

RECUPERAÇÃO DE PROTEÍNA DE RESÍDUOS DA DESOSSA MECÂNICA DE DORSOS
DE FRANGO E SUA UTILIZAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE SALSICHA

Maria Teresa Esteves Lopes Galvão ¹³³
Engenheira de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Nelson José Beraquet ^{n.º 133}

Parcer
Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida
por Maria Teresa Esteves Lopes Galvão e aprovada pela Comissão
Julgadora em 24.06.94.

Nelson J. Beraquet

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

Campinas
Estado de São Paulo - Brasil
1994

BANCA EXAMINADORA



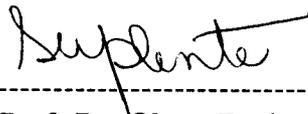
Prof. Dr. Nelson José Beraquet
(Orientador)



Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
(Membro)



Prof. Dr. Murilo Graner
(Membro)



Prof. Dr. Olavo Rusig
(Membro)

A memória de meus pais

Apparecida e Luiz

"Science is simply common sense
at its best; that is, rigidly
accurate in observation and
merciless to fallacy in logic"

Thomas Henry Huxley

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Tecnologia de Alimentos, por tornarem possível a realização do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Estudo concedida.

Ao ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, por ter facilitado a execução do meu trabalho. Particularmente agradeço a pessoa do Dr. Arlindo Sales de Oliveira, da Seção de Bioquímica pelas sugestões na fase inicial do trabalho.

Meus sinceros agradecimentos ao Dr. Nelson José Beraquet pela amizade, dedicação, orientação e principalmente, por ter me introduzido na área de pesquisa.

Aos professores, colegas e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos que muito contribuíram para a minha formação.

A todos os colegas do Centro de Tecnologia da Carne pelo auxílio, sugestões oferecidas e suporte técnico ao longo de todo o trabalho.

A Osato Alimentos S/A por ter oferecido o material utilizado nos testes de separação mecânica.

RECUPERAÇÃO DE PROTEÍNA DE RESÍDUOS DA DESOSSA MECÂNICA DE DORSO DE FRANGO E SUA UTILIZAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE SALSICHA

Candidato: Maria Teresa Esteves Lopes Galvão

Orientador: Prof. Dr. Nelson José Beraquet

RESUMO

Nesse estudo, resíduos provenientes da separação de dorsos de frango sem pele, com teor de proteína na faixa de 15,9-19,7% e teor de gordura na faixa de 8,9-11,7%, foram submetidos, numa primeira fase, a três tratamentos de extração a nível de laboratório: a) extração alcalina a pH 10,5 seguida de precipitação ácida; b) extração salina utilizando-se solução NaCl a 6% e c) hidrólise enzimática utilizando enzima alcalase com relação enzima:substrato de 2g:100g proteína. Cinco ensaios foram conduzidos para cada tratamento.

O extrato protéico proveniente da extração alcalina apresentou teores de umidade e gordura na faixa de 88,1-92,9% e 1,0-2,2%, respectivamente. O teor de proteína foi o componente que mais apresentou variações entre os ensaios, situando-se na faixa de 5,1 a 11,1%. Como no extrato alcalino, o teor de umidade do extrato salino situou-se na faixa de 88,1-91,9%. Os teores de gordura e proteína situaram-se na faixa de 1,9-4,8% e 4,1-6,3% respectivamente. A extração enzimática produziu um extrato com teores de umidade e proteína na faixa de 92,3-93,8% e 4,8-6,4%, respectivamente. O teor de gordura foi de cerca de 0,8%. Os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas entre as técnicas de extração com relação ao teor de proteína.

Numa segunda fase, com extrações realizadas a nível de planta piloto utilizou-se inicialmente dois métodos de extração: salino e enzimico. No método salino, realizado em duas épocas diferentes, o extrato protéico apresentou teor de proteína na faixa de 1,30-2,84% e baixo rendimento global, na faixa de 43,5-50,4%, devido a problemas de obstrução da centrífuga. A extração

enzímica em planta piloto, conduzida em três épocas diferentes, forneceu um extrato protéico com teor de proteína total na faixa de 5,64-8,84% e teor de nitrogênio solúvel de 0,85-1,29%. Os teores de umidade e gordura situaram-se na faixa de 89,57-93,03% e 0,61-0,74% respectivamente.

O extrato enzimico obtido em planta piloto nas três épocas foi utilizado para a elaboração de produto emulsionado tipo salsicha. Utilizou-se formulação básica contendo carne bovina e suína na proporção de 3,3 carne bovina:1,0 carne suína e toucinho. A formulação foi balanceada de modo a conter cerca de 22% de gordura e 13% de proteína. O extrato protéico foi utilizado em substituição à água adicionada.

Produtos elaborados com extrato protéico apresentaram perda de peso na cocção na faixa de 8,97-11,54%, estatisticamente inferior ao controle, nos ensaios 1 e 3, que apresentou perda de peso na faixa de 9,06-12,52%.

Com relação à análise objetiva da cor, observaram-se diferenças significativas entre as amostras ($P < 0,05$) nos parâmetros L^* , a^* e b^* . No entanto, essas diferenças variaram ao longo dos três ensaios tanto para a porção externa como para a porção interna. De uma forma geral, os valores de L^* , a^* e b^* , para a porção externa, situaram-se na faixa de 53,80 - 57,30, 15,46 - 16,54 e 12,40 - 13,95 respectivamente. Para a porção interna, os valores de L^* , a^* e b^* foram de 61,24 - 64,43, 11,43 - 12,28 e 9,77 - 10,75 respectivamente.

Os resultados da avaliação objetiva da firmeza (força de cisalhamento) indicou um pequeno aumento na maciez com a utilização do extrato protéico. No entanto, essa diferença só foi considerada estatisticamente significativa no ensaio 3. Salsichas elaboradas com extrato apresentaram força de cisalhamento de 2,44 Kgf/cm, estatisticamente inferior ao valor 2,59 Kgf/cm obtido no produto sem extrato proteico. Em nenhum dos ensaios realizados foram detectadas diferenças significativas no parâmetro maciez entre as amostras na análise sensorial. Os produtos controle e

com extrato protéico receberam pontuação na faixa de 5,46-6,18 , próximas ao valor 5, considerado ideal. Resultados similares foram obtidos com relação ao parâmetro suculência. Os produtos receberam pontuação na faixa de 4,13-5,05, próxima ao valor 5, considerado ideal.

Com relação ao sabor, não foram detectadas diferenças entre os tratamentos nos três ensaios realizados. Em todos os ensaios o sabor dos produtos foi considerado "moderadamente característico".

Não foram detectadas diferenças entre os produtos com relação a qualidade global. Os produtos controle foram considerados "moderadamente aceitáveis" e os produtos contendo extrato proteico, "ligeiramente aceitáveis".

Os resultados obtidos no presente estudo não mostraram, na etapa de laboratório, diferenças significativas entre os métodos de extração. Os teores de proteína obtidos apresentaram ampla faixa de variação. Na etapa de planta piloto houve redução do teor de proteína no extrato salino quando comparado com os teores obtidos na etapa de laboratório, havendo portanto necessidade de estudos subsequentes para otimização do processo. Com relação ao extrato enzimico os teores de proteína foram similares nas duas etapas.

O uso do extrato enzimico em formulações de produtos emulsionados tipo salsicha não afetou significativamente as características sensoriais quando comparado com produto controle.

RECOVERY OF PROTEIN FROM BONE RESIDUE OF MECHANICALLY SEPARATED CHICKEN BACKS AND ITS USE IN FRANKFURTER TYPE SAUSAGE

Candidate: Maria Teresa Esteves Lopes Galvão
Advisor: Prof. Dr. Nelson José Beraquet

SUMMARY

In this study, bone residues from the mechanical separation of chicken backs without skin, with protein and fat contents in the range of 15,9-19,7% and 8,9-11,7% were submitted to three methods of extraction in a laboratory scale and two methods in the pilot plant. The methods used in the laboratory scale were: a) alkaline extraction at pH 10,5 followed by acid precipitation; b) salt extraction using 6% NaCl solution and c) enzymatic extraction using the enzyme alcalase and enzyme:substrate ratio of 2g:100g protein. Five trials were conducted for each treatment.

The alkali extract had moisture and fat contents in the range of 88,1-92,9% and 1,0-2,2% respectively. Protein content was the component that showed larger variations in the range of 5,1-11,1%. As in the alkaline extract, moisture content from the saline extract was in the range of 88,1-91,9%. Fat and protein contents were in the range of 1,9-4,8% and 4,1-6,3% respectively. The enzymatic extraction produced an extract with moisture and protein contents of around 92,3-93,8% and 4,8-6,4% respectively. The fat content was around 0,8%. The results did not showed differences between the extraction techniques in relation to the protein content.

In the pilot plant studies the saline method and the enzymatic method were used. In the saline method, two types of centrifuge were evaluated. Two trials were conducted using the saline method of extraction. The protein extract obtained had a total protein content of around 1,30-2,84% and low yield, in the range of 43,5-50,4% because problems of obstruction with the centrifuge.

The enzymatic extraction in the pilot plant, conducted in three trials, produced a protein slurry with a total protein content in the range of 5,64-8,84% and 0,85-1,29% of soluble nitrogen. The moisture and fat content were in the range of 89,57-93,03% and 0,61-0,74% respectively.

The enzymatic extract obtained in the pilot plant in the three different trials was used to produce a frankfurter type sausage. A basic formulation containing beef meat and pork meat at a ratio of 3,3 beef meat: 1,0 pork meat and backfat was used. The formula was balanced to produce a final product with around 22% fat and 13% protein. The protein extract replaced water. Three trials were conducted for each treatment.

Products containing protein extract had lower weight loss during cooking, around 8,97-11,54%, than the control which presented weight loss in the range of 9,06-12,52%.

The objective color measurement (L^* , a^* and b^* parameters) showed significant differences ($P < 0,05$) between the products. The parameters L^* , a^* and b^* for the external portion were in the range of 53,80-57,30, 15,46-16,54 and 12,40-13,95 respectively. For the internal portion the L^* , a^* and b^* values were in the range of 61,24-64,43, 11,43-12,28 and 9,77-10,75 respectively.

The use of protein extract decreased slightly the shear force, but differences were not considered statistically significant, except in trial 3. Sausages containing protein extract had a shear value of 2,44Kgf/cm, statistically lower than the value 2,59Kgf/cm obtained in the sausage without protein extract.

Sensory analysis showed that odour, firmness, juiciness, flavor and overall quality were not affected by the protein extract.

Sausages containing protein extract and the control group received a score for firmness in the range of 5,46-6,18, close to the value 5, considered "ideal". Similar results were obtained for juiciness. The products received a score in the range of

4,13-5,05, close to the value 5, considered "ideal". In relation to flavor both products were considered "moderately characteristic".

It was not detected differences among the products in relation to overall quality. The control sausages were considered "moderately acceptable" and the sausages containing protein extract were considered "slightly acceptable".

The results obtained in this study did not show, in the laboratory scale, differences between the methods of extraction. The protein contents showed great variability. In the pilot plant scale the saline extract showed a reduction in the protein content when compared with the contents obtained in the laboratory scale. In this area it is necessary more studies to optimise the process. In relation to the enzymatic extract the protein contents were similar in the laboratory scale and pilot plant scale.

The use of enzymatic extract in formulations of frankfurter type sausage did not affect the sensory characteristics of the product.

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
1. Composição química da carne mecanicamente separada de frango de diferentes fontes	06
2. Composição aproximada de resíduos de diferentes fontes	07
3. Conteúdo mineral do resíduo de pescoço com e sem pele e carne mecanicamente separada de pescoços sem pele	09
4. Perfil de aminoácidos essenciais de músculos de frango e carne mecanicamente separada de diferentes fontes	11
5. Perfil de aminoácidos comparativo do resíduo liofilizado e o padrão caseína	12
6. Composição aproximada do extrato protéico obtido em escala de laboratório e escala piloto	16
7. Perfis de aminoácidos da carne mecanicamente separada e do extrato protéico obtido por extração alcalina ...	22
8. Formulação da massa básica de salsicha sem extrato protéico	32
9. Formulação da massa básica de salsicha com extrato protéico proveniente da extração enzimica	33
10. Condições de processamento térmico da salsicha	34
11. Composição aproximada do resíduo proveniente da desossa de dorso sem pele nas diferentes épocas	40

12. Composição aproximada dos extratos alcalinos obtidos em diferentes épocas	42
13. Composição aproximada dos extratos salinos obtidos nas diferentes épocas	44
14. Grau de hidrólise (%DH) ao longo do processo de hidrólise enzimica nas diferentes épocas	46
15. Composição aproximada dos extratos enzimicos obtidos nas diferentes épocas	48
16. Teor de proteína (base seca) dos extratos protéicos obtidos	50
17. Rendimento de extração em planta piloto e composição do resíduo e do extrato salino	51
18. Composição aproximada do resíduo ósseo utilizado para extração enzimica na planta piloto	52
19. Grau de hidrólise(%DH) ao longo do processo de hidrólise enzimica a nível de planta piloto	53
20. Composição aproximada dos extratos enzimicos obtidos em planta piloto	55
21. Perda de peso na cocção das salsichas	57
22. pH das salsichas controle e com extrato	58
23. Composição centesimal das salsichas controle e com extrato	59
24. Medida de L* (luminosidade) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato	60

25. Medida de a*(intensidade de vermelho) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato	61
26. Medida de b*(intensidade de amarelo) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato	62
27. Odor das salsichas controle e com extrato	63
28. Firmeza subjetiva e medida de cisalhamento (Kgf/cm) das salsichas controle e com extrato	64
29. Suculência das salsichas controle e com extrato	65
30. Sabor das salsichas controle e com extrato	66
31. Qualidade global das salsichas controle e com extrato	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

1. Diagrama esquemático da extração alcalina e precipitação ácida de resíduos da separação mecânica de aves em escala piloto	15
2. Fluxograma geral de extração salina a partir de resíduo ósseo da separação mecânica	17
3. Fluxograma básico do processamento de produto emulsificado tipo salsicha	35
4. Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial	39
5. Curva de hidrólise ao longo do processo de extração enzimica na etapa de laboratório.....	44
6. Curva de hidrólise ao longo do processo de extração enzimica a nível de planta piloto	50

ÍNDICE

Página

Resumo	i
Summary	iv
Índice de Quadros	vii
Índice de Figuras	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 Avanços na produção de carne mecanicamente separada	03
2.1.1 Aprimoramento de tecnologia de equipamentos de separação mecânica	03
2.1.2 Conceito de separação mecânica como processo .	04
2.2 Composição química da carne mecanicamente separada .	05
2.3 Composição dos resíduos	06
2.3.1 Composição aproximada	06
2.3.2 Composição mineral	08
2.4 Aspectos nutricionais	09
2.5 Coeficiente de eficiência protéica(PER).....	12
2.6 Técnicas de obtenção de concentrados protéicos a partir de resíduos da separação mecânica	13
2.6.1 Extração alcalina	13
2.6.2 Extração salina	17
2.6.3 Extração enzimica	19

2.7	Considerações nutricionais e funcionais	20
2.8	Aspectos microbiológicos	23
2.9	Aplicações tecnológicas	24
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	
3.1	Matéria-prima	27
3.2	Ingredientes	27
3.3	Instrumentos para análises químicas e físicas ...	27
3.4	Equipamentos usados nos testes de planta piloto	28
3.5	Metodologia	27
3.5.1	Obtenção da matéria-prima e separação em tratamentos	27
3.5.2	Extração das proteínas em escala de laboratório	27
3.5.3	Extração das proteínas em escala de planta piloto	30
3.6	Uso do extrato protéico em produto tipo salsicha....	31
3.7	Análises químicas	36
3.7.1	Umidade	36
3.7.2	Gordura	36
3.7.3	Proteína	36
3.7.4	Cinzas	36
3.7.5	pH	36
3.7.6	Nitrogênio solúvel	36
3.7.7	Grau de hidrólise	37
3.8	Análises físicas	37
3.8.1	Cor interna	37
3.8.2	Cor externa	38
3.8.3	Textura	38
3.8.4	Rendimento	38

3.8.5 Avaliação sensorial	38
3.9 Análise estatística dos resultados	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Extração a nível de laboratório	40
4.1.1 Composição da matéria-prima	40
4.1.2 Extração alcalina a nível de laboratório	42
4.1.3 Extração salina a nível de laboratório	43
4.1.4 Extração enzimica a nível de laboratório	45
4.2 Extração na planta piloto.....	50
4.2.1 Extração salina	51
4.2.2 Extração enzimica	52
4.3 Utilização do extrato protéico em produto tipo salsicha	56
4.3.1 Perda de peso no cozimento	57
4.3.2 pH	58
4.3.3 Composição centesimal	59
4.3.4 Medida objetiva da cor	60
4.3.4.1 Luminosidade	60
4.3.4.2 Intensidade de vermelho	61
4.3.4.3 Intensidade de amarelo	62
4.3.5 Odor	63
4.3.6 Força de cisalhamento e firmeza subjetiva	64
4.3.7 Suculência	65
4.3.8 Sabor	65
4.3.9 Qualidade global	66
5. CONCLUSÕES	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

Processos de obtenção e a utilização de extratos protéicos para uso na alimentação humana a partir de subprodutos de origem animal não são novos, uma vez que já há duas décadas vem sendo gerado grande volume de informação científica sobre o assunto, particularmente no que concerne à produção de concentrado protéico de peixe (MEINKE et alli, 1972; TANNENBAUM et alii, 1974).

Muitos pesquisadores vêm estudando a viabilidade da extração protéica de subprodutos de abate como pulmão e estômago por diferentes métodos de extração, como a extração enzimica (WEBSTER et alii, 1974) e a extração salina e/ou alcalina (YOUNG, 1975). A viabilidade da extração alcalina da proteína de ossos bovinos moídos, provenientes da desossa manual, também foi objeto dos trabalhos de DUERR & EARLE (1974), GOLAN & JELEN (1979) e de JELEN et alii (1978). A utilização do sangue e plasma em produtos cárneos também tem sido bastante investigada (CALDIRONI & OCKERMAN, 1982; PISKE, 1982).

O principal objetivo de se recuperar a proteína de subprodutos usualmente destinados à alimentação animal é a elaboração de concentrados protéicos que possam ser incorporados em produtos para alimentação humana.

Em bovinos, o teor de ossos compreende cerca de 16% da carcaça (PEARSON & DUTSON, 1988) e, em suínos situa-se ao redor de 17% (JOBBLING, 1978). Em aves, o dorso remanescente após a separação manual equivale a cerca de 20% do peso da carcaça eviscerada (PEZZATO et alii, 1981), sendo portanto uma fração mais significativa do seu peso.

Com o desenvolvimento de separadores mecânicos, a maior parte da carne que permanece aderida aos ossos após a desossa manual pode ser recuperada de maneira econômica. Informações detalhadas sobre os processos de separação mecânica podem ser obtidas nas revisões de NEWMAN (1981), FIELD (1988), e BERAQUET et alii (1989). Esse

processo gera quantidades consideráveis de resíduos que são comumente destinados à fabricação de ração animal (YOUNG et alii, 1986).

Considerando-se que o rendimento da separação mecânica situa-se na faixa de 65 - 76% em condições industriais (BERAQUET et alii, 1989; SCHULER, 1985), o percentual de resíduos situa-se na faixa de 35 - 24%. Como o Brasil tem um potencial estimado de produção de 200 mil toneladas de carne mecanicamente separada de aves, o volume potencial desses resíduos situa-se na faixa de 50 a 70 mil toneladas que é bastante significativo.

Esses resíduos ósseos contém ainda cerca de 18 - 20% de proteína, que representam 30 - 50% a mais que a contida na carne mecanicamente separada obtida (YOUNG et alii, 1986). A recuperação dessa proteína baseia-se principalmente em métodos químicos, fazendo-se a extração das proteínas por via alcalina, salina ou enzimica.

Existe um volume considerável de informações no que diz respeito à composição dos resíduos (KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1985; McCURDY et alii, 1986; YOUNG et alii, 1986; GALVÃO & BERAQUET, 1992), sua qualidade microbiológica (JACKSON et alii, 1982) e à qualidade nutricional dos extratos obtidos (OZIMECK et alii, 1986; GOLAN & JELEN, 1979). Contudo, são escassos os estudos sobre as melhores tecnologias de extração das proteínas desses resíduos e seu uso em produtos cárneos. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou determinar a melhor técnica de extração das proteínas do resíduo a nível laboratorial e estabelecer as condições de extração das mesmas em planta piloto. Também procurou-se verificar a viabilidade do uso do extrato protéico em produto cárneo emulsionado avaliando-se os efeitos da sua incorporação nas características físicas e químicas de produto tipo salsicha.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AVANÇOS NA PRODUÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA(CMS)

2.1.1 Aprimoramento de tecnologia de equipamentos de separação mecânica

A separação mecânica da carne dos ossos pela fricção dos mesmos contra peneiras desenvolveu-se nos últimos 40 anos. Carne mecanicamente separada de peixe começou a ser produzida no Japão no final dos anos quarenta (FRONING, 1981). Separadores mecânicos para aves foram desenvolvidos no final dos anos 50 nos Estados Unidos. Separadores para ossos de suínos e bovinos apareceram no mercado no início dos anos 70, alguns sendo modificações de separadores para aves e outros sendo especialmente desenvolvidos para ossos de suínos e bovinos.

Os primeiros separadores mecânicos usados para pescado comprimiam filés de peixe entre um cinto de borracha e um cilindro de aço perfurado. Nesse tipo de equipamento a carne aderida aos ossos passa através das perfurações do cilindro, enquanto o osso, arrastado pelo cinto de borracha, fica retido no exterior da peneira e é separado. Modificações desse tipo de desossador ainda se encontram no mercado. Eles também são utilizados para aves e, numa extensão menor, para ossos de carne vermelha, ou então como desenergadores para carne bovina. Exemplos desse tipo de equipamento são os de procedência japonesa BIBUN e alemã BAADER (NEWMAN, 1981).

Outros tipos de separadores mecânicos utilizam uma rosca sem fim no interior de um cilindro perfurado para forçar a passagem da carne através dos orifícios do cilindro. A estrutura desse cilindro, que funciona como uma peneira, varia com a marca do equipamento, podendo ser de orifícios de diferentes diâmetros, ou aberturas entre lâminas justapostas. Pode-se dizer que esses separadores operam pelo princípio de fricção e todos eles operam com alimentação contínua. O equipamento americano BEEHIVE e o canadense POSS funcionam com base nesse princípio (BERAQUET,

1990;NEWMAN, 1981).

Outros separadores mecânicos são providos de pistão hidráulico e fazem a remoção da carne comprimindo os ossos contra uma superfície contendo microperfurações. Esse tipo de equipamento opera por batelada e pode-se dizer que o princípio de funcionamento é a compressão. Como exemplo temos as máquinas PROTECON e INJECSTAR (NEWMAN, 1980; BERAQUET, 1990).

Esses três tipos de equipamentos têm sido os mais empregados na produção de carne mecanicamente separada de aves. Desses, os mais utilizados são os do tipo provido com rosca sem fim.

2.1.2 Conceito de separação mecânica como processo

Quando as indústrias do setor de carnes adquiriram os primeiros equipamentos de separação mecânica tanto no Brasil como no exterior (década de 70), esses foram encarados como um equipamento a mais na área de produção. Nessa época o volume de cortes de aves era pequeno e a produção de carne mecanicamente separada era uma forma de não destinar dorsos e pescoços a alimentação animal, no período do ano em que o consumo destas partes frescas ou congeladas decrescia(BERAQUET, 1990).

Segundo a ANAB(1992), a comercialização de frango inteiro no Brasil decresceu para cerca de 55% da produção total, de cerca de 3,1 mil toneladas, enquanto a comercialização de partes expandiu-se pra cerca de 43% da produção. Com a expansão da atividade de corte de aves na indústria, a quantidade de partes de menor valor comercial e de ossos com carne remanescente aumentou e a produção de carne mecanicamente separada passou a ser uma forma de gerar matéria-prima para elaboração de produtos cárneos.

O grande volume de carne mecanicamente separada, a expansão do seu uso em produtos tradicionais (FRONING et alii, 1971; FRONING, 1976; SCOTT et alii, 1989; BERAQUET et alli, 1992), e sua conseqüente importância econômica fizeram com que os fabricantes passassem a considerar a separação mecânica não

mais como uma operação unitária mas sim como um processo, a exemplo do que ocorre em países como o Canadá e EUA. Quando a separação mecânica é encarada como uma operação unitária, as partes destinadas à separação mecânica são simplesmente encaminhadas ao separador, sem levar em consideração procedimentos de controle de qualidade.

Quando a produção de carne mecanicamente separada é considerada como um processo de geração de matéria-prima para elaboração de produtos cárneos, um cuidadoso programa de controle de qualidade é necessário. O tipo de ossos ou partes utilizadas, presença de pele, temperatura da parte no momento da desossa e o seu manejo pré-desossa devem seguir procedimentos previamente especificados (DEGENHARDT, 1988). Com isso fica assegurada a obtenção de uma matéria-prima adequada para elaboração de produtos de boa qualidade, gerando conseqüentemente, resíduos ósseos também de boa qualidade, que podem ser processados para remoção de suas proteínas.

2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA

A separação mecânica altera a composição da matéria-prima original, dando como resultado uma carne com maior teor de gordura. Isso se deve em grande parte à incorporação de lipídios existentes na medula óssea e na camada subcutânea e, no caso de dorso com depósito abdominal de gordura, à incorporação do mesmo (FRONING, 1976). Assim como o rendimento, a composição é determinada principalmente pelos tipos de partes ou ossos e, para uma mesma matéria-prima, pela relação carne/osso (BERAQUET, 1988). Partes contendo mais carne resultam em carne mecanicamente separada com maiores teores de proteína. A utilização de partes com pele implica na obtenção de CMS com maior teor de gordura (SATTERLEE et alii, 1971; McNEILL et alii, 1988).

Os dados do **Quadro 1** demonstram a influência do tipo de matéria-prima na composição da carne mecanicamente separada de frango. Os níveis de gordura e umidade variam bastante e de forma inversa, enquanto que os teores de proteína mantém-se numa faixa de 9,3-

15,3%.

Quadro 1. Composição química da carne mecanicamente separada de frango de diferentes fontes

Material/Fonte	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)
Dorso			
FRONING(1978)	62,8	21,2	13,2
CTC/ITAL*	67,9	18,1	12,9
	69,2	19,1	11,8
Dorso + pescoço			
FRONING(1970)	66,6	17,6	14,5
GRUNDEN et alii(1972)	63,4	27,2	9,3
ESSARY(1979)	72,2	14,4	13,4
ORR & WOGAR(1979)	64,7	22,2	11,8
Pescoço sem pele			
MACNEIL et alii(1978)	76,7	7,9	15,3
DURANTI & CERLETTI(1980)	75,5	8,5	14,1
Pescoço com pele			
ANG & HAMM(1982)	66,8	21,2	10,3
HAMM & YOUNG(1983)	70,0	16,3	12,6
CTC/ITAL*	68,3	17,8	12,8
Poedeira			
GRUNDEN et alii(1972)	60,1	26,2	14,4
FRONING & JOHNSON(1973)	65,1	18,3	13,9
CTC/ITAL*	57,9	30,0	12,1

*) CTC/ITAL - Centro de Tecnologia da Carne do Instituto de Tecnologia de Alimentos

2.3 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS

2.3.1 Composição aproximada

A composição aproximada dos resíduos da separação mecânica depende do tipo de material e também do tipo de equipamento utilizado para separação mecânica (YOUNG, 1985). O **Quadro 2** apresenta a composição aproximada de resíduos provenientes de diferentes matérias-primas.

Quadro 2. Composição aproximada de resíduos ósseos de diferentes matérias-primas separadas mecanicamente

Material/Fonte	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)
Pescoço				
McCURDY et alii(1986)	61,6	8,7	18,0	10,4
Pescoço s/pele				
YOUNG et alii(1986)	57,1	9,1	19,2	15,3
Pescoço com 1/2 pele				
YOUNG et alii(1986)	60,3	8,1	18,6	12,9
Dorso				
McCURDY et alii(1986)	58,0	11,7	18,2	10,8
Dorso sem pele				
GALVÃO & BERAQUET(1992)	60,4	9,8	19,7	10,1
Dorso + Pescoço (1:1)				
YOUNG(1976)	60,0	12,8	17,2	10,0
Dorso+Pescoço+Asa				
KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ(1985)	63,4	10,1	20,0	6,6
Dorso+Pescoço+Asa (poedeira de descarte)				
KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ(1985)	63,9	7,8	20,9	7,2

Observa-se que a maior diferença de composição entre os diferentes resíduos está relacionada com o teor de cinzas, que pode variar de 7 a 15%. Maiores valores são obtidos em resíduos provenientes de pescoço sem pele. A combinação de dorso e pescoço decresce o teor de cinzas para cerca de 10%.

com relação ao teor de proteína observa-se pequena variação, na faixa de 17 - 21%, praticamente independentemente do material que foi separado mecanicamente.

2.3.2 Composição mineral

Como os resíduos ósseos da separação mecânica apresentam outros componentes não protéicos necessários à dieta humana, como cálcio e fósforo, estudos para quantificar seus componentes para possível aproveitamento na dieta humana tornam-se relevantes (YOUNG et alii, 1986).

Da mesma forma que a composição centesimal, a composição mineral está diretamente relacionada com o tipo de material utilizado na separação mecânica (YOUNG et alii, 1986).

No **Quadro 3** é apresentada a composição mineral do resíduo proveniente da separação mecânica de dois tipos de pescoços, parte com metade da pele aderida e parte sem pele. Verifica-se que a presença de pele na matéria-prima para separação mecânica resulta na redução de praticamente todos os minerais, com exceção do teor de ferro, que permaneceu praticamente inalterado e do teor de manganês, que aumentou de 0,2mg/100g no produto sem pele para 0,7mg/100g no produto com 1/2 da pele aderida.

Confrontando-se a composição mineral do resíduo ósseo com a composição da carne mecanicamente do mesmo material (Quadro 3), observa-se que o teor de cálcio no resíduo ósseo é de 48-59 vezes superior ao teor obtido na CMS. Já os teores de manganês e magnésio foram respectivamente de 10 a 35 e 7,1 a 7,4 vezes superior aos teores observados na CMS de pescoço sem pele. Os demais componentes estiveram presentes em maior quantidade no resíduo, com teores 1,5 a 6 vezes maiores que os observados na CMS. As menores diferenças foram observadas nos teores de ferro e potássio, que foram cerca de 1,5 vezes superiores no resíduo.

Quadro 3. Composição mineral do resíduo de pescoço com e sem pele¹ e carne mecanicamente separada (CMS) de pescoço sem pele²

Mineral (mg/100g)	Resíduo		CMS (pescoço sem pele)
	Pescoço sem pele	Pescoço com 1/2 pele aderida	
Cálcio	5391,6	4391,7*	91
Fósforo	2873,6	2506,6*	--
Potássio	199,4	180,8*	123
Sódio	132,2	122,1	47
Magnésio	96,5	92,3	13
Zinco	5,8	5,1	1,18
Ferro	2,2	2,4	1,45
Manganês	0,20	0,7	0,02
Cobre	0,18	0,15	0,03

1) YOUNG et alii(1986)

2) ANG & HAMM (1982)

* Diferença entre as fontes de resíduo ósseo estatisticamente
significante (P < 0,05).

2.4 ASPECTOS NUTRICIONAIS

A determinação de vitaminas como riboflavina, tiamina e niacina no resíduo ósseo é importante, já que esses componentes são encontrados em tecidos ativos metabolicamente como a medula óssea. YOUNG et alii (1986) mostraram que o conteúdo desses componentes foi pouco afetado pelo tipo de material estudado (resíduos provenientes de pescoço sem pele e pescoço com 1/2 da pele aderida), com valores comparáveis aos da carne bovina ou de frango. Os teores de riboflavina e tiamina no resíduo ósseo situaram-se ao redor de 0,1mg/100g e 0,05mg/100g, respectivamente. Já o teor de niacina situou-se na faixa de 2,7 - 3,3mg/100g. A carne bovina contém cerca de 0,06mg tiamina/100g e cerca de 0,13 e 3,6mg/100g de riboflavina e niacina

respectivamente (WATT & MERRIL, 1963). Na carne de frango, os teores de tiamina, riboflavina e niacina situam-se ao redor de 0,068, 0,092 e 10,604mg/100g respectivamente. Para filé de peito os teores de tiamina, riboflavina e niacina situam-se ao redor de 0,061, 0,146 e 5,211mg/100g respectivamente (U.S.D.A., 1979).

A presença de altos teores de purina e ácidos nucleicos no resíduo é indesejável, pois um dos produtos finais de seu metabolismo é o ácido úrico, o qual pode causar cálculo renal em pessoas sensíveis. YOUNG (1985) avaliou resíduos da separação mecânica e observou que os teores de purina e ácidos nucleicos são similares ou inferiores àqueles da carne separada manualmente, com teores na faixa de 4 - 6mg/g proteína. A mistura de carne de peito e coxa desossada manualmente apresenta cerca de 6,56mg/g proteína de purina e cerca de 3,8mg/g proteína de ácidos nucleicos (SARWAR et alii, 1985).

Uma forma de avaliar a qualidade da proteína de carnes é expressar os aminoácidos essenciais como porcentagem dos aminoácidos totais presentes. Os perfis de aminoácidos essenciais do músculo de frango e das diferentes carnes mecanicamente separadas são mostrados no **Quadro 4**.

Observa-se que dentre todos os aminoácidos, somente os aminoácidos isoleucina, treonina e valina estão presentes em menor quantidade na CMS, tanto de dorso + pescoço como de dorso, quando comparado com o músculo integral. No músculo integral o teor de isoleucina é de cerca de 5,3g/100g decrescendo para cerca de 3,60 e 3,54g/100g para CMS de dorso + pescoço e de dorso respectivamente.

Quadro 4. Perfil de aminoácidos essenciais de músculos de frango e carne mecanicamente separada (CMS) de diferentes fontes

Aminoácido (g/100g proteína)	músculo de frango ¹	CMS	
		dorso + pescoço ²	dorso ²
Histidina	2,6	2,64	2,80
Lisina	8,0	8,58	8,47
Treonina	4,0	4,57	3,73
Valina	5,1	4,10	4,14
Metionina+Cistina	3,8	3,48	3,67
Isoleucina	5,3	3,60	3,54
Leucina	7,4	8,16	7,92
Fenilalanina+Tirosina	7,3	7,60	6,98
Triptofano	1,2	ND	ND

1) PEARSON et alii(1987)

2) MACNEIL et alii(1978)

ND) não determinado

No **Quadro 5** sóo apresentados dados do perfil de aminoácidos do resíduo de dorso e pescoço liofilizado e do padrão caseína. Observa-se que o resíduo apresenta menores teores de todos os aminoácidos, com exceção do aminoácido triptofano.

Confrontando o perfil de aminoácidos do músculo integral e das carnes mecanicamente separadas (Quadro 4) com os resultados obtidos por WALLACE & FRONING (1979) para resíduo liofilizado (Quadro 5) observa-se que todos os aminoácidos, com exceção dos aminoácidos triptofano, fenilalanina e tirosina, para CMS de dorso estão presentes em menor quantidade no resíduo liofilizado.

Quadro 5. Perfil de aminoácidos comparativo do resíduo liofilizado e o padrão caseína

Aminoácidos essenciais (g/100g proteína)	Resíduo liofilizado	padrão de caseína
Lisina	4,60	7,51
Metionina + Cistina	2,33	2,96
Treonina	2,66	3,43
Isoleucina	3,25	5,01
Leucina	6,21	9,20
Valina	4,01	5,42
Fenilalanina + Tirosina	7,12	9,81
Triptofano	1,12	1,21

WALLACE & FRONING(1979)

Ao compararem o perfil de aminoácidos do resíduo com os padrões estabelecidos pela FAO, os autores verificaram que todos os aminoácidos presentes apresentavam concentração menor que o preconizado, sendo que os primeiros aminoácidos limitantes foram os sulfurados e a treonina.

2.5 COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA PROTÉICA(PER)

A digestibilidade "in vitro" da proteína do resíduo liofilizado desengordurado, proveniente da mistura de dorsos e pescoços foi avaliada por WALLACE & FRONING (1979). A digestibilidade da proteína desse resíduo situou-se na faixa de 80 - 85%, inferior ao valor de digestibilidade da caseína, de cerca de 90%. O valor do PER (coeficiente de eficiência protéica), obtido através de equações matemáticas, esteve em torno de 1,78, bem inferior ao valor 2,5 da caseína.

Apesar do baixo valor do PER e da limitação de alguns aminoácidos, os autores sugerem que é possível a utilização de proteínas de resíduos da separação mecânica como complementação alimentar, em conjunto com outros ingredientes que contribuam

para a elevação do valor de PER.

2.6. TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE SEPARAÇÃO MECÂNICA

Diferentes métodos têm sido testados para a obtenção de concentrado protéico a partir de resíduos da separação mecânica. Entre eles incluem-se a extração alcalina (JELEN et alii, 1978; JELEN et alii, 1979; LAWRENCE & JELEN, 1983; LAWRENCE et alii, 1982) e a extração salina (KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1985; YOUNG, 1976). A extração enzimica tem sido utilizada em subprodutos provenientes do abate, como pulmão e rúmen bovinos (WEBSTER et alii, 1974) e cabeças de frango (FIK & SUROWKA, 1986).

2.6.1 Extração alcalina

No processo de extração alcalina utiliza-se solução de NaOH para ajustar o pH a 10,5 e o homogeneizado, após o processo de extração, realizado a temperatura ambiente por cerca de 30 minutos, é centrifugado; o sedimento e a gordura são descartados (CONSOLACION & JELEN, 1986; JACKSON et alii, 1982; JELEN et alii, 1978; JELEN et alii, 1979; LAWRENCE & JELEN, 1983; LAWRENCE et alii, 1982).

O ajuste do pH para valores ao redor de 10,5 provoca modificações na solubilidade das proteínas. O fenômeno da solubilidade de uma proteína deve ser compreendido como a capacidade de um número substancial de grupos polares localizados na superfície da mesma se solvatarem na água através de pontes de hidrogênio. O número de grupos polares inevitavelmente depende das estruturas primária, secundária, etc, que também determinarão a densidade e a forma da macromolécula (AMAYA-FARFAN, 1981).

Quando o pH é elevado para valores acima do pH do ponto isoelétrico, há um excesso de cargas negativas na proteína que garantem a manutenção de pontes de hidrogênio e o esticamento da cadeia polipeptídica o que possibilita a solubilidade da proteína. No método de extração alcalina, a elevação do pH a

valores de cerca de 10,5 possibilita a solubilização das proteínas.

A aproximação do ponto isoelétrico pelo lado alcalino acarreta um número cada vez maior de cargas se neutralizando intra e intermolecularmente, formando assim enormes complexos eletrostáticos, excluindo a água do microambiente molecular e diminuindo gradativamente as pontes de hidrogênio dos grupos polares que vão sendo neutralizados. Quando o número possível de cargas atingir o máximo, a carga líquida da proteína será zero e a mesma terá solubilidade mínima.

A **Figura 1** ilustra o procedimento, em escala piloto, de extração alcalina e precipitação ácida da proteína do resíduo da separação mecânica, bem como os pontos onde o escoamento é dificultado.

Um dos maiores problemas observados nesse processo em escala de planta piloto está relacionado com o bloqueio do material durante o escoamento para o decanter após a extração para centrifugação (LAWRENCE & JELEN, 1983; LAWRENCE et alii, 1982).

Uma das formas de se evitar o bloqueio durante o escoamento seria a moagem do material antes da extração. Ao estudarem a influência da moagem do resíduo, McCURDY et alii (1982) observaram, em escala de laboratório, aumento do teor de cinzas no extrato obtido. No entanto, essa diferença não foi observada usando-se os mesmos procedimentos em escala piloto.

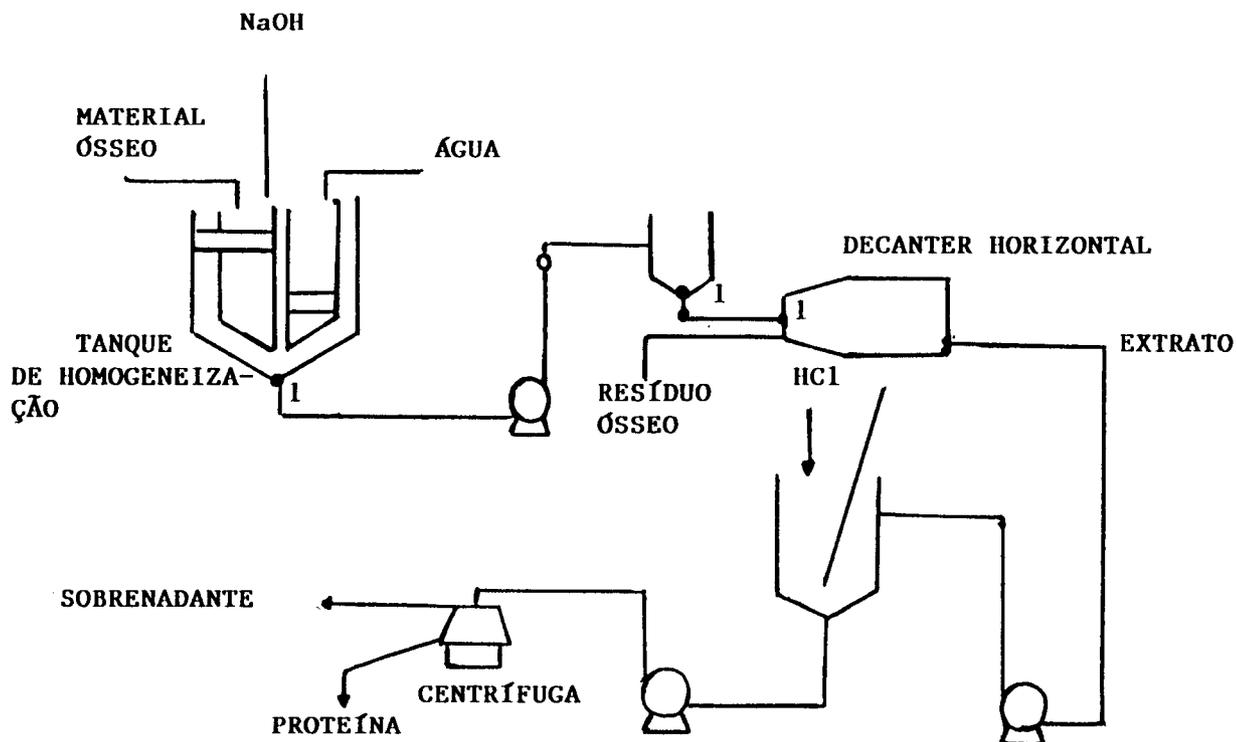


Figura 1. Diagrama esquemático da extração alcalina e precipitação ácida de resíduos da separação mecânica de carne de aves, em escala piloto LAWRENCE & JELEN (1983)

LAWRENCE et alii (1983) e McCURDY et alii (1982) compararam a eficiência da extração alcalina de resíduos da separação mecânica da carne de frangos seguida de precipitação ácida em escala piloto e em escala de laboratório. Seus resultados são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Composição aproximada de extrato protéico obtido em escala de laboratório e escala piloto

Composição aproximada(%)								Referência
Umidade		Proteína		Gordura		Cinzas		
L	P	L	P	L	P	L	P	
80-88	81-89	8-10	6-9	1-4	2-10	0,4-0,7	0,4-0,6	McCURDY et alii(1982)
87	77	10,0	8,5	2,0	13,0	---	---	LAWRENCE et alii(1983)

L= escala de laboratório

P= escala piloto

Uma das maiores diferenças observadas entre a extração no laboratório e na planta piloto foi com relação ao teor de gordura, bem maior na extração em escala piloto. McCURDY et alii(1982) observaram diferenças no teor de gordura do extrato protéico dependendo da temperatura de extração, tanto na escala de laboratório como na escala piloto. O tipo de centrífuga utilizada também afetou o teor de gordura do extrato protéico. Segundo esses autores, a gordura recuperada no extrato protéico foi maior quando se utilizou extração à temperatura ambiente e centrífuga decanter, na escala piloto. À temperatura ambiente a centrífuga decanter aparentemente emulsificava a gordura na fração protéica, impedindo uma eficiente separação. Na centrífuga de cesto, o resíduo ósseo causava bloqueio das perfurações, formando uma barreira para a gordura.

A utilização de centrífuga de cesto propicia uma menor incorporação de gordura em comparação com a centrífuga decanter. Extratos processados utilizando-se centrífuga de cesto apresentaram teor de gordura de cerca de 2%, enquanto ao se utilizar centrífuga decanter, o teor de gordura se elevou para cerca de 5% (LAWRENCE et alii, 1982).

2.6.2 Extração salina

As proteínas da carne apresentam solubilidade em soluções salinas. As proteínas miofibrilares, que correspondem a cerca de 60% do total de proteína, são solúveis em soluções contendo alto teor de sal. Já as proteínas sarcoplasmáticas, que correspondem a cerca de 30% do total de proteína, são solúveis em soluções salinas mais diluídas. Devido a essa propriedade foi desenvolvida a técnica para extração das proteínas (KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1985; YOUNG, 1975; YOUNG, 1976). A Figura 2 ilustra o procedimento geral de extração salina.

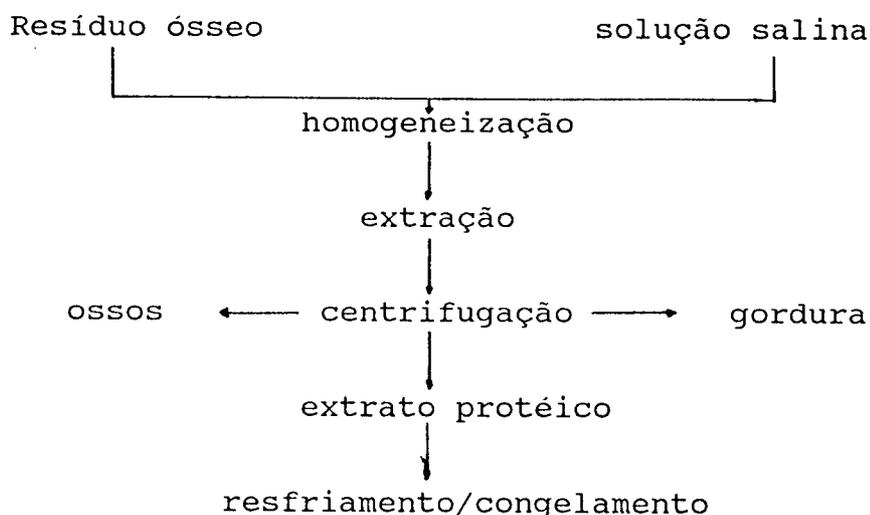


Figura 2. Fluxograma geral de extração salina a partir de resíduo ósseo da separação mecânica (KIJOWSKI & NIEWIARIWICZ, 1985)

Após a extração salina, o sobrenadante pode ser adicionado diretamente na massa cárnea sendo emulsionada (KIJOWSKI et alii, 1985), ou então as proteínas podem ser precipitadas pela adição de ácido até se atingir seu ponto isoelétrico (YOUNG, 1975)

Nessa última abordagem, YOUNG (1975) estudou o efeito do pH e da força iônica do solvente na extração das proteínas da carne mecanicamente separada de frangos inteiros sem pele, bem como o efeito do tempo e da temperatura de extração. Seus resultados mostraram que o pH ótimo para extração das proteínas, quando se utiliza solução de NaCl tamponada, situa-se na faixa de 6,5 -

7,5, com força iônica de 0,48 ou superior. O autor recomenda que não sejam utilizadas soluções com força iônica muito superior a 0,48, pois acarretam alto teor de sal após a concentração do material protéico. Não foram detectadas diferenças significativas entre os tempos de extração de 0, 2, 4 e 6h, com relação ao rendimento de proteína recuperada, que se situou na faixa de 87,6-88,3%. Também não foram detectadas diferenças significativas entre as duas temperaturas de extração, de 3,5 e 13,0°C. Devido a problemas microbiológicos, YOUNG (1975) recomenda que a extração seja realizada a 4°C por cerca de 1 - 2 horas.

Extratos protéicos obtidos pelo método salino usando como matéria-prima resíduos da separação mecânica da carne de dorsos e pescoços apresentaram rendimento, após a secagem do material, de 2 - 3%, sendo que 60% do material era constituído por proteína (YOUNG, 1976). Maiores variações foram observadas em relação ao teor de gordura, o que está relacionado com a eficiência da sua remoção. Extratos produzidos a partir de resíduos de dorsos e pescoços, após a secagem do material, tiveram teores de gordura em torno de 24%.

As características químicas e eletroforéticas do extrato protéico obtido a partir de resíduos da desossa mecânica de frango e poedeira pelo método salino foram avaliados por KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ (1985). O extrato protéico obtido apresentou teor de umidade na faixa de 91,4-95,9% e teores de gordura e proteína na faixa de 0,2-0,5% e 1,3-3,4% respectivamente. A recuperação das proteínas situou-se na faixa de 20 - 30% do total de proteína presente no resíduo. Ao compararem as proteínas do extrato com as proteínas do músculo do peito através da eletroforese em gel, os autores observaram algumas diferenças, principalmente com relação ao teor de proteína miofibrilar. Essa proteína corresponde a cerca de 30 - 36% do total de proteína presente no músculo. No entanto, a proteína obtida a partir do resíduo apresentou somente cerca de 10% do total de proteína como sendo miofibrilar. Isso, segundo os autores, explica-se pelo fato dos resíduos apresentarem proteínas provenientes da medula óssea e da pele e também pela degradação enzimica das proteínas miofibrilares pelas

proteases endógenas neutras.

2.6.3 Extração enzimica

A extração das proteínas também pode ser realizada pelo processo enzimico. No entanto, parâmetros como tipo de enzima, tempo e temperatura de hidrólise devem ser cuidadosamente padronizados para se obterem extratos com boa qualidade sensorial e maximizar o rendimento (ADLER-NISSEN, 1977).

Embora sejam escassos dados relativos à extração enzimica de proteínas a partir de resíduos da separação mecânica de aves (SALES et alii,1991), sua utilização tem sido explorada em subprodutos de abate. Nesse sentido, WEBSTER et alii (1974) avaliaram a eficiência das enzimas pepsina, papaína, neutrase e alcalase na extração protéica de pulmão e rúmen bovino. Os maiores rendimentos, em torno de 60 - 70% do total das proteínas, foram obtidos quando se utilizaram papaína (pH 5,5 e 50°C), alcalase (pH 8,5 e 50°C) e material não tratado termicamente. A enzima neutrase se mostrou a menos efetiva, com rendimentos em torno de 50%.

FIK & SUROWKA (1986) avaliaram as condições para produção de extrato protéico a partir de cabeças de frango, utilizando papaína (pH 7,0 e 60°C). Os autores também avaliaram o efeito da adição de etanol na qualidade microbiológica do extrato obtido, observando que este contribui para reduzir a carga microbiana quando a temperatura de extração é menor que 60°C. O rendimento da extração foi de 7% e o concentrado apresentou cerca de 85% de proteína.

SALES et alii(1991) obtiveram extratos protéicos a nível de laboratório pelo método enzimático utilizando diferentes enzimas. Na extração em planta piloto os autores utilizaram a enzima que forneceu os melhores resultados a nível de laboratório. A enzima que apresentou maior grau de hidrólise no laboratório foi a enzima alcalase, na faixa de 7,5-9,0%, seguida da enzima papaína com um grau de hidrólise na faixa de 3,5-5,0%. A enzima neutrase

foi a menos eficiente, apresentando um grau de hidrólise de cerca de 2%. Resultados semelhantes foram obtidos em escala de planta piloto utilizando enzima alcalase obtendo-se grau de hidrólise de cerca de 9% após 240 minutos. A análise de aminoácidos do extrato obtido em laboratório utilizando-se as enzimas alcalase e papaína mostrou composição semelhante entre os dois extratos, que apresentaram teores adequados de lisina, treonina, valina e leucina. No entanto, os teores de tirosina e fenilalanina foram mais baixos do que os normalmente encontrados em alimentos. Devido a isso, os autores sugerem que o extrato poderia ser utilizado em produtos para pessoas com necessidade de dietas restritas em aminoácidos aromáticos, devido a problemas metabólicos.

2.7 CONSIDERAÇÕES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS

Um dos problemas de utilizar a extração alcalina é a possível racemização e destruição de certos aminoácidos, com formação de lisinoalanina (LAL), que, em experimentos com ratos revelou-se tóxica (KING & EARL, 1988). Devido a isso, nos extratos obtidos a partir da extração alcalina, tem-se procurado monitorar a presença de lisinoalanina.

LAWRENCE & JELEN (1982) estudaram a influência do pH de extração e do tempo e temperatura de estocagem do extrato na formação de lisinoalanina. Os autores observaram que, após 4 horas, os extratos obtidos utilizando-se pH 11,5 e mantidos a 50°C apresentaram início de formação de lisinoalanina. Na extração a pH 10,7, após 16 horas de armazenamento, os autores detectaram formação de LAL em todas as faixas de temperatura (22, 35 e 50°C), observando-se valores que variaram de 100ppm a 1200ppm a 50°C.

Os mesmos autores, estudando extratos obtidos a 22°C na faixa de pH de 9,5 - 11,5 observaram que o rendimento da extração não aumenta em pH superior a 10,5 e que, sob as condições de maior rendimento (22°C, pH 10,5, 30 minutos), não ocorreu formação de LAL.

Para uma boa aplicação dos extratos protéicos é importante por um lado conhecer suas propriedades funcionais, que determinam sua utilização tecnológica (como capacidade de emulsificação, força do gel e solubilidade protéica) e por outro lado suas propriedades nutricionais (como composição de aminoácidos, PER e teor de colágeno).

YOUNG(1976) avaliou as propriedades funcionais do extrato protéico obtido sob condições salinas e observou que, à medida em que se aumentava a concentração protéica de 1,5mg/ml para 5,0mg/ml, a quantidade total de óleo emulsificado também aumentava de 0,4 para 0,9ml óleo/ml solução. Observou também que a adição de fosfatos, em combinação com solução 0,6M de NaCl, contribui positivamente nas propriedades de emulsificação do extrato protéico.

OZIMECK et alii(1986) compararam as propriedades funcionais e nutricionais do extrato protéico de resíduos ósseos obtido pelo método alcalino e de carne mecanicamente separada (CMS). Os materiais foram analisados logo após o processamento e também após o congelamento/descongelamento. Em relação às propriedades funcionais, o extrato protéico apresentou capacidade de retenção de água inferior à CMS. O extrato, tanto fresco como congelado/descongelado, perdeu de 1,5 - 3g água/g proteína. A adição de NaCl ao extrato contribuiu para a diminuição da perda de água, que situou-se na faixa de 0 - 2,5g água/g proteína. Já a CMS apresentou, em todos os tratamentos, capacidade de retenção de água na faixa de 1 - 4g água/g proteína.

O extrato protéico, tanto fresco como congelado, apresentou melhor estabilidade da emulsão que a CMS. O extrato protéico apresentou estabilidade da emulsão, medida pela porcentagem de óleo liberado, na faixa de 73,5-82,2% do total de óleo adicionado enquanto que na CMS a estabilidade da emulsão situou-se na faixa de 80,0-90,0%. Segundo os autores, essas diferenças podem estar relacionadas com o baixo teor de gordura dos extratos, quando comparados com a CMS. Esses autores também concluíram que a extração alcalina não afeta a qualidade

protéica. Estudos com ratos revelaram que o extrato protéico apresentou PER de 2,6, inferior ao da carne mecanicamente separada, cujo valor foi de 2,9. Ambos os materiais apresentaram, de maneira geral, valores de PER iguais ou superiores ao valor 2,5 da caseína, indicando com isso, alto valor nutricional.

No Quadro 7 é apresentada a composição de aminoácidos essenciais, com exceção dos aminoácidos triptofano e cistina, da carne mecanicamente separada de dorso, pescoço e poedeira de descarte e do extrato protéico obtido pelo método alcalino seguido de precipitação ácida do resíduo da separação mecânica desses materiais .

Quadro 7. Perfis de aminoácidos da carne mecanicamente separada e do extrato protéico obtido por extração alcalina¹

Aminoácidos essenciais (g/100g proteína)	Carne mecanicamente separada	Extrato protéico
Lisina	8,1 ^{a2}	7,8 ^a
Metionina	2,7 ^a	2,5 ^b
Treonina	4,1 ^a	4,3 ^b
Isoleucina	4,3 ^a	4,5 ^b
Leucina	7,6 ^a	8,2 ^b
Valina	4,6 ^a	4,8 ^a
Fenilalanina	3,7 ^a	5,1 ^b

1) OZIMECK et alii(1986)

2) Valores na mesma linha seguida de letras diferentes sóo diferentes estatisticamente (P<0,05)

O extrato protéico apresenta conteúdo maior de isoleucina, leucina, fenilalanina e treonina.

Outras análises de avaliação nutricional como a determinação de triptofano e hidroxiprolina foram realizadas por GOLAN & JELEN(1979), ao avaliarem extratos provenientes da extração

alcalina de ossos bovinos moídos. Seus resultados mostraram que o extrato protéico apresentou bom valor nutricional, apesar de conter teor de triptofano em torno de 0,3%, podendo ser utilizado em produtos cárneos que contenham altos teores desse aminoácido, sem prejudicar a qualidade nutricional do produto.

WEBSTER et alii(1974), avaliando a composição de aminoácidos de extratos de pulmão e rúmen bovino, obtidos pelo método enzimico, observaram pequenas diferenças entre o perfil de aminoácidos da matéria-prima e do extrato, sendo essas diferenças significativas principalmente no que se refere ao teor de triptofano, considerado limitante em todos os extratos. Os extratos obtidos, quando se utilizou a enzima alcalase, apresentaram os menores teores de prolina e hidroxiprolina , em torno de 7,76 e 5,52g/100g proteína. Isso se deve ao fato de que a enzima alcalase não solubiliza o colágeno do tecido conectivo, ao contrário do que ocorre com a enzima neutrase, papaína e pepsina.

2.8 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

Outra preocupação em relação à produção de extratos protéicos diz respeito ao seu grau de contaminação microbiológica, uma vez que subprodutos são bastante manipulados. Nesse sentido, JACKSON et alii(1982), estudando extratos protéicos de resíduos da desossa mecânica de frangos, avaliaram microbiologicamente tanto a matéria-prima como o produto obtido, em relação à flora total, coliformes fecais e **Salmonella**. Os autores concluíram que tanto a flora total como coliformes fecais decresciam após o processo de extração. Em relação à **Salmonella**, esta parece ser totalmente destruída pelo processo alcalino, já que através de testes de inoculação na matéria-prima não se detectou sua presença no extrato, exceto quando se inoculou **S. infantis**, que conseguiu sobreviver. Após 14 dias de estocagem a 3°C, a contagem total se elevou de $1,8 \times 10^2$ para $1,3 \times 10^8$ UFC/g. Não foi detectada a presença de coliformes e **Salmonella** esteve ausente.

A qualidade microbiológica de extratos protéicos obtidos por extração alcalina em escala de laboratório e escala piloto foi

avaliada por MCCURDY et alii(1986). Os autores observaram que o armazenamento do resíduo sob congelamento a -17°C contribui para a elevação da contagem de aeróbios. Resíduos recém-processados apresentaram, segundo JACKSON et alii(1982), contagem de cerca de $1,5 \times 10^3$ UFC/g. Já resíduos mantidos a 23°C por 5 horas apresentaram contagem de $1,7 \times 10^4$ UFC/g. O material avaliado por McCURDY et alii(1986) apresentou contagem de aeróbios ao redor de $9,6 \times 10^6$ e $8,5 \times 10^8$ UFC/g para temperaturas de extração de 22°C e 32°C , respectivamente. Seus estudos indicaram, em alguns casos a presença de **Salmonella**.

Pode-se concluir que, desde que manipulado de forma adequada, controlando-se principalmente a temperatura de processo, o resíduo ósseo utilizado para a obtenção do extrato proteico não oferece riscos à saúde com relação a carga microbiana.

LAWRENCE et alii(1982) observaram que o material protéico obtido em escala piloto utilizando extração alcalina, apresentou contagem total de $4,4 \times 10^5$ UFC/g e uma contagem de 3,3 coliformes/g. Com esses resultados, os autores concluíram que o extrato obtido pelo processo alcalino não oferece risco à saúde no que concerne à sua microbiota.

Extratos protéicos obtidos a partir da extração salina foram avaliados microbiologicamente por KIJOWSKI et alii(1985), os quais obtiveram contagem total na faixa de $5,4 \times 10^4$ - $2,8 \times 10^5$ UFC/g e 3 coliformes/g, indicativos de que os extratos não representam risco à saúde.

Observa-se com esses resultados que, independentemente do método utilizado(salino ou alcalino), não existe restrição microbiológica para que o extrato proteico não possa ser utilizado em produtos cárneos.

2.9. APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Apesar do comprovado valor nutricional do extrato protéico proveniente do resíduo da desossa mecânica, são poucos os estudos

realizados com o objetivo de avaliar a viabilidade da sua incorporação a produtos cárneos, seja como agente extensor ou como ligante.

JELEN et alii(1982) avaliaram a incorporação de extrato protéico obtido pela extração alcalina em "luncheon meat" processados somente com carne mecanicamente separada, em níveis de 0-40% com e sem controle de gordura adicionada. Avaliações de textura, perda de peso no processamento e análise sensorial foram efetuadas. Os resultados mostraram que, à medida em que se aumentava a percentagem de incorporação do extrato sem adição de gordura, a perda de peso decrescia, o que estaria relacionado com a alta capacidade de ligar água em conjunto com o decréscimo do conteúdo de gordura do produto. Se o conteúdo de gordura no produto era mantido constante a perda de peso aumentava. Nos produtos contendo 20 e 30% de extrato proteico, a perda de peso voltava a decrescer. Produtos processados sem a adição do extrato apresentaram perda de peso em torno de 10%, não diferindo do produto contendo 30% de extrato e gordura adicionada. A adição do extrato com ou sem complementação de gordura, também ocasionou uma maior maciez no produto, comprovada por medidas objetivas e subjetivas.

Os autores concluíram que o extrato protéico pode ser utilizado em substituição à matéria-prima cárnea em teores acima de 20%, sem afetar significativamente as propriedades funcionais do produto final. Para isso, o extrato deveria sofrer um tratamento térmico prévio para diminuir seu teor de umidade, o que, segundo os autores, poderia ser realizado através do uso de pressão ou congelamento/descongelamento.

A utilização de congelamento/descongelamento foi estudada por CONSOLACION & JELEN(1987) em extratos protéicos provenientes da extração alcalina. No estado não congelado, as proteínas apresentaram natureza granulada, o que já não aconteceu com a proteína congelada, que apresentou-se altamente organizada, de natureza esponjosa.

KIJOWSKI et alii(1985) avaliaram a viabilidade da adição de extrato protéico proveniente da extração salina em embutidos de frangos. Os resultados mostraram que a substituição da água pelo extrato líquido contribuiu para a elevação do teor de proteína em 1,2 - 2,0% pontos percentuais no produto final. O rendimento de cocção se elevou 7,4 pontos percentuais, ao se substituir toda a água por extrato obtido pela extração com sal e fosfato.

A análise sensorial mostrou que os produtos elaborados com extrato foram preferidos ao controle.

Com base nos dados apresentados observa-se que existe um volume considerável de informações no que diz respeito à composição dos resíduos, sua qualidade microbiológica e também com relação a qualidade nutricional dos extratos protéicos obtidos. Contudo, são escassos estudos comparativos entre as formas de obtenção dos extratos protéicos e sua utilização em produtos cárneos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATÉRIAS-PRIMAS

A matéria-prima utilizada nos experimentos constituiu-se de resíduos ósseos provenientes da separação mecânica de dorsos de frangos sem pele, processados na usina piloto do Centro de Tecnologia da Carne do ITAL, utilizando-se separador mecânico marca POSS, modelo PDE 1000. O resíduo ósseo obtido foi dividido em lotes e congelado em câmara de estocagem a temperatura de -18°C até a sua utilização, que não ultrapassou, em nenhum dos experimentos, o período de 1 semana.

Para a elaboração dos lotes de salsichas utilizou-se como matéria-prima paleta bovina, paleta suína e toucinho da região custo-lombar, adquiridos no mercado varejista.

3.2 INGREDIENTES

Na elaboração das salsichas foram utilizados os seguintes ingredientes:

- sal comercial
- nitrito de sódio comercial
- eritorbato de sódio comercial
- tripolifosfato de sódio comercial
- condimentos para salsichas
- amido de milho

3.3 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

- balança analítica
- conjunto para determinação de gordura tipo SOXHLET
- conjunto para determinação de proteína tipo macrokjedahl
- estufa com circulação forçada de ar marca SOC. FABBE
- mufla marca HERAEW
- potenciômetro medidor de pH marca MICRONAL
- homogeneizador SORVALL OMNI-MIXER

- centrífuga com tempo e velocidade controlada
- tacho encamisado com controle de temperatura
- colorímetro marca MINOLTA
- vidraria e outros equipamentos comuns de laboratório
- reagentes de laboratório no grau de pureza exigida pelos métodos

3.4 EQUIPAMENTOS USADOS NOS TESTES EM PLANTA PILOTO

- misturador marca TREU
- tacho encamisado aberto
- separadora de plasma marca ALPHA-LAVAL modelo BPB 204A-11
- centrífuga marca ALPHA-LAVAL modelo CRPX 207AGP-7460
- "tumbler" a vácuo com capacidade para 30 Kg
- moedor marca HERMAN
- "cutter" a vácuo KRAEMER & GREBE
- embutideira a pistão hidráulico descontínua marca ROHWER
- estufa com controle de tempo e temperatura marca BECKER

3.5 METODOLOGIA

3.5.1 Obtenção da matéria-prima e separação em tratamentos

Após o processo de separação mecânica cerca de 3kg de amostras de resíduo ósseo foram homogeneizados para realização das análises químicas e divididos em três pequenos lotes, destinados a diferentes tratamentos de extração no laboratório. Para a extração em planta piloto utilizaram-se lotes maiores, de cerca de 10kg para cada método de extração.

3.5.2 Extração das proteínas em escala de laboratório

Três técnicas de extração foram avaliadas, assim especificadas:

TRATAMENTO 1 - EXTRAÇÃO ALCALINA

A extração alcalina foi realizada com base nas metodologias propostas por LAWRENCE et alii(1982) e LAWRENCE & JELEN(1983).

100g de resíduo ósseo foram homogeneizados com 150ml de água em homogeneizador Sorval Omni-Mixer por 2 minutos e o pH foi ajustado para 10,5 pela adição de solução NaOH a 10%. O homogeneizado foi mantido a temperatura ambiente durante 30 minutos com agitação ocasional. Após o processo de extração o material foi centrifugado a 1000xG por 15 minutos. Ao sobrenadante, adicionou-se com pipeta ácido clorídrico 4N para precipitação das proteínas, até o pH atingir o valor 5, procedendo-se nova centrifugação a 1000xG por 15 minutos. O precipitado protéico foi então separado, acondicionado em vidro e armazenado sob refrigeração até a realização das análises químicas.

TRATAMENTO 2 - EXTRAÇÃO SALINA

O processo de extração salina foi realizada conforme a metodologia proposta por KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ(1985).

100g de resíduo ósseo foram homogeneizados com 150ml de solução NaCl a 6% resfriada a cerca de 10°C em homogeneizador Sorval Onmi-Mixer por 2 minutos. O homogeneizado foi mantido a temperatura de 10°C por 30 minutos. Procedeu-se então a centrifugação a 1000xG por 15 minutos. O sobrenadante foi então separado para a realização das análises químicas.

TRATAMENTO 3 - EXTRAÇÃO ENZÍMICA

O processo de extração enzimica foi realizado com base no trabalho de SALES et alii(1991).

500g de resíduo ósseo foram homogeneizados com 750ml de água em homogeneizador Sorvall Omni-Mixer e transferidos para tacho encamisado com temperatura controlada. O homogeneizado foi aquecido a temperatura de 50°C e o pH foi ajustado para 8 com solução NaOH a 10%. Após o ajuste do pH, adicionou-se a enzima alcalase, fornecida pela Novo Industri do Brasil Ind. e Com. Ltda, na concentração de 2,5g de enzima para 100g de proteína.

O acompanhamento da hidrólise foi monitorado utilizando-se a técnica de manutenção do pH constante. Posteriormente foi calculado o grau de hidrólise, que nos fornece a extensão com que a enzima age na proteína, ou simplesmente o número de ligações peptídicas hidrolisadas dividido pelo número total de ligações peptídicas na molécula de proteína, multiplicado por 100 (BOYCE, 1986). A hidrólise foi finalizada com a inativação da enzima por aquecimento a 97°C por 15 minutos. Após resfriamento até temperatura ambiente, o material hidrolisado foi filtrado em malha de dessoragem de queijo e centrifugado a 1000xG por 15 minutos. O sobrenadante foi então armazenado a temperatura de 0°C para realização das análises químicas.

3.5.3 Extração das proteínas em escala de planta piloto

Na etapa de planta piloto foram realizados testes de extração protéica utilizando-se o método salino e o método enzimico como descritos a seguir.

EXTRAÇÃO SALINA

10kg de resíduo ósseo foram homogeneizados em misturador marca TREU com 15kg de solução salina a 6% resfriada a 10°C, por 30 minutos a temperatura ambiente. Após o processo de homogeneização, a solução foi filtrada em peneiras com perfurações de 5mm de diâmetro e o filtrado foi centrifugado em dois tipos de centrífuga: Alpha-Laval modelos BPB 204A-11 e CRPX 207AGP-7460. Nesse tipo de centrífuga o líquido é conduzido ao conjunto de pratos através dos canais ascendentes e de lá é distribuído para os espaços de separação existente entre os pratos. A separação é realizada devido à diferença de densidade das fases a serem separadas. As duas centrífugas apresentavam uma entrada e duas saídas de material, sendo liberado na saída inferior o material desengordurado e na saída superior a gordura. O material desengordurado foi então separado para análises químicas.

EXTRAÇÃO ENZÍMICA

10Kg de resíduo ósseo foram homogeneizados em misturador marca TREU com 15,0Kg de água e aquecidos em tacho encamisado até a temperatura do material atingir 50°C. Ajustou-se o pH para o valor 8,0 com solução NaOH a 10%. Em seguida, adicionou-se a enzima alcalase a uma concentração de 2,5g de enzima para 100g de proteína do material. Procedeu-se então a hidrólise monitorando-se o valor de pH, que foi mantido ao redor de 8,0 durante todo o processo pela adição de solução NaOH 4N. Para o acompanhamento da hidrólise enzimica foi determinado o grau de hidrólise segundo o método de ADLER-NISSEN(1976). Após o processo de hidrólise, efetuou-se a inativação da enzima por aquecimento a 97°C por 15 minutos. O material hidrolisado após resfriamento à temperatura ambiente foi filtrado em peneira de dessoragem e então centrifugado em centrifuga separadora de plasma marca Alpha-Laval modelo BPB 204 A-11.

3.6 USO DO EXTRATO PROTEÍCO EM PRODUTO TIPO SALSICHA

A formulação da salsicha foi balanceada para conter cerca de 22% de gordura no produto final e relação umidade:proteína de 4,5. Adicionou-se 10% a mais de água solicitada pela formulação para compensar a perda de umidade durante o processo de cozimento. As formulações utilizadas para a elaboração dos lotes são apresentadas nos **Quadros 8 e 9**.

As matérias-primas utilizadas no processamento foram limpas, moídas em disco de 18mm e congeladas à temperatura de -18°C. Após a moagem retirou-se amostra de cerca de 500g para realização das análises de composição centesimal.

Quadro 8. Formulação¹ da massa básica de salsicha sem extrato proteico

Materia-prima	Uso(kg)	Umidade		Gordura		Proteína	
		kg	(%)	Kg	(%)	Kg	(%)
paleta bovina	4,00	2,83	70,00	0,28	7,00	0,05	21,20
paleta suína	1,20	0,85	70,70	0,08	7,00	0,25	21,20
toucinho	1,90	0,22	11,50	1,60	84,30	0,00	4,20
extrato	0,00	0,00	93,02	0,00	0,40	0,00	5,70
subtotal	7,10	3,90	54,91	1,97	27,69	1,18	16,65
sal	2,10%						
fosfato	0,30%						
nitrito	0,02%						
eritorbato	0,05%						
condimento	0,55%						
amido	2,00%						
subtotal (%)	5,02%	0,45					
água adicionada		1,42	1,42				
Total final 1		8,97	5,32	59,30	1,97	21,91	1,18
+ 10% água*		0,99					
Total final		9,96					

Relação umidade/proteína utilizada : 4,50

*) água adicionada para compensar a perda de peso na cocção

A formulação foi calculada para cada processamento, variando-se a composição das matérias-primas.

1) Planilha gentilmente cedida por Felício, P.E. - Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia

Quadro 9. Formulação¹ da massa básica de salsicha com extrato proteico proveniente da extração enzimática

Materia-prima	Uso(kg)	Umidade		Gordura		Proteína	
		kg	(%)	Kg	(%)	Kg	(%)
paleta bovina	4,00	2,83	70,80	0,28	7,00	0,85	21,20
paleta suína	1,20	0,85	70,70	0,08	7,00	0,25	21,20
toucinho	2,10	0,24	11,50	1,77	84,30	0,09	4,20
extrato	1,60	1,49	93,02	0,01	0,40	0,09	5,70
subtotal	8,90	5,41	60,79	2,14	24,05	1,28	14,40
sal	2,10%						
fosfato	0,30%						
nitrito	0,02%						
eritorbato	0,05%						
condimento	0,55%						
amido	2,00%						
subtotal (%)	5,02%	0,49					
água adicionada		0,36	0,36				
Total final 1		9,75	5,77	59,18	2,14	21,96	1,28
+ 10% água*		1,08					
Total final		10,83					

Relação umidade/proteína utilizada : 4,50

*) água adicionada para compensar a perda de peso na cocção

A formulação foi calculada para cada processamento, variando-se a composição das matérias-primas.

1) Planilha gentilmente cedida por Felício, P.E. - Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia

Para elaboração da massa, adicionou-se toda a carne na forma congelada previamente guilhotinada, metade do gelo, sal, nitrito e fosfato e triturou-se até a temperatura atingir cerca de 5°C. Adicionou-se o restante do gelo, condimentos, toucinho e os demais ingredientes sem parar o "cutter". A massa foi triturada até a temperatura atingir cerca de 12°C, procedendo-se então a elaboração do vácuo por cerca de 60 segundos. Na formulação contendo extrato proteico o gelo foi substituído pelo extrato e a ordem de adição foi mantida. O fluxograma de processamento é apresentado na **Figura 3**.

Transferiu-se a massa para a embutideira e encheu-se por extrusão tripa artificial de celulose calibre 22mm. As salsichas foram amarradas em gomos de aproximadamente 12cm, penduradas em varais de alumínio, colocadas em carrinho e levadas para a estufa de cozimento. Procedeu-se a cocção como mostra o **Quadro 10** e resfriamento em chuveiro por 15 minutos.

Quadro 10. Condições de processamento térmico da salsicha

Processo	Temperatura(°C)	Tempo(min)	Chaminé
Secagem	50	20	aberta
Avermelhamento	55	30	fechada
	60	15	fechada
	60	5	fechada
Cozimento (vapor direto)	65	5	fechada
	70	5	fechada
	75	5	fechada
	80	até $t_i=72^{\circ}\text{C}$	fechada

Após a cocção e resfriamento, as salsichas foram pesadas para cálculo de rendimento, descascadas e embaladas a vácuo para as análises químicas, físicas e sensoriais.



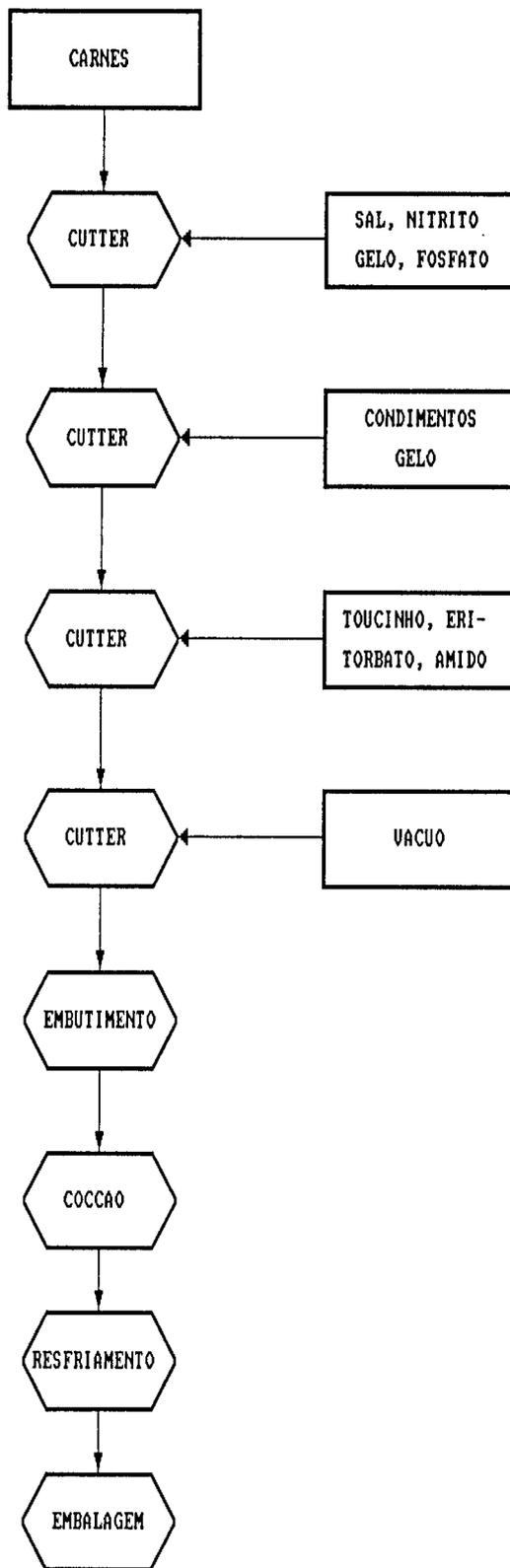


Figura 3. Fluxograma basico do processamento de produto emulsionado tipo salsicha

3.7 ANÁLISES QUÍMICAS

3.7.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado secando-se 10g de amostra em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 24 horas segundo HORWITZ(1980).

3.7.2 Gordura

O teor de gordura foi determinado utilizando-se a técnica de extração com éter de petróleo em aparelho SOXHLET segundo HORWITZ(1980).

3.7.3 Proteína

O teor de proteína foi determinado utilizando-se o método macrokjeldahl para determinação do nitrogênio total e fator de multiplicação 6,25, segundo TORRY RESEARCH STATION(1973).

3.7.4 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado colocando-se o cadinho com a amostra previamente carbonizada em bico de bunsen em mufla a 525°C, como preconizado por HORWITZ(1980).

3.7.5 pH

10g da amostra foram homogeneizados com 50ml de água destilada por 1 minuto no aparelho Sorval Omni-Mixer por 2 minutos. O homogeneizado foi filtrado, procedendo-se a leitura em potenciômetro marca Micronal devidamente calibrado.

3.7.6 Nitrogênio solúvel

O nitrogênio solúvel foi determinado precipitando-se as proteínas de 125g do extrato protéico com 100ml de ácido tricloroacético a 20% por 2 minutos como descrito por BERAQUET & GALACHO(1983). A

mistura foi filtrada e uma alíquota de 50ml foi utilizada para digestão, utilizando-se o método macrokjedahl como descrito pelo TORRY RESEARCH STATION(1973).

3.7.7 Grau de hidrólise

O grau de hidrólise foi monitorado utilizando-se a técnica de manutenção do pH constante segundo a metodologia proposta por ADLER-NISSEN(1976).

Como a enzima alcalase rompe ligaç4es peptídicas na proteína, grupos tituláveis são produzidos. Em pH neutro ou ligeiramente alcalino o rompimento das ligações tende a fazer com que o pH caia. O pH da reação pode ser mantido constante pela adição da base. A quantidade de base adicionada para manter o pH constante pode ser relacionada com a atividade proteolítica, como mostra a equação:

$$DH = \frac{B \times N_b}{M_p} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{1}{h_{total}} \times 100\%$$

onde:

DH - grau de hidrólise

B - volume de base adicionado (ml)

N_b - normalidade da base utilizada (miliequivalentes/ml)

M_p - massa da proteína na reação (g)

1/ α e 1/h_{total} - constantes $\alpha = 0,9617135$

$$h_{total} = 8 \text{ eq/kg}$$

3.8 ANÁLISES FÍSICAS

3.8.1 Cor interna

Cinco salsichas de cada formulação foram cortadas transversalmente em dois pedaços de cerca de 3cm de comprimento, separando-se os extremos. A leitura da cor foi realizada em uma das extremidades de cada pedaço, obtendo-se com isso o resultado médio de 10 leituras para cada formulação. A medida de cor foi realizada utilizando-se colorímetro Minolta modelo CR 200b e

leitura dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade do amarelo).

3.8.2 Cor externa

Após determinação da cor interna a salsicha foi descascada com o objetivo de se obter uma fatia capaz de estender no plano. Em cada porção externa foram realizadas duas medidas dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade do vermelho) e b^* (intensidade do amarelo).

3.8.3 Textura

A medida objetiva do cisalhamento das salsichas foi realizada utilizando-se aparelho INSTRON modelo TM 2318 acoplado com célula Warner-Bratzler. Para a determinação da força de cisalhamento utilizou-se velocidade da carta de 20cm/min e fundo de escala de 10Kg. As amostras foram cortadas em cilindros de cerca de 10mm de altura e, para cada formulação foram realizadas 10 determinações.

3.8.4 Rendimento

Os rendimentos na produção de salsichas foram determinados com base nos pesos dos produtos do lote antes da cocção e após a cocção em estufa e posterior resfriamento.

3.8.5 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial das salsichas foi realizada segundo a metodologia proposta por LARMOND(1977), em cabines individuais computadorizadas longe de ruídos e odores, utilizando-se escala descritiva de 0 a 10 pontos não estruturada para os parâmetros odor, firmeza, suculência, sabor e qualidade global. As amostras foram distribuídas aos provadores codificadas com três dígitos. A ordem de distribuição, bem como a codificação das amostras foram fornecidas pelo programa de avaliação sensorial computadorizado desenvolvido pela Compusense Inc. versão 4.1. A **Figura 4** ilustra o questionário de avaliação utilizado pelo computador no teste

sensorial.

Instruções:

Instrução geral: Hoje você irá avaliar amostras de salsichas

Instrução específica: Por favor, avalie as amostras na ordem indicada. Utilize água e/ou biscoito ao passar de uma amostra para a outra.

Questionário

ODOR

não característico

Característico

FIRMEZA

Muito macia

Muito firme

SUCULÊNCIA

Muito seca

Muito suculenta

SABOR

não característico

Característico

QUALIDADE GLOBAL

Muito ruim

Excelente

Figura 4. Modelo de questionário utilizado no teste de avaliação sensorial

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os dados de análise química dos extratos obtidos na escala de laboratório, planta piloto e os resultados da avaliação sensorial foram avaliados estatisticamente pela análise da variância e as médias foram comparadas duas a duas pelo teste t-Tukey e nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXTRAÇÃO A NÍVEL DE LABORATÓRIO

4.1.1 Composição da matéria-prima

Neste trabalho procurou-se utilizar matéria-prima disponível normalmente na indústria. Muito embora tenha-se procurado uniformizar o tipo de carne mecanicamente separada (CMS) escolhendo-se dorso sem pele como fonte de matéria-prima, variações na composição da mesma são inevitáveis. Diferenças podem ocorrer devido a diferenças existentes entre os tipos de corte, relação carne:osso no material destinado à separação mecânica e também devido ao ajuste da máquina durante a separação. Quanto maior a pressão exercida na separação maior será o rendimento em carne mecanicamente separada, gerando com isso resíduos com teores variáveis de proteína e gordura. Mesmo trabalhando-se com o mesmo ajuste de pressão na máquina é impossível obter-se um produto com as mesmas características, pois variações na matéria-prima são intrínsecas.

No **Quadro 11** são apresentados os resultados da composição aproximada do resíduo proveniente da desossa de dorso sem pele utilizado nos vários ensaios para elaboração dos extratos protéicos.

Quadro 11. Composição aproximada do resíduo proveniente da desossa de dorso sem pele nas diferentes épocas

Ensaio	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)	Cinzas(%)
1	60,6 ^{ab}	8,9 ^b	15,8 ^b	12,9 ^a
2	63,0 ^a	10,2 ^{ab}	15,9 ^b	9,9 ^b
3	59,1 ^c	11,7 ^a	16,1 ^b	10,3 ^b
4	58,1 ^{bc}	11,7 ^{ab}	17,1 ^b	11,6 ^{ab}
5	60,4 ^{ab}	11,2 ^{ab}	19,7 ^a	10,6 ^b

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

O teor de umidade do resíduo nas diferentes épocas de coleta, variou na faixa de 58,1 a 63,0%. Maiores teores, na faixa de 60,4 a 63,0%, foram observados nos ensaios 1, 2 e 5, que não diferiram estatisticamente. Nos ensaios 3 e 4, o teor de umidade situou-se na faixa de 58,0 a 59,0%.

Os resultados obtidos no presente estudo são similares aos valores relatados por McCURDY et alii(1986) para resíduos provenientes da separação mecânica de dorsos. Esses autores obtiveram teores de umidade na faixa de 58,2-62,8%. GALVÃO & BERAQUET(1992) obtiveram para o mesmo material teor de umidade de 60,4%. Já SALES et alii(1991) obtiveram teor de umidade de 47%, bastante inferior aos encontrados no presente estudo.

Com relação ao teor de gordura das matérias-primas, os resultados obtidos situaram-se na faixa de 8,9 a 11,7%. Somente os materiais utilizados nos ensaios 1 e 3 diferiram estatisticamente.

LAWRENCE & JELEN(1982) relatam teores de gordura na faixa de 16-20%, bem superiores aos obtidos no presente ensaio. McCURDY et alii(1986) reportam grandes variações no teor de gordura para um mesmo material, na faixa de 5,8-14,1%, dependendo do lote analisado. Já SALES et alii(1991) obtiveram teor de gordura de 12%, próximo aos teores obtidos no presente estudo.

O teor de proteína situou-se na faixa de 15,8 a 17,1% nos quatro primeiros ensaios, não diferindo estatisticamente. No ensaio 5, o teor de proteína se elevou para 19,7%, diferindo estatisticamente dos teores obtidos nos demais ensaios. Resultados similares foram obtidos por McCURDY et alii(1986), que obtiveram teores na faixa de 17,2-18,1%. LAWRENCE & JELEN(1982) reportam teores ligeiramente inferiores, na faixa de 13,0-15,0%, enquanto que SALES et alii(1991) obtiveram os maiores valores, de cerca de 21,9%.

O teor de cinzas situou-se na faixa de 9,9-12,9%, com algumas diferenças estatísticas entre os ensaios. LAWRENCE & JELEN(1982) obtiveram resultados bastante similares, na faixa de 8-11%.

MCCURDY et alii(1986) reportam teores de 8,5-9,9%, também similares aos obtidos no presente estudo. Somente SALES et alii(1991) reportam teores mais altos, ao redor de 15,9%.

Os resultados mostraram que as matérias-primas não apresentaram grande variação na sua composição, particularmente no que concerne ao teor de proteína. A composição dos materiais e as variações encontradas refletem provavelmente o que ocorreria a nível industrial.

4.1.2 Extração alcalina a nível de laboratório

No **Quadro 12** são apresentados os resultados da composição aproximada do extrato obtido pelo método de extração alcalina, usando-se as matérias-primas de composição descritas no **Quadro 11**.

Quadro 12. Composição aproximada dos extratos alcalinos obtidos em diferentes épocas

Ensaio	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)	Cinzas(%)
1	92,9 ^a	1,0 ^a	5,1 ^b	0,6 ^a
2	91,0 ^b	1,1 ^a	7,0 ^c	0,6 ^a
3	88,1 ^c	1,6 ^b	11,1 ^a	0,4 ^a
4	89,6 ^d	2,2 ^c	6,3 ^{bc}	0,6 ^a
5	92,1 ^a	1,8 ^{bc}	5,1 ^b	0,9 ^a

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P>0,05)

Observa-se, com exceção do teor de cinzas, grande variabilidade na composição entre as épocas de processamento. O teor de umidade situou-se na faixa de 88,1 a 92,9%. Maiores teores, de 92,9 e 92,1% foram obtidos nos ensaios 1 e 5 respectivamente. MCCURDY et alii(1982) obtiveram, em escala de laboratório, extratos protéicos com teor de umidade na faixa de 80 a 88%, inferiores aos valores observados no presente estudo. Já LAWRENCE et

alii(1983) obtiveram teor de umidade de 87,0%, também inferior aos valores obtidos no presente estudo.

O teor de proteína foi o componente que mais variou, situando-se na faixa de 5,1 a 11,1%. Teores ao redor de 5,1% foram obtidos nos ensaios 1 e 5 respectivamente, não diferindo estatisticamente. Nos ensaios 2 e 4, o teor de proteína situou-se na faixa de 6,3 a 7,0%. Já no ensaio 3, o teor de proteína mostrou-se bastante elevado quando comparado com os demais ensaios, situando-se ao redor de 11,1%. Essa grande variação do teor de proteína do extrato alcalino não está correlacionada com o teor de proteína da matéria-prima (Quadro 11) mas, parece estar correlacionada com a eficiência da extração e/ou centrifugação, pois a altos teores de proteína na matéria-prima não corresponderam altos teores de proteína no extrato. Observa-se que quanto maior o teor de umidade do extrato menor o seu teor protéico. No trabalho de McCURDY et alii(1982) o teor de proteína do extrato protéico situou-se na faixa de 8-10%, superior aos valores obtidos no presente estudo, com exceção do valor 11,1% obtido no ensaio 3.

Com relação ao teor de gordura, esta situou-se na faixa de 1,0 a 2,2%. Maiores teores foram observados nos ensaios 4 e 5, de 2,2 e 1,8% respectivamente. Resultados similares para matérias-primas similares foram observados por LAWRENCE et alii(1983), de cerca de 2,0% e por McCURDY et alii(1982), na faixa de 1,0-4,0%.

Com relação ao teor de cinzas observa-se uma grande redução no seu teor, com valores situando-se na faixa de 0,4 a 0,9%, sem diferenças significativas entre os ensaios. Pode-se concluir que o processo de centrifugação foi eficiente com relação a separação dos ossos do extrato protéico obtido.

4.1.3 Extração salina a nível de laboratório

No **Quadro 13** são apresentados os resultados da composição aproximada dos extratos protéicos obtidos pelo método salino.

Quadro 13. Composição aproximada dos extratos salinos obtidos nas diferentes épocas

Ensaio	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)	Cinzas(%)
1	91,9 ^a	2,2 ^c	4,8 ^b	0,4 ^c
2	89,9 ^c	2,1 ^c	6,3 ^a	1,3 ^b
3	88,1 ^e	4,8 ^a	4,1 ^b	4,2 ^a
4	90,7 ^b	1,9 ^c	5,8 ^a	4,3 ^a
5	89,0 ^d	3,6 ^b	4,1 ^b	4,3 ^a

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

O teor de umidade dos extratos obtidos nos diferentes ensaios situou-se na faixa de 88,0 a 91,9%, faixa essa similar a obtida nos extratos provenientes da extração alcalina. KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ(1984), utilizando o mesmo método de extração salina e a mesma relação solvente:resíduo, obtiveram extratos protéicos contendo 92,7% de umidade, valor esse superior aos obtidos no presente estudo. Ao duplicar a relação solvente:resíduo, os autores obtiveram extrato protéico com teor de umidade superior, de cerca de 95,5-95,9%.

O teor de proteína não diferiu entre os ensaios 4 e 2, situando-se ao redor de 5,8 e 6,3%, respectivamente. Nos demais ensaios, o teor de proteína do extrato foi estatisticamente inferior, situando-se na faixa de 4,1 a 4,8%.

Ao confrontar a composição do extrato salino (Quadro 13) com a composição do resíduo ósseo (Quadro 11) observa-se que altos teores de proteína no resíduo não corresponderam a altos teores de proteína no extrato protéico. Da mesma forma observada para a extração alcalina, a variação no teor de proteína, apesar da menor amplitude, deve estar correlacionada com a eficiência da extração e da centrifugação.

O teor de gordura situou-se na faixa de 1,9 a 4,8%. KIJOWSKI &

NIEWIAROWICZ(1984) obtiveram teores de gordura bem mais baixos, de cerca de 0,4%. Os altos valores de gordura no presente trabalho podem ser conseqüência de uma centrifugação ineficiente.

Observa-se que, nos dois primeiros ensaios, o teor de cinzas obtido foi inferior aos demais. No ensaio 1, o teor de cinzas foi de 0,4%, elevando-se para 1,3% no ensaio 2. Nos ensaios 3, 4 e 5 o teor de cinzas não apresentou variações, situando-se na faixa de 4,2 a 4,3%. Os altos teores de cinzas obtidos nos ensaios 3, 4 e 5 podem estar relacionado com a presença de partículas pequenas de ossos que não foram sedimentadas durante o processo de centrifugação.

Confrontando-se os resultados obtidos no método de extração salina (Quadro 13) com os resultados da extração alcalina (Quadro 12), observa-se que em todos os ensaios realizados o teor de proteína do extrato proveniente do método salino apresentou-se inferior. Observa-se também maiores teores de gordura e cinzas nos extratos salinos. Essas diferenças podem estar associadas ao processo de extração bem como ao processo de centrifugação, que não foi eficiente para separar toda a gordura presente no extrato e sedimentar as partículas ósseas.

4.1.4 Extração enzimica a nível de laboratório

No **Quadro 14** é apresentado o grau de hidrólise (%DH) ao longo do processo de extração enzimica.

Observa-se que nos ensaios 3 e 4 o grau de hidrólise foi superior aos demais ensaios, ao redor de 13,5% no ensaio 4 e 14,0% no ensaio 3. Nos demais ensaios, o grau de hidrólise situou-se na faixa de 10,8 a 11,3%. SALES et alii(1991), ao usarem enzima alcalase na concentração de 2,5% obtiveram, após 3 horas de processo, grau de hidrólise de aproximadamente 8%, inferior portanto aos resultados observados no presente estudo. WEBSTER et alii(1982), utilizando subprodutos do abate e enzima alcalase em solução contendo 8% de proteína e relação substrato:enzima de 50:1 (p/p), obtiveram grau de hidrólise de cerca de 11% após 4

horas, similares a observadas nos ensaios 1, 2 e 5. A **Figura 5** mostra a curva de hidrólise média ao longo do tempo utilizando-se os dados provenientes do **Quadro 14**. Observa-se que o grau de hidrólise é acentuado até cerca de 60 minutos de processo sendo que a partir desse momento a hidrólise é desacelerada, estabilizando-se após 120 minutos. Conclui-se portanto que o tempo de hidrólise para esse tipo de material seria de 120 minutos.

Quadro 14. Grau de hidrólise (%DH) ao longo do processo de hidrólise enzimica nas diferentes épocas

Tempo (min)	Ensaio				
	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0
30	5,3	6,1	7,8	5,5	6,2
60	7,4	8,7	10,4	9,7	7,9
90	8,6	9,5	12,0	11,3	9,6
120	10,0	10,4	13,1	12,1	10,2
150	10,2	10,8	14,0	13,5	10,8
180	11,2	10,8	14,0	13,5	10,8
200	11,3	10,8	14,0	13,5	10,8

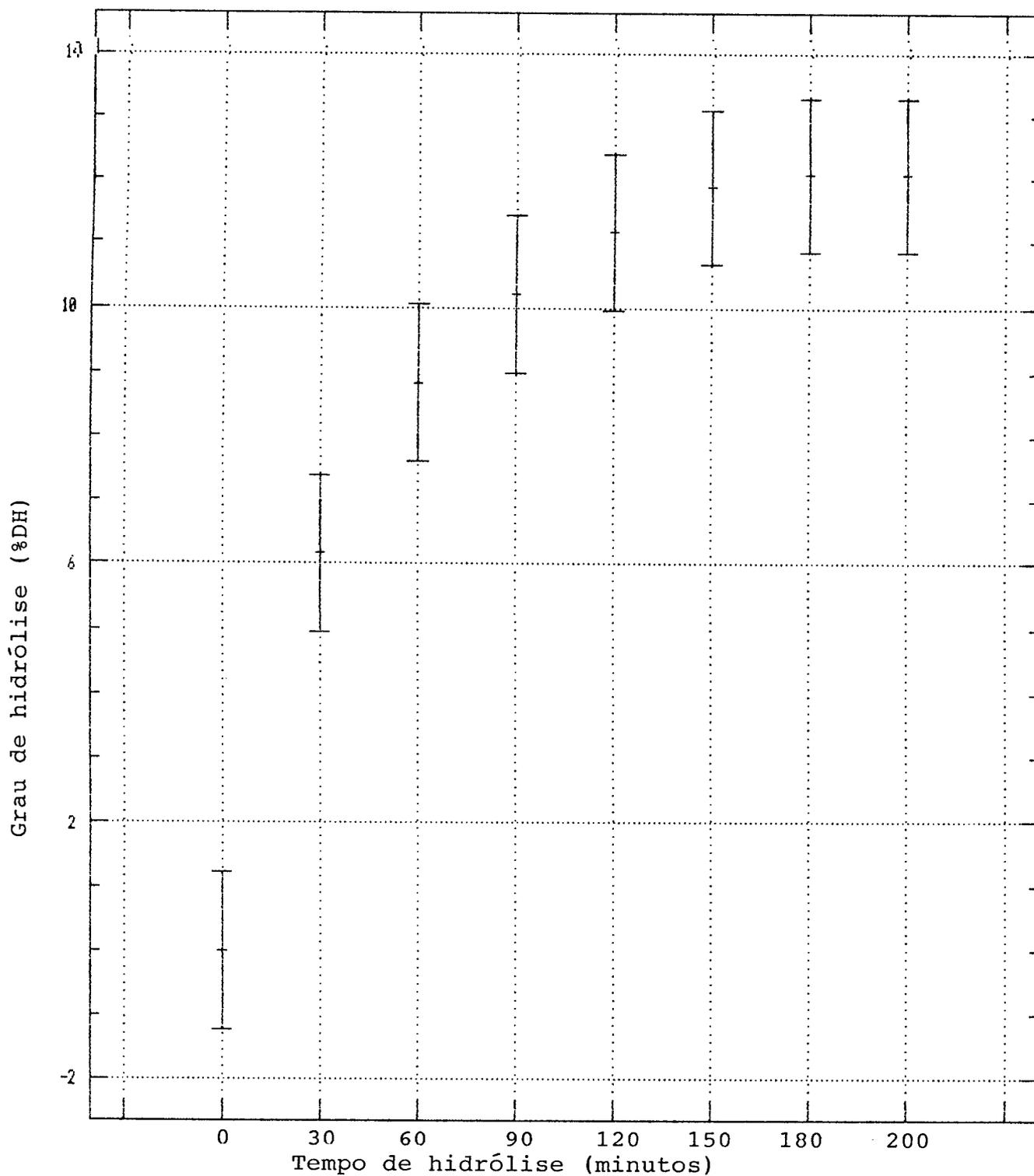


Figura 5. Curva de hidrólise ao longo do processo de extração enzimática na etapa de laboratório

A composição aproximada dos extratos obtidos após a hidrólise enzimática é apresentada no **Quadro 15**.

Quadro 15. Composição aproximada dos extratos enzimáticos obtidos nas diferentes épocas

Ensaio	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)	Cinzas(%)
1	92,7 ^{ab}	1,6 ^a	4,8 ^c	0,8 ^a
2	93,8 ^a	0,8 ^b	5,5 ^b	0,8 ^a
3	92,3 ^b	0,3 ^c	6,4 ^a	0,9 ^a
4	92,5 ^b	0,3 ^c	5,4 ^b	0,8 ^a
5	93,7 ^a	0,2 ^c	5,2 ^{bc}	0,8 ^a

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

O teor de umidade situou-se na faixa de 92,3 a 93,8%, ligeiramente superior aos teores obtidos nos extratos alcalino e salino (Quadros 12 e 13). SALES et alii(1991), utilizando resíduos provenientes da separação mecânica de dorsos de frango, reportam valores de umidade de cerca de 81,70% no filtrado logo após o processo de extração, inferiores aos obtidos no presente estudo. Essa diferença no teor de umidade está relacionada com o fato de que SALES et alii(1991) utilizaram relação resíduo ósseo:água de 1:1, enquanto que no presente estudo a relação resíduo:água foi de 1:1,5. Outro fator que pode ter contribuído para a diminuição do teor de umidade é que o resíduo ósseo, nos ensaios conduzidos por SALES et alii(1991), foi homogeneizado em moinho coloidal, diminuindo significativamente o tamanho das partículas ósseas. No presente estudo o resíduo ósseo foi homogeneizado em homogeneizador, sem diminuição das partículas ósseas.

Com relação ao teor de gordura, observa-se diferenças significativas entre os ensaios 1, 2 e os demais. Teores elevados, de cerca de 1,6% foram observados no extrato proveniente do ensaio 1. Já no ensaio 2, o teor de gordura

decreceu para cerca de 0,8% e, nos ensaios 3, 4 e 5, o teor de gordura situou-se na faixa de 0,2 a 0,3%. O filtrado obtido por SALES et alii(1991) apresentou, antes do processo de centrifugação, teor de gordura de 7,92%. Os autores reportam que, após o processo de centrifugação, obtem-se 4 frações: gordura, óleo de frango, fração protéica solúvel, denominada sobrenadante, e uma fração protéica insolúvel. O sobrenadante, após o processo de liofilização, apresentou teor de gordura de 4,66%. Os altos teores de gordura observados, como apontado anteriormente, podem estar relacionados com a eficiência do processo de centrifugação e conseqüente separação das frações líquida e gordurosa.

O teor de proteína situou-se na faixa de 4,8-6,4%. O filtrado proveniente da extração enzimica de resíduos de dorso obtido por SALES et alii(1991) apresentou, antes do processo de centrifugação, teor de proteína de 7,45%, superior ao obtido no presente estudo.

O teor de cinzas permaneceu praticamente constante nos cinco ensaios, com valores na faixa de 0,8 a 0,9%.

No **Quadro 16** é apresentado um sumário dos teores de proteína (base seca) dos extratos obtidos, utilizando-se os diferentes métodos de extração.

Quadro 16. Teor de proteína (base seca) dos extratos protéicos obtidos nos diferentes ensaios

Ensaio	Teor de proteína(%)		
	Extrato alcalino	Extrato salino	Extrato enzimico
1	72,2	59,5	66,3
2	77,5	62,3	88,0
3	93,5	34,7	83,6
4	60,5	62,7	72,1
5	64,8	36,7	83,1

Observa-se que o método de extração salina é o menos eficiente em termos de recuperação da proteína do resíduo ósseo, fornecendo um extrato protéico, com teor de proteína, em base seca, na faixa de 34,7-62,7%. Já os métodos de extração alcalina e enzimica forneceram extratos protéicos com teores de proteína comparáveis nas faixas de 60,5-93,5% e 66,3-88,0% respectivamente.

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que em todos os métodos de extração a composição dos extratos não estava correlacionada com a composição do resíduo ósseo. As variações observadas nas composições dos extratos nos vários ensaios revelaram que as técnicas aplicadas não tem reprodutibilidade, o que pode ser atribuída ao processo de centrifugação. Apesar das variações observadas entre as técnicas de extração, os extratos alcalinos e enzimico parecem resultar em extratos com teores mais altos de proteína.

4.2 EXTRAÇÃO EM PLANTA PILOTO

Com base nos resultados obtidos na etapa de laboratório, foram realizados testes de extração protéica em planta piloto utilizando-se os métodos salino e enzimico. Optou-se por continuar trabalhando com o método salino, apesar do seu menor

teor de proteína no extrato úmido em escala de laboratório, por ser este o método mais simples, que não necessitando de ajustes de pH e que poderia ser de fácil aplicabilidade do ponto de vista industrial. Como não houve diferenças entre os métodos alcalino e enzimico optou-se por continuar trabalhando com o método enzimico, pois o método alcalino apresentou maior variabilidade no teor de proteína, de 5,1-11,1%(Quadro 12), quando comparado com o teor de proteína do extrato obtido pelo método enzimico, de 4,8-6,4% (Quadro 15). Além disso, descarta-se a possibilidade de formação de lisinoalanina, um problema potencial com o uso da técnica de extração alcalina e, evita-se o inconveniente de se trabalhar com material corrosivo na planta de processamento.

4.2.1 Extração salina

O **Quadro 17** apresenta os resultados de composição e rendimento dos testes de extração salina realizados na planta piloto.

Quadro 17. Rendimento de extração em planta piloto e composição do resíduo e do extrato salino

Material	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)	Rendimento(%)
resíduo	58,0	----	14,80	----
ensaio 1*	88,8	5,0	2,84	----
ensaio 2*	88,5	2,5	2,49	50,4
ensaio 3**	----	0,5	1,30	43,4

*) Separadora de plasma - marca Alpha Laval

***) Centrífuga purificadora Alpha Laval

Observa-se que, partindo-se de um resíduo ósseo com 14,80% de proteína, obteve-se um extrato protéico com teor de proteína na faixa de 2,49-2,84% e teor de gordura na faixa de 2,5-5,0%, ao se utilizar a centrífuga separadora de plasma. Ao se utilizar a centrífuga purificadora Alpha-Laval, observou-se uma melhora na retirada da gordura, decrescendo seu teor para valores de 0,5%.

No entanto, o teor de proteína também decresceu para valores ao redor de 1,3% possivelmente devido a uma certa incorporação no material que era descartado juntamente com a gordura. Nos dois tipos de centrífuga utilizadas em planta piloto o teor de proteína foi inferior aos valores obtidos em escala de laboratório. Essa diferença pode estar relacionada com o fato de se trabalhar a nível de laboratório com uma amostra bem menor, o que possibilita uma melhora na eficiência da extração. O rendimento de extração (em peso) situou-se na faixa de 43,4-50,4%. Esse baixo rendimento está relacionado com a dificuldade de separar-se eficientemente toda a solução do material ósseo durante a etapa de peneiramento. Do ponto de vista industrial esse rendimento pode ser considerado bastante baixo, o que poderia inviabilizar o processo, já que o teor de proteína é também muito baixo. Para se melhorar o rendimento, outras técnicas poderim ser testadas, como o uso de prensagem após o processo de homogeneização. Com relação ao teor de proteína poderia se utilizar fosfatos para melhorar a sua extração durante o processo de homogeneização.

4.2.2 Extração enzimica

As composições aproximadas dos resíduos ósseos utilizados nos ensaios de extração enzimica a nível de planta piloto são apresentadas no **Quadro 18**.

Quadro 18. Composição aproximada do resíduo ósseo utilizado para extração enzimica na planta piloto

Ensaio	Umidade(%)	Gordura(%)	Proteína(%)
1	57,82 ^a	20,14 ^{ab}	14,08 ^a
2	57,43 ^b	21,47 ^a	13,65 ^a
3	60,75 ^a	16,87 ^b	14,22 ^a

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P>0,05$)

Os lotes de resíduos utilizados nos três ensaios apresentaram composição aproximada, não havendo diferenças significativas entre os teores de proteína, que situaram-se na faixa de 13,65-14,22%. Já os teores de umidade e gordura, inversamente correlacionados, apresentaram variações maiores, situando-se na faixa de 57,43-60,75% e 16,87-21,47% respectivamente.

A composição desses resíduos usados para os ensaios de extração a nível de planta piloto (Quadro 18) são similares aos obtidos nos estudos de extração a nível de laboratório (Quadro 11), validando a comparação dos dois procedimentos.

No **Quadro 19** é apresentado o grau de hidrólise (%DH) do processo de extração enzimica ao longo do tempo e a **Figura 6** apresenta a curva de hidrólise utilizando-se os dados provenientes do **Quadro 19**.

Quadro 19. Grau de hidrólise(%DH) ao longo do processo de hidrólise enzimica a nível de planta piloto

Tempo (min)	Ensaio		
	1	2	3
0	0	0	0
15	5,30	4,69	4,18
30	8,67	7,59	7,11
45	11,25	10,13	9,58
60	13,32	12,05	11,25
90	16,32	15,33	13,15
120	17,32	17,64	14,07
150	17,32	18,03	15,30

Em todos os ensaios observou-se que a hidrólise foi bastante rápida nos primeiros 45 minutos de extração, atingindo valores ao redor de 9,58-11,25%. Após 45 minutos, o grau de hidrólise continuou se elevando, só que de forma gradual. Na etapa de

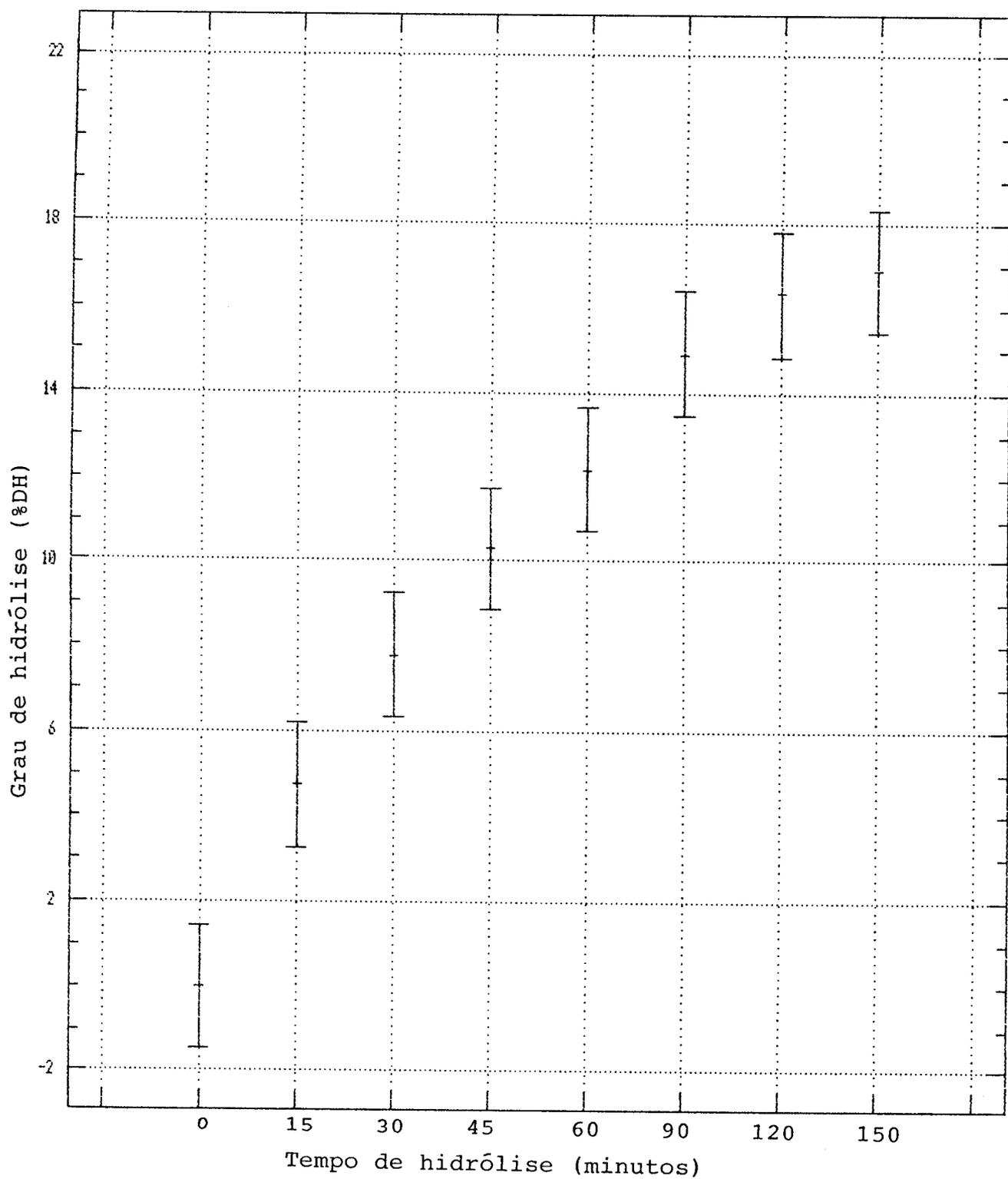


Figura 6. Curva de hidrólise ao longo do processo de extração enzimática a nível de planta piloto

laboratório, a hidrólise foi bastante rápida até cerca de 60 minutos do seu início, e só a partir desse ponto a elevação passou a ser mais gradual como na extração em planta piloto. Na extração em planta piloto, a hidrólise praticamente estabilizou-se atingindo um grau de hidrólise de cerca de 15,30% no Ensaio 3 após 120 minutos. Nos ensaios a nível de laboratório a hidrólise praticamente estabilizou-se após cerca de 120 minutos do seu início. SALES et alii(1991) utilizando resíduo da separação mecânica de carne de frango obtiveram grau de hidrólise em planta piloto de cerca de 9,5%, inferior portanto aos valores observados no presente estudo. Comparando-se os resultados obtidos em escala de planta piloto com os resultados obtidos em escala de laboratório observa-se que o grau de hidrólise na planta piloto, de 15,3-17,3%, foi bastante superior aos valores de 10,8-14,0% obtidos na etapa de laboratório.

A composição dos extratos obtidos pela técnica de extração enzimica é apresentada no **Quadro 20**.

Quadro 20. Composição aproximada dos extratos enzimicos obtidos em planta piloto

Ensaio	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína total(%)	<u>Nitrogênio(%)</u>		Cinzas (%)
				Total	Solúvel	
1	93,03 ^a	0,61 ^a	5,64 ^C	0,90 ^C	0,85 ^C	0,51 ^b
2	89,91 ^b	0,70 ^a	8,29 ^b	1,33 ^b	1,21 ^b	0,96 ^a
3	89,57 ^C	0,74 ^a	8,84 ^a	1,41 ^a	1,27 ^a	0,90 ^a

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P>0,05)

Nessa etapa foram realizadas determinações de proteína total, nitrogênio total e nitrogênio solúvel. Optou-se por determinar o nitrogênio na forma solúvel para confirmar que praticamente todo o nitrogênio presente no extrato estava na forma de polipeptídeos, ou seja, não protéico e solúvel.

Os teores de umidade, proteína total, nitrogênio total e solúvel diferiram estatisticamente entre os ensaios. O teor de umidade situou-se na faixa de 89,57-93,03% e o teor de proteína total, na faixa de 6,64-8,84%. SALLES et alii(1991), utilizando o mesmo método de extração, exceto a etapa de centrifugação final, obtiveram extrato proteico com 81,7% de umidade e 7,45% de proteína, portanto os níveis obtidos nesse trabalho são compatíveis com os valores relatados por esses autores. Apesar das variações serem significativas do ponto de vista estatístico, a faixa de variação foi bastante pequena, de cerca de 3,46 pontos percentuais para a determinação de umidade e de 3,2 pontos percentuais para a determinação de proteína total. Com relação ao teor de nitrogênio, observa-se que cerca de 90-94% do nitrogênio total é composto de nitrogênio solúvel, o que indica que praticamente toda a proteína presente foi quebrada pela enzima fornecendo polipeptídeos.

O teor de gordura apresentou-se bastante baixo, na faixa de 0,61-0,74%, não diferindo entre os ensaios. SALES et alii(1991) obtiveram extratos protéicos com cerca de 7,92% de gordura, superior ao valor obtido no presente estudo, pelo fato dos autores terem analisado o extrato antes do processo de centrifugação.

Com relação ao teor de cinzas, somente o Ensaio 1, com teor de 0,51%, apresentou-se diferente dos demais. Entre os ensaios 2 e 3 não foram detectadas diferenças e os teores de cinzas situaram-se ao redor de 0,90-0,96%.

A utilização de vários ensaios serviu para mostrar a faixa de variação da composição química dos extratos que pode ser encontrada ao se utilizar esse processo em escala industrial. Idealmente não deveria haver diferenças entre os ensaios principalmente pelo fato de que as matérias-primas utilizadas nos testes de extração apresentavam composição similar.

4.3 UTILIZAÇÃO DO EXTRATO PROTÉICO EM PRODUTO TIPO SALSICHA

O extrato protéico foi utilizado na formulação em substituição a água como mostra os Quadros 8 e 9 e foi adicionado ao "cutter" junto com o bloco cárneo. Isso significou uma adição de extrato de cerca de 15%. A formulação foi desenhada para conter cerca de 22% de gordura e relação umidade:proteína de 4,5.

Os resultados das análises de acompanhamento e produto acabado são apresentados a seguir:

4.3.1 Perda de peso no cozimento

No Quadro 21 são apresentados os resultados de perda de peso dos produtos emulsionados elaborados com e sem o extrato obtido pela extração enzimática a nível de planta piloto.

Quadro 21. Perda de peso na cocção das salsichas

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	12,52 ^a	11,54 ^b
2	9,06 ^a	8,97 ^a
3	10,79 ^a	9,98 ^b

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

Para a formulação controle, as perdas de peso variaram entre os ensaios na faixa de 9,06-12,52%. O mesmo comportamento foi observado para a formulação contendo extrato, que apresentou perda de peso na faixa de 8,97-11,54%. Ao comparar-se as perdas de peso entre as formulações de um mesmo Ensaio observa-se que, com exceção do Ensaio 2, houve diferenças significativas entre os tratamentos, com a formulação contendo extrato apresentando as menores perdas. As salsichas controle apresentaram perdas 0,81-0,98 pontos percentuais superiores as observadas nas salsichas contendo o extrato proteico.

4.3.2 pH

A medida de pH foi realizada com o objetivo de se verificar qual seria o aumento causado pela adição do extrato protéico nesse parâmetro, já que o extrato protéico apresenta pH próximo ao valor 8 que é o pH ideal para a realização da extração enzimática.

Os valores de pH das formulações controle e com extrato são apresentados no **Quadro 22**.

Quadro 22. pH das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	6,25 ^a	6,31 ^a
2	6,16 ^b	6,28 ^a
3	6,11 ^b	6,26 ^a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

No Ensaio 1 o pH da salsicha controle, de 6,25, apesar de inferior ao pH da salsicha com extrato, de 6,31, não foi considerado estatisticamente diferente. Já nos Ensaios 2 e 3, o valor de pH da salsicha com extrato, de cerca de 6,28 e 6,26 respectivamente, foi considerado estatisticamente superior ao pH da formulação controle, que apresentou valores de 6,16 e 6,11. Esse aumento no pH pode ser controlado pela adição de aditivos na formulação que tenham a função de promover o abaixamento do valor de pH. Como exemplo de ingrediente com essa função temos o GDL (glucona-delta-lactona), permitido pela legislação no teor máximo de 0,5%. O GDL promove o abaixamento do pH em cerca de 0,2-0,3 unidades. Com isso, esse efeito "detrimental" do uso de extrato poderia ser evitado.

Confrontando-se os resultados obtidos para perda de peso (Quadro 21) com os valores de pH dos produtos (Quadro 22), comprova-se

que as formulações com maiores valores de pH apresentaram menores perdas de peso.

4.3.3 Composição centesimal

No **Quadro 23** é apresentada a composição centesimal das salsichas.

Quadro 23. Composição centesimal das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Umidade(%)		Gordura(%)		Proteína(%)		Cinzas(%)	
	Cont.	Ext.	Cont.	Ext.	Cont.	Ext.	Cont.	Ext.
1	63,16 ^a	61,76 ^a	17,78 ^b	19,05 ^a	12,21 ^a	12,61 ^a	2,56 ^a	3,19 ^a
2	61,70 ^a	61,52 ^a	19,53 ^a	19,63 ^a	13,30 ^a	13,48 ^a	2,43 ^a	2,51 ^a
3	60,82 ^a	60,49 ^a	18,41 ^a	17,16 ^b	13,13 ^a	13,18 ^a	2,94 ^a	2,85 ^a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente($P>0,05$)

Apesar das formulações terem sido desenhadas para conter cerca de 22% de gordura e relação umidade:proteína de 4,5, esses resultados não foram obtidos no produto final. O teor de gordura situou-se na faixa de 17,78-19,53% para a salsicha controle e 17,16-19,63% na salsicha com extrato. Já relação umidade:proteína situou-se na faixa de 4,6-5,2 e 4,6-4,9 para as salsichas controle e com extrato respectivamente. Essas diferenças entre os teores obtidos e os teores esperados estão relacionados com a etapa de caracterização das matérias-primas para o balanceamento das formulações, pois foram utilizados métodos rápidos de análise de umidade e gordura.

Com esses resultados pode-se concluir que o uso de extrato protéico em substituição a água não altera o teor de proteína do produto final. As alterações que podem ocorrer estão relacionadas principalmente com os teores de umidade e gordura devido as variações da própria matéria-prima.

4.3.4 Medida objetiva da cor

Como o extrato protéico apresenta coloração escura foram realizadas avaliações de cor com o objetivo de se verificar se a sua adição provocaria alterações como o escurecimento do produto. Nesse sentido, avaliou-se objetivamente a luminosidade, a intensidade da cor vermelha e da cor amarela no sistema CIE.

4.3.4.1 Luminosidade

A medida de luminosidade (L*) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato é apresentada no **Quadro 24**.

Quadro 24. Medida de L*(luminosidade) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Medida de L*			
	Porção externa		Porção interna	
	Controle	Extrato	Controle	Extrato
1	56,30 ^b	57,30 ^a	64,01 ^a	64,43 ^a
2	55,50 ^a	54,70 ^b	63,51 ^a	61,24 ^b
3	53,80 ^a	54,10 ^a	62,80 ^a	62,54 ^a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

Com relação a porção externa observa-se que a medida de luminosidade das salsichas controle e com extrato situou-se na faixa de 58,8-56,3 e 54,1-57,3 respectivamente, com diferenças significativas nos ensaios 1 e 2. Na porção interna o valor da medida de luminosidade se elevou, situando-se na faixa de 62,80-64,43 e 61,24-64,43 para as salsichas controle e com extrato respectivamente. Somente no Ensaio 2 a diferença de luminosidade foi considerada estatisticamente significativa. DELLA TORRE(1991) utilizando o sistema Lab-Hunter obteve valores de luminosidade, para salsichas preparadas com carne quente e carne fria, na faixa

de 53,29-53,43, inferiores portanto aos valores obtidos no presente estudo.

Apesar das diferenças terem sido consideradas estatisticamente significativas em alguns ensaios deve-se observar que os valores numéricos estão bastante próximos. Devido a isso, do ponto de vista prático essas diferenças podem não ser percebidas.

4.3.4.2 Intensidade de vermelho

A incorporação do extrato proteico poderia acarretar uma diminuição na intensidade da cor vermelha o que alteraria a aparência do produto, depreciando-o. Nesse sentido, foram realizadas avaliações tanto na porção externa como na porção interna. Os resultados da medida de a^* são apresentados no **Quadro 25**.

Quadro 25. Medida de a^* (intensidade de vermelho) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato

Ensaio	medida de a^*			
	Porção externa		Porção interna	
	Controle	Extrato	Controle	Extrato
1	16,43 ^a	15,46 ^a	12,28 ^a	11,86 ^b
2	15,78 ^a	15,72 ^a	11,43 ^b	12,18 ^a
3	16,54 ^a	16,09 ^a	12,14 ^a	11,96 ^a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

Com relação a porção externa não se observaram diferenças significativas entre os ensaios e entre as formulações em cada ensaio. A formulação controle apresentou valor de a^* na faixa de 15,78-16,54 e a formulação com extrato apresentou valor de a^* de cerca de 15,46-16,09.

Pequenas diferenças entre os tratamentos foram detectadas entre

os ensaios na porção interna dos produtos. De uma forma geral, as salsichas controle apresentaram valor de a* na faixa de 11,43-12,28 e, nas salsichas com extrato protéico o valor de a* situou-se na faixa de 11,86-12,18, valores esses bastante próximos. DELLA TORRE(1991) obteve, no sistema Lab-Hunter, teores de vermelho de 9,69 e 9,78 ao elaborar salsichas com 26% de gordura e com carne quente e fria respectivamente, teores esses inferiores aos obtidos no presente estudo. Pode-se concluir que a incorporação do extrato, do ponto de vista prático não acarretou alterações que depreciassem a aparência do produto.

4.3.4.3 Intensidade de amarelo

Da mesma forma que para os parâmetros luminosidade e intensidade de vermelho foi realizada a avaliação da intensidade de amarelo. No **Quadro 26** são apresentados os resultados da medida de b* nas porções externa e interna das formulações.

Quadro 26. Medida de b* (intensidade de amarelo) nas porções externa e interna das salsichas controle e com extrato

Ensaio	medida de b*			
	Porção externa		Porção interna	
	Controle	Extrato	Controle	Extrato
1	13,58 ^a	13,95 ^a	10,45 ^b	10,75 ^a
2	12,40 ^a	12,47 ^a	9,96 ^a	9,82 ^a
3	13,10 ^a	13,20 ^a	9,77 ^b	10,04 ^a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P>0,05)

A porção externa da salsicha controle apresentou intensidade de amarelo (b*), entre os ensaios, na faixa de 12,40-13,58 e, na salsicha contendo extrato, a intensidade de amarelo situou-se na faixa de 12,47-13,95. Não foram detectadas diferenças entre os tratamentos nos três ensaios realizados. Com relação a porção

interna a intensidade de amarelo situou-se na faixa de 9,77-10,45 para a salsicha controle e 9,82-10,75 para a salsicha contendo extrato protéico, sendo considerada estatisticamente superior nas salsichas contendo extrato protéico nos ensaios 1 e 3. DELLA TORRE(1991) obteve valores b-Hunter para salsichas elaboradas com carne quente e fria contendo 26% de gordura de cerca de 10,7 e 10,6 respectivamente, valores esses similares aos obtidos no presente estudo na porção interna.

Com os resultados obtidos na avaliação da cor dos produtos pode-se concluir que o uso do extrato protéico não acarreta modificações na cor que prejudiquem a qualidade dos produtos.

4.3.5 Odor

Os resultados da avaliação do odor dos produtos são apresentados no **Quadro 27**.

Quadro 27. Odor¹ das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	7,05 ^a	7,13 ^a
2	8,21 ^a	8,51 ^a
3	8,18 ^a	8,23 ^a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

1) Valor 0 = não característico

Valor 10 = característico

Não foram detectadas diferenças significativas de odor entre as formulações controle e com extrato protéico nos três ensaios realizados. A salsicha controle recebeu pontuação na faixa de 7,05-8,21 e a salsicha contendo extrato protéico recebeu pontuação na faixa de 7,13-8,23, podendo em todos os casos ser então considerado como moderadamente característico.

4.3.6 Força de cisalhamento e firmeza subjetiva

A incorporação do extrato protéico em produto tipo salsicha poderia acarretar modificações na firmeza do produto já que o extrato protéico, apesar de ser utilizado em substituição a água contém proteína e gordura.

A firmeza subjetiva e a medida de cisalhamento dos produtos elaborados são apresentadas no **Quadro 28**.

Quadro 28. Firmeza¹ subjetiva e medida de cisalhamento(kgf/cm) das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Firmeza subjetiva		Cisalhamento(Kgf/cm)	
	Controle	Extrato	Controle	Extrato
1	5,97 ^a	5,46 ^a	2,48 ^a	2,16 ^a
2	6,49 ^a	6,18 ^a	2,97 ^a	2,83 ^a
3	5,79 ^a	5,49 ^a	2,59 ^a	2,44 ^b

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente(P>0,05)

1) Valor 0 = muito macia

Valor 5 = ideal

Valor 10 = muito firme

Houve um ligeiro deccrécimo na medida de firmeza nos produtos elaborados com extrato protéico. No entanto, na análise subjetiva da firmeza não detectou-se diferenças significativas entre as formulações nos três ensaios realizados.

A medida de cisalhamento das formulações não diferiu estatisticamente entre os Ensaios 1 e 2, situando-se ao redor de 2,48-2,97kgf/cm na salsicha controle e 2,16-2,83kgf/cm na salsicha contendo extrato protéico. No Ensaio 3 o produto controle apresentou medida de cisalhamento de 2,59kgf/cm,

estatisticamente mais firme que o produto contendo extrato protéico, que apresentou medida de cisalhamento de 2,44kgf/cm.

4.3.7 Suculência

No **Quadro 29** são apresentados os resultados da avaliação da suculência dos produtos.

Quadro 29. Suculência¹ das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	5,05 ^a	4,95 ^a
2	4,13 ^a	4,46 ^a
3	4,54 ^a	4,87 ^a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$)

1) Valor 0 = muito seca

Valor 5 = ideal

Valor 10 = muito suculenta

Todos os produtos apresentaram suculência próxima ao valor 5, considerado ideal, não se observando diferenças significativas entre as formulações em nenhum dos ensaios. Não foram detectadas também diferenças entre os ensaios.

4.3.8 Sabor

A análise do sabor dos produtos emulsionados é apresentada no **Quadro 30**.

Quadro 30. Sabor¹ das salsichas controle e com extrato

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	7,18 ^a	7,21 ^a
2	8,10 ^a	7,92 ^a
3	8,31 ^a	8,00 ^a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05)

1) Valor 0= não característico

Valor 10= característico

Não se observaram diferenças significativas entre as formulações nos 3 ensaios realizados. Em todos os ensaios os produtos receberam pontuação na faixa de 7,18-8,31 correspondendo, na escala de sabor a moderadamente característico.

4.3.9 Qualidade global

No **Quadro 31** são apresentados os resultados da avaliação da qualidade global dos produtos.

Quadro 31. Qualidade global¹ das formulações controle e com extrato

Ensaio	Salsicha controle	Salsicha com extrato
1	7,41 ^a	6,50 ^a
2	7,03 ^a	7,03 ^a
3	7,64 ^a	7,03 ^a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05)

1) Valor 1 = muito ruim

Valor 10 = excelente

Com exceção da salsicha com extrato elaborado no Ensaio 1, que apresentou nota 6,5, todos os produtos foram considerados moderadamente bons, recebendo nota ao redor de 7,03-7,64. Não se detectou diferenças significativas entre as formulações em todos os ensaios realizados.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

1. Não existem diferenças a nível rendimento de extração de proteína entre os métodos salino, alcalino e enzimico de extração protéica em escala de laboratório.

2. Extratos protéicos provenientes do método de extração enzimica podem ser incorporados na formulação de produtos cárneos emulsionados sem causar problemas tecnológicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER-NISSEN, J. Enzymatic hydrolysis of proteins for increase solubility. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Washington, 24(6):1090-1093, 1976
- ADLER-NISSEN, J. Enzymatic hydrolysis of food protein. Proc. Biochem., Watford, 12:18-23, 1977.
- AMAYA-FARFAN, J. Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia dos alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 1985
- ANG, C.Y.W. & HAMM, D. Proximate analyses, selected vitamins and minerals and cholesterol content of mechanically deboned and hand deboned broiler parts. J. Food Sci., Chicago, 47:885-888, 1982.
- Associação Nacional dos Abatedouros Avícolas. Aposta no processamento. In: Avicultura e Suinocultura Industrial, 4-10, nov. 1992
- BERAQUET, N.J. Panorama da carne de frango mecanicamente separada. In: Apostila do Seminário sobre produção e utilização da carne de frango separada mecanicamente. ITAL, 49-57, Campinas, 13-15 abril 1988
- _____. CMS: Caminho para o aproveitamento integral da carne de aves. Conferência de Ciência e Tecnologia Avícola. Associação Brasileira dos Produtores de Pintos de Corte. Campinas, 103 -111, Junho. 1990
- BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.E.L.; ARIMA, H.K. & SILVA, R.Z.M. da. Efeito das condições de processamento e tipo de matéria-prima no rendimento e composição de carne de frango mecanicamente separada. Col. ITAL, Campinas, 19(2):196-203, Jul./Dez. 1989.

- _____ ; GALVÃO, M.T.E.L.; SILVA, R.Z.M. Influence of using mechanically separated chicken meat from different parts and levels on the chemical, physical and sensory properties of bologna type product. Proceedings: 38th International Congress of Meat Science and Technology. Vol.5.p.1011-1014, Clermont-Ferrand, France, 1992.
- BERAQUET, N.J. & GALACHO, S.A.A. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e de camarão. Col. ITAL, Campinas, 13:1149-174, 1983
- BOYCE, C.O.L. Novo's Handbook of Practical Biotechnology. Bogsvaerd, Denmark 2nd edition, 1986
- CALDIRONI, H.A. & OCKERMAN, H.W. Bone and plasma protein extracts in sausages. J. Food Sci., Chicago, 47:1622-1625, 1982.
- CONSOLACION, F.I. & JELEN, P. Freeze texturization of proteins: effect of the alkali, acid and freezing treatments on texture formation. Food Microstructure, 5(1):33-39, 1986 (resumo citado do FSTA-1G/51, 1987.p.48-49).
- DEGENHARDT, J. Aspectos tecnológicos da utilização de carne separada mecanicamente. In: Apostila do Seminário sobre produção e utilização de carne de frango separada mecanicamente. ITAL, 49-57, Campinas, 13-15 abril 1988.
- DELLA TORRE, J.C.M. Efeito do uso de carne bovina pré "rigor mortis" e fosfato nas características físicas, químicas e sensoriais de embutido tipo emulsão. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas-Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1991.
- DUERR, P.E. & EARLE, M.D. The extraction of beef bones with water, dilute sodium hydroxide and dilute potassium chloride. J. Sci. Food Agric., London, 25:121-128, 1974.

- DURANTI, M. & CERLETTI, P. Chemical composition and nutritional value in vitro of mechanically deboned poultry meat. *British Poultry Science* 21(1), 1 - 7, 1980.
- ESSARY, E. O. Moisture, fat, protein and mineral content of mechanically deboned poultry meat. *J. Food Science, Chicago*, 44: 1070 - 1073, 1979.
- FIELD, R.A. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: PEARSON, A.M. & DUTSON, T.R. (eds) *Advances In Meat Research. Edible Meat By-Products*. Vol. 5, Elsevier Applied Science, London, 1988.
- FIK, M. & SUROWKA, K. Preparation and properties of protein concentrate from broiler chicken heads. *J. Sci. Food Agric.*, London, 37:445-454, 1986.
- FRONING, G.W. Poultry Meat sources and their emulsifying characteristics as related to processing variables. *Poultry Science, Champaign*, 49: 1625, 1970.
- _____.; ARNOLD, R.G.; MANDIGO, R.W.; NETH, C.E. & HARTUNG, T.E. Quality and storage stability of frankfurters containing 15% mechanically deboned turkey meat. *Journal of food Science*, 36:974-978, 1971
- _____. Mechanically-deboned poultry meat. *Food Technology*, 50-63, September, 1976.
- _____. Characteristics of bone particles from various poultry meat sources. *Poultry Science, Champaign*, 57, 1137, 1978.
- FRONING, G.W. & JOHNSON, F. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation. *J. Food Science, Chicago*, 38: 279 - 281, 1973.

- _____. Mechanical deboning of poultry and fish. In: Advances in Food Research. Edited by: C.O.CHICHESTER. Academic Press, vol.27, 110-143, 1981.
- GALVÃO, M.T.E.L. & BERAQUET, N.J. Recuperação da proteína de resíduos da separação mecânica de subprodutos da desossa manual de frango: Uma revisão. Col. ITAL, Campinas 22(2):118-127, jul/dez 1992
- GOLAN, A. & JELEN, P. Nutritional evaluation of low temperature alkaline extracts from beef bones. J. Food Sci., Chicago, 44(2):332-334,1979.
- GRUNDEN, L.P.; MacNEIL, J.H. & DIMICK, P.S. Poultry product quality: Chemical and physical characteristics of mechanically deboned poultry meat. J. Food Science , Chicago, 37(2), 247 - 249, 1972.
- HAMM, D. & YOUNG, L.L. Further studies on the composition of commercially prepared mechanically deboned poultry meat. Poultry Science, Champaign, 62, 1810-1815, 1983.
- HORWITZ, W. ed. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13 ed. Washington, D.C., A.O.A.C, 1980.1018p.
- JACKSON, E.D.; CONSOLACION, F.I. & JELEN, P. Bacteriological evaluation of alkali-extracted protein from poultry residues. J. Food Protec., Ames, 45(9):797-800, 1982.
- JELEN, P.; RICHERT, S.; EARLE, M.; OLDFIELD, S.; EDWARDSON, W. & HAMILTON, R.G. Low temperature extraction of bones for protein recovery. Food Technol. in New Zealand, Auckland, 13:3-9, 1978.
- JELEN, P.; EARLE, M. & EDWARDSON, W. Recovery of meat protein from alkaline extracts of beef bones. J. Food Sci., Chicago, 44(2):327-331,1979.

- JELEN, P.; LAWRENCE, R.A. & CERRONE, M. Evaluation of alkali extracted chicken protein for use in luncheon meats. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., Ottawa 15(4):289-293, 1982.
- JOBLING, A. Dr. Edible fractions of bones and their use in food products in recovering meat bones. In: MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION SEMINAR. Proceedings ..., Bletchley, 1978. p.41-48.
- KIJOWSKI, J. & NIEWIAROWICZ, A. A method of protein extraction from chicken bone residue and the chemical and eletroforetic characteristics of the extract. J. Food Technol., Oxford, 20:43-49, 1985.
- KIJOWSKI, J.; NIEWIAROWICZ, A.; LASKOWSKA, M. & MATUSZAK, H. Use of protein extract from bone residue in poultry meat processing. J. Food Technol., Chicago, 20:51-58, 1985.
- KING, A.J. & EARL, L.A. Extraction of protein from slurries of unfrozen/thawed dark, ground turkey meat and skin with selected potassium and sodium salts. J. Food Sci., Chicago, 53(5):1290-1293, 1988.
- LARMOND, E. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa, 1987, (publication 1637/E)
- LAWRENCE, R.A & JELEN, P. Formation of lysino-alanine in alkaline extracts of chicken protein. J. Food Protec., Ames, 45(10):923-924, 1982.
- LAWRENCE, R.A. & JELEN, P. & FEDEC, P. Pilot plant extraction of protein from mechanically separated poultry residues. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., Ottawa, 15(4):325-328, 1982.
- LAWRENCE, R.A. & JELEN, P. Alkaline extraction of protein from residues of mechanical separation of poultry. Proceedings of the 6th International Congress of Food Science and Technology, 2:50-51, 1983.

- MacNEIL, J.H.; MAST, M.G. & LEACH, R.M. Protein efficiency ratio and levels of selected nutrients in mechanically deboned poultry meat. J. Food Sci., Chicago, 43:864-869, 1978.
- McCURDY, S.M.; JELEN, P.; FEDEC, P. & WOOD, D.F. Laboratory and pilot scale recovery of protein from mechanically separated chicken residue. J. Food Sci., Chicago, 51(3):742-747, 753, 1986.
- McNEIL, J.; KAKUDA, Y. & FINDLAY, C. Influence of carcass parts and food additives on the oxidative stability of frozen mechanically and hand-deboned chicken meat. Poultry Science 67:270-274, 1988
- MEINKE, W.W.; RAHMAN, M.A.; MATTIL, K.F. Some factors influencing the production of protein isolates from whole fish. J. Food Sci., Chicago, 37:195-198, 1972.
- NEWMAN, P.B. The separation of meat from bone. A review of the mechanics and the problems. Meat Science, Essex, 5(3):171-200, 1980-81.
- ORR, H.L. & WOGAR, W.G. Emulsifying characteristics and composition of mechanically deboned chicken necks and backs from different sources. Poultry Science, Champaign, 58:577-579, 1979.
- OZIMECK, G.; JELEN, L.; SAUER, W. & McCURDY, S.M. A comparison of mechanically separated and alkali extracted chicken protein for functional and nutritional properties. J. Food Sci.; Chicago, 51(3):748-753, 1986.
- PARKS, L.L. & CARPENTER, J.A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. J. Food Sci., Chicago, 52(2):271-274, 278, 1987.

- PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. & BAYLEY, A.J. Advances in Meat Research, vol.4. Collagen as food. AVI Book, Van Norstrand Reinhold Co. New York, 1987.
- PEARSON, A.M. & DUTSON, T.R. Edible meat by-products. Advances in Meat Research. Vol. 5, Elsevier, Applied Science, London, 1988.
- PEZZATO, L.E.; MENDES, A.A.; SOUZA, J.L.G.; GARCIA, E.A. & MEIRA, A.S.A. Rendimento de carcaça de frangos de corte. I. Efeito da linhagem e do sexo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7, Recife, 1981. Anais..., Recife, UBA, 1981, V.1, p.148-155.
- PISKE, D. Aproveitamento de sangue de abate para alimentação humana. I. Uma Revisão. Bol. ITAL, Campinas, 19(3):253-308, jul./set.1982.
- SALES, A.M.; CARVALHO, A.C.V.; BALDINI, V.L.S.; GONÇALVES, J.R.; BERAQUET, N.J. Extração enzimica de proteína de resíduo de carne de frango mecanicamente separada. Col. ITAL, Campinas, 21(2):223-242, jul./dez. 1991.
- SARWAR, G.; PEACE, R.W.; BOLTING, H.G. Purine content and protein quality of mechanically separated poultry meat products produced in Canadá. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 18(3):251-255, 1985.
- SATTERLEE, L.D.; FRONING, G.W. & JANKI, D.M. Influence of skin content on composition of mechanically poultry meat. J.Food Science, 36, 979-981, 1971
- SCHULER, G.A. Deboned poultry characteristics. In: International Meeting of the SOUTHEASTERN POULTRY and EGG ASSOCIATION, USA, jan.1985. 29p.
- SCOTT, D.L.; BAKER, R.C. & DOCKERTY, T.R. Frankfurters made from broiler and turkey necks mechanically deboned using two different machines. Poultry Science 68, 1653-1657, 1989

TANNENBAUM, S.R.; STILLINGS, B.R. & SCRIMSHAW, N.S. The economics marketing and technology of fish protein concentrate. The MIT Press Cambridge, Massachusetts and London, England, 1974. 500p.

TORRY RESEARCH STATION. Recommended analytical methods for fish and fish products. Aberdeen, 1973. (TD 123).

U.S. Department of Agriculture- USDA-(1979). Composition of Foods. Poultry Products: Raw, Processed, Prepared, USDA Agric. Handb. N8-5. Consumer and Food Economics Institute. U.S. Gov. Printing Office. Washington D.C. Apud: Muscle as Food. Food Science and Technology. A series of monographs. Edited by Peter J. Bechtel. Academic Press, INC, 1986.

WATT, B.K. & MERRILL, A.L. Composition of foods - Raw, Processed, Prepared. USDA Handbook N.8. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1963.

WEBSTER, J.D.; LEDWARD, D.A. & LAWRIE, R.A. Protein hydrolysates from meat industry by-products. Meat Sci., Essex, 7:147-157, 1974.

YOUNG, R.H. & LAWRIE, R.A. Utilization of edible protein from meat industry by-products and waste. I. factors influencing the extractability of protein from bovine and ovine stomach and lungs. J. Food Technol., Oxford, 9:78-79, 1974.

YOUNG, L.L. Aqueous extraction of protein isolate from mechanically deboned poultry meat. J. Food Sci., Chicago, 40:1115-1118, 1975.

YOUNG, L.L. Composition and properties of an animal protein isolate prepared from bone residue. J. Food Sci., Chicago, 41:606-608, 1976.

YOUNG, L.L. Nucleic acid and purine content of the bone residue from a mechanically poultry deboning machine. Poultry Sci., Champaign, 64:660-663, 1985.

YOUNG, L.L.; ANG, C.W.Y.; SEARCH, G.K. & hAMM, D. Content of selected nonprotein components in poultry bone residue. Poultry Sci, Champaign, 65:1214-1216, 1986.

77
15
/