



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM AMOSTRAS DE PESCADOS :
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE SECAGEM EM ESTUFA E
RADIÇÃO INFRAVERMELHA**

GEOVANNY PAIVA DE OLIVEIRA

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

**FORTALEZA – CEARÁ - BRASIL
JUNHO/2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Geovanny Paiva de.

Determinação de umidade em amostras de pescado: comparação dos métodos de secagem em estufa e radiação infravermelha / Geovanny Paiva de Oliveira. – 2009.
28 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Everardo Lima Maia.

1. Camarão - Criação. 2. Pirarucu (Peixe) - Criação. 3. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 630

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Everardo Lima Maia, D.SC.
Orientador/Presidente

Prof. Masayoshi Ogawa, D.Sc.
Membro

Prof^a. Norma Barreto Perdigão Ogawa, M.Sc
Membro

VISTO:

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc
Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

DEDICATÓRIA

- **A Elizomar de Almeida**, minha fiel companheira na hora da tribulação.
- Ao meu pai **Francisco Brasilino de Oliveira** (*in memoriam*) e a minha mãe **Maria Jucileide Paiva de Oliveira**, pelo exemplo de vida e pela educação a mim proporcionada.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento naquele que mim fortalece: o Pai, ao filho e ao Espírito.

Ao professor Everardo Lima Maia, obrigado por me mostrar por onde caminham os grandes homens, na busca de vencer os obstáculos da vida, pela paciência, sensação de dever cumprido.

Aos demais professores e funcionários do Departamento do Curso de Engenharia de pesca.

Aos colegas e funcionários do Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq), Cinthia, Onete, Lílian, na ajuda durante as análises químicas. Aos funcionários Ivanildo e Dona Zuila, agradeço pela colaboração Institucional.

Ao colega de turma Arruda que foi chamado a casa do Pai no decorrer de nosso curso. Foi um prazer de ter compartilhado com você as alegrias e tristezas de inúmeras disciplinas.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Geral	4
2.2 Específico	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Obtenção das Amostras	5
3.2 Equipamentos Utilizados para Determinação de Umidade	6
3.2.1 Determinação de umidade pelo método de secagem em estufa (método de referencia) (NAGAKURA, 1972)	6
3.2.2 Determinação de umidade por radiação infravermelha no Modo Normal do equipamento	8
3.3 Determinação Química	9
3.4 Análise Estatística	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Comparação do método utilizando estufa e radiação infravermelha com amostras de causa de camarão e pirarucu	11
5 CONCLUSÕES	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Amostras de camarão (<i>Litopenaeus vannamei</i>) congelada sem carapaça e de pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>) em “rolo” salgado-seco adquiridas no comércio de Fortaleza-Ceará	5
Figura 2	Equipamento utilizado na determinação de umidade pelo método da estufa como referencia (com permissão da ICAMO)	6
Figura 3	Equipamento utilizado na determinação de umidade empregando radiação infravermelha (com permissão da Marte Balanças)	8
Figura 4	Possíveis impurezas presentes no “rolo” de pirarucu salgado-seco que podem interferir na homogeneização da amostra para análise. A = presença de espinhas; B = presença de tecido epitelial; e C = presença de aponeuroses	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantificação percentual de umidade em cauda de camarão (<i>Litopenaeus vannamei</i>) congelada sem carapaça e de pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>) em rolo salgado-seco usando os métodos em estufa e radiação infravermelha.	11
Tabela 2	Teste “t” de Student comparando a umidade em cauda de camarão (<i>Litopenaeus vannamei</i>) congelada sem carapaça em estufa e radiação infravermelha	12
Tabela 3	Resultados sobre os teores de umidade, proteína, cinza e lipídios das três amostras de cauda de camarão (<i>Litopenaeus vannamei</i>) congelada sem carapaça	13
Tabela 4	Teste “t” de Student comparando a umidade em pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>) salgado-seco usando os métodos em estufa e radiação infravermelha	14
Tabela 5	Resultados sobre os teores de umidade, proteína, cinza e lipídios das três amostras de pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>) salgado-seco	16

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar o uso do determinador de umidade por secagem da amostra com radiação infravermelha em paralelo com o método de referência a estufa que emprega transferência de calor por convecção em amostras de cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco. Três amostras de crustáceo e de peixe foram obtidas no comércio de Fortaleza-Ceará e analisadas quanto ao teor de umidade, bem como, quanto a sua composição química centesimal, compreendendo os teores de proteínas, lipídios totais e cinza, visando caracterizar as amostras sobre esses nutrientes e servindo de parâmetros de controle para a determinação de umidade. O teor médio de umidade em cauda de camarão foi de $81,14\% \pm 0,98$ e de $81,21\% \pm 0,81$ determinados respectivamente pelos métodos em estufa e radiação infravermelha. Para o pirarucu, os teores de umidade em estufa e por radiação infravermelha foram de $52,22\% \pm 1,60$ e de $53,96\% \pm 1,73$. O teste “t” de Student mostrou que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dois métodos para a determinação de umidade nas amostras de camarão. Por outro lado, em duas amostras de pirarucu os teores de umidade foram diferentes entre os métodos ($p > 0,05$), com a radiação infravermelha dando resultados superiores ao método da estufa. Os dados da composição química serviram como base de avaliação dos métodos de determinação para umidade, pois a somatória dos nutrientes nas amostras situou-se em torno de 100%. Para cauda de camarão a soma foi de $100,70\% \pm 0,62$ (estufa) e de $100,77\% \pm 0,73$ (radiação infravermelha), enquanto para o pirarucu a soma foi de $98,95\% \pm 0,34$ (estufa) e de $100,69\% \pm 1,12$ (radiação infravermelha). Com base nos resultados pode-se concluir pelo uso de radiação infravermelha é satisfatória a determinação de umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e em pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco.

DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM AMOSTRAS DE PESCADO : COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE SECAGEM EM ESTUFA E RADIAÇÃO INFRAVERMELHA

Geovanny Paiva de Oliveira

1 INTRODUÇÃO

A determinação de umidade em alimentos, em especial, em pescado é muito importante pelos seguintes aspectos: (1) é um dos componentes dos alimentos cuja quantificação é imprescindível durante a determinação da composição centesimal; (2) a concentração de água está relacionada com a estabilidade dos alimentos durante o processamento e estocagem; (3) a variação sazonal de água geralmente está inversamente associada com a variação no teor de lipídios dos alimentos. Assim, sabendo-se o teor de umidade pode-se fazer a previsão do teor de gordura de peixes, pois sabe-se que a soma desses dois componentes mantém-se em torno de 80% (STANSBY, 1962); e (4) as transformações físicas, químicas e microbiológicas dos alimentos estão associadas diretamente com sua atividade de água, que por sua vez, depende do teor de umidade contida nos alimentos.

A determinação de umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições padronizadas nas quais a água é removida. O método tradicional de determinação do teor de umidade envolve o uso de estufa de secagem, geralmente fixando a temperatura na faixa de 100 – 105°C, por um período de tempo até atingir peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

Conforme Benke & Kearfott (1999), a dependência do teor de umidade com o tempo de secagem da amostra em estufa pode ser expressa através de uma função Gaussiana com dois parâmetros e a umidade inicial das amostras não afeta o resultado final.

O tempo necessário para atingir o peso constante pode variar com o tipo de amostra. Para a AOAC (1990), o tempo de secagem de carne bovina e seus derivados deve ser de 16 – 18 horas, a 100 – 102°C, enquanto Terra et al. (1991) determinaram o teor de umidade em arroz, soja e cebola, usando uma temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas de secagem.

Para Nagakura (1972), o teor de umidade, em amostras de peixes, deve ser determinado em estufa na faixa de temperatura de 100 – 110°C e secagem inicial por 2 horas. A secagem deve ser repetida até obter um peso constante. Este procedimento é muito trabalhoso, pois exige grande trabalho manual, devido às repetidas pesagens até estabilização do peso final. A padronização requer a determinação preliminar da curva de secagem para cada amostra analisada.

Métodos alternativos à secagem em estufa foram revisados por Isengard (1995), tendo sido relatado um tempo de 5 a 20 min para determinação de umidade através de radiação infravermelha, tempo este bastante reduzido em relação ao método tradicional. O tempo de exposição à radiação infravermelha depende da temperatura e do modo de preparo da amostra a ser analisada como relatado por Terra (1991), cujos valores para amostras moídas foram de 150°C/5min, 120°C/15min e 130°C/8min, para arroz, soja e cebola, respectivamente. Para amostras inteiras de arroz e soja, os parâmetros ideais foram, respectivamente, de 160°C/16 min, e de 140°C/30 min.

No Laboratório de Recursos Aquáticos, o determinador de umidade com radiação infravermelha (MARTE BALANÇAS – Manual do Usuário) foi padronizado para uso com amostras de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* e mapará, *Hypophthalmus marginatus*, respectivamente, peixe magro e gordo, sendo estabelecido um tempo de 80 minutos e temperatura de 105°C no modo normal de determinação do aparelho (THOMÉ – comunicação pessoal).

Considerando o uso da estufa como método consagrado na estimativa da umidade em alimentos (A.O.A.C, 1990), porém quando se precisa de rapidez em se determinar a umidade, o método de referencia pode ser falho, pois é um método de longa duração para se determinar a umidade (Nagakura, 1972).

No presente plano de pesquisa objetiva-se avaliar o uso do determinador de umidade por radiação infravermelha na determinação de

umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e em “rolo “de pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco e comparação dos resultados com a determinação de umidade por secagem convencional em estufa, considerado como método de referência.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Determinar os teores de umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e em pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco.

2.2 Específico

- Comparação entre os métodos de umidade utilizando estufa (método de referencia) e radiação infravermelha, com o objetivo obter os melhores parâmetros de precisão e rapidez de resultados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenções das Amostras

Três amostras de caudas congeladas de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça (sem exoesqueleto abdominal), pesando em torno de 150 - 200g de cauda, e, três amostras de pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco em “rolo” pesando em torno de 300 - 400g foram adquiridas no comércio local da cidade de Fortaleza – Ceará, nos meses de fevereiro a abril de 2009 (Figura 1)



Figura 1 – Amostras de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e de pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco em “rolo” adquiridas no comércio de Fortaleza-Ceará.

No Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq) do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará as amostras individuais foram trituradas em multiprocessador até obter uma massa a mais homogênea possível, que foi usada para a determinação do teor de umidade e da composição centesimal.

Antes da homogeneização, as amostras de caudas de camarões foram descongeladas, enquanto as amostras de pirarucu foram manuseadas visando a retirada de pele, espinhas e membranas de tecidos conjuntivos abdominais (mioseptos, peritônio, epimísio ou aponeuroses) (Figura 1).

3.2 Equipamentos Utilizados para Determinação de Umidade

3.2.1 Determinação de umidade pelo método de secagem em estufa (método de referencia) (NAGAKURA, 1972)

Para a determinação de umidade pelo método de referência foi utilizada uma estufa para secagem e esterilização da marca ICAMO (Modelo tamanho 3), que desidrata a amostra por transferência de calor por convecção natural, regulada através de termostato para uma temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$, com um sistema de resistências níquel-cromo (Figura 2).



Figura 2 – Equipamento utilizado na determinação de umidade pelo método da estufa como referencia (com permissão da ICAMO)

As etapas descritas abaixo foram seguidas durante a determinação de umidade em amostras homogêneas de cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e em pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco. Todas as determinações foram conduzidas em triplicata.

- a) Colocar os cadinhos de porcelana limpos na estufa ($105 \pm 5^\circ\text{C}$) por meia hora, para então serem retirados da estufa e deixar esfriar em dessecador por cerca de 30 minutos;
- b) Após esfriar, pesar os cadinhos vazios individualmente em balança analítica (0,1mg);
- c) Aos cadinhos foram adicionadas amostras homogêneas pesando cerca de 3g distribuindo-a uniformemente dentro do recipiente, sendo então pesadas (0,1mg);
- d) Colocar os cadinhos com amostra dentro da estufa regulada para temperatura de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ por aproximadamente 16 horas, para em seguida serem retirados e colocados no dessecador para esfriar e pesados novamente;
- e) A diferença entre os pesos final e inicial das amostras e dos cadinhos expresso em porcentagem será a quantidade de umidade determinada, como calculada abaixo.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{massa de água (g, 0,1mg)}}{\text{massa da amostra (g, 0,1mg)}} \times 100$$

$$\text{massa de água} = \text{massa da amostra} - \text{massa de sólidos}$$

$$\text{massa de sólidos} = \text{peso da amostra seca} - \text{peso da cadinho vazio}$$

3.2.2 Determinação de umidade por radiação infravermelha no Modo Normal do equipamento

Para a determinação de umidade utilizando radiação infravermelha foi utilizado o determinador de umidade da marca Marte Balanças (Modelo ID200, serie ID versão 1.8), tendo como fonte de calor infravermelho uma resistência encapsulada em quartzo (Figura 3). A temperatura da câmara situa-se entre 50 – 180°C, com incremento de 1°C.



Figura 3 – Equipamento utilizado na determinação de umidade empregando radiação infravermelha (com permissão da Marte Balanças)

As etapas descritas abaixo foram seguidas durante a determinação de umidade em amostra homogeneizadas de cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e em pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco. Todas as determinações foram conduzidas em triplicata.

- a) É necessário ligar o determinador e aguarda 30 min de preaquecimento para estabilização do aparelho;
- b) O prato da balança foi coberto com papel alumínio e tarado. Em seguida adicionou-se cerca de 3 - 4g de amostra sobre o prato,

- retirando-o da balança para espalhamento uniforme da amostra para então recolocá-lo novamente no aparelho e anotar o peso da amostra úmida;
- c) Programar a balança para o modo normal, onde a secagem é efetuada a uma temperatura final de 105 °C durante 80 min. A temperatura de 105°C na câmara do aparelho estabiliza-se no máximo em dois (2) minutos;
 - d) O determinador de umidade no final do tempo de secagem indica o peso de sólidos da amostra, com sensibilidade de 0,01g;
 - e) A diferença entre os pesos inicial e final será a quantidade de umidade da amostra expressa em percentagem, calculada da mesma maneira que o método em estufa.

3.3 Determinação Química

Visando caracterizar as amostras de crustáceo e peixe quanto ao valor nutritivo e utilizar estes dados para acompanhar a eficiência na determinação da umidade pelos métodos comparativos, determinou-se as concentrações de:

- **PROTEÍNA TOTAL:** determinada em triplicata, através da quantificação do nitrogênio total (NT), usando o procedimento descrito por Pearson (1973).
- **CINZA:** determinada em triplicata, através da incineração da amostra por 4 horas na temperatura de 550 °C em forno Mufla (NAGAKURA, 1972).
- **LIPÍDIOS TOTAIS:** foram extraídos pelos métodos de Bligh & Dyer (1959) adaptado pelo uso do uso do homogeneizador de sangue para extração dos lipídios (BERNARDINO FILHO, 2008).

3.4 Análise Estatística

Os resultados comparativos entre os métodos de umidade foram analisados estatisticamente empregando-se o teste “t” de STUDENT bilateral, com nível de significância de 0,025 (MENDES, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comparação do método utilizando estufa e radiação infravermelha com amostras de camarão e pirarucu

Os resultados quantitativos sobre a umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e de pirarucu (*Arapaima gigas*) em rolo salgado-seco usando os métodos em estufa e radiação infravermelha estão mostrados na Tabela 1.

TABELA 1 – Quantificação percentual de umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça e de pirarucu (*Arapaima gigas*) em rolo salgado-seco usando os métodos em estufa e radiação infravermelha.

Amostra	Camarão		Pirarucu	
	Método em estufa	Método por radiação infravermelha	Método em estufa	Método por radiação infravermelha
1	80,71	80,77	50,62	51,99
2	80,44	80,72	53,82	54,68
3	82,27	82,14	52,24	55,22
Média ± dp	81,14 ± 0,98	81,21 ± 0,80	52,22 ± 1,6	53,96 ± 1,7

Legenda: desvio padrão (dp)

TABELA 2 – Teste “t” de Student comparando a umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça em estufa e radiação infravermelha.

Amostra	Tratamento	Média	Variância	n	GL	S ² p*	T*	T crítico*
1	Estufa	80,71	0,0388	3	4	0,9055	-0,1264	-2,776
	Radiação	80,77	0,6368	3				
2	Estufa	80,44	0,0228	3	4	0,4611	-0,8144	-2,776
	Radiação	80,72	0,3168	3				
3	Estufa	82,27	0,0098	3	4	0,6881	0,4318	2,776
	Radiação	82,14	0,2416	3				

A análise estatística (Tabela 2) mostrou que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) na comparação entre as umidades pelos métodos de estufa (métodos de referência) e o método com radiação infravermelha em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça, pois os valores T calculados foram menores do que seus respectivos valores T crítico tabelado.

Os teores médios de umidade de 81,14% (estufa) e de 81,21% (infravermelho) encontrados para o camarão desta pesquisa estão próximos da faixa de valores de 76,8 a 82,5% relatados para o *L. vannamei* por (CAÚLA, 2003; MATOS, 2005; LOPES, 2006). Como consequência, os resultados de umidade desta pesquisa (Tabela 1 e 2) indicam que ambos os métodos podem ser utilizados para determinação do teor de água em cauda de camarão *L. vannamei*.

Os dados apresentados na Tabela 3 confirmam a precisão dos dois métodos de determinação de umidade em amostras de camarão *L. vannamei*, tendo em vista que a soma dos nutrientes da composição química (lipídio, proteína e cinza) com os teores de umidade atingiram o total previsto em torno de 100%. Além disso, os teores de lipídio, proteína e cinza mostrados na Tabela 3 acham-se dentro da faixa dos valores de 0,53 a 2,51% para lipídio, 13,66 a 19,6% para proteína e de 0,69 a 1,40% para cinza (CAÚLA, 2003; MATOS, 2005; LOPES, 2006).

TABELA 3 – Resultados sobre os teores de umidade, proteína, cinza e lipídios das três amostras de cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça.

AMOSTRA	1	2	3	Média + dp (%)
Lipídio	1,13	1,11	1,12	1,12 ± 0,01
Proteína	17,22	18,83	16,37	17,47 ± 1,25
Cinza	1,00	0,91	1,00	0,97 ± 0,05
Total (A)	19,35	20,85	18,49	19,56 ± 1,19
Umidade estufa (B)	80,71	80,44	82,27	81,14 ± 0,99
Umidade infravermelho (C)	80,77	80,72	82,14	81,21 ± 0,81
Total (A + B)	100,06	101,29	100,76	100,70 ± 0,62
Total (A + C)	100,12	101,56	100,63	100,77 ± 0,73

Legenda: desvio padrão (dp)

Em outras palavras, conclui-se que o método mais demorado de secagem em estufa pode ser substituído pelo método mais rápido de radiação infravermelha para determinação de umidade em cauda de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça, adotando-se o nível de significância de 5%.

Os teores médios de umidade para o pirarucu salgado-seco foram de 52,22 e 53,96%, para os métodos de secagem estufa e infravermelho, respectivamente (Tabela 1). O efeito do processamento pela salga e secagem da amostra contribuiu para a redução do teor de umidade nesta amostra, pois valores variando de 73,2 a 84,9% são relatados pela literatura para pirarucu fresco (ROCHA, 1982; JUNK, 1985; CARVALHO & LESSI, 1990; ITUASSÚ et al., 2005; OLIVEIRA, 2007; AVELAR, 2008).

Segundo Oliveira (2007), o teor de umidade no pirarucu fresco foi menor no ventre (77,88 ± 0,53%) do que no dorso (79,51 ± 0,52%). Para o pirarucu salgado o teor de umidade foi de 51,35 ± 0,11% e no produto salgado-seco, o teor de umidade foi de 39,05 ± 0,40%. Ainda de acordo este autor, o produto chamado de “PANCETA” – elaborado com a parte ventral do pirarucu salgado e enrolado – apresentou 63,86 ± 1,18% de umidade.

O pirarucu também foi submetido à salga úmida, seguida por uma salga seca para no final do processo apresentar $58,53 \pm 0,61\%$ de umidade (AVELAR, 2008).

TABELA 4 – Teste “t” de Student comparando a umidade em pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco usando os métodos em estufa e radiação infravermelha.

Amostra	Tratamento	Média	Variância	n	GL	S ² p*	T*	T crítico*
1	Estufa	50,62	0,0153	3	4	0,0007	-9,4794	-2,776
	Radiação	51,99	0,0482	3				
2	Estufa	53,82	0,0171	3	3	0,2319	-1,4943	-3,182
	Radiação	54,68	0,1796	2				
3	Estufa	52,24	0,0021	3	3	< 0,0001	-38,9545	-3,182
	Radiação	55,22	0,0169	2				

A análise estatística para o pirarucu (Tabela 4) mostrou que houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os dois métodos de determinação de umidade para as amostras 1 e 3, pois os valores T calculados foram superiores aos respectivos valores T críticos tabelados.

De acordo com BRASIL/MA (1974), “entende-se por pescado salgado, o produto obtido pelo tratamento do pescado íntegro, pela salga a seco ou por salmoura”, e por “pescado prensado, o produto obtido pela prensagem do pescado íntegro, convenientemente curado pelo sal (cloreto de sódio)”. Este último produto não deve conter mais de 45% de umidade. Também é definido o produto “pescado salgado-seco” como aquele “obtido por dessecação do pescado íntegro tratado previamente pelo sal (cloreto de sódio)”, onde o produto não deve conter mais de 35% de umidade.

Pelas informações acima, o pirarucu salgado-seco em rolo apresenta um teor médio de umidade de $52,22 \pm 1,60\%$ (em estufa) e de $53,96 \pm 1,70\%$ (secagem infravermelha), se aproximando assim mais do produto descrito por Avelar (2008) e fora das especificações do regulamento brasileiro para o produto prensado e para o produto salgado-seco (BRASIL/MA, 1974).



Figura 4: Possíveis impurezas presentes no “rolo” de pirarucu salgado-seco que podem interferir na homogeneização da amostra para análise. A = presença de espinhas; B = presença de tecido epitelial; e C = presença de aponeurosses.

Os teores de umidade do pirarucu salgado-seco foram consistentemente menores no método de secagem estufa do que aqueles determinados pelo método da balança infravermelha (Tabela 1). Não existe uma explicação convincente para este fato, mas provavelmente, esta diferença seja devido à presença de tecidos conectivos (Figura 4) que dificultava a homogeneização da amostra induzindo a um erro de amostragem no ato de retirada das alíquotas para análises. O tempo de secagem em estufa não pode ser considerado responsável por estes resultados, haja vista que o tempo de 16 horas deve ser mais do que suficiente para remoção de toda água presente nas amostras, quando comparado com o tempo de 4 horas descrito por Munasinghe (1999) para “herring” e whitting salgados. Este problema não ocorreu com as amostras de camarão que se apresentaram bem homogêneas (isentas de carapaça) e empregando o mesmo tempo de secagem do pirarucu salgado-seco na estufa.

TABELA 5 – Resultados sobre os teores de umidade, proteína, cinza e lipídios das três amostras de pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco.

AMOSTRA	1	2	3	Média ± dp (%)
Lipídio	3,41	1,10	2,01	2,17 ± 1,16
Proteína	24,70	24,17	25,01	24,63 ± 0,42
Cinza	20,61	19,60	19,56	19,92 ± 0,59
Total (A)	48,72	44,87	46,58	46,72 ± 1,93
Umidade estufa (B)	50,62	53,82	52,24	52,23 ± 1,60
Umidade infravermelho (C)	51,99	54,68	55,22	53,96 ± 1,73
Total (A + B)	99,34	98,69	98,82	98,95 ± 0,34
Total (A + C)	100,71	99,55	101,80	100,69 ± 1,12

Legenda: desvio padrão (dp)

Os dados sobre a composição química podem servir como critério de avaliação dos métodos estufa e radiação infravermelha. Como mostrado na Tabela 5 com o método de secagem em estufa não foi possível fechar o somatório atingir em nenhuma amostra o valor de 100%, ficando com uma média de 98,95 ± 0,34%. Para o método de secagem com radiação infravermelha, a média foi de 100,69 ± 1,12%.

Dados de literatura (Pedro, 2007; Avelar, 2008) relatam para produtos salgados de pirarucu valores variando de 0,67 a 3,16% para lipídio, de 18,62 a 29,95 para proteína e de 19,00 a 26,33% para cinza. Os valores descritos na Tabela 5 se enquadram dentro dos valores citados acima.

5 CONCLUSÕES

- 1) Com base nos resultados obtidos nas análises utilizando os métodos de estufa e radiação infravermelha não foi observado diferença estatisticamente significativa na determinação de umidade em amostras de camarão (*Litopenaeus vannamei*) congelada sem carapaça;
- 2) O método de secagem por radiação infravermelha pode ser usado em substituição ao método de secagem em estufa para amostras de camarão;
- 3) O método de determinação de umidade por radiação infravermelha foi mais preciso do que o método de secagem em estufa para amostras de pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco;
- 4) O tempo de 80 minutos usado no método infravermelho foi suficiente para determinar com precisão os teores de umidade em amostras de camarão fresco e pirarucu salgado;
- 5) O método de com radiação infravermelho apresentou maior rapidez na determinação de umidade quando comparado com o método de referencia a estufa.
- 6) Os valores médios de umidade nas analisadas são compatíveis com os resultados encontrados na literatura;
- 7) O somatório da composição química de todas as amostras ficaram em torno de 99-101%, situando-se dentro da faixa de aceitabilidade de dados sobre a composição centesimal de alimentos em geral.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed., Arlington – USA, Association of Official Analytical Chemists, 1990, v.2, p.931, method number 950.46.

AVELAR, J.G. Efeito da salmoura sobre as características físicas e químicas do filé de pirarucu submetido a salga-seca. In: Congresso de Iniciação Científica da UFAM, 2008, Coari-AM. **Anais do XVII Congresso de Iniciação Científica da UFAM**, 2008, 18 e 22 de agosto.

BERNARDINO FILHO, M. O. O. **Determinação de lipídios em pescado: Avaliação do agitador de tubos do tipo homogeneizador de sangue na extração de lipídios**. Monografia (Graduação). Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2008, 30 p. + viii.

BRASIL/MA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – DIPOA**, Brasília, 1974, capítulo VII – Pescado e Derivados, p. 120–138.

CARVALHO, N. L. & LESSI, E. Elaboração de uma semi-conserva de pescado de água doce “picles de peixe”. I. Tempo de cura, acidificação, textura e nível de sal. **Acta Amazônica**, v. 20, v. único, p.321–329, 1990.

CAÚLA, F. C. B. **Determinação de colesterol e avaliação nutricional de algumas espécies de pescado do Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2003, 99p. + xvii.

INSENGARD, H-D. Rapid water determination in foodstuffs. **Trends Food Science Technology**, v.6, n. 5, p. 155–163, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, 2^a ed. São Paulo – SP., 1976, v.1, p.19–20.

ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S. & GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.255-259, 2005.

JUNK, W. J. Temporary fat storage, and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. **Amazôniana**, v. IX, n. 3, p.315–351, 1985.

LOPES, T. G. G. **Efeito sinérgico da radiação gama e de refrigeração na conservação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006, 94p.

MARTE BALANÇAS E APARELHOS DE PRECISÃO LTDA. **Determinador de Umidade**. Manual do Usuário, modelo ID200, série ID versão 1.3, Ref. 307.0006.00 rev. 2, São Paulo – SP.

MATOS, S. R. M. **Caracterização química dos resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei* e avaliação de suas potencialidades como flavorizante**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2005, 68p. + xiii.

MENDES, P.P. **Estatística aplicada à aquicultura**. Recife, Bagaço, 1999, 265p.

MUNASINGHE, M. A. J. P. **Changes in chemical content and yield of herring (*Clupea harengus*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) under different methods of salting**. The United Nations University, Fisheries Training Programme, Final Projects, 1999, 44p.

NAGAKURA, K. General analysis. In: OKADA, M.; HIRAO, S.; NOGUCHI, E.; SUZUKI, T. e YOKOSEKI, M. (eds.), **Utilization of Marine Products**. Tokyo, Overseas Technical Cooperation Agency, 1972, p. 159–169.

OLIVEIRA, P. R. **Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, 2007, 114p. + xv.

ROCHA, Y. R.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. & SHRIMPTON, R. Aspectos nutritivos de alguns peixes da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.12, n.4, p.787–794, 1982.

STANSBY, M.E. **Proximate composition of fish**. In: Heen, E. e Kreuzer, R. ed., **Fish in nutrition**. London, Fishing News (Books) Ltd., 1962, p. 68–72.

TERRA, F.M; TILLMANN, M.A.A; MELLO, V.D.C.; DOS SANTOS, D.S.B.; ZONTA, E.P. Calibração do determinador de umidade infra-vermelho METTLER LP 15 comparativamente ao método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, para sementes de arroz, soja e cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 13, n. 2, p.119–125, 1991.

THOMÉ, L. L. Plano de Monografia aprovado pelo Departamento de Engenharia de Pesca. Previsão de Defesa para 2008.1.