvas.



Figura 1 - Localização das empresas voltadas para a atividade ranícola em operação e em processo de registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Nota-se, na Figura 1, razoável concentração de estabelecimentos na Região Sudeste (73,3%), mas isso não ocorre pela presença de universidades e institutos de pesquisas nessa região que se dedicam aos estudos da ricultura, pois, como será visto mais adiante, aparentemente não existe relação da concentração de abatedouros com esse fato, já que não houve citações de sua participação na condução dos projetos. Provavelmente, essa concentração na Região Sudeste se prenda ao fato da proximidade de grandes centros consumidores como Rio e São Paulo e à presença de associações de ricultores que promovem essa atividade.

3.1.2. O empreendimento

Do elenco de indústrias citadas, 57,1% possuem o selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF) e 42,9%, do Serviço de Inspeção Estadual (SIE). Dessas, 14,3% estão organizadas como cooperativas, 71,4% como sociedade civil e 14,3% como empresa individual, com 28,6% efetuando o abate e algum tipo de processamento e o restante realizando somente o abate. Desses abatedouros, 85,7% processam somente rãs e 14,3%, também peixe; vale salientar que o objeto principal dessas indústrias de processamento misto é o abate de rãs. A Figura 2 ilustra um exemplo da fachada de empresa com inspeção federal, mostrando à esquerda escritórios e demais dependências e à direita a indústria; na Figura 3, mostra-se uma empresa com inspeção estadual. Ambos os projetos foram especialmente desenvolvidos para o abate de rãs.

Das unidades de abate, 71,4% têm menos de 200 m² e 28,6%, de 200 a 300 m² de área fabril.

3.1.3. O projeto físico

Para realização do projeto físico dessas empresas, o tempo decorrido entre a sua idealização e a concretização do projeto variou entre patamares bem definidos. Das unidades de abate, 14,3% demandaram até seis meses, 14,3% até um ano e 71,4% mais de um ano. O tempo médio alcançou 3,4 anos.



Figura 2 - Fachada de empresa com inspeção federal mostrando à esquerda escritório e demais dependências e, à direita, a indústria.



Figura 3 - Construção fabril para o abate de rãs; empresa com inspeção estadual.

Atuaram na elaboração dos projetos físicos e operacionais dos abatedouros 14 profissionais, entre engenheiros civis, arquitetos, biólogos, veterinários, zootecnistas, economistas, engenheiros-químicos, técnicos dos serviços de inspeção e técnicos em equipamentos.

Observa-se, no Quadro 1, que predominaram ligeiramente na execução dos projetos físicos os engenheiros civis, na esfera federal (14,3%).

Quadro 1 - Profissionais que atuaram na elaboração de projetos de abatedouros de rãs

Profissionais	Projeto		SI		%
	Físico	Operac.*	Federal	Estadual	
Engenheiro Civil	2	-	2	-	14,3
Técnico do SI/Engenheiro Civil	1	-	-	1	7,1
Arquiteto	1	-	-	1	7,1
Veterinário/Zootecnista	-	1	1	-	7,1
Técnico do SI/Empresa	1	3	2	2	28,7
Economista	1	1	2	-	14,3
Engenheiro Químico/Bióloga	1	1	-	2	14,3
Veterinário/Téc. Equipamentos	-	1	1	-	7,1
%	50,0	50,0	57,1	42,9	100,0

* Operacional.

O projeto físico em si não oferece maiores dificuldades. Como as peculiaridades próprias da atividade ainda não foram tecnicamente definidas, aplicou-se, no geral, concepção semelhante ao que é indicado para outras indústrias de abate, guardadas as proporções devidas.

Quanto aos estudos de viabilidade, nenhuma das unidades de abate prendeu-se a esse quesito de forma completa. Das unidades com SIE, 66,7% não fizeram qualquer tipo de levantamento, e 33,3% pesquisaram somente o mercado. Das empresas com SIF, 25,0% se prendiam ao conceito de que sem

abatedouro a atividade não se expande, 25,0% se atinham somente ao processamento da produção própria e 50,0% faziam estudo de mercado. Destas, apenas 50,0% fizeram estudo de produção de matéria-prima.

O projeto de todas as empresas com inspeção federal contemplava a construção em linha, com área suja e limpa bem delimitadas e isoladas, com setor de embalagem e câmara de estocagem. No projeto de 100,0% das empresas com inspeção estadual, a delimitação entre área suja e limpa não possuía separação física; somente em 33,3% delas foi adicionada uma separação tipo biombo, confeccionado em fibra.

Das unidades de abate, 85,7% dos projetos previram baias de recuperação e dieta hídrica destinadas ao recebimento e acomodação dos animais para seu transporte do sistema de criação para a indústria de abate.

As construções eram alvenaria com cobertura de telhas de fibrocimento ou cerâmica. No âmbito da inspeção federal, o pé-direito varia das construções mais antigas para as mais recentes, com tendência na redução de sua altura, cuja norma básica para abatedouros é um pé-direito de 4 m. A tendência de redução parece estar relacionada ao pequeno tamanho do animal a ser abatido. Em regiões de boa ventilação e com o aproveitamento desta no projeto físico, construções com altura mínima do pé-direito de 3 m na área fabril estão sendo permitidas. Nos estabelecimentos com SIE, essa restrição não foi verificada, sendo encontradas construções, em São Paulo, adaptadas para a utilização em abate, com pé-direito normalmente utilizado para residências, sem a obrigatoriedade de climatização.

Lava-botas, pedilúvio, lavatórios com torneiras acionadas a pedal e bebedouro são itens obrigatórios para a obtenção do SIF (BRASIL, 1995), o que não foi observado na esfera estadual.

O acabamento interno da área fabril tinha o piso com revestimento cerâmico ou granítico, e o arredondamento dos cantos não era comum a todas as áreas. As paredes eram revestidas de azulejo, no mínimo, até 2 m em todas as empresas com inspeção estadual. Na esfera federal, em 25% dos abatedouros o revestimento das paredes com azulejo atingia 2 m e, em 75% dos casos, até o teto.

A qualidade do material empregado diferia entre empresas, tanto na esfera da inspeção estadual como da federal. Foram encontradas construções

com boas soluções de acabamento em 50% dos abatedouros com SIF e em 33,3% dos abatedouros com SIE. Material mais barato e critérios técnicos de acabamento de “segunda”, desvalorizando o conjunto e abrindo margem para focos de contaminação, foram verificados em 50% das unidades de abate com SIF e em 66,7% com SIE.

A construção de vestiários e sanitários masculinos foi prevista com certo equilíbrio, no prédio da indústria e fora dele, possivelmente considerando a facilidade de acesso e a construção, já que os SI facultam uma e outra modalidade. Os vestiários e sanitários femininos, nos projetos que faziam sua previsão (42,9%), foram estabelecidos fora do prédio da indústria, sendo todos pertencentes à esfera do SIF e dos quais representam 75%.

A preferência da estocagem das embalagens nas dependências do prédio da indústria era predominante; 85,7% dos projetos a contemplavam, possivelmente pela facilidade de acesso.

As dependências do pessoal da inspeção, na maioria dos projetos (75,4%), estavam fora do prédio da indústria.

Em um dos projetos, por exigência da divisão local do SIF, foram ainda previstas, fora do prédio da indústria, instalações para a lavagem de aventais, caixas e utensílios diversos.

3.1.4. O projeto operacional

Observa-se, no Quadro 1, que os engenheiros civis e os arquitetos não participaram dos projetos operacionais. Porém, os técnicos do serviço de inspeção/empresa predominaram nos projetos operacionais com 21,4% de participação, atuando nas esferas federal e estadual de forma equivalente, 14,3% em ambas. Apesar dessa participação equilibrada nas esferas federal e estadual, houve clara indicação de que a necessidade de troca de informações entre profissionais predominou na elaboração do projeto operacional, o que indica a falta de disponibilidade de informações sobre a tecnologia de abate e processamento de rãs, inclusive da disponibilidade no mercado de equipamentos próprios para a atividade. Observou-se também que veterinário/zootecnista e veterinário/técnico em equipamentos influíram nos projetos operacionais da esfera federal com 7,1% de participação nos dois

casos. Esses dados parecem indicar a tendência de atuação de profissionais da área civil nas instalações físicas dos abatedouros e profissionais voltados para a produção animal, na estrutura operacional dessas empresas.

Observaram-se diferenças significativas entre as diversas empresas, tanto na esfera de inspeção federal como estadual, no fluxograma de abate, que tem como característica comum a todas as empresas as seguintes etapas: recebimento, seleção, dieta hídrica, lavagem, insensibilização, pendura pelas patas traseiras, sangria e corte das patas dianteiras, inversão do animal com pendura pela mandíbula e corte das patas traseiras, retirada da pele, nova inversão do animal com pendura pelas pernas traseiras, eventração com exposição das vísceras, corte da cabeça com as vísceras fixas nessa pelo esôfago, toailete, embalagem primária (unitária) (congelamento, embalagem secundária e, ou, embalagem secundária e armazenamento) e expedição.

Em relação à dieta hídrica, o tempo variou entre 24 horas, tomadas como base mínima, até 48 horas como média do tempo máximo, com 14,3% dos abatedouros praticando 72 horas ou mais. A dieta hídrica objetiva o esvaziamento dos intestinos reduzindo possíveis contaminações no momento da evisceração, além do repouso para os animais deslocados entre os ranários e os abatedouros, reduzindo também seu estresse. Porém, um tempo muito prolongado de jejum pode ter conseqüências adversas, relativas à carne obtida, principalmente em clima quente, em que o metabolismo das rãs é normal ou “acelerado” em relação à média (o metabolismo de anfíbios varia com a temperatura). Pigmentos escuros presentes no fígado que contêm ferro iônico aumentam durante o jejum ou em condições de alta temperatura (BROWN JR., 1964). Esses pigmentos parecem estar presentes também na medula óssea e, provavelmente, possam afetar a cor e a conservação geral da carne de rã durante o armazenamento congelado.

A lavagem tem por finalidade a remoção de detritos e poderia ser aproveitada para reduzir a carga microbiológica aumentando a concentração de cloro na água de lavagem. Entretanto, essa preocupação não foi verificada.

Todos os abatedouros aplicam a termonarçose, efetuada em tinas com água e gelo (plásticas ou de inox). Nesse processo, parece importante a uniformidade da insensibilização relativamente a um tempo mínimo de submersão dos animais na água líquida. Porém, foram notados animais semi-

imersos ou sobre o gelo (Figura 4), provavelmente possibilitando casos em que o animal não estaria completamente insensibilizado. Isso, mais a condição adicional de que durante a sangria o animal estaria submetido a jatos de água à temperatura ambiente, possibilitará que sua temperatura aumente, levando-o a sofrimento e conseqüente estresse antes de completada a sangria, anulando a insensibilização e trazendo possíveis conseqüências à qualidade da carne. Também, anula o aspecto humanitário do abate.



Figura 4 - Termonarcose em linha de abate.

Para o transporte dos animais entre as diversas seções da linha de abate, empregaram-se transportadores aéreos providos de corrente ou cabos de tração, comumente chamados de “nora”. As improvisações aplicadas ao sistema de transporte aéreo dos animais podem levar a situações danosas para a carne obtida, tanto do ponto de vista bioquímico como do microbiológico.

Notou-se que a “nora” automática era utilizada em somente 42,9% dos abatedouros, e esse equipamento era o mesmo que estava disponível para o transporte de cargas pesadas, como o transporte de bois na linha de abate, com a característica de serem todas submetidas ao SIF (Figura 5). Em contraste, observou-se, em 57,1% dos abatedouros, a utilização de “noras” manuais, improvisações como um sistema de gancharia (conjunto de ganchos) correndo em canos de PVC rasgados no comprimento, na parte inferior (Figura 6). Percebe-se nessa figura, a criatividade e a vontade do pequeno empresário em trabalhar, dentro de suas condições, na forma mais próxima possível do sistema indicado como o correto; porém, devem-se tecer algumas considerações sobre essa prática. A desuniformidade na seqüência de tempo entre as operações, os amontoados ocasionais de animais em um mesmo ponto e o contato com as mãos do operário geram risco de contaminação microbiológica e podem gerar outras situações que afetarão diretamente a qualidade da carne obtida. Na Figura 7, pode-se observar uma situação que pode levar a uma desidratação excessiva e à rápida glicólise dos compostos de alta energia do músculo pela alta temperatura a que estão expostos, afetando diretamente a sua qualidade. A desidratação poderá provocar maior variação de cor, produzindo, possivelmente, uma carne mais escura (FELDHUNSEN et al., 1995; BARBUT, 1996, 1997). A glicólise declina rapidamente o pH, levando à desnaturação da miosina, reduzindo a solubilidade da proteína e diminuindo o valor da carne para processamento (GREASER, 1986).

Outra variante observada da “nora” manual foi simplesmente um varão que recebe a gancharia (Figura 8), em que animais já sangrados ficam amontoados à espera da passagem para a seção seguinte, quando deveriam estar submetidos a jatos de água e separados por certa distância. Observam-se, ainda, animais dentro da área limpa aguardando a retirada da pele e operações subseqüentes.



Figura 5 - "Nora" automática para transporte aéreo; equipamento comercial.

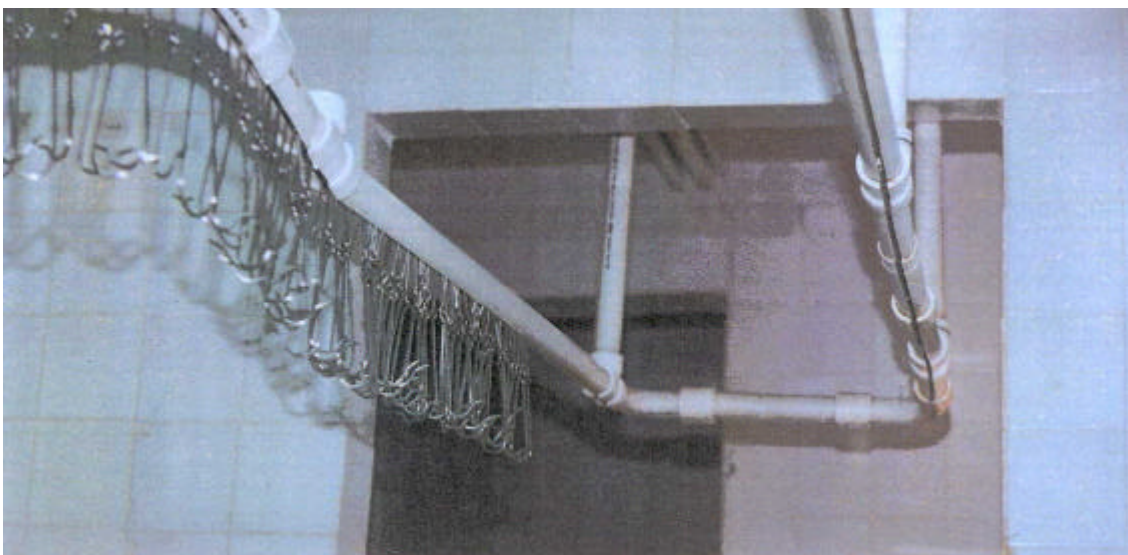


Figura 6 - "Nora" manual para transporte aéreo; improvisação do ranicultor.



Figura 7 - Animais eviscerados aguardando a operação seguinte.



Figura 8 - Varão de suporte da gancharia; improvisação do ranicultor.

Nessas “noras” manuais, os ganchos são manualmente empurrados e, chegando ao fim da linha, levados de volta ao ponto de partida, uma solução barata que, entretanto, pode prejudicar a produtividade e a qualidade final do produto.

Na Figura 9, pode-se observar a impropriedade da ferramenta utilizada para evisceração, uma tesoura longa que facilmente poderá romper os intestinos do animal, contaminando a carcaça e, por extensão, todo o lote; adaptações do ferramental podem ser facilmente efetuadas, mas, pela inexistência de programas internos de otimização do trabalho, esses “pequenos” detalhes passam despercebidos.

Uma calha receptora, normalmente de aço inoxidável, correndo ao longo da “nora” na área limpa era adotada por 85,7% dos abatedouros pesquisados (Figura 10). Tem a função de receber a água utilizada na linha e, quando dotada de sistema de esgotamento adequado (chutes), carrear os rejeitos para fora da área limpa. Na Figura 10, mostra-se a calha utilizada por um dos abatedouros. Nota-se também, nessa figura, que o material utilizado não era adequado ao uso proposto; o material era resinado e de acabamento externo áspero. Mesmo na face lisa, pequenas fissuras podem ser formadas nesse material, propiciando o desenvolvimento de microrganismos. Percebeu-se ainda que o tubo de escoamento eliminava o conteúdo da calha diretamente no piso, o que poderia provocar sujeira nos funcionários e desconforto.

Esterilizadores (químicos) de facas e tesouras foram adotados somente em 14,3% dos abatedouros, sendo estes submetidos à inspeção estadual. Esse equipamento era utilizado para esterilizar os instrumentos de trabalho diretamente relacionados à matéria-prima e ao produto (no caso facas, bisturi de sangria e tesouras). Notou-se sua presença na área fabril, mas sua disposição e material de confecção (garrafa de refrigerante cortada pela metade) apresentavam-se inadequados para o objetivo almejado.

No processo de toalete, verificou-se, em 28,6% dos abatedouros (25% das unidades sob inspeção federal e 33,3% sob inspeção estadual), a utilização de escovas com cerdas duras para a limpeza ventral da carcaça. Essa prática pode tornar-se agente contaminante pelo acúmulo de resíduos nas cerdas e sua difícil limpeza, um meio de cultura entre os abates.

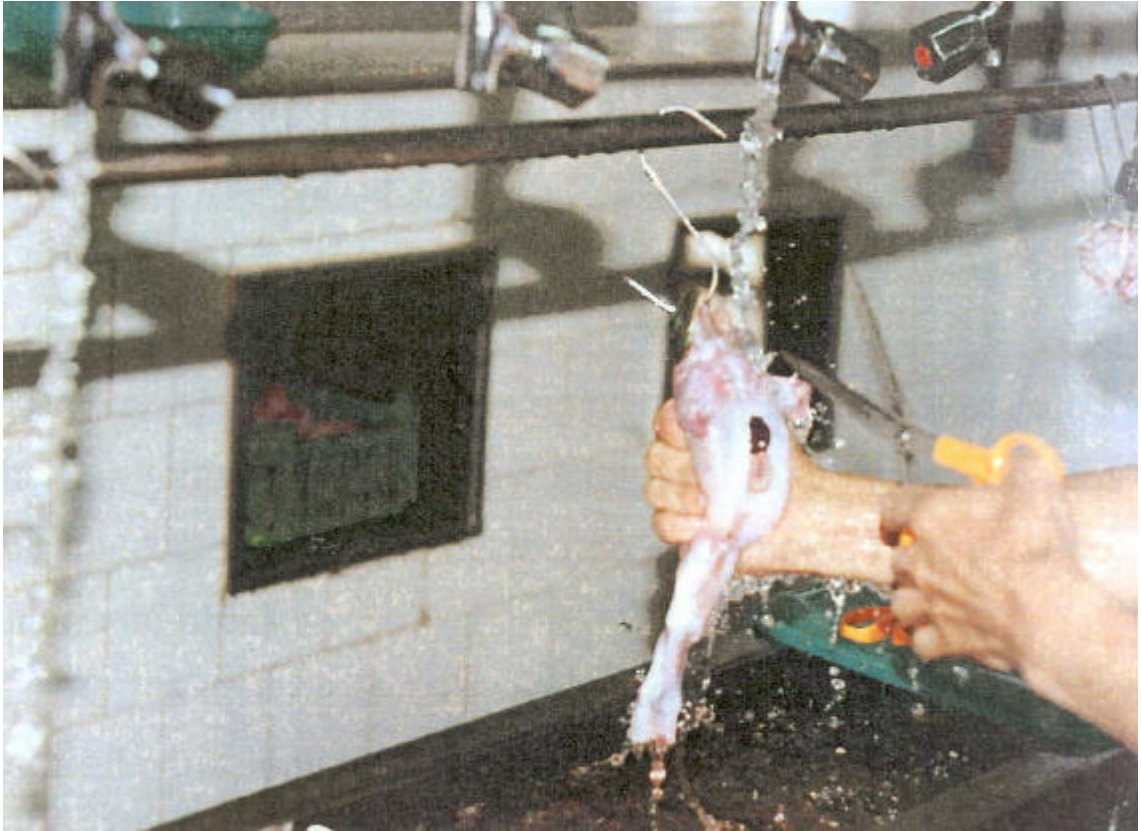


Figura 9 - Improriedade da ferramenta utilizada para evisceração.



Figura 10 - Calha receptora ao longo da linha de abate.

Verificou-se o pré-resfriamento em apenas uma unidade de abate, sendo este estacionário. As carcaças eram imersas em água contendo grandes barras de gelo fundente. O risco de contaminação microbiológica das carcaças era grandemente acentuado pela permanência no tanque de resíduos que entraram em contato com cada partida processada, “homogeneizando” o risco de toda uma jornada de trabalho. O pré-resfriamento mais adequado era praticado em contra-corrente, e nas empresas que praticavam o congelamento esse tinha por objetivo reduzir e uniformizar a temperatura das carcaças, diminuindo a velocidade de ocorrência do *rigor mortis* e otimizando o emprego do congelamento rápido.

Em 85,7% dos estabelecimentos, as carcaças eram acondicionadas na embalagem primária, em peças unitárias (Figura 11); e em um deles, em três peças. As ocorrências de embalagens secundárias de 250 g, 500 g, 1,0 kg e 5,0 kg surgiram em 14,3%, 42,8%, 14,3% e 28,6% dos abatedouros, respectivamente.

São disponibilizadas embalagens que fogem do padrão geral por alguns estabelecimentos, correspondendo a uma ocorrência por item individualizado as formas:

- Três peças (coxas); embalagem secundária de 300 g (Figura 12).
- Pacotes de uma a 10 rãs, conforme o tamanho (de 850 a 1.000 g/ pacote).
- Embalagens de 5 kg, primária e única (somente refrigeradas).
- Embalagens com três pedaços com 130 g em média ou rãs pequenas, até seis peças, procurando deixar a embalagem com menos de 500 g.

Essas formas de embalagens e que fugiam do padrão geral foram a forma prática encontrada para dar escoamento a produtos fora do padrão praticado pelas empresas. Esses produtos eram derivados do aproveitamento de partes de carcaças, que foram parcialmente descartadas pela inspeção, por apresentarem hematomas ou outras injúrias.

O Quadro 2 ilustra, em percentuais de ocorrência, os equipamentos hoje encontrados/utilizados nos abatedouros de rãs.



Figura 11 - Carcaças dentro da embalagem primária prontas para o congelamento rápido.



Figura 12 - Embalagem secundária de 300 gramas.

Quadro 2 - Equipamentos encontrados/utilizados nos abatedouros de rãs

Equipamento	Abatedouros (%)
Tinas de água e gelo (insensibil.)	100,0
Nora de transporte:	
Automática	42,9
Manual	57,1
Calha ao longo da linha (área limpa)	85,7
Esterilizadores de facas e tesouras	14,3
Pré-resfriador (tina)	14,3
Balança (até 20 kg)	100,0
Mesa de operações com tampo em:	
Aço inoxidável	85,7
Granito	14,3
Fibra de vidro	14,3
Embaladora:	
Simple	85,7
Vácuo	14,3
Congelamento rápido por:	
Placa de contato	28,6
Circulação forçada de ar	42,9
Balança (acima de 20 kg)	42,9
Peças de refrigeração e armazenamento congelado:	
“Freezer”	57,1
Câmara frigorífica	85,7*
Processador de gelo em escama	14,3
Grampeador pneumático	14,3

* 33,3% destas fora de operação.

3.1.5. O registro no serviço de inspeção

A rotina para o registro de um abatedouro no SIF pode ser dividida em duas partes: primeiro, a aprovação do projeto físico e operacional; e segundo, a(s) construção(ões) do(s) prédio(s) e instalação dos equipamentos. A primeira parte vincula as características da segunda, que devem ser cumpridas para a homologação do registro. Havendo coincidência entre as duas, o registro do SIF é liberado, em média, dentro de 90 dias após a instalação dos equipamentos e a solicitação de vistoria. Quanto às rotinas estaduais, pela limitação de tempo e por se entender que a rotina possa ser semelhante à federal nos diversos estados da federação, estas não foram levantadas de *per si*.

Encontram-se dois níveis de dificuldades: na elaboração do projeto, principalmente o operacional; e na sua concretização. Na aprovação do projeto, houve por parte do órgão controlador, num primeiro momento, o desconhecimento da matéria-prima, e, por parte da empresa interessada, o desconhecimento das exigências básicas dos SI, o que levou a um aprendizado recíproco, com trocas de informações, até a adequação do projeto dentro de linhas aceitáveis.

Para liberação do número de registro, os equipamentos básicos devem estar instalados. Esses, nas dimensões apropriadas à atividade, inexitem no mercado de equipamentos de abate, ocasionando demanda de tempo na escolha do mais adequado, tanto do ponto de vista dos SI quanto da capacidade de investimento do empresário.

Dos abatedouros registrados no SIF, 25% levaram um ano entre a concepção e a aprovação de seus projetos. Nos demais, esse tempo foi superior a um ano. A reduzida ocorrência de projetos semelhantes (abatedouros de rãs) pode ter influenciado essa demora. Observou-se que, para liberação do registro, em 50% deles, após atendidas as exigências contidas nos respectivos projetos, o tempo não ultrapassou três meses.

As empresas regidas pelo SIE tiveram dificuldades na concepção e aprovação de seu projeto físico e, ou, operacional com os poderes públicos municipais (33,3%) e estaduais (33,3%) e órgão do meio ambiente (33,3%). Dessas empresas, 66,7% delas necessitaram mais de um ano para a

concepção e aprovação do projeto. O Quadro 3 ilustra os tempos gastos entre a concepção do projeto e a obtenção do registro no SIF e no SIE.

Quadro 3 - Ilustração do tempo de concepção e aprovação de um projeto e da obtenção do registro da empresa no SI pertinente

Tempo	Projeto					
	Tempo de concepção e aprovação			Tempo de obtenção do registro		
	SIF	SIE	%	SIF	SIE	%
Até 3 meses	-	-	-	2	1	42,9
Até 6 meses	-	1	14,3	-	-	-
Até 1 ano	1	-	14,3	-	1	14,3
Mais de 1 ano	3	2	71,4	2	1	42,9
Percentual	57,1	42,9	100,0	57,1	42,9	100,0

Após concluída a obra, a demora na obtenção do registro no SI parece estar relacionada às dificuldades na aquisição dos diversos equipamentos que irão compor a linha de abate. Essas dificuldades se devem à inadequação dos equipamentos existentes na praça, seu preço e suas dimensões, ou por não atenderem plenamente às especificações ou, finalmente, por um conjunto desses itens.

3.1.6. Concretização do projeto

Em relação ao financiamento, 71,4% dos empreendimentos foram financiados com recursos próprios, 14,3% pela cotização entre os cooperados e 14,3% via empréstimo no sistema bancário, através da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Em 71,4% dos projetos, a administração foi própria; em 14,3%, por empreiteiro (pessoa física); e em 14,3%, por empreiteira (pessoa jurídica). A administração da obra, na gerência própria, foi praticamente diária, sendo intermitente nos dois outros casos.

As principais dificuldades encontradas para concretização do projeto podem ser listadas conforme abaixo:

- Dificuldade entre os associados ou dificuldade administrativa; pelo fato da a atividade ser relativamente nova, sem tecnologia consolidada em toda a cadeia, as opiniões divergem, e um consenso em torno de questões, relativamente simples pode ser difícil.
- Falta de disponibilidade de tecnologia de abate e processamento; nessa questão o desconhecimento de fonte alternativa de informações torna-se evidente, ficando a atividade dependente das orientações dos órgãos fiscalizadores.
- Imprevistos da natureza, distância do empreendimento e problemas de comunicação; este item, em particular, exemplifica a falta de planejamento desse investidor; o abatedouro foi construído junto ao ranário, na área rural, com difícil acesso (estrada de terra batida e sem telefone).
- Dificuldades burocráticas em repartições públicas.
- Problemas com o órgão do meio ambiente; por tratar-se de empresas de abate enquadradas na categoria de abatedouros de animais de grande porte, necessitam de projetos complementares de impacto ambiental e de solução para os rejeitos poluentes; essas exigências são, às vezes, de difíceis compreensão e solução para o microempresário.
- Dificuldade de solução para a “nora” de transporte (transportador aéreo); item anteriormente discutido.

A parte de construção civil do empreendimento não resulta em problema, pois os prédios não têm características incomuns que possam resultar em empecilhos. Os equipamentos básicos, “nora” de transporte aéreo, câmara frigorífica e equipamento para congelamento rápido, são os itens mais problemáticos. A câmara frigorífica, às vezes, é superdimensionada no projeto

e, portanto, onera a sua execução e manutenção. Os equipamentos de congelamento rápido disponíveis e que são eficientes têm o preço e o custo de produção por hora/máquina fora da realidade atual da atividade ranícola.

3.1.7. Quadro de pessoal

O número de funcionários variava expressivamente de um até cinco em 42,9% dos estabelecimentos até 11 em outros 28,6%. Os 28,6% dos estabelecimentos restantes situavam-se em faixa intermediária.

A produção média por homem/dia foi de 26,43 kg nas unidades com SIF e 16,25 kg nas com SIE, correspondendo a 255 e 138 animais, respectivamente. Nota-se que a produtividade das empresas submetidas ao SIF era aproximadamente 63% maior em relação às submetidas ao SIE, provavelmente em função da automação da “nora” de transporte, que imprimia ritmo constante na linha de abate, característica predominante na esfera de inspeção federal.

O sexo masculino predomina, representando 94% da força de trabalho, com apenas 14,3% das empresas utilizando mão-de-obra feminina.

A forma de contratação era pela CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) em seis das empresas e, em uma delas, como serviço temporário de pessoa física, em que o contratado se empregava na propriedade com o seu aproveitamento no abatedouro. Os motivos da forma de contratação variavam segundo a ótica pessoal do empresário. Ia desde a imposição legal e a orientação sindical até as características sociais e de estímulo à produção, em que os contratados eram jovens entre 14 e 18 anos, desde que regularmente matriculados em escola oficial. A forma de pagamento do pessoal da linha de abate das empresas era semanal para 42,9% dos funcionários e mensal para 57,1% deles. Dentre as razões que estabeleciam essa prática, no conjunto, predominava a escolha dos próprios funcionários em 28,6% dos estabelecimentos e nos outros 71,4%, diluíam-se em razões diversas.

Os salários eram aceitos como de acordo com as faixas de mercado, apesar de a adequação de um plano de benefícios ser questionado em 14,3% das unidades e ser considerado inadequado em 57,1% das outras unidades. O reconhecimento pelo tempo de casa foi considerado inexistente em apenas

14,3% dos abatedouros, tendo o ambiente de trabalho sido considerado agradável. Em 14,3% das unidades foi informada a existência de favorecimento pessoal, o que pode indicar desequilíbrio gerencial e queda de qualidade como um todo.

A faixa salarial da atividade abrangia de um a quatro salários, assim distribuída:

- 20% percebiam um salário;
- 62,5% até dois salários;
- 7,5% até três salários; e
- 10% até quatro salários.

Pôde-se observar que, no nível de especialização exigida, a atividade remunerava razoavelmente bem, sendo comum o estabelecimento de dois salários.

Em 85,7% das empresas, a legislação trabalhista era considerada como devidamente cumprida. Entretanto, esse fato em relação à motivação para a produção de serviços de qualidade sofria pequena redução, com apenas 71,4% dos abatedouros tendo suas equipes plenamente motivadas.

A ocorrência de absenteísmo era reconhecida em 71,4% dos abatedouros, porém a rotatividade de pessoal era considerada baixa por igual número de empresas.

3.1.8. Capacidade de produção

Em uma indústria, nem sempre a área construída tem relação direta com a capacidade de produção. No caso da indústria de abate em geral, isso se relaciona mais diretamente à sua capacidade de armazenamento e à dinâmica operacional da linha de abate do que propriamente ao tamanho dela. Como se trata de pequenos animais, alguns milhares representam, no final da jornada de trabalho, somente algumas centenas de quilos. Como não existem padrões rigidamente definidos que norteiam as práticas de abate e as características dos animais, a variabilidade dentro de uma mesma empresa pode ser muito acentuada; e sendo essa variabilidade entre empresa, isto fica evidente, como indicado do no Quadro 4.

No Quadro 4, apresentam-se a capacidade de produção nominal média e os índices de produtividade nos abatedouros com registro no SIF e no SIE.

Quadro 4 - Capacidade de produção nominal média dos abatedouros

Itens	Empresas						
	A	B	C	D	E	F	G
Modalidade de inspeção:							
SIF	X	X	X	X			
SIE					X	X	X
Turno de trabalho (horas)	8	6	8	8	7	8	8
Animais abatidos por turno (média)	1.700	2.800	600	3.800	300	1.200	700
Peso dos animais (g) (média)	300	190	200	180	260	220	220
Produção por turno (kg) (média)	250	270	60	345	30	150	80
Animais por funcionário/turno	213	255	120	345	150	120	175
Produção por funcionário/turno (kg)	31	25	12	31	15	15	20
Número de funcionários	8	11	5	11	2	10	4

A prática de abate informada foi de até 50 animais/hora em 14,3% dos abatedouros até 200 animais/hora em 57,1% e em torno de 500 animais/hora em 28,6%. A jornada diária de trabalho foi de seis e de sete horas em 14,3% dos abatedouros, em cada caso, e de oito horas em 71,4% deles.

Os animais eram abatidos com peso vivo variando entre 150 e 250 g. Em 57,1% das unidades de abate o peso médio por lote era de 180, 190 e 200 g e nas outras unidades (42,9%), de 220 e 240 g. Entretanto, 28,6% ocasionalmente operavam ainda em faixas acima de 250 g, com médias dos lotes variando de 280 a 300 g.

A variação no peso de abate relaciona-se quase sempre com a retenção dos animais nos ranários pela irregularidade de demanda do mercado. A renovação do plantel de reprodutores, representado por animais maiores, nesse caso é pouco expressiva. Esses animais geralmente atingem mais de 300 g, sendo sua comercialização restrita.

Observou-se, com relação a trabalhos desenvolvidos na década passada, que o peso dos animais enviados para abate apresentaram, nesse período, tendência de aumento.

LIMA e AGOSTINHO (1988) comentaram que o mercado interno aceita carcaças com peso médio de 74 g e coxas com 41 g, o que representa o abate de animais pesando 113 g, em média. Segundo HOLZ et al. (1986), no Brasil, as rãs para abate variam, em peso vivo, de 150 a 250 g, o que corresponde a um período de engorda de quatro a oito meses, respectivamente. FONTANELLO et al. (1981), em trabalho desenvolvido com animais coletados de forma aleatória entre as rãs destinadas à comercialização em ranário do município de Juquitiba, encontraram animais com limites superior e inferior de peso (205 e 61 g, respectivamente), resultando em peso de carcaça limpa de 142 e 34 g, respectivamente.

O aproveitamento de subprodutos ainda é inexpressivo, sendo fracamente representado pelo aproveitamento da pele, que representa, em média, 10,5% do peso do animal (RAMOS et al., 1998) e do corpo gorduroso, que em animais de peso médio de 250 g representa, em média, aproximadamente 5,5% (PEIXOTO et al., 1998). Esses percentuais podem variar em decorrência do estado nutricional do animal e da estação do ano.

A pele, de forma ocasional, é repassada a terceiros e utilizada, após curtida, em apliques de bijuterias, de vestuário, chaveiros etc. e também, após tratamento adequado, como curativo biológico no tratamento de queimaduras.

O corpo gorduroso está sendo comercializado na forma de óleo para a produção de cosméticos e como medicamento natural alternativo para o tratamento de sintomatologias diversas, sem que tenham sido realizados estudos científicos de sua eficácia.

A variação na produção e no índice de produtividade se deve ao número de funcionários, ao peso médio dos animais e à dinâmica operacional da linha.

O aproveitamento de rejeitos, representado por 125 kg, em média, por jornada de trabalho em um dos abatedouros, era destinado à ração animal e processada por terceiros, fora da unidade de abate. Esse montante representa somente 5,8% do total de rejeitos produzidos pelas unidades de abate durante um turno de trabalho.

Em 85,7% dos abatedouros, o aproveitamento da carcaça é na forma inteira. Também, são disponibilizadas rãs em pedaços e petiscos, que são cortes oriundos do aproveitamento das carcaças que tiveram partes rejeitadas pela inspeção em decorrência de injúrias.

Em 57,1% dos abatedouros, tem-se adotado, como alternativa de mercado, a venda de coxas aos pares, gerando dorsos que, em apenas um dos estabelecimentos, são desossados após cocção e aproveitados na forma de croquete, 42,9% das unidades de abate ainda não têm destino certo para o dorso, e seu custo é embutido no preço das coxas, sendo aquele doado para asilos ou instituições similares.

Em 28,6% dos abatedouros, efetuaram-se convênios com instituições de pesquisas para o desenvolvimento de processos tecnológicos visando ao aproveitamento do dorso na forma de carne mecanicamente desossada e sua aplicação em formulações diversas.

3.1.9. Fornecedores

Os animais para abate foram obtidos de produção própria e de terceiros em 42,9% dos abatedouros. Em 28,6% desses animais proviam de ranicultores independentes que faziam uso dos serviços de abate, 14,3% deles processavam somente a produção do próprio ranário e, finalmente, a cooperativa recebia os animais dos seus associados.

O raio de ação dos abatedouros para o recebimento dos animais de abate situava-se, em média, a 400 km, 42,9% dos estabelecimentos operavam num raio de até 300 km; e outros 42,9%, num raio de até 500 km. Apenas 14,3% deles operavam num raio de ação acima de 1.000 km. Os animais, geralmente, eram transportados nas primeiras horas do dia, ou no final da tarde, dependendo da distância a ser percorrida até o abatedouro. A forma de contenção dos animais variava do uso de sacos de aniagem, ou ráfia, colocados dentro de caixas do tipo das utilizadas para o transporte de frangos, à utilização de caixas plásticas vazadas lateralmente e sobrepostas. Tem sido utilizada uma pequena lâmina d'água no fundo das caixas para prover a hidratação dos animais durante a viagem. Um sistema alternativo também tem

sido utilizado, consistindo de tubos de PVC com ranhuras ao longo de uma das faces, e tamponados nas extremidades.

O pagamento pela aquisição dos animais variava entre os abatedouros, de acordo com acordos prévios com os fornecedores. Esses acordos poderiam ser efetuados com base no peso da carcaça limpa ou pelo peso vivo dos animais, 14,3% dos abatedouros compravam a carcaça limpa e, ou, arrendavam suas instalações a terceiros, 14,3% compravam os animais vivos e, ou, arrendavam as instalações, 42,9% compravam os animais vivos e os 28,6% restantes faziam o arrendamento das instalações. Em todos os casos, os animais eram entregues no abatedouro pelo produtor, correndo por sua conta as despesas de transporte.

No Quadro 5, mostram-se os preços praticados por quilo de rã viva, o custo de abate, o preço de venda da carne e o valor do arrendamento por quilo de carcaça limpa.

Quadro 5 - Preços praticados (R\$)

Itens	Empresas						
	A	B	C	D	E	F	G
Rã viva/kg*	4,00	-	4,00	-	3,25	3,75	3,50
Abate: custo por kg de carcaça	1,00	0,80	1,00	2,40	0,70	1,38	0,98
Venda a varejo	-	13,50	12,00	15,00	10,00	12,00	15,00
Venda por atacado**	15,50	12,00	12,00	13,00	10,00	12,00	12,00
Arrendamento	-	0,80	-	3,00	-	1,38	1,63

* Nota do produtor, não incide imposto; ** incluso imposto, aproximadamente 21%.

A prática de arrendamento adotada pelos abatedouros tem-se baseado no peso líquido de carne obtida; o arrendamento por hora e por dia não se aplica.

O arrendamento das instalações de abate tem sido praticado sem prejuízo da marca do arrendatário, constando na embalagem a marca deste e a identificação da unidade de abate. Existe grande variação de preços, os quais

podem chegar, por quilo de carcaça, de 80 centavos a três reais¹. A média praticada é de 1,65 real e a moda, 80 centavos/kg de carcaça. A diferença em relação à tabela do Quadro 5 é decorrente de taxas fixas cobradas adicionalmente. Pode-se perceber sobreposição do que o empresário entende por custo de abate e preço cobrado no arrendamento.

O elevado valor do arrendamento praticado por uma das empresas esteve diretamente associado ao seu elevado custo operacional e ao custo do capital investido.

3.1.10. O mercado

O mercado para a carne de rã é explorado pelas indústrias de abate de diversas maneiras. O Quadro 6 ilustra os preços praticados, os percentuais de distribuição de produtos de acordo com a característica desses mercados, o perfil da clientela relativo ao montante de suas compras com a distribuição por volume de vendas em percentuais entre atacado e varejo, os canais de comercialização e a forma de entrega dos produtos.

Para uma produção estimada em 300 toneladas/ano, os abatedouros já instalados teoricamente supririam a demanda por esse serviço. Isso teoricamente, pois a produção vem acontecendo de forma pulverizada nas regiões citadas. Mesmo quando há disponibilidade de abatedouro próximo ao produtor, esse, muitas vezes, realiza o próprio abate, quase sempre em condições inadequadas, do ponto de vista higiênico-sanitário. O argumento normalmente empregado é a redução de custos, aumentando sua margem de ganho. Essa prática, associada à expansão da oferta, pode, no médio prazo, comprometer a imagem do produto de todo o setor, já que constitui abate clandestino, à semelhança do que ocorre na cadeia de carne bovina em especial.

¹ R\$1,20 equivale a, aproximadamente, US\$1,00.

Quadro 6 - Distribuição da indústria de abate em seu mercado

Itens	Empresas						
	A	B	C	D	E	F	G
Conservação (%):							
Congelada	-	96,0	100,0	85,0	67,7	100,0	100,0
Resfriada	100,0	4,0	-	15,0	23,3	-	-
Distribuição por mercados (%):							
Local	-	10,0	100,0	-	10,0	10,0	5,0
Regional	-	-	-	85,0	90,0	45,0	95,0
Estadual	80,0	-	-	-	-	45,0	-
Interestadual	20,0	55,0	-	15,0	-	-	-
Internacional	-	35,0	-	-	-	-	-
Distribuição, volume de vendas(%):							
Varejo	-	10,0	50,0	-	20,0	100,0	1,0
Atacado (kg):							
Até 10	-	20,0	-	30,0	36,0	-	-
Até 50	-	15,0	-	25,0	44,0	-	49,0
Até 100	100,0	20,0	50,0	10,0	-	-	50,0
Até 500	-	30,0	-	35,0	-	-	-
Acima de 1.000	-	5,0	-	-	-	-	-
Canais de comercialização (%):							
Varejo	-	10,0	20,0	-	20,0	100,0	1,0
Supermercado	100,0	25,0	45,0	20,0	22,0	-	50,0
Restaurante	-	20,0	35,0	35,0	22,0	-	30,0
Açougue	-	25,0	-	30,0	16,0	-	-
Butique de carne	-	10,0	-	10,0	13,0	-	19,0
Peixaria	-	10,0	-	5,0	7,0	-	-
Entrega do produto (%):							
Na indústria	-	-	-	-	-	100,0	80,0
Em ponto de venda	-	10,0	-	-	-	-	-
Ao distribuidor	-	55,0	-	30,0	-	-	-
No endereço do cliente	100,0	-	100,0	60,0	100,0	-	20,0
No ponto de embarque	-	35,0	-	10,0	-	-	-
Capacidade diária total estimada (kg)				1.185			
Capacidade mensal estimada (kg)				29.630			

3.2. Segurança alimentar

A segurança alimentar está associada a todo um conjunto de normas de procedimentos e condutas de higiene e sanidade aplicados à indústria de alimentos em geral, objetivando o processamento de produtos de boa qualidade, proporcionando aos consumidores alimentos de alta qualidade e que estejam livres de contaminantes e de microrganismos prejudiciais (GOODFELLOW, 1994).

Para que produtos de qualidade e inócuos à saúde sejam produzidos, é necessário que todo o quadro de pessoal participe ativamente desse processo. Além disso, cuidados especiais de manutenção preventiva devem ser dados aos diversos equipamentos, assim como manter sua adequada higiene e sanitização.

3.2.1. Manutenção de equipamentos e prevenção de acidentes

Em 71,4% dos estabelecimentos, os equipamentos eram inspecionados para manutenção periodicamente, e em 14,3% deles não existia manutenção preventiva. Porém, a periodicidade dessa manutenção é díspare, havendo ocorrências semanais, quinzenais, mensais e trimestrais.

Equipamentos fora de uso são encontrados em 42,9% dos abatedouros, nos quais predomina o desuso da câmara frigorífica, provavelmente em decorrência dos seus custos de manutenção em contraposição ao pequeno volume de produto a ser armazenado e seu curto tempo de permanência em estoque.

Pelas próprias características da atividade, acidentes de trabalho dentro do abatedouro não têm sido registrados.

O espírito de equipe foi confirmado em 71,4% das unidades de abate e taxativamente negado em 28,6%, havendo discordância ou ressalvas quanto ao cumprimento das normas de organização em 14,3% deles.

3.2.2. Gestão administrativa

Apesar da não-existência de treinamentos formais e de normas de procedimentos rotineiros documentados, as orientações verbais parecem suficientes para manutenção do fluxo de trabalho, possibilitando a suficiente operacionalização dos abatedouros.

Contrapondo a afirmativa unânime de que o fluxo de operações no abatedouro segue uma seqüência lógica, em 71,4% das unidades foram admitidos atrasos nas linhas de abate, sendo 80% dos casos decorrentes das noras improvisadas, podendo ocorrer o acúmulo de animais esperando esfolagem ou eventração.

Procedimentos documentados que visem à melhoria da qualidade da carne processada são aplicados somente em 28,6% dos abatedouros, sendo esse percentual dividido igualmente entre abatedouros com SIF e com SIE.

A preocupação com a manutenção de estoques de segurança para fornecimento constante do produto é inexistente em 71,4% dos abatedouros. Essa precariedade de estoques para pronta entrega parece afetar negativamente a manutenção do mercado comprador existente e a abertura de novas opções de colocação do produto.

Reclamações da clientela quanto ao produto processado e em relação ao atendimento são inexistente, não havendo registro de programas que tratam do assunto.

Dos abatedouros, 25% deles com SIF e 33,6% com SIE dispunham de programas para estoque de segurança e mantinham o armazenamento dentro da faixa desejada; dos restantes, nenhum fazia controle de estoque. No total dos abatedouros, 14,3% não armazenavam (abatiam para pronta entrega), 14,3% consideravam seu estoque acima do desejado, 14,3% se situavam na faixa ideal e 14,3 % consideravam seu estoque abaixo do ideal.

Em 85,7% dos abatedouros, cumpriam-se rigorosamente os critérios adotados para seleção dos animais de abate, porém a necessidade de novos procedimentos para seleção dos animais vivos, no momento do recebimento, foi reconhecido em 57,1% dos estabelecimentos.

Na linha de abate são empregados procedimentos para avaliação da carcaça relativos a cor, odor, hematomas e presença de material estranho,

resultando na rejeição de algumas carcaças em 85,7% dos abatedouros, sendo essa prática adotada, em parte, por 14,3% dos abatedouros sob inspeção federal.

Em 57,1% dos abatedouros, o tempo de congelamento rápido dos diferentes tamanhos das carcaças não foi estabelecido de acordo com estudos preliminares, considerando-se o tempo necessário para a temperatura da carcaça, no ponto frio, alcançar -18°C .

Em 28,6% dos estabelecimentos foram admitidas possibilidades de falhas na cadeia de frio recomendada para o transporte da carne de rã, com a possibilidade de ocorrência da entrega de produtos fora da temperatura estabelecida, já que o transporte é feito, em todos os casos, em caixas de isopor e não em transporte frigorificado.

Todas as empresas foram unânimes na afirmativa de que a linha de abate e demais equipamentos e utensílios eram regularmente lavados durante a jornada de trabalho e, antes do início deste, a sanificação era feita.

Essa afirmativa, em pelo menos uma das unidades de abate, pode ser vista com cautela. No detalhe da Figura 6, observa-se que o funcionário está uniformizado, porém na parte inferior da foto se verifica que, se existem lavagem e sanitização dos equipamentos, isso pode ser questionado, pelo que indica o detalhe do avental do trabalhador. Foi observado sujidade provavelmente relativa a mofo, e este se desenvolveu ali em razão do acúmulo de depósitos orgânicos.

As soluções empregadas na higiene das instalações, do equipamento e do pessoal devem ser aquelas registradas no Ministério da Saúde e ter seu uso autorizado pelo DIPOA (BRASIL, 1995). A higienização deve ser diária, e as soluções empregadas na higiene das instalações, do equipamento e do pessoal são geralmente as de compostos quaternários de amônio, hipoclorito de sódio ou de cálcio, de iodo ou cloramina (BRASIL 1995).

A periodicidade de análise da água utilizada na linha de abate em todas as unidades regidas pelo SIF é diária; dessas empresas, metade se localizava em área rural, e seu abastecimento de água era próprio.

Nos abatedouros regidos pelo SIE, em 33,3% deles a periodicidade da análise da água era mensal, sendo na metade dos restantes anual; nos outros não se aplica. Desses abatedouros, 66,6% estavam em área urbana e o

restante em área rural, com abastecimento próprio. Essa irregularidade no controle sanitário da água pelos estabelecimentos sob inspeção estadual poderia causar contaminação bacteriana da carne, principalmente nos abatedouros localizados na área rural e que não possuíam cloração automática.



Figura 13 - Lavagem e sanitização.

BRASIL (1995) especificou que, na desinfecção de pisos, canaletas, locais de acesso difícil, certos “chutes” e tubos de descarga (drenagem), é recomendável o hipoclorito em solução 0,1% (um décimo por cento), podendo, em certos casos, ser aumentada essa concentração para 0,5% (meio por cento) ou mesmo 1% (um por cento). Soluções de hipoclorito 0,05% (cinco centésimos por cento) no mínimo são indicadas para higienização do equipamento de fácil acesso, em que é possível uma lavagem prévia e eficiente com sabão ou detergentes comuns.

No geral, um mínimo de conceitos de qualidade e de segurança alimentar foi observado, mas sem caráter construtivo para aprimoramento. Em alguns estabelecimentos, isso decorria da falta de controle da produção e do produto e, em outros, da falta de critérios sistematizados para processar as informações. Objetivos no curto, médio e longo prazos não foram encontrados; os fatos aconteciam e geravam a reação (não sendo provocados), procurando-se atingir objetivos específicos e predeterminados. Ficou evidente, em relação à política administrativa, o direcionamento do conjunto de ações para um conservadorismo, mantendo-se o “status” vigente, apesar de a maioria das empresas, à exceção de 14,3% delas, ter dito aberta a inovações e trocas de informações, o que, na prática, não se aplicava.

A indústria de abate e processamento de rãs não tem ainda claramente definidos os objetivos a serem atingidos. É observado o desconhecimento do que produzir, com o que produzir, como e para quem, ou seja, não existem perfis definidos para a matéria-prima para o produto, para a tecnologia a ser utilizada e para o público-alvo a ser alcançado. Problemas gerenciais relativos a planejamento e controle de produção (PCP) ainda estão por ser sanados. Hoje, essas empresas trabalham com capacidade ociosa de 70 a 75%.

Observou-se que a maioria dos empresários prende-se a conceitos preestabelecidos, operando por impulso, sem considerar de fato as suas reais necessidades e potencialidades, Dando à unidade de abate um caráter de “status” para o conjunto de seu empreendimento, sem considerar soluções alternativas, num primeiro momento mais viáveis. Eles aplicavam grande volume de recursos nas instalações de abate sem a base necessária de fornecimento de matéria-prima, padronização dos lotes, qualidade final do produto e público-alvo a ser atingido.

Essa seqüência de improvisações resultou na inexistência de políticas empresariais bem definidas que orientavam as tomadas de decisões tanto de caráter interno como externo da empresa. A produção e o produto simplesmente aconteciam, e a colocação deste era casual e não definida.

As chances de conquista do mercado externo, nas condições atuais de organização de produção e processamento, são ilusórias, haja vista que o mercado interno, sem concorrentes tradicionais, como acontece no exterior, ainda não foi consolidado.

3.2.3. Aspectos organizacionais

A quase totalidade dos abatedouros (71,4%) não relaciona como de importância a política administrativa adotada pela empresa para a existência de procedimentos documentados que visam à melhoria da qualidade do produto processado, e sim a carência de recursos financeiros, as dificuldades de contratação e o domínio deficiente das técnicas e tecnologias necessárias para fazê-lo.

A transferência de conhecimento pelos técnicos responsáveis aos seus funcionários, tornando possível a utilização desses conhecimentos na prática, era aceita plenamente como eficiente em 71,4% dos abatedouros, sendo questionado em 28,6% deles. Por ocasião da ocorrência de erros em razão dessas orientações, havia reconhecimento pelo chefe, dessa situação, em 71,4% dos estabelecimentos e negado em 14,3%. Essa prática de conduta era positiva quando reconhecido o erro; procurou-se evitar que ele se repetisse, surgindo, assim, a idéia de implementação de qualidade mesmo que sem objetivos previamente definidos.

A transferência tecnológica entre abatedouros foi uma prática questionada em 14,3% dos estabelecimentos, negada em 42,9% e aceita como verdadeira em 28,6%, com 85,7% deles dispostos a aceitar inovações tecnológicas e 14,3% discordando totalmente dessa possibilidade. A esse respeito foi observado, nas diversas gerências, receio da divulgação de práticas internas, possivelmente procurando resguardar-se do aprimoramento de terceiros que poderiam vir a ser seus concorrentes.

Foram apontados como de grande importância em 40% das unidades de abate como empecilhos para a realização de cursos e treinamentos, a política administrativa desfavorável, a falta de recursos financeiros, o pequeno número de funcionários (dificultando o afastamento) e a localização do abatedouro em relação aos centros onde esses cursos pudessem ser oferecidos.

Foram considerados como de grande importância pelas administrações diretas dos abatedouros (gerente ou supervisor) o aumento do quadro de pessoal e treinamento em 20% dos casos, serviços de manutenção em 25% e o domínio das técnicas e tecnologias necessárias para o exercício da atividade

em 14%. Essas gerências solicitavam à administração geral providências para que essas deficiências fossem sanadas.

As considerações como de máxima importância (fundamentais), segundo a ótica gerencial dos abatedouros, como mostrado no Quadro 7, relativamente a uma série de itens, são:

- As possíveis causas que podem gerar acidentes de trabalho estariam ligadas a descuidos dos funcionários nas empresas regidas pelo SIE e ausência de orientação para execução das atividades nas empresas regidas pelo SIF.
- A principal dificuldade para a realização de cursos e treinamentos está ligada diretamente à política administrativa desfavorável das empresas.
- Aumento do quadro de pessoal.
- As principais dificuldades enfrentadas para a melhoria da adequação dos produtos estão ligadas à carência de recursos financeiros.
- A melhoria do produto processado vincula-se diretamente às operações da linha de abate.
- O atendimento ao público pode ser melhorado quanto à atenção dispensada ao atendido.
- Há necessidade de outros/novos procedimentos de controle de qualidade para verificação da carne de rãs, segundo as empresas regidas pelo SIE, quanto à sua composição, e quanto à sua sanidade, segundo as empresas regidas pelo SIF.

As gerências dos abatedouros reclamavam da inexistência de um manual de rotinas internas apropriado ao abate de rãs e das dificuldades de envio das amostras para análise, bem como da falta de funcionários especializados e da facilidade de acesso às informações geradas em institutos de pesquisas e universidades. Havia dúvidas de como procederem em lotes que apresentam alterações, como mudanças desconhecidas do aspecto visual da musculatura.

Abordando as normas higiênico-sanitárias para os abatedouros de rãs, FAULHABER (1988) apresentou uma série de considerações a respeito das

instalações de abate de rãs àquela época, fazendo abordagens de avaliações organolépticas e padrões microbiológicos, anexando um “layout” operacional dos abatedouros de rãs e relacionando detalhes importantes que devem ser levados em consideração na construção e funcionamento desses estabelecimentos. Porém, não abordou as rotinas diárias que poderiam ser peculiares a um abatedouro de rãs, pois foi possível entender que essa iniciativa era peculiar de cada estabelecimento, de acordo com os padrões de qualidade adotados.

3.3. Oferta de produtos no exterior

No mercado internacional, o produto da ranicultura tradicionalmente comercializado são a coxa de rã congelada e, em menor escala, a coxa resfriada ou fresca. Não se tem notícia de negócios envolvendo a carcaça inteira.

As coxas de rã são classificadas por pares, segundo o tamanho, conforme apresentado no Quadro 8. A classificação encontrada diferiu em alguns pontos da sugerida pelo CODEX ALIMENTARIUS (1984).

A demanda é maior no final do ano e na páscoa, quando as pessoas costumam consumir carne de rã. A comercialização em geral tem sido feita em supermercados, peixarias e açougues, além de bares e restaurantes.

As coxas são acondicionadas em saco plástico, onde vem impresso o rótulo com informações sobre o produto. Geralmente, as embalagens são de peso superior a um quilo. Isso faz com que os varejistas abram os pacotes para efetuar vendas a granel. Em consequência, a exposição da mercadoria no balcão frigorífico costuma causar danos à sua qualidade.

Nos restaurantes de cozinha oriental, especialmente a chinesa e a tailandesa, pratos à base de carne de rã são facilmente encontrados; nos demais tipos de restaurantes, nem sempre se encontra carne de rã no cardápio. Quando encontrado, o prato mais comum é a “rã a provençal”.

Não há indícios de negócios com outros produtos da ranicultura no exterior. Verificou-se o uso de rãs para estudos e pesquisas; entretanto, nada foi observado de concreto a esse respeito.

Quadro 7 - Considerações de máxima importância (fundamentais) segundo a ótica gerencial dos abatedouros, para bom desempenho da atividade

Considerações relativas a:	Serviço de Inspeção	
	Federal	Estadual
1- Acidentes:		
Descuido dos funcionários	1	2
Não há registro de acidentes	1	1
Ausência de orientação para execução das atividades	2	
2- Dificuldades para a realização de cursos e treinamentos:		
Inexistência destes		1
Falta de recursos financeiros		
Política administrativa desfavorável	1	
Pouca divulgação dos cursos	2	
Pequeno número de funcionários, dificultando o afastamento	1	1
Desnecessários		1
3- Solicitação à administração:		
Aquisição de novos equipamentos		1
Aumento do quadro de pessoal		1
Veículo termicamente isolado	2	
Modificações na estrutura física/instalações do abatedouro	1	
Treinamento	1	1
4- Melhoria na adequação dos produtos:		
Dificuldade de contratar funcionários	1	1
Carência de recursos financeiros	2	2
Política administrativa desfavorável	1	
5- Melhoria dos produtos:		
Quanto à embalagem	1	1
Quanto às operações da linha de abate	2	2
Quanto ao aspecto sanitário	1	
6- Melhoria de atendimento ao público:		
Quanto à atenção dispensada	2	2
Quanto aos recursos materiais utilizados	1	1
Quanto à rapidez	1	
7- Necessidade de outros/novos procedimentos de CQ* quanto à:		
Composição		2
Sanidade	3	1
Estabilidade	1	

* Controle de qualidade.

Quadro 8 - Classificação das coxas de rã segundo o tamanho

Classe	Nº de pares de coxas por libra	Peso em gramas* Par de coxa	Rã viva
Super jumbo	2 a 4	de 226,5 a 113,1	620
Jumbo	5 a 6	de 113,2 a 75,4	350
Muito grande	7 a 8	de 75,5 a 56,5	240
Grande	9 a 12	de 56,6 a 37,7	180
Média grande	13 a 15	de 34,8 a 30,2	120
Média média	16 a 20	de 28,3 a 22,6	90
Média pequena	21 a 25	de 21,5 a 18,1	70
Pequena	26 a 30	de 17,4 a 15,1	60
Muito pequena	31 a 40	de 14,6 a 11,3	50

* O peso das coxas corresponde a aproximadamente 27% do peso do animal vivo.

O preço dos produtos oriundos da ranicultura, no mercado internacional, é bastante variável em razão de diversos fatores, dentre os quais merecem destaque o tamanho do produto, a época do ano e a sua origem. Os produtos originários da criação em cativeiro geralmente têm preço mais elevado, em razão de seus próprios custos de produção e, também, de possuírem melhor qualidade e regularidade na oferta. As rãs provenientes da caça são vendidas a preços menores, pois os custos de captura são mais baixos, e os requisitos de qualidade não são respeitados com o rigor necessário. Estão disponíveis na literatura internacional diversos trabalhos com o intuito de detalhar a carga microbiana (ANDREWS et al., 1977; MURALIDHARA-RAO e NANDY, 1976; CATSARAS, 1983; PUGA e FRANJOLA, 1983; SANG et al., 1987; PURUSHOTHAMAN et al., 1981; MURALIDHARA-RAO e NANDY, 1981; SHRIVASTAVA, 1978; NOGUEIRA et al., 1992; RAJAGOLAPAN et al., 1990) e transformações em seus macroconstituintes como solubilidade protéica, oxidação lipídica etc. (SARDEVA e SRIKAR, 1982; PAVLOV et al., 1994; SANTHANA KRISHNAN, 1983; LEMOS e ANTUNES, 1993, 1994), dentre outros. Os requisitos higiênico-sanitários da carne de rã têm sido utilizados por alguns países como barreira alfandegária para a entrada desse produto, em especial os EUA.

O mercado internacional de carne de rã é relativamente pequeno, em comparação com o de outros tipos de carne, mas possui espaço suficiente para

o ingresso de novos fornecedores, que tenham preço competitivo e padrão de qualidade aceitável.

O volume total de produtos da ricultura (animais vivos e coxas congeladas ou frescas) comercializados no mercado internacional é estimado em montantes superiores a 10 mil toneladas/ano, envolvendo valores acima de 50 milhões de dólares. A União Europeia, os EUA e o Canadá são os grandes consumidores do produto, e os países asiáticos, com destaque para a Indonésia e a China, são os grandes fornecedores.

A criação de novos produtos (pré-elaborados, embutidos, patês, etc.) apresenta-se como oportunidade interessante de criação de novos nichos de mercado para a ricultura no médio prazo.

3.3.1. América do Norte

Dos questionários enviados para os EUA e o Canadá, apenas um foi parcialmente respondido. Os dados aqui relatados foram obtidos de observação direta em visita aos países estudados.

As informações levantadas na América do Norte evidenciaram a comercialização de coxas de rã congeladas e de animais vivos.

Nos Estados Unidos e no Canadá, o mercado prefere as coxas maiores. Nos EUA, a carne de rã é disposta em bandejas embaladas em saco plástico, cujo rótulo traz informações sobre o produto.

A rã viva é muito apreciada pelos membros da comunidade de imigrantes orientais, principalmente chineses. Os animais são expostos vivos dentro de tanques, nos locais de venda (restaurantes, mercados, etc.), e são abatidos na presença do consumidor, para consumo no próprio restaurante que os oferece ou, então, para o preparo caseiro; pela legislação americana o animal vivo não pode ser cedido ao consumidor. Esses animais entram nos Estados Unidos através de importadores de origem asiática. Segundo informações de importadores americanos, no Canadá, especialmente nas cidades onde a colônia de chineses e coreanos é grande, a comercialização de rã também é prática comum.

Não foram encontrados, nos centros pesquisados, produtos industrializados, como enlatados ou embutidos.

Nos Estados Unidos, onde a preferência por coxas grandes é marcante, o preço médio de suas importações em 1997 foi da ordem de US\$6,37/kg. No mesmo período, o Canadá pagou US\$3,87/kg, em média.

Os preços praticados no varejo variam bastante. Nos EUA, o produto foi encontrado a preços que oscilavam entre US\$7,70 e US\$11,00 por quilo de rã viva; as coxas congeladas chegaram a US\$13,20/kg. Os preços praticados no Canadá eram semelhantes, em torno de US\$10,00/kg de coxas.

Nos restaurantes, os pratos à base de carne de rã tinham preços em torno de US\$10,00, valor que não diferia muito dos preços dos pratos à base de camarão.

Segundo um importador americano, o quilo de rã viva no mercado mundial varia de US\$1,50 a US\$3,50. Nas estatísticas oficiais, não se têm informações disponíveis a respeito das transações com rãs vivas, visto que sua participação no volume total de negócios com animais vivos é relativamente pequena, sendo incluída no item “outros”.

Os países da América Latina, sobretudo Brasil, Uruguai, Argentina, Equador, México e Cuba, são fornecedores marginais de rãs vivas para os EUA. Não aparecem nas estatísticas porque, como já mencionado, não têm seus números destacados nas publicações oficiais.

3.3.2. Europa

Maior volume de informações foi obtido da Europa, em particular da Bélgica: sete questionários a respeito foram respondidos. Empresas sediadas nesse país importam coxas de rãs através do porto de Antuérpia, onde o produto é irradiado e passa pelo controle de *Salmonella*. Entretanto, o principal porto de entrada é o de Rotterdam, na Holanda, onde a irradiação é dispensada. A partir desses portos, o produto é distribuído para os países da Comunidade Européia (CE). Essa distribuição interna na CE leva o aparecimento de alguns países como exportadores nas estatísticas. O Quadro 9 ilustra o perfil de algumas dessas empresas e do produto comercializado.

No mercado europeu, as coxas congeladas de animais originários da caça representam mais de 90% do volume comercializado. A Espanha dispõe de carne de rã fresca (NF), oriunda de animais coletados em seu próprio

território. Nesse país, é comum a oferta de pratos à base de carne de rã em seus restaurantes. Produtos industrializados, como enlatados e outros derivados, não foram encontrados, apesar de, 28 anos atrás, GAUTHEY (1971) ter descrito uma patente francesa para o envase de coxas de rãs.

Quadro 9 - Perfil de empresas e do produto comercializado na CE

Itens	Empresas						
	A	B	C	D	E	F	G
Tempo de trabalho com o produto (anos)	30	30	7	20	2	5	2
Facilidade de obtenção	F	F	F	F	MF	F	F/D
Origem do produto	ID	ID	ID	ID	ID	ID	DL/O
País	Id	Id/Ch	Id	Id/Vt	-	-	Ep
Apresentação do produto	NC	NC	NC	NC	-	NC	NC/NF
Origem dos animais	Cç	Cç/Ce	Ni	Cç	Cç	Cç	Cç
Comercializado/ano (t)	300	400	200	70	-	-	2
Legendas				Legendas			
F	Fácil		NC	Natural, congeladas			
F/D	Fácil no verão, difícil no inverno		NF	Natural, frescas			
MF	Moderadamente fácil		ID	Importação direta			
Id	Indonésia		DL/O	Distribuidor local/Outros			
Ch	China		Cç	Caça			
Vt	Vietnã		Ce	Criação extensiva			
Ep	Espanha		Ni	Não identificado			

Em geral, os importadores contatam diretamente os fornecedores nos países de origem, e o produto é fornecido com a marca e embalagem desses importadores. São comuns as embalagens em caixas de papelão com a marca e demais informações impressas. De acordo com exigências legais da CE, as rãs, nos países de origem, não devem ser abatidas no campo, mas encaminhadas vivas a um estabelecimento onde possam ser abatidas em condições higiênicas. Segundo um dos importadores, a espécie que tem predominado é *Rana macrodon*.

A CE tem autorizado a importação de um número restrito de países: Albânia, Bangladesh, Bulgária, Bósnia-Herzegovina, China, Croácia, Egito, Hungria, Indonésia, Índia, Macedônia, Malásia, Filipinas, Romênia, Eslovênia, Tailândia, Turquia, Vietnã e Argentina. O principal país de origem na atualidade

é a Indonésia, embora também a China e Vietnã tenham exportações relevantes. Outros países autorizados para exportar para a CE não o fazem com quantidades significativas.

A França importa rã viva de países como Egito, Balcãs e Turquia, que, no entanto, são abatidas e embaladas para comercialização no varejo.

Segundo um importador belga, o preço das coxas grandes variam entre US\$4,25 e US\$4,50 por quilo, enquanto o preço das pequenas ficam em torno de US\$1,50 a US\$1,75 por quilo. O preço, por quilo, de coxas de rã importadas pela CE, no período de 97/98, variou entre 2,33 e 6,20 euros, alcançando um valor médio de 4,10 euros. No varejo, o produto foi encontrado ao preço médio de US\$8,10/kg.

Na China continental, a rã tem sido vendida viva com peso médio acima de 300 g, nos mercados e também em restaurantes que as expõem ao público em aquários. Após a escolha do animal, ele é abatido em casa ou na cozinha do restaurante e limpo de forma muito semelhante à do pescado em geral. A maior parte da produção é consumida internamente, pois, por tradição, a carne de rã é utilizada na culinária chinesa, e a forma mais comum de comercialização nos mercados é a venda de animais em pacotes de 500 g. O preço do quilo de rã, com peso médio de 150 g, era de US\$1,20, ao passo que o das rãs com peso acima de 200 g era entre US\$3,00 e US\$4,00.

Na Tailândia, grande parte da produção é consumida no próprio país, sendo pequena a quantidade exportada, esporadicamente, para países vizinhos como Singapura. Os tailandeses têm o hábito de comer carne de rã, sendo a espécie *Rana rugulosa* mais apreciada que a espécie *R. catesbeiana*. Além da carne, eles se alimentam também das vísceras; em alguns pratos, a pele é mantida. O preço do quilo da rã grande varia em torno de US\$4,00 a US\$5,00.

3.3.3. Países exportadores da Ásia

Nas visitas aos países exportadores da Ásia, teve-se a oportunidade de visitar em Taiwan um local de abate (Figura 14), constituído de um galpão aberto, com cobertura de telhas, localizado próximo aos ranários. No abate, as rãs eram colocadas em recipientes com água e gelo para a insensibilização, e

o processamento ocorria sobre uma mesa de inox de cinco metros, com 10 pessoas (cinco de cada lado), de forma semelhante à evisceração de peixes. A carcaça era deixada durante a noite em uma solução para desinfecção e, posteriormente, embalada e colocada em “freezer”. A embalagem não continha nenhuma especificação sobre o produto, a validade e a procedência das rãs.

Na Tailândia e na China continental não houve oportunidade de visitas a locais de abate.

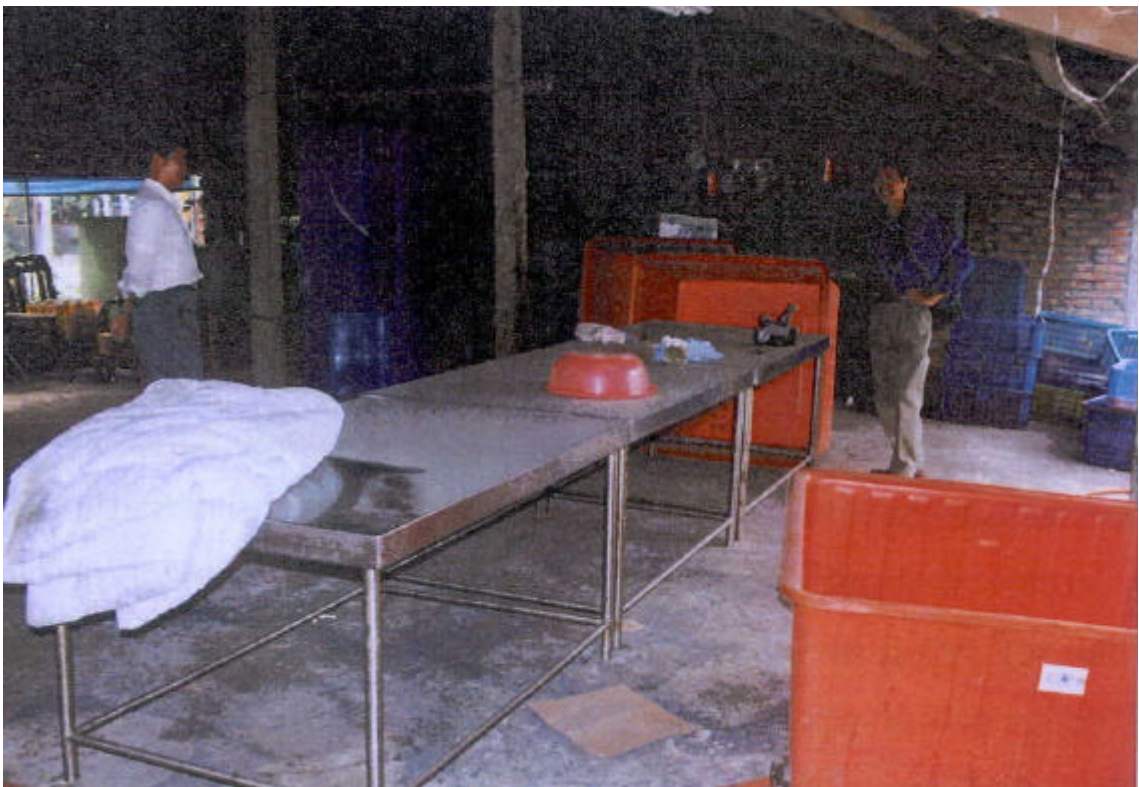


Figura 14 - Unidade de abate visitada em Taiwan.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

No geral, um nível razoável de conceito de qualidade e de segurança alimentar foi observado nos abatedouros de rãs brasileiros, mas sem caráter construtivo no sentido de aprimoramento em alguns estabelecimentos, pela falta de controle da produção e do produto e, em outros, pela falta de critérios sistematizados para processar as informações.

Objetivos no curto, médio e longo prazos não são encontrados no Brasil; os fatos acontecem e geram a reação (não são provocados), procurando-se atingir objetivos específicos e predeterminados.

Ficou evidente, em relação à política administrativa, o direcionamento do conjunto de ações para certo conservadorismo, mantendo o “status” vigente, apesar da maioria das empresas, com exceção de uma delas, ter dito aberta para inovações e trocas de informações, o que na prática não se aplica.

A indústria de abate e processamento de rãs não tem ainda claramente definidos os objetivos a serem atingidos. Foi observado o desconhecimento do que produzir, com o que produzir, como e para quem, ou seja, não existem perfis definidos para a matéria-prima, para o produto, para a tecnologia a ser utilizada e para o público-alvo a ser alcançado.

A carne de rã, até recentemente, foi produto exclusivamente oriundo da caça, exótico, de consumo eventual, servido sem rigor quanto a qualidade e apresentação, portanto com mercado oscilante e indefinido. No exterior, é organizado quanto a uma série de tamanhos classificados por pares de coxas,

variando de 10 a 60 pares de coxas/kg, “jumbo” e “super small”, respectivamente, com uma série também de outras faixas intermediárias. Essa diversidade de tamanhos pode ser explicada pela natureza de obtenção do produto, a caça, que não respeita padrões. Assim, todo animal capturado transforma-se em produto, e as faixas classificatórias foram criadas para enquadrá-lo.

No mercado interno não existem classificações por tamanho, e o volume comercializado ainda é pequeno. A carne de rã é encontrada na forma de carcaças inteiras, predominantemente congeladas ($\approx 95\%$). Recentemente, por imposição de nichos de mercado, principalmente restaurantes, a carne de rã tem sido oferecida na forma de coxas em pares.

A carne de rã, por suas características, é um produto novo para a maioria dos consumidores potenciais, não existindo dentro de sua rotina de compras. Portanto, não faz parte de seu rol de necessidades a serem supridas, sendo de consumo eventual. Do ponto de vista do empresário, isso pode ser um ponto positivo à medida que o produto (carne de rã) pode ser construído perante o consumidor, através de um trabalho de “marketing” bem planejado, segundo seus moldes e suas conveniências. Porém, não foi notada a percepção do empresário diante dessas nuances, por ele se mostrar mais preocupado com fatores isolados, que não abrem caminho seguro para a atividade.

Observou-se que a maioria dos empresários se prendia a conceitos preestabelecidos, operando por impulso, sem considerar de fato as suas reais necessidades e potencialidades. Eles davam à unidade de abate um caráter de “status” para o conjunto de seu empreendimento, sem considerar soluções alternativas, num primeiro momento mais viáveis. Aplicavam grande volume de recursos nas instalações de abate sem a base necessária de fornecimento de matéria-prima, padronização dos lotes, qualidade final do produto e público-alvo a ser atingido.

Essa seqüência de improvisações tem resultado na inexistência de políticas empresariais bem definidas que orientem as tomadas de decisões tanto de caráter interno como externo da empresa. A produção e o produto simplesmente acontecem, e a sua colocação no mercado é casual e não definida.

Apesar de a carne de rã brasileira ser de melhor qualidade em relação à oferecida no exterior (no Brasil, o animal é oriundo de criações comerciais, e o processo de abate é efetuado em estabelecimentos com algum tipo de inspeção), o seu preço final ainda é muito elevado. Esse fato parece ser decorrente do baixo índice de produtividade dos ranários e abatedouros brasileiros (problemas gerenciais) e por, ainda, haver espaço para melhoria no nível de informações zootécnicas de criação, especialmente no que diz respeito às exigências nutricionais específicas desse animal.

A falta de planejamento na implantação da indústria de abate de rãs e no seu subsequente gerenciamento parece ser a responsável pelo índice de ociosidade (cerca de 75%) nesses estabelecimentos. O volume efetivo de produção desses abatedouros, em 1998, correspondeu a aproximadamente 75 t, o que equivale à cerca de 19% da produção estimada dos ranários (379 t) no mesmo período.

A irregularidade da oferta provoca grandes oscilações de preços entre a indústria e o mercado distribuidor, o que parece impedir a consolidação do mercado interno.

As chances de conquista do mercado externo, nas condições atuais de organização da produção e processamento, são ilusórias, haja vista que o mercado interno, sem concorrentes tradicionais como acontece no exterior, ainda não foi consolidado. A carne de rã ofertada pelo mercado externo é basicamente oriunda da caça, praticada em países do Terceiro Mundo com caráter extrativista e de baixo custo (US\$1,50 a US\$4,50² o quilo de coxa). Portanto, no momento atual o produto brasileiro, apesar de melhor qualidade, não tem preço competitivo (aproximadamente US\$15,00 o quilo de coxa).

Linhas próprias de financiamento para o setor não estão disponíveis, e como toda pequena e média empresa brasileira, a unidade de abate que ousou buscar financiamento na rede bancária, amarga a ciranda dos altos juros praticados no Brasil.

A falta de equipamentos e utensílios adequados à linha de abate de rãs levou algumas empresas a uma série de improvisações, sendo estas mais evidentes nos transportadores aéreos.

² R\$1,20 equivale a aproximadamente US\$1,00.

Os aspectos sanitários e algumas operações da linha de abate podem ser melhorados com a substituição de alguns elementos de improvisações grosseiras. Notou-se também a necessidade de uniformização quanto às exigências dos serviços de inspeção (SI) do país.

No exterior, a classificação da carne de rã tem ocorrido unicamente com relação ao peso das coxas, exportadas congeladas. Não há, no mercado, produtos processados, e a exigência de qualidade sanitária dos produtos tem sido utilizada como barreira à sua entrada nos países importadores.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram determinadas algumas características bioquímicas, físicas e físico-químicas da carne de rã de diferentes sexos, sendo os animais submetidos a três métodos de insensibilização e dois métodos de sangria. Foram levantados os problemas e as potencialidades da indústria brasileira de abate e processamento, em que se procurou estabelecer o perfil dessa atividade agroindustrial, projetando-se um instantâneo de sua situação atual.

Os resultados obtidos das medidas de pH da carne de rã evidenciaram que este é influenciado pelo método de insensibilização ($P < 0,05$), pelo tipo de sangria ($P < 0,05$) a que o animal é submetido no abate e varia com o tempo *post mortem* ($P < 0,05$), com interação significativa ($P < 0,05$) entre os métodos de insensibilização e sangria e entre os métodos de insensibilização e o tempo *post mortem*. Entretanto, apesar de sua queda constante com o tempo *post mortem*, o pH da carne de rã não apresentou valor inferior a 6,04 (32 horas).

Os indicadores de cor da carne sofreram influência do tempo *post mortem* ($P < 0,05$) e influências variadas ($P < 0,05$) dos fatores analisados e de suas interações. No conjunto, a carne de rã apresentou-se sempre com uma coloração, resultante da combinação desses indicadores, que pode ser definida como branco-cremoso.

Os valores de R não foram influenciados por nenhum dos fatores principais, exceto o tempo *post mortem* ($P < 0,05$). Contudo, variaram em razão

da interação entre sexos e métodos de sangria ($P < 0,05$), entre métodos de sangria e de insensibilização e da interação entre métodos de sangria e insensibilização ($P < 0,05$) e o tempo *post mortem* ($P < 0,05$). Com base nos valores de R, verificou-se que a instalação do *rigor mortis* em rãs sofreu retardo mínimo de oito horas, sendo esse retardo maior (cerca de 11 horas) quando se empregou a insensibilização por termonarose.

As características físico-químicas (CRA, CE) da carne de rã não foram afetadas por nenhuma das variáveis estudadas e suas diversas interações ($P > 0,05$). A CE da carne de rã (111,13 mL óleo/g amostra) mostrou-se similar àquela reportada na literatura para a carne bovina magra (115,6 mL óleo/g de amostra). Também, a PE não foi afetada por nenhuma das variáveis estudadas e suas diversas interações ($P > 0,05$), o que se mostrou coerente com os resultados da CRA. A PPC foi afetada pela interação entre sexo e tipo de sangria empregado no abate ($P < 0,05$), sem que esse efeito pudesse ser explicado. Como a PPC também é relacionada à CRA, a significância dessa interação não encontrou suporte aparente.

A maciez da carne (MO), medida como a força necessária para o corte do músculo *Gastrocnemius*, sofreu influência do método de insensibilização empregado e de sua interação com o tipo de sangria praticado no abate ($P < 0,05$). Foi verificado que a maciez da carne de rã foi menor ($P < 0,05$) com a aplicação no abate de insensibilização por eletronarose, realizando-se a sangria. Entretanto, ao se abaterem os animais sem realizar a etapa de sangria, não houve diferença ($P > 0,05$) na maciez das carnes provenientes dos diversos métodos de insensibilização. Contudo, a natureza dessa interação não permitiu estabelecer uma relação de causa e efeito para a maciez da carne.

O metabolismo decorrente da condição de animal de sangue “frio” pode interferir nos resultados que seriam esperados em animais de sangue quente, na utilização de pH, cor e valores de R e na definição de parâmetros de qualidade.

Aparentemente, as metodologias de insensibilização e sangria estudadas, assim como o sexo das rãs, não têm trazido maiores conseqüências para as características de qualidade da carne de rã avaliadas neste estudo.

Quanto à indústria de abate de rãs no Brasil, no geral foi observado nível razoável de conceito de qualidade e de segurança alimentar, mas sem caráter construtivo no sentido de aprimoramento, em alguns estabelecimentos, pela falta de controle da produção e do produto e, em outros, pela falta de critérios sistematizados para processar as informações.

Objetivos no curto, médio e longo prazos não foram encontrados, pois os fatos têm acontecido e gerado a reação (não são provocados), procurando-se atingir objetivos específicos e predeterminados.

Ficou evidente, em relação à política administrativa, o direcionamento do conjunto de ações para certo conservadorismo, mantendo-se o “status” vigente, apesar de a maioria das empresas, com exceção de uma delas, ter dito abertas para inovações e trocas de informações, o que na prática não se aplicava.

A indústria de abate e processamento de rãs não tem ainda claramente definidos os objetivos a serem atingidos. Observou-se o desconhecimento do que produzir, com o que produzir, como e para quem, ou seja, não existem perfis definidos para a matéria-prima, para o produto, para a tecnologia a ser utilizada e para o público-alvo a ser alcançado.

Para o mercado interno não existem classificações, e o volume comercializado ainda é pequeno. A carne de rã comercializada é encontrada na forma de carcaças inteiras, predominantemente congeladas ($\approx 95\%$). Recentemente, por imposição de nichos de mercado, principalmente restaurantes, a carne de rã tem sido oferecida na forma de coxas em pares.

A carne de rã, por suas características, é um produto novo para a maioria dos consumidores potenciais e não existe dentro de sua rotina de compras. Portanto, não faz parte de seu rol de necessidades a serem supridas, sendo de consumo eventual. Do ponto de vista do empresário, isso pode ser um ponto positivo à medida que o produto (carne de rã) pode ser construído diante do consumidor, através de um trabalho de “marketing” bem planejado, segundo seus moldes e suas conveniências. Porém, não foi notada a percepção do empresário em face dessas nuances, preocupando-se com fatores isolados que não abrem caminho seguro para a atividade.

Observou-se que a maioria dos empresários se prende a conceitos pre-estabelecidos, operando por impulso, sem considerar de fato as suas reais

necessidades e potencialidades, Dando à unidade de abate um caráter de “status” para o conjunto de seu empreendimento, sem considerar soluções alternativas, num primeiro momento mais viáveis. Aplicam grande volume de recursos nas instalações de abate sem a base necessária de fornecimento de matéria-prima, padronização dos lotes, qualidade final do produto e público-alvo a ser atingido.

Essa seqüência de improvisações resulta da inexistência de políticas empresariais bem definidas que orientem as tomadas de decisões tanto de caráter interno quanto externo da empresa. A produção e o produto simplesmente acontecem, sendo sua colocação casual e não definida. A irregularidade da oferta provoca grandes oscilações de preços entre a indústria e o mercado distribuidor, o que parece impedir a consolidação do mercado interno. Apesar de a carne de rã brasileira ser de melhor qualidade em relação à oferecida no exterior, o seu preço final ainda é muito elevado.

A falta de planejamento na implantação da indústria de abate e no seu subsequente gerenciamento parece ser a responsável pelo índice de ociosidade (cerca de 75%) nesses estabelecimentos. O volume efetivo de produção desses abatedouros, em 1998, correspondeu a aproximadamente 75 t, o que equivale à cerca de 19% da produção estimada dos ranários (379 t) no mesmo período.

As chances de conquista do mercado externo, nas condições atuais de organização da produção e do processamento, são ilusórias, haja vista que o mercado interno, sem concorrentes tradicionais como acontece no exterior, ainda não foi consolidado.

Linhas próprias de financiamento para o setor não estão disponíveis, e, como toda pequena e média empresa brasileira, a unidade de abate que ousou buscar financiamento na rede bancária amarga a ciranda dos altos juros praticados no Brasil.

A falta de equipamentos e utensílios adequados à linha de abate de rãs levou algumas empresas a uma série de improvisações, sendo estas mais evidentes nos transportadores aéreos.

Os aspectos sanitários e algumas operações da linha de abate podem ser melhorados com a substituição de alguns elementos de improvisações

grosseiras. Notou-se, também, a necessidade de uniformização quanto às exigências dos serviços de inspeção (SI) do país.

No exterior, a classificação da carne de rã se dá unicamente com relação ao peso das coxas, exportadas congeladas. Não há, no mercado, produtos processados, e a exigência de qualidade sanitária dos produtos tem sido utilizada como barreira à sua entrada nos países importadores.

A carne de rã ofertada pelo mercado externo é basicamente oriunda da caça, praticada em países do Terceiro Mundo, com caráter extrativista e de baixo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTON, J. C., SAFFLE, R. L. Emulsifying capacity of muscle protein: phase volumes at emulsion collapse. **J. Food Sci.**, v.37, n.6, p.904-906, 1972.

ADDIS, P. B. Poultry muscle as food. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Academic Press, 1986. p.372-401.

ADOLPH, E. F. **Some differences in responses to low temperatures between warm-blooded and cold-blooded vertebrates**. [S. l.: s. n.], 1951. não-paginado.

ALBINATI, F. L. **Avaliação dos diferentes métodos de insensibilização e sangria de rãs**. Viçosa: UFV, 1994. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

ANDREWS, W. H., WILSON, C. R., POELMA, P. L., ROMERO, A. Comparison of methods for the isolation of Salmonella from imported frog legs. **Applied Environ. Microbiol.**, v.33, n.19, p.65-68, 1977.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Washington: AOAC, 1984. 1141p.

AWAD, A. A., DIEHL, J. F. Physical changes in irradiated trout (*Salmo gairdneri*). **J. Food Sci.**, v.40, n.2, p.319-321, 1975.

- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat **Can. J. Animal Sci.**, v.76, n.3, p.455-457, 1996.
- BARBUT, S. Occurrence of pale soft exudative meat in mature turkey hens. **British Poultry Sci.**, v.38, n.1, p.74-77, 1997.
- BENDALL, J. R. Post-mortem changes in muscle. In: BOURNE, G. H. **The structure and function of muscle**. 2. ed. New York: Academic Press, v.2, 1973. p.343-349.
- BORTON, R. J., WEBB, N. B., BRATZLER, L. J. Emulsifying capacities and emulsion stability of dilute meat slurries from various meat trimmings. **Food Technol.**, v.22, n.4, p.506-508, 1968.
- BOUTON, P. E., HARRIS, P. V., SHORTHOSE, W. R. The effect of ultimate pH on ovine muscle: water holding capacity. **J. Food Sci.**, v.37, n.3, p.351-355, 1972.
- BRADFORD, D. F. Temperature modulation in a high-elevation Amphibian, *Rana muscosa*. **Copeia**, v.4, p.966-976, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**. Brasília: DAS/DIPOA, 1995. 306p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília: DAS/DIPOA, 1980. 166p.
- BRATTSTROM, B. H. Amphibian temperature regulation studies in the field and laboratory. **Am. Zool.**, v.19, n. único, p.345-356, 1979.
- BRISKEY, E. J., SAYRE, R. N., CASSENS, R. G. Development and application of an apparatus for continuous measurement of muscle extensibility and elasticity before and during rigor mortis. **J. Food Sci.**, v.27, n.3, p.560, 1962.
- BRISKEY, E. J. Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. **Adv. Food Res.**, v.13, p.89-178, 1964.

- BROWN JR., G. W. The metabolism of Amphibia, p.1-98. In: MOORE, J. A. **Physiology of the amphibia**. New York: Academic Press, v.1, 1964. 654p.
- BUSCH, W. A., PARRISH JUNIOR, F. C., EGOLL, D. E. Molecular properties of post-mortem muscle. 4. Effect of temperature or adenosine triphosphate degradation, isometric tension parameters, and shear resistance of bovine muscle. **J. Food Sci.**, v.32, n.4, p.390-394, 1967.
- CARLSTEN, A., ERICSON, L. E., POUPA, O., WINELL, S. Heart lesions in the frog at high environmental temperature. **C. Bioch. Physiol.**, v.76A, n.3, p.583-591, 1983.
- CARPENTER, J. A., SAFFLE, R. L. A simple method of estimating the emulsifying capacity of various sausage meats. **J. Food Sci.**, v.29, n.6, p.774-781, 1964.
- CASSENS, R. G., NEWBOLD, R. P. Effect of temperature on the time course of rigor mortis in ox muscle. **J. Food Sci.**, v.32, n.3, p.269, 1967.
- CATSARAS, M. Hygienic thoughts on Salmonella in frog legs. Salmonella dans les cuisses de grenouilles. **Bull. Acad. Vet. Fr.**, v.56, p.261-270, 1983.
- CAZELLI, I. S. **Avaliação de composição centesimal da maciez de porções de carne suína e bovina, submetidas a diferentes tratamentos de congelamento, descongelamento e cocção**. Viçosa: UFV, 2000. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- CHIU, K. W., CHU, J. Y. Temperature and adrenoceptors in the frog heart. Comparative **Bioch. Physiol.**, v.49C, n.1, p.149-157, 1989.
- CHURCHILL, T. A., STOREY, K. B. Dehydration tolerance in wood frogs: A new perspective on development of amphibian freeze tolerance. **Am. J. Physiol.**, v.265, 1993.
- CODEX ALIMENTARIUS **Recommended international code of hygienic practice for the processing of frog legs**. Rome: FAO, 1984. não-paginado.

- COSTANZO, J. P., LEE, R. E. Cryoprotectant production capacity of the freeze-tolerant wood frog, *Rana sylvatica*. **Can. J. Zool.**, v.71, p.71-75, 1993.
- COSTANZO, J., LEE, R. Freeze-thaw injury in erythrocytes of the freeze-tolerant wood frog, *Rana sylvatica*. **Am. J. Physiol.**, v.261, p.R1346-1350, 1991.
- COSTANZO, J. P., LEE, R. E., WRIGHT, M. F. Effect of cooling rate on the survival of frozen wood frogs, *Rana sylvatica*. **J. Comp. Physiol. B Biochem. Syst. Environ. Physiol.**, v.161, p.225-229, 1991a.
- COSTANZO, J. P., LEE, R. E., WRIGHT, M. F. Glucose loading prevents freezing injury in rapidly cooled wood frogs. **Am. J. Physiol.**, v.261, p.R1549-R1553, 1991b.
- CRERAR, M. M., DAVID, E. S., STOREY, K. B. Electrophoretic analysis of liver glycogen phosphorylase activation in the freeze-tolerant wood frog. **Biochim. Biophys. Acta**, v.971, p.72-84, 1988.
- CROSS, H. R., DURLAND, P. R., SEIDEMAN, S. C. Sensory qualities of meat. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Academic Press, 1986. p.279-315.
- DEGANI, G., MELTZER, A. Oxygen consumption of a terrestrial toad (*Bufo viridis*) and semi-aquatic frog (*Rana ridibunda*). **Comp. Biochem. Physiol.**, v.89A, n.3, p.347-349, 1988.
- DEYRUP, I. J. Water balance and kidney. In: MOORE, J. A. **Physiology of the amphibia**, New York: Academic Press, v.1, 1964, p. 251-326.
- FAULHABER, C. Normas higiênico sanitárias para os abatedouros de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 6, 1988, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação dos Ranicultores do Estado do Rio de Janeiro, 1988. p.70-81.
- FELDHUNSEN, F., KIRSCHNER, T., KOCH, R., GIESE, W., WENZEL, S. Influence on meat color of spray-chilling the surface of pig carcasses. **Meat Sci.**, v.40, n.2, p.245-251, 1995.

- FERNANDEZ, X., TORNERG, E. The influence of high post-mortem temperature and differing ultimate pH on the course of rigor and ageing in pig Longissimus dorsi muscle. **Meat Sci.**, v.36, n.3, p.345-363, 1994.
- FIGUEIREDO, M. R. C. **Influência dos fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802)**. Viçosa: UFV, 1996. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FIGUEIREDO, M. R. C., LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A., BAETA, F. C. Desempenho de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) submetida a diferentes níveis de temperatura, em gaiolas. In: INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1; ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABETRA/UFV, 1995a. p.81.
- FONTANELLO, D., SOARES, H. A., SILVA NETO, B. C. Avaliação e rendimento de carcaças de rãs touro (*Rana catesbeiana*) provenientes de Juitiba e destinadas à comercialização. **B. Inst. Pesca**, v.8, p.111-118, 1981.
- FONTANELLO, D., SOARES, H. A., MANDELLI JUNIOR, J., SANTOS, L. E., PENTEADO, L. A., CAMPOS, B. E. S., TEIS, J. M. Estação de reprodução da *Rana catesbeiana* Shaw 1802, criadas em ranário comercial e a influência de fatores climáticos sobre o número de desovas. **B. Inst. Pesca**, v.2 (único), dez. 1984.
- FONTANELLO, D., SOARES, H. A., MANDELLI JUNIOR, J., PENTEADO, L. A., RODRIGUES, A. J., JUSTO, C. L., CAMPOS, B. E. S. Influência da densidade populacional na sobrevivência de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw 1802) em criação intensiva. **R. Fac. Med. Vet. Zoot.**, v.24, n.2, p.213-216, 1987.
- FONTANELLO, D., WIRZ, R. R., SOARES, H. A., FREITAS, E. A. N., CAMPOS, B. E. S., FERREIRA, C. M. Comparação do desenvolvimento ponderal de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), e do custo de produção de quatro sistemas de engorda: Confinamento, Anfigranja, Tanque-ilha e gaiolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 7, 1992. **Anais...** Rio de Janeiro: ARERJ, 1992. p.40-64. (Resultados parciais).

- FONTANELLO, D., WIRZ, R. R., SOARES, H. A., CAMPOS, B. E. S., FREITAS, E. A. N., FERREIRA, C. M. Comparação de quatro sistemas de engorda de rãs-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): tanque-ilha, confinamento, anfigranja e gaiolas. 1. Desenvolvimento ponderal; 2. Custo operacional. **B. Inst. Pesca**, v.20, n. único, 1993.
- FONTES, P. R. **Estudo da estabilidade da cor do sangue tratado com monóxido de carbono**. Viçosa: UFV, 1999. 140p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- FORREST, J. C., ABERLE, E. D., HEDRICK, H. B., JUDGE, M. D., MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. New York: W. H. Freeman, 1975. 417p.
- FOURNIER, P. A., GUDERLEY, H. Metabolic fate of lactate after vigorous activity in the leopard frog, *Rana pipiens*. **Am. J. Physiol.**, v.262, p.R245-254, 1992.
- FOURNIER, P. A., GUDERLEY, H. Glucosidic pathways of glycogen breakdown and glucose production by muscle from post exercised frogs. **Am. J. Physiol.**, v.265, p.R1141-R1147, 1993.
- FOURNIER, P. A., NADEAU, A., GUDERLEY, H. The pattern of catecholamine response to burst activity in leopard frogs, *Rana pipiens*. **Gen. Com. Endocrinol.**, v.95, p.125-132, 1994.
- FOURNIER, P. A., PETROF, E., GUDERLEY, H. The glucosidic pathways and glucose production by frog muscle. **J. Biol. Chem.**, v.267, n.12, p.8234-8237, 1992.
- FOXON, G. E. H. Blood and respiration. In: MOORE, J. A. **Physiology of the amphibia**. New York: Academic Press, v.1, 1986. p.151-209.
- FREMERY, D., POOL, M. F. Biochemistry of chicken muscles as related to *rigor mortis* and tenderization. **Food Res.**, v.25, n.1, p.73-87, 1960.
- FRONING, G. W., UIJTENBOOGAART, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH, and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Sci.**, v.67, p.1536-1544, 1988.

- GAUTHEY, G. Process for preserving the aromas of preserved cooked dishes and cooked dishes obtained by the said process. **French Patent** 2.086.740, 1971.
- GOMIDE, L. A. M. **Integration of production and post mortem technologies for improvement of USDA select grade beef**. West Lafayette: Purdue University, 1992. 165p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Purdue University, 1992.
- GOMIDE, L. A. M. **Efeitos da relação umidade:proteína e do teor de gordura sobre a estabilidade de salsichas enlatadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- GOODFELLOW, S. J. Higiene e qualidade. In: PRICE, J. F., SCHWEIGERT, B. **S. Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia. 1994. p.480-563.
- GREASER, M. L. Conversion of muscle to meat. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Academic Press, v.1, 1986. p.37-87.
- HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Academic Press, v.1, 1986. p.135-192.
- HILLYARD, S. D. Behavioral, molecular and integrative mechanisms of amphibian osmoregulation. **J. Exp. Zool.**, v.283, n.7, p.662-674, 1999.
- HOLMES, F. -L. The old martyr of science: the frog in experimental physiology. **J. Hist. Biol.**, v.26, n.2, p.311-328, 1993.
- HOLZ, R. E., SMITD, T. M., OLIVEIRA, J. J. **Elementos básicos para a criação de rãs**. Brasília: SUDEPE, 1986. 72p.
- HONIKEL, K. O., REAGAN, J. O. Influence of different chilling conditions on hot-boned pork. **J. Food Sci.**, v.24, n.3, p.766-768, 1986.
- HONIKEL, K. O., FISCHER, C. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. **J. Food Sci.**, v.42, n.6, p.1633-1636, 1977.

- HONIKEL, K. O., HAMID, A., FISCHER, C., HAMM, R. Influence of *post mortem* changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. *Post mortem* storage of muscle at various temperatures between 0 and 30°C. **J. Food Sci.**, v.46, n.1, p.23-25; 31, 1981a.
- HONIKEL, K. O., FISCHER, C., HAMID, A., HAMM, R. Influence of *post mortem* changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. *Post mortem* storage of muscle at 20°C. **J. Food Sci.**, v.46, n.1, p.1-6, 1981b.
- HUSS, H. H. **El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.** Manual de capacitación preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad. Roma: FAO, 1988. 132p.
- IVEY, F. J., WEBB, N. B., JONES, V. A. The effect of disperse phase droplet size and interfacial film thickness on the emulsifying capacity and stability of meat emulsions. **Food Technol.**, v.24, n.11, p.1279-1281, 1970.
- JACKSON, D. C. Respiratory control and CO₂ conductance: temperature effects in a turtle and a frog. **Res. Physiol.**, n.33, p.103-114, 1978.
- JUDGE, M. D., ABERLE, E. D., FORREST, J. C., HEDRICK, H. B., MERKEL, R. A. **Principles of meat science.** 2. ed. Iowa: Kendall Hunt Publ., 1989. 351p.
- JUNGK, R. A., SNYDER, H. E., GOLL, D. E., McCONNELL, K. G. Isometric tension changes and shortening in muscle. **J. Food Sci.**, v.32, n.2, p.158, 1967.
- KASTENSCHMIDT, L. L. The metabolism of muscle as a food. In: BRISKEY, E. J., CASSENS, R. G., MARSH, B. B. **The physiology and biochemistry of muscle as a food.** Madison: University of Wisconsin Press, 1970. p.68-93.
- KHAN, A. W., LENTZ, C. P. Influence of ant-mortem glycolysis and dephosphorilation of high energy phosphates on beef aging and tenderness. **J. Food Sci.**, v.38, n.1, p.56-58, 1973.
- KING, P. A., ROSHOLT, M. N., STOREY, K. B. Adaptations of plasma membrane glucose transport facilitate cryoprotectant distribution in freeze-tolerant frogs. **Am. J. Physiol.**, Regulatory Integrative Comp. Physiol., v.265, n.34, p.R1036-R1042, 1993.

- KINSELLA, J. E. Functional properties of proteins in food: A survey. **CRC Crit. Rev. in Food Sci. and Nutr.**, v.7, n.3, p.219-280, 1976.
- KLING, K. B., COSTANZO, J. P., LEE JUNIOR, R. E. Post-freeze recovery of peripheral nerve function in the freeze-tolerant wood frog, *Rana sylvatica*. **J. Comp. Physiol. B Biochem. Syst. Environ. Physiol.**, v.164, p.316-320, 1994.
- KNEIFEL, W., PAQUIN, P., ABERT, T., RICHARD, J. P. Water-holding capacity of proteins with special regard to milk proteins and methodological aspects - A review. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.7, p.2027-2041, 1991.
- KOBAL JUNIOR., J., SARTORIO JUNIOR, L. **Química analítica quantitativa**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1982. 230p.
- LAYNE, J. R., FIRST, M. C. Resumption of physiological functions in the wood frog (*Rana sylvatica*) after freezing. **Am. J. Physiol.**, Regulatory Integrative Comp. Physiol., v.261, n.30, p.R134-R137, 1991.
- LAYNE, J. R., LEE, R. E. Glucose may reduce ice formation in the freeze tolerant frog (*Rana sylvatica*). **FASEB J.**, v.4, p.A552, 1990. (Abstr.).
- LARSEN, N. Physiology of molting. In: LOFTS, B. **Physiology of the amphibia**. v.3, New York: Academic Press, 1976. p.54-100.
- LAWRIE, R. A. **Meat science**. 3. ed. New York: Pergamon Press, 1979. 451p.
- LEMOS, A. L. S. C., ANTUNES, A. J. Changes in lipids of bullfrog (*Rana Catesbeiana*) muscle during frozen storage and its relationship to myofibrillar proteins stability. **Alimentos e Nutrição**, v.5, p.57-63, 1993/1994.
- LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. **A criação de rãs**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 187p.
- LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa: UFV, 1992. 168p.

- LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A., PACHECO, A. Instalações de ranários I: Evolução dos protótipos modulares para criação intensiva da rã-manteiga, *Leptodactylus ocellatus* (L.) (*Amphibia, Anura, Leptodactilidae*). **R. Soc. Bras. Zoot.**, v.15, n.3,p.247-262, 1986.
- LIMA, M. H., STOREY, K. B. Role of antioxidant defenses in the tolerance of severe dehydration by anurans. The case of the leopard frog *Rana pipiens*. **Mol. Cel. Bioch.**, v.189, n.1-2, p.79-89, 1998.
- LOAIZA, J. F. U. **Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de carne de rã (*Rana catesbeiana*) estocada sob refrigeração e congelamento.** Viçosa: UFV, 1996. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- MARFULL, J. M. Z. **Uso do papel indicador de pH na carne bovina pela técnica do “bisturi oco”. Relação entre o pH e a capacidade de retenção de água.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 189p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- MILLER, K. Effect of temperature on sprint performance in the frog *Xenopus laevis* and the salamander *Nectorus maculosus*. **Copeia**, n.3, v.3, p.695-698, 1982.
- MILLER, K., ZOGHBY, G. M. Thermal acclimation of locomotor performance in anuran amphibians. **Can. J. Zool.**, n.64, p.1956-1960, 1986.
- MURALIDHARA-RAO, N., NANDY, S. C. Salmonella and other organisms of Enterobacteriaceae family associated with frog legs [Food contamination]. **Indian Vet. J.**, v.53, p.163-167, 1976.
- MURALIDHARA-RAO, N., NANDY, S. C. Inhibition of Salmonella in frog legs by bronidiol Food processing. **Indian Vet. J.**, v.58, p.343-347, 1981.
- NGOKA, D. A., FRONING, G. W, LOWRY, S. R., BADJI, A. S. Effects of sex, age, preslaughter factors and holding conditions on the quality characteristic and chemical composition of turkey breast muscle. **Poultry Sci.**, v.61, n.10, p.1996-2003, 1982.

- NOGUEIRA, M. G. A., MOREIRA, Y. K., REIS, J. H., JUNG, L. Fungi flora of frog meat (*Rana catesbeiana*, Shaw-1802) slaughtered for human consumption. **R. Microbiol.**, v.23, n.2, p.112-116, 1992.
- O'CONNOR, M. P., TRACY, C. R. Thermoregulation by juvenile toads of *Bufo woodhousi* in the field and the laboratory. **Copeia**, n.3, p.865-876, 1992.
- OFFER, G. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Sci.**, v.30, n.2, p.157-184, 1991.
- OGATA, T., MORI, M. Histochemical study of oxidative enzymes in vertebrate muscle. **J. Histochem. Cytochem.**, v.12, p.171-182, 1963.
- PAVLOV, A., GARCIA DE FERNANDO, G. D., ORDONEZ, J. A., HOZ, L. β -hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase (HADH) activity of unfrozen and frozen-thawed frog (*Rana esculenta*) legs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.64, p.141-143. 1994.
- PEARSON, A. M. Physical and biochemical changes occurring in muscle during storage and preservation. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Academic Press, v.1, 1986. p.103-139.
- PEARSON, A. M. La función muscular y los cambios *post-mortem*. In: PRICE, J. F., SCHWEIGERT B. S. **Ciência de la carne y los productos cárnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. p.145-199.
- PEIXOTO, F. S., NEPOMUCENO, L. C., GOMIDE, L. A. M., MOURA, O. M., RAMOS, E. M. Características alométricas da rã touro (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802) de diferentes faixas de peso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2, 1998, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1998. p.3.
- PROCTOR, M. R. M., MCLOUGHLIN, J. V. The effects of anesthesia and electrical stunning on chemical changes in the myotomal muscle of *Salmo salar post mortem*. **Proc. Royal Irish Acad., Section-B**, v.92, n.4, p.53-59, 1992.

- PROCTOR, M. R. M., DORGAN, M., MCLOUGHLIN, J. V. The concentrations of adenosine triphosphate, creatine phosphate, glucose-6-phosphate, lactate and glycogen in skeletal muscle of marine and freshwater fish species anaesthetised with MS-222. **Proc. Royal Irish Acad., Section-B**, v.92, n.3, p.45-51, 1992.
- PUGA, F. Hygienic thoughts on Salmonella in frog legs. Salmonella dans les cuisses de grenouilles. **Bull Acad. Vet. Fr. Paris: L'Academie**, v.56, p.261-262, 1983.
- PURUSHOTHAMAN, V., JAYARAMAN, M. S., BALAPRAKASAM, R. A. Salmonella contamination of frog legs and shrimps in Madras. **Cheiron. Madras**, v.10, n.5, p.197-200, 1981.
- PUTNAM, R. W., BENNETT, A. F. Histochemical, enzymatic, and contractile properties of skeletal muscles of three anuran amphibians. **Am. J. Physiol., Regulatory Integrative Comp. Physiol.**, v.244, n.13, p.R558-R567, 1983.
- RAJAGOLAPAN, D., DESHPANDE, C. K., JOSHI, L. Estimation of D₁₀ value for Salmonella serotypes isolated from processed frozen frog legs. **Fis. Technol.**, v.27, n.2, p.160-161, 1990.
- RAMOS, E. M., GOMIDE, L. A. M., MOURA, O. M., PEIXOTO, F. S., NEPOMUCENO, L. C. Perfil de desenvolvimento e evolução do rendimento em carcaças de rãs-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBCTA, 1998. v.1, p.338-341.
- REEDER, W. G. The digestive system. In: MOORE, J. A. **Physiology of the amphibia**. New York: Academic Press, v.1, 1964. p.99-209.
- REEVES, R. B. The interaction of body temperature and acid-base balance in ectothermic vertebrates. **Ann. Ver. Physiol.**, v.39, p.559-586, 1977.
- RISMAN, C., DAVID, E., STOREY, K., CRERAR, M. Glucose and caffeine regulation of liver glycogen phosphorylase activity in the freeze-tolerant wood frog *Rana sylvatica*. **Biochem. Cell. Biol.**, v.69, p.251-255, 1991.

- ROCHA, P. L., BRANCO, L. G. S. Seasonal changes in the cardiovascular, respiratory and metabolic responses to temperature and hypoxia in the bullfrog *Rana catesbeiana*. **J. Exp. Biol.**, v.201, n.5, p.761-766, 1998.
- ROME, L. C. The effect of long-term exposure to different temperatures on the mechanical performance of frog muscle. **Physiol. Zool.**, v.56, n.1, p.33-40, 1983.
- RUBINSKY, B., WONG, S. T. S., HONG, J. S., GILBERT, J., ROOS, M., STOREY, K. B. ¹H magnetic resonance imaging of freezing and thawing in freeze-tolerant frogs. **Am. J. Physiol.**, v.266, 1994.
- SAFFLE, R. L. Meat emulsions. **Adv. Food Res.**, v.16, p.105, 1968.
- SANG, F. C., HUGH-JONES, M. E., HAGSTAD, H. V. Viability of *Vibrio cholerae* 01 on frog legs under frozen and refrigerated conditions and low dose radiation treatment. **J. Food Prot.**, v.50, n.8, p.662-664, 1987.
- SANTHANA KRISHNAN, G. Indonesian style of packing and packing-an innovation in packing frog legs for exports from India. **Seafood Exp. J.**, v.15, n.4, p.23-28, 1983.
- SARDEVA, A., SRIKAR, L. N. Changes in fatty acids of frog legs during frozen storage. **J. Food Technol.**, v.17, p.79-95, 1982.
- SCHUT, J. Meat emulsions. In: FRIBERG, S. **Food emulsions**. New York: Marcel Decker, 1976. p.89-1117.
- SHRIVASTAVA, -K. P. The occurrence of salmonellas in raw frozen frog legs import surveillance, food contamination. **J. Appl. Bacteriol.**, v.45, n.3, p.407-410, 1978.
- SILVEIRA, E. T. F. **Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína**. Campinas: UNICAMP, 1997. 247p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- STOREY, K. B., MOMMSEN, T. P. Effects of temperature and freezing on hepatocytes isolated from a freeze-tolerant frog. **Am. J. Physiol.**, v.266, p.R1477-R1482, 1994.

- STOREY, K. B., BISCHOF, J., RUBINSK, B. Cryomicroscopic analysis of freezing in the liver of the freeze-tolerant wood frog. **Am. J. Physiol.**, Regulatory Integrative Comp. Physiol., v.263, n.32, p.R185-R194, 1992.
- STOREY, K. B., STOREY, J. M. Natural freeze tolerance in ectothermic vertebrates. **Ann. Rev. Physiol.**, v.54, p.619-637, 1992.
- STOREY, K. B. Life in a frozen state: adaptative strategies for natural freeze tolerance in amphibians and reptiles. **Am. J. Physiol.**, Regulatory Integrative Comp. Physiol., v.258, n.27, p.R559-R568, 1990.
- STOREY, K. B. Glycolysis and the regulation of cryoprotectant synthesis in liver of the freeze tolerant wood frog. **J. Comp. Physiol.**, v.B157, p.373-380, 1987a.
- STOREY, K. B. Organ-specific metabolism during freezing and thawing in a freeze-tolerant frog. **Am. J. Physiol.**, Regulatory Integrative Comp. Physiol., v.253, n.22, p.R292-R297, 1987b.
- STOREY, K. B., STOREY, J. M. Freeze tolerant frogs: cryoprotectants and tissue metabolism during freeze-thaw cycles. **Can. J. Zool.**, v.64, n.1, p.49-56, 1986a.
- STOREY, K. B., STOREY, J. M. Freeze tolerance and intolerance as strategies of winter survival in terrestrially-hibernating amphibians. **Comp. Biochem. Physiol.**, v.83A, p.613-617, 1986b.
- STOREY, J. M., STOREY, K. B. Triggering of cryoprotectant synthesis by the initiation of ice nucleation in the freeze tolerant frog, *Rana sylvatica*. **J. Comp. Physiol. B Biochem. Syst. Environ. Physiol.**, v.156, p.191-195, 1985.
- STOREY, K. B., STOREY, J. M. Biochemical adaptation for freezing tolerance in the wood frog, *Rana sylvatica*. **J. Comp. Physiol.**, v.B155, n.1, p.29-36, 1984.
- STROMER, M. H., GOLL, D. E. Molecular properties of post-mortem muscle. 3. Electron microscopy of myofibrils. **J. Food Sci.**, v.32, n.4, p.386-389, 1967.
- STRYER, L. **Biochemistry**. 3. ed. New York: W. H. Freeman, 1988. 1089p.

- SWIFT, C. E., LOCKETT, C., FRYAR, A. J. Comminuted meat emulsions - The capacity of meats for emulsifying fat. **Food Technol.**, v.15, n.11, p.468-473, 1961.
- SWIFT, C. E., SULZBACHER, W. L. Comminuted meat emulsions: factors affecting meat protein as emulsion stabilizers. **Food Technol.**, v.17, p.224, 1963.
- SWIFT, C. E., BERMAN, M. D. Factors affecting the water retention of beef. I. Variations in composition and properties among eight muscles. **Food Technol.**, v.13, p.365-369, 1959.
- VIZOTTO, L. D. Aspectos técnicos da ranicultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 1, 1979. **Súmula das atividades**. [s.l.]: SUDEPE, 1979. p.27-67.
- VIZOTTO, L. D. Ranicultura brasileira. **Bol. Assoc. Nac. Ran.**, n.4, p.41-45, 1986.
- WAL, P. G., BOLINK, A. H., MERKUS, G. S. M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Sci.**, v.24, p.79-84, 1988.
- WARKENTIN, K. M. Effects on temperature and illumination on feeding rates of green frog tadpoles (*Rana clamitans*). **Copeia**, n. 3, p.725-730, 1992.
- WARNER, R. D., KAUFFMAN, R. G., GREASER, M. L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Sci.**, v.45, n.3, p.339-352, 1997.
- WEBB, N. B., IVEY, F. J., CRAIG, H. B., JONES, V. A., MONROE, R. J. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. **J. Food Sci.**, v.35, n.4, p.501-504, 1970.
- WISMER-PEDERSEN, J. Water. In: PRICE, J. F., SCHWEIGERT, B. S. **The science of meat and meat products**. 2. ed. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1971. p.177.

APÊNDICES

APÊNDICE A

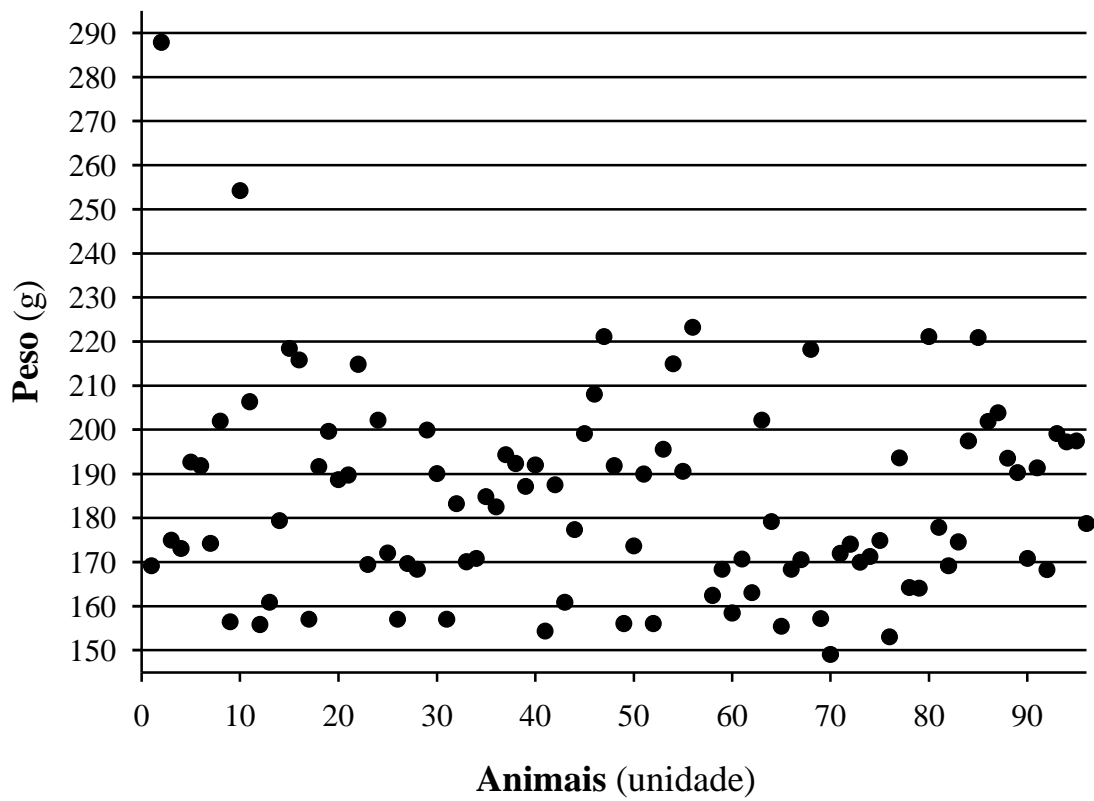


Figura 1A - Distribuição, em peso, dos animais utilizados no ensaio 1.

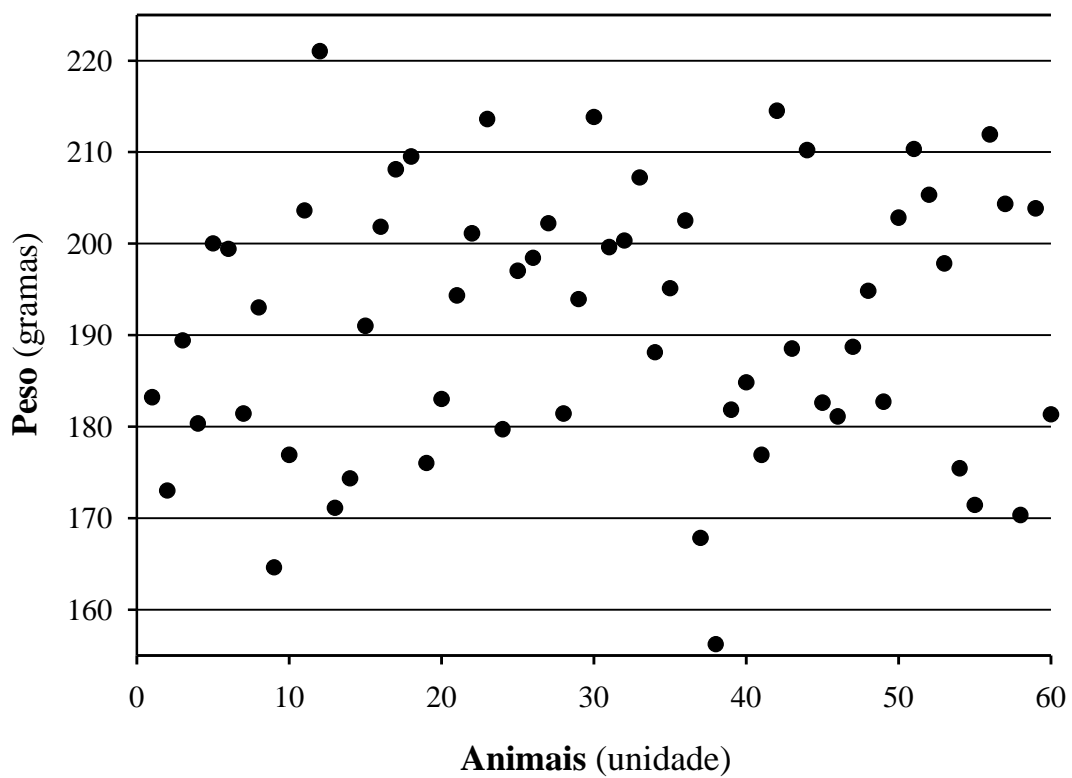


Figura 2A - Distribuição, em peso, dos animais utilizados no ensaio 2.

Quadro 1A - Valores médios de pH em razão dos tratamentos e do tempo (T) *post mortem*

Insensibilizações	T (tempo em horas)						
	0	1	2	4	8	16	32
Quimionarçose	7,26a	7,15a	7,05a	6,92a	6,69a	6,49a	6,19a
Eletronarçose	6,98b	6,76b	6,68b	6,61b	6,38b	6,20b	6,04b
Termonarçose	7,33a	7,13a	6,97a	6,86a	6,64a	6,38a	6,10ab

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 2A - Valores médios de L em razão dos tempos (T) *post mortem* nos respectivos tratamentos com sangrias e insensibilizações

Tempo	Com Sangria			Sem Sangria		
	Quimio-narçose	Eletro-narçose	Termo-narçose	Quimio-narçose	Eletro-narçose	Termo-narçose
0	55,80a	54,92a	55,48a	56,45a	55,38a	54,03a
1	54,75a	53,52a	53,65a	55,48a	54,07ab	52,59b
2	54,63a	53,37a	54,31a	55,05a	53,59ab	52,51b
4	54,45a	53,35a	54,36a	54,69a	53,70a	52,31a
8	54,15a	53,21a	54,03a	51,23b	53,90a	51,84ab
16	54,34a	53,43a	55,14a	53,52ab	54,77a	51,74b
32	58,33a	57,86a	59,97a	56,67b	59,92a	54,44b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 3A - Valores médios de L em razão dos tempos (T) *post mortem* nos respectivos tratamentos com insensibilizações e sangrias

Tempo	Quimionarcose		Eletronarcose		Termonarcose	
	Sangria		Sangria		Sangria	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
0	55,80a	56,45a	54,92a	55,38a	55,48a	54,03a
1	54,75a	55,48a	53,52a	54,07a	53,65a	52,59a
2	54,63a	55,05a	53,37a	53,59a	54,31a	52,51a
4	54,45a	54,69a	53,35a	53,70a	54,36a	52,31a
8	54,15a	51,23b	53,21a	53,90a	54,03a	51,84b
16	54,34a	53,52a	53,43a	54,77a	55,14a	51,74b
32	58,33a	56,67a	57,86a	59,92a	59,97a	54,44b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha em cada tratamento não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 4A - Valores médios de vermelho (a) em razão das sangrias e dos tratamentos com insensibilizações

Sangria	Quimionarcose	Eletronarcose	Termonarcose
Com	-0,6067aB	0,0720aA	-0,7086bB
Sem	-0,4099aB	-0,1869aB	0,2217aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelos testes F e de Tukey, respectivamente.

Quadro 5A - Valores médios de vermelho (**a**) em razão dos tratamentos com sangrias e dos tempos (T) *post mortem*

Sangria	T (tempo em horas)						
	0	1	2	4	8	16	32
Com	-0,2677b	-0,2775a	-0,3240a	-0,1373a	-0,3490a	-0,6567a	-0,8890b
Sem	0,3527a	-0,0008a	-0,1402a	0,0081a	-0,0956a	-0,5852a	-0,4142a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6A - Valores médios de amarelo (**b**) em razão do tempo (T) *post mortem* e dos tratamentos com insensibilizações

Insensibilização	T (tempo em horas)						
	0	1	2	4	8	16	32
Quimionarcose	2,45ab	2,39b	2,19b	2,23a	2,22a	2,33a	3,96ab
Eletronarcose	2,70a	3,22a	3,03a	2,73a	2,70a	2,88a	4,38a
Termonarcose	2,07b	2,38b	2,36b	2,20a	2,19a	2,46a	3,65b

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 7A - Valores médios de amarelo (**b**) em razão do tempo (T) *post mortem*, das sangrias e dos sexos

Tempo	Com Sangria		Sem Sangria	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
0	2,09a	2,27a	2,71a	2,56a
1	2,35a	2,61a	3,02a	2,67a
2	2,11a	2,52a	2,77a	2,70a
4	2,27a	2,39a	2,50a	2,38a
8	2,12a	2,34a	2,55a	2,48a
16	2,5a	2,57a	2,66a	2,49a
32	3,90a	3,86a	3,98a	4,25a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha em cada tipo de sangria não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 8A - Valores médios de R em razão dos tempos (T) *post mortem* nos respectivos sexos e tratamentos com insensibilizações

Tempo	Macho			Fêmea		
	Quimio-narcore	Eletro-narcore	Termo-narcore	Quimio-narcore	Eletro-narcore	Termo-narcore
0	0,95a	0,93a	0,91a	0,94a	0,95a	0,92a
1	0,97a	0,93a	0,93a	0,95a	0,97a	0,94a
2	0,97a	0,96a	0,96a	0,95a	0,97a	0,96a
4	1,00a	0,97a	0,97a	0,98a	0,96a	0,97a
8	1,05a	1,05a	1,03a	1,06a	1,03a	1,00a
16	1,13a	1,13a	1,13a	1,14a	1,15a	1,06b
32	1,37a	1,34a	1,24b	1,29b	1,37a	1,32ab

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha por sexo não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 9A - Valores médios de R em razão dos tempos (T) *post mortem* nos respectivos tratamentos com insensibilizações e dos sexos

Tempo	Quimionarcese		Eletronarcese		Termonarcese	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
0	0,95a	0,94a	0,93a	0,95a	0,91a	0,92a
1	0,97a	0,95a	0,93a	0,97a	0,93a	0,94a
2	0,97a	0,95a	0,96a	0,97a	0,96a	0,96a
4	1,00a	0,98a	0,97a	0,96a	0,97a	0,97a
8	1,05a	1,06a	1,05a	1,03a	1,03a	1,00a
16	1,13a	1,14a	1,13a	1,15a	1,13a	1,06b
32	1,37a	1,29b	1,34a	1,37a	1,24b	1,32a

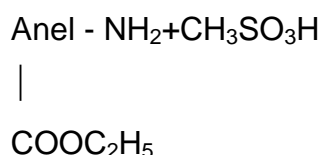
As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha em cada tipo de tratamento não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

APÊNDICE B

ANESTÉSICO - ETHYL-M-AMINO BENZOATE METHANE SULPHONATE (MS - 222)

O MS-222, produzido pela Sandoz (hoje controlada pela Novartis Biociências S.A.), é também produzido pela “Argent Chemical Laboratories” com o nome de Finquel e consta de sua bula (informações do fabricante):

- a) Finquel é adequado para a imobilização temporária de peixes, anfíbios e outros animais aquáticos de sangue frio. Foi reconhecido há muito tempo como valiosa ferramenta para manipulação formal desses animais durante desova manual, pesagem, medições, marcações, operações cirúrgicas, transporte, fotografia e pesquisa.
- b) Não usar o peixe como alimento antes de 21 dias após a aplicação. Quando usado em peixes para consumo alimentar, o uso deve ser restringido a *Ictaluridae*, *Salmonidae*, *Esocidae* e *Percidae*, e a temperatura da água deve exceder a 10°C. Em outros peixes e animais de sangue frio (pecilotérmicos), Finquel deve ser limitado a incubadoras ou uso de laboratório.
- c) Finquel é o etiléster ácido benzóico de meta-amino metanossulfonato, ou simplesmente m-aminobenzoato de etilo. É, assim, um isômero de benzocaina que tem a fórmula $C_9H_{11}O_2N + CH_2SO_3H$ e a seguinte estrutura:



- d) Finquel é um pó fino, cristalino e branco. Seu peso molecular é 261,3 solúvel a 11% e forma soluções aquosas claras e incolores.
- e) Estudos de toxicologia comparativos levados a cabo com peixes e rãs deram os seguintes resultados:
- 1a. Estudos toxicológicos para peixe: a toxidez de Finquel foi medida através de métodos-padrão em bioensaios de laboratório com truta-arco-íris, truta-marrom, truta-de-riacho, truta-de-lago, “pike”-do-norte, “cattfish”-de-canal, “bluegill”, “largemouth bass” e “walleye”. Às 24, 46 e 96 horas, valores LC₅₀ (concentração letal para 50 por cento dos animais) para truta variou de 52 a 31 mg/litro; para “pike”-do-norte, de 56 a 48 mg/litro; para “cattfish”, de 66 a 50 mg/litro; para “bluegill” e “largemouth bass”, de 61 a 39 mg/litro; e para “walleye”, os valores eram de 49 a 46 mg/litro.
 - 1b. Índice de segurança: o índice de segurança para Finquel se referiu à margem entre concentrações que causam anestesia e mortalidade. Eles são expressos pelo quociente da concentração letal para 50 por cento dos peixes (LC₅₀) e da concentração efetiva para 50 por cento dos peixes (EC₅₀).
 2. Estudos de toxidez para estas: rãs foram postas em várias concentrações de Finquel durante 30 minutos e, então, transferidas para água corrente para determinar o LC₅₀. O LC₅₀ foi de 6,2 por cento de Finquel. Então, o anestésico deve ser usado em concentração muito alta antes que seja fatal a rãs. No geral, para a espécie *Rana*, a dosagem sugerida foi de 1:1000; para a rã-leopardo e *Rana pipiens*, 1:3000; e para rã-madeira (*Rana sylvatica*), 1:8000, com duração da anestesia de 30, 30 e 5-10 min, respectivamente, sem causar efeito adverso nos animais.

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO (1) PERFIL DA INDÚSTRIA DE RÃS

Prezado participante,

Os dados deste questionário serão utilizados somente com a finalidade de pesquisa e como resultado do projeto “PLATARAN – Problemas da Produção, Abate/Processamento e Comercialização dos Produtos da Ranicultura”. Os dados serão analisados no conjunto de todos os participantes. As informações da unidade nele contidas serão resguardadas, sendo de caráter confidencial, não havendo qualquer tipo de divulgação, tanto das pessoas quanto das empresas envolvidas.

Atenciosamente,

A Coordenação

I) IDENTIFICAÇÃO

Questionário Número _____ Agente _____

Data: _____ de 199__ Início: _____ hs Término _____ Hs

Indústria: _____

Inscr. Est.: _____ CGC: _____

Nº. Serviço de Inspeção: _____ Fed. (___) Est. (___) Mun. (___)

Característica: Cooperativa Soc. Civil Individual S/A

Somente Abate Abate e Processamento

Somente Rãs Entrepasto Misto

Diretor-Geral: _____

Diretor-Técnico: _____

Diretor-Comercial: _____

Localização

Rua _____, N.º. _____

Bairro _____ Cep _____

Cidade _____ UF _____

Tel.: _____ Fax _____ E-mail _____

Macrorregião _____ Microrregião _____

II) PROJETO FÍSICO

1) Da idealização até a concretização

- até 3 meses
- até 6 meses
- até 1 ano
- mais de 1 ano

2) Profissionais responsáveis

- engenheiro civil
 - arquiteto
 - engenheiro civil em colaboração com engenheiro mecânico
 - arquiteto em colaboração com engenheiro mecânico
 - outros
- (especificar): _____

3) O projeto contempla

- construção em linha Sim Não
- baias de recuperação e dieta hídrica
- câmara de estocagem para animais em letargia
- área suja
- área limpa
- setor de embalagem
- câmara de estocagem
- silo de gelo

- vestiários e sanitários masc. no prédio da indústria
 fora do prédio da indústria
- vestiários e sanitários fem. no prédio da indústria
 fora do prédio da indústria
- estoque de embalagem no prédio da indústria
 fora do prédio da indústria
- dependência administrativa no prédio da indústria
 fora do prédio da indústria
- Dep. pessoal da inspeção no prédio da indústria
 fora do prédio da indústria
- outras (especificar) : _____

III) PROJETO TÉCNICO

4) Dos profissionais responsáveis

- engenheiro de pesca
- engenheiro-agrônomo
- engenheiro de alimentos
- veterinário
- outros (especificar): _____

5) Dos estudos efetuados

- de mercado
- da produção de matéria-prima
- de produto
- de viabilidade econômica
- outros (especificar): _____

IV) OBTENÇÃO DO REGISTRO

6) Aprovação (SIF, ou equivalente, estadual ou municipal)

- até 3 meses
- até 6 meses
- até 1 ano
- mais de 1 ano

7) Dificuldades na aprovação

- com o poder público municipal
- com o poder público estadual
- com o poder público federal
- com órgão do meio ambiente
- sem dificuldade

V) EXECUÇÃO DO PROJETO

8) Recursos

- recursos próprios
- cotização entre os cooperados

- cotização entre os associados
- empréstimo com particulares
- empréstimo no sistema bancário
- outras fontes (especificar): _____

9) Administração da obra

- administração própria
- administrada por empreiteiro (contrato pessoa física)
- administrada por empreiteira (contrato pessoa jurídica)
- administrada pelos projetistas (contrato pessoa física)
- Administrada por construtora (contrato pessoa jurídica)

10) Do acompanhamento dos projetistas na execução da obra

- visitas semanais
- parcial, visitas mensais
- parcial, visitas bimensais
- sem acompanhamento

11) Principal dificuldade encontrada (descrever): _____

VI)..DOS EQUIPAMENTOS

12) Da linha de abate

- tinas de água e gelo (insensibilização)
- dispositivo de choque (insensibilização)
- nora de transporte entre as seções
- calhas ao longo da linha
- esterilizadores de facas e tesouras
- pré-resfriador
- balança (até 20 kg)
- Mesa de operação de aço inoxidável
 outras (especificar): _____
- embaladora simples (selagem)
- embaladora a vácuo
- Congelamento rápido de placa de contato
 c/ circulação forçada de ar
 criogênico
 de imersão em líquido
- balança (acima de 20 kg)
- freezers
- câmara frigorífica

13) Do processamento

- desossadeira mecânica
- moedor de carne
- "cuttter"
- embutideira
- recravadora
- outras (especificar): _____

VII) DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

14) Área construída

- () até 200 m²
- () até 300 m²
- () até 400 m²
- () acima de 400 m²

15) Capacidade de abate: animais por hora

- () até 200
- () até 400
- () até 500
- () acima de 500

16) Turno de 8 horas

- () 1 turno
- () 3 turnos
- () outros (especificar) : _____
- () 2 turnos

17) Faixa de peso dos animais de abate

- () até 150 g
- () de 150 a 200 g
- () de 200 a 250 g
- () acima de 250 g
- média aproximada: _____
- média aproximada: _____
- média aproximada: _____

18) Produção efetiva em carcaça por turno (8 horas ou especificar: ____)

- () até 19,0 kg
- () 20,0 a 24,0 kg
- () 25,0 a 29,0 kg
- () 30,0 a 34,0 kg
- () 35,0 a 39,0 kg
- () 40,0 a 49,0 kg
- () 50,0 a 59,0 kg
- () 60,0 a 69,0 kg
- () acima de 70 kg

19) Aproveitamento de subprodutos (produção por turno de ____ horas)

- () aproveitamento da pele _____ kg
- () aproveitamento do fígado _____ kg
- () aproveitamento do corpo gorduroso _____ kg
- () aproveitamento do oviduto _____ kg
- () aproveitamento das ovas _____ kg
- () aproveitamento dos rejeitos _____ kg
- () não há aproveitamento

20) Destino dos aproveitamentos

- Especificar por item: _____

21) Cortes e aproveitamento da carcaça

- () carcaça inteira
- () coxas individuais
- () coxas aos pares
- () dorso

22) Processamento

- () dorso desossado
- () croquete
- () lingüiça
- () patê de fígado
- () hambúrguer
- () extração de óleo
- () outros embutidos (especificar): _____

23) Forma de embalagem (marcar mais de 1 item se for o caso)

- unitária (1 carcaça)
- 3 peças (carcaças)
- 250 g(embalagem secundária)
- 500 g (embalagem secundária)
- 1,0 kg (embalagem secundária)
- 5,0 kg (embalagem terciária)
- 10,0 kg (embalagem terciária)
- acima de 10 kg (embalagem terciária)
- outras (especificar): _____

VIII) FORNECEDORES

24) Origem dos animais

- produção própria
- produção originada de integrados
- produção originada de associados
- produção originada de rancultores independ. (terceiros)
- produção própria e de terceiros

25) Raio de ação

- local
- até 300 km
- até 1.000 km
- até 100 km
- até 500 km
- acima de 1.000 km

26) Sistema de aquisição para o processo

- compra dos animais vivos
- compra da carcaça limpa
- arrendamento das instalações:
 - p/kg carcaça a R\$ _____
 - p/hora a R\$ _____
 - p/dia a R\$ _____

IX) PESSOAL

27) Número de funcionários por turno trabalho (além do gerente)

- até 5 funcionários
- até 8 funcionários
- acima de 15 func.
- do sexo masc.. (____)
- até 10 funcionários
- até 15 funcionários
- do sexo feminino (____)

28) Forma de contratação/nº de funcionários

- diaristas (____)
- serviço temporário (pessoa jurídica, contrato) (____)
- serviço temporário (pessoa física, contrato) (____)
- efetivos (____)
- misto
- Porquê da opção: _____

29) Forma de remuneração/nº de funcionários

- diária
- semanal
- Porquê da opção: _____
- quinzenal
- mensal

30) Vencimentos/nº de funcionários (mensal)

- 1 salário
- até 2 salários
- até 3 salários
- até 4 salários
- acima de 4 salários

X) MERCADO

31) Colocação do produto

- local (%) ou kg
- regional (%) ou kg
- interestadual (%) ou kg
- internacional (%) ou kg

32) Perfil da clientela

- varejo kg
- atacado até 10 kg
- atacado até 50 kg
- atacado até 100 kg
- atacado até 500 kg
- atacado acima de 500 kg

33) Entrega do produto

- na indústria
- em ponto de venda
- ao distribuidor
- no endereço do cliente
- no ponto de embarque
- misto

34) Canais de comercialização

- varejo (%) ou kg
- supermercado (%) ou kg
- restaurante (%) ou kg
- açougue (%) ou kg
- boutique de carne (%) ou kg
- peixaria (%) ou kg

XI) APRESENTAÇÃO

35) Embalagem

- Embalagem primária, tipo: _____
- Embalagem secundária, tipo: _____
- Embalagem terciária, tipo: _____

36) Conservação

- Congelada (%) ou kg
- Resfriada (%) ou kg

XII) CUSTOS

37) Preço praticado por kg de rã viva: R\$ _____

38) Custo do abate por kg de carcaça: R\$ _____

39) Preço praticado na venda a varejo: R\$ _____

40) Preço praticado na venda por atacado: R\$ _____

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO (2) PERFIL DA INDÚSTRIA DE RÃS

Prezado participante,

Os dados deste questionário serão utilizados somente com a finalidade de pesquisa e como resultado do projeto “PLATARAN – Problemas da Produção, Abate/Processamento e Comercialização dos Produtos da Ranicultura”. Os dados serão analisados no conjunto de todos os participantes. As informações da unidade nele contidas serão resguardadas, sendo de caráter confidencial, não havendo qualquer tipo de divulgação, tanto das pessoas quanto das empresas envolvidas.

Atenciosamente,

A Coordenação

Este questionário está dividido em quatro partes. Uma parte inicial de identificação e três partes de questões com formas diferentes de respostas. A orientação para as respostas é apresentada no início de cada uma das partes.

Atenção: o questionário é de preenchimento **INDIVIDUAL**.

Parte I

Preencha os espaços em branco ou assinale uma alternativa, conforme a situação do seu abatedouro.

- 1- Abatedouro: _____
 Endereço: _____
 Telefone/fax: _____
- 2- Situação de Inspeção: Federal (___) Estadual (___) Municipal: (___)
- 3- Nº. de funcionários: Interior ou igual a 5 (___) De 6 a 10 (___)
 De 11 a 15 (___) Superior ou igual a 16 (___)
- 4- Cargo ou função do respondente _____
- 5- Produção média: _____ kg por mês
- 6- Formação do responsável técnico:
 Primária (___) Secundária (___)
 Técnico de nível médio (___) área: _____
 Graduado(___) área: _____
 Pós-graduado(___) área: _____

Parte II

Por favor, preencha os parênteses ao lado de cada sentença com o **número** que melhor corresponda à realidade do seu abatedouro, conforme a escala apresentada abaixo:

- 1- Concordo totalmente
 - 2- Concordo em parte
 - 3- Discordo em parte
 - 4- Discordo totalmente
 - 5- Não disponho de informações para responder
- 1- Os equipamentos do abatedouro são inspecionados para manutenção periodicamente (___)
- 2- Há equipamentos fora de uso no abatedouro (___)
- 3- Há situações de risco de acidentes de trabalho no abatedouro (___)
- 4- Funcionários acidentados recebem assistência médica imediata (___)
- 5- Existem programas no abatedouro que visam reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho (___)
- 6- A estrutura, "layout" e instalações do abatedouro seguem recomendações do Ministério da Agricultura (___)
- 7- O nível de treinamento dos funcionários possibilita a suficiente operacionalização do abatedouro (___)
- 8- O fluxo de operações no abatedouro segue uma seqüência lógica (___)

- 9- Em algumas operações na linha de abate, ocorrem atrasos (___)
- 10- O consumo de insumos básicos como eletricidade, água e gás para operacionalização não é excessivo (___)

Escala: 1- Concordo totalmente
2- Concordo em parte
3- Discordo em parte
4- Discordo totalmente
5- Não disponho de informações para responder

- 11- Há programas formais para evitar o desperdício (___)
- 12- Há procedimentos documentados que visam à melhoria da qualidade da carne processada (___)
- 13- Há reclamações dos clientes quanto ao produto processado (___)
- 14- Há reclamações da clientela do abatedouro, em relação ao atendimento (___)
- 15- O abatedouro dispõe de programas formais para reduzir o nível de reclamações (___)
- 16- O abatedouro dispõe de programas formais para estoque de segurança (___)
- 17- Existe espírito de equipe no trabalho (___)
- 18- Todos os funcionários concordam quanto ao cumprimento das normas da organização (___)
- 19- A legislação trabalhista é cumprida pela empresa (___)
- 20- Existe comportamento ético entre os funcionários integrantes da equipe (___)
- 21- Os chefes transferem conhecimento técnico aos seus funcionários, tornando possível a utilização desses conhecimentos na prática (___)
- 22- Os chefes admitem o erro quando ele ocorre (___)
- 23- Existe transferência de tecnologia entre os abatedouros (___)
- 24- O rodízio de funções entre os profissionais do abatedouro é realizado, permitindo aos funcionários diversificar as suas capacidades (___)
- 25- Os funcionários, de modo geral, se encontram motivados para a produção de serviços de qualidade (___)
- 26- O abatedouro aceita inovações tecnológicas (___)
- 27- A taxa de absenteísmo (falta de funcionários) é praticamente nula no abatedouro (___)
- 28- A rotatividade de pessoal é baixa (___)
- 29- Os salários pagos pela organização estão de acordo com as faixas de mercado (___)

- 30- A organização tem um plano de benefícios adequado (___)
- 31- O tempo de trabalho é um fator reconhecido pela organização (___)
- 32- O ambiente de trabalho é agradável (___)

Escala: 1- Concordo totalmente
2- Concordo em parte
3- Discordo em parte
4- Discordo totalmente
5- Não disponho de informações para responder

- 33- Não existem privilégios (favorecimentos) profissionais no abatedouro (___)
- 34- Os critérios adotados para a seleção dos animais de abate são rigorosamente cumpridos (___)
- 35- Ocorre falhas na cadeia de frio, recomendada para o transporte da carne de rã, ocorrendo a entrega de produtos fora da temperatura estabelecida (___)
- 36- Há erros no preenchimento dos rótulos das embalagens (___)
- 37- São empregados procedimentos para a avaliação da carcaça (cor, odor, hematomas, presença de material estranho) na linha de abate (___)
- 38- Os procedimentos do item anterior são eficazes, resultando na rejeição de algumas carcaças(___)
- 39- Há necessidade de novos procedimentos para seleção dos animais vivos, no momento do recebimento(___)
- 40- O tempo de congelamento rápido para os diferentes tamanhos das carcaças foi estabelecido de acordo com estudos preliminares, considerando-se o tempo necessário para a temperatura da carcaça, no ponto frio, alcançar -18°C(___)
- 41- Durante o armazenamento, há controles que alertam para variações da temperatura(___)
- 42- O controle de qualidade do produto congelado é eficiente, resultando na rejeição de algumas peças (carcaças, embalagens) fora dos padrões (___)
- 43- O abatedouro faz uso de registros de controle de qualidade (___)
- 44- Os registros de controle de qualidade seguem o modelo HACCP (___)
- 45- O pessoal que trabalha na linha de abate o fazem devidamente uniformizados (gorro, jalecos, calças, botas e luvas) (___)
- 46- A linha de abate e demais equipamentos e utensílios são regularmente lavados durante a jornada de trabalho (___)
- 47- Antes do início dos trabalhos, a linha de abate e demais equipamentos e utensílios são sanificados (___)

Parte III

Por favor, assinale **apenas uma** das alternativas de resposta para cada questão.

- 48- A periodicidade de manutenção preventiva dos equipamentos do abatedouro é:
Quinzenal () Mensal () Trimestral ()
Semestral () Outros () Não se aplica ()
- 49- O número de equipamentos quebrados no último trimestre foi:
Zero () De 1 a 3 () De 4 a 6 () Maior que 6 ()
- 50- No primeiro trimestre, o número de acidentes de trabalho ocorridos foi:
Zero () Um () Dois ()
Três () Mais que 3 ()
- 51- A periodicidade de análise da água clorada utilizada na linha de abate, quanto ao teor de cloro residual, é:
Diária () Semanal () Quinzenal ()
Mensal () Trimestral () Não se aplica ()
- 52- O número de palestras, cursos e outras atividades de formação realizadas para os funcionários, no último ano, foi:
Zero () Inferior ou igual a 2 ()
De três a cinco () Maior que 5 ()
- 53- Em termos percentuais, o total de funcionários que participaram das atividades foi:
0% () Menor que 25% () 26-50% ()
51-75% () Maior que 75% ()
- 54- Considerando o número de funcionários existentes no abatedouro ele é:
() Pequeno para o volume de atividades
() Adequado para o volume de atividades
() Grande para o volume de atividades
- 55- Considerando o recursos material disponíveis, eles são:
() Insuficientes para a operacionalização do abatedouro
() Suficientes para a operacionalização do abatedouro
() Excedentes para a operacionalização do abatedouro
- 56- De modo geral, os materiais de consumo (cloro, sabões, buchas etc.) é entregue:
() Bem antes do prazo
() No prazo
() Após o prazo
- 57- O nível de estoque de carne e de produtos encontra-se:
() Abaixo da faixa desejada
() Dentro da faixa desejada
() Acima da faixa desejada

Parte IV

Nesta etapa, as respostas são de múltipla escolha.

4a Por favor, selecione **quatro** entre as alternativas de respostas apresentadas, colocando-as em **ordem** de importância, de acordo com a escala abaixo:

- 1- Máxima importância (fundamental)
- 2- Grande importância
- 3- Média importância
- 4- Pequena importância

58- As principais causas de acidentes de trabalho no abatedouro compreendem

- Defeitos nos equipamentos
- Descuidos dos funcionários
- Ausência de orientação para a execução das atividades
- Falta de equipamentos/material de proteção
- Ausência de avisos e sinalizações
- Não há registro de acidentes no abatedouro

59- Dentre as dificuldades para realização de cursos e treinamento estão:

- Política administrativa desfavorável
- A falta de recursos financeiros
- O pequeno número de funcionários do abatedouro, o que dificulta o afastamento
- A localização do abatedouro
- A pouca divulgação dos cursos
- Outros (especificar): _____

60- No momento, o abatedouro está solicitando formalmente à administração:

- Aumento do quadro de pessoal
- Aquisição de novos equipamentos
- Treinamentos
- Modificações na estrutura física e, ou, instalações do serviço
- Serviços de manutenção
- Material de consumo
- Outros (especificar): _____

61- As principais dificuldades enfrentadas pelo abatedouro para melhorar a adequação dos seus produtos incluem:

- Política administrativa desfavorável
- Carência de recursos financeiros
- Dificuldades para contratação de novos funcionários
- Domínio deficiente das técnicas e tecnologias necessárias
- Outros (especificar): _____

62- O produto processado pelo abatedouro pode ser melhorado:

- Quanto ao aspecto sanitário
- Quanto ao aspecto físico-químico de vida de prateleira
- Quanto à embalagem
- Quanto à vida útil

- Quanto às operações da linha de abate
 Outros (especificar): _____

63- O atendimento ao público pode ser melhorado:

- Quanto à sua rapidez
 Quanto à atenção dispensada ao atendido
 Quanto às instalações do abatedouro
 Quanto aos recursos materiais utilizados
 Outros (especificar): _____

64- Há necessidade de outros/novos procedimentos de controle de qualidade para verificação da carne de rã, quanto:

- À sua sanidade
 À sua composição
 Ao seu status imunológico
 À sua estabilidade
 Outros (especificar): _____

4b. Por favor, assinale todas as alternativas que correspondem `a sua resposta.

65- As análises realizadas para controle de qualidade de água incluem:

- Coliformes
 Contagem total de aeróbios mesófilos
 Cloro residual
 Outros (especificar): _____

66- A periodicidade de avaliação da qualidade da água utilizada pelo abatedouro é:

- | | | |
|---|--------------------------------------|--|
| Diária (<input type="checkbox"/>) | Semanal (<input type="checkbox"/>) | Quinzenal (<input type="checkbox"/>) |
| Mensal (<input type="checkbox"/>) | Anual (<input type="checkbox"/>) | Não se aplica (<input type="checkbox"/>) |
| Outros (<input type="checkbox"/>) _____ | | |

67- A periodicidade de manutenção dos equipamentos é:

- | | | |
|---|--|--|
| Mensal (<input type="checkbox"/>) | Trimestral (<input type="checkbox"/>) | Semestral (<input type="checkbox"/>) |
| Anual (<input type="checkbox"/>) | Não se aplica (<input type="checkbox"/>) | |
| Outros (<input type="checkbox"/>) _____ | | |

OBS.: verifique se todas as questões foram respondidas.

No espaço abaixo, você é livre para colocar todas as considerações que achar necessário (sinta-se à vontade).

APÊNDICE E

QUESTIONNAIRE

Viçosa, January 24, 1999.

Dear Sir,

We are a research group of working with to the development and consolidation of frog production and processing in Brazil (URL: <http://www.ufv.br/dta/rana.htm>), at the Universidade Federal de Viçosa (Brasil). Our commercial production is based on bullfrog (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802)., At the moment, we are developing a project with the objective of evaluating the whole frog chain activity in the country and to know its characteristics world wide, with the purpose of defining strategies to guide the actions of the agents involved in this activity, looking to assist at the several aspects of this market and suggesting guidelines for obtaining products of international quality.

We will be vastly thankful if you could answer the attached questionnaire and send your suggestions.

The data of this questionnaire will only be used with research purpose. The data will be analyzed by the participants of this research group. The

information provided by each people through this questionnaire will be protected, being of confidential character, and its contents will not be disclosed in anyway to anyone. Be comfortable to answer only to the items that you consider pertinent.

Respectfully,

QUESTIONNAIRE

Dados Próprios / Own Data

E-Mail / E-Mail Address

Nome da companhia / Company Name

Nome / Name

Endereço / Address

CEP / ZIP-Code

Bairro / Place

País / Country

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

Telefone / Telephone number

Telefax / Fax number

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

Internet Home Page

Ramo de Comércio / Trading branch

1) Frog derived products

a- We Work with ()

c- We never worked with ()

b- We don't work anyone ()

c- We would like to work with ()

- 13) Please mark/choose the alternative(e) that reflect the truth
- a- Frog products are regularly furnished ()
 - b- The products are, usually of good appearance and of uniform size ()
 - c- You work with hole frogs ()
 - d- You work only with frog legs ()
- 14) If possible, please fill in the blanks:
- a- The amount of frog derived products that your company market annually is of approximately _____ tons.
 - b- The price you pay to the frog producer/furnisher is of about _____ U\$-FOB per kg of frog meat; _____U\$-FOB per kg of frog legs.
 - c- Freight value and other commissions expenditure represent _____ % of the price paid to the producer/furnisher.
- 15) If possible, please answer:
- a- If your company buy frog meat of any kind, do you have any information about the slaughter process ? Could you tell us about it ?
 - b- If your company slaughter live animals, what kind of legislation and/or procedures do you follow for accomplishing it ? What kind of products and or by products do you sell?

Please give as below any considerations that you deem necessary. Please, fill free to do so.

Address for postal answer:

Onofre Maurício de Moura
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Tecnologia de Alimentos
36.571-000 Viçosa-MG
Brasil