

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET

PROCESSAMENTO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*, SCHINZ  
1822) PROCEDENTE DA RESERVA EXTRATIVISTA AUATI-  
PARANÁ, MUNICÍPIO DE FONTE BOA - AM.

**MARIA JOSÉ MENDONÇA DE OLIVEIRA**

MANAUS  
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS–PPG-CIPET

MARIA JOSÉ MENDONÇA DE OLIVEIRA

PROCESSAMENTO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*, SCHINZ  
1822) PROCEDENTE DA RESERVA EXTRATIVISTA AUATI-  
PARANÁ, MUNICÍPIO DE FONTE BOA - AM.

Dissertação apresentada a Coordenação de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Dr. Antonio José Inhamuns da Silva

Co-Orientador: Dr. Pedro Roberto de Oliveira

Fonte Financiadora: CNPq/MPA

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48p Oliveira, Maria José Mendonça de  
Processamento do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822)  
procedente da Reserva Extrativista Auatí-Paraná, município de  
Fonte Boa-Amazonas. / Maria José Mendonça de Oliveira. 2011  
82 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio José Inhamuns da Silva  
Coorientador: Pedro Roberto de Oliveira  
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Peixe de água-doce. 2. Salga e secagem. 3. Peixe manejado  
(pirarucu). 4. Índices de qualidade. I. Silva, Antonio José Inhamuns  
da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

MARIA JOSÉ MENDONÇA DE OLIVEIRA

PROCESSAMENTO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*, SCHINZ  
1822) PROCEDENTE DA RESERVA EXTRATIVISTA AUATI-  
PARANÁ, MUNICÍPIO DE FONTE BOA - AM.

Dissertação apresentada a Coordenação de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovado em: Manaus-AM, 23 de setembro de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

Dr. Rogério Souza de Jesus  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Dr. José Carlos de Almeida  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Dr. Januário Gama dos Santos  
Universidade Federal do Amazonas

**DEDICO**

*Aos meus pais Manoel Oliveira  
e Maria Tereza Mendonça pela força,  
dedicação e por serem o meu alicerce.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, meu refúgio, minha fortaleza, por ter me concebido saúde, força e perseverança para trilhar e vencer esta etapa da minha vida.

Aos meus pais Manoel Oliveira e Maria Tereza Mendonça pelo apoio, incentivo e por estarem ao meu lado nos momentos mais obscuros.

Aos meus adoráveis irmãos e demais familiares, Maria dos Anjos, Marinaldo, Francisco Elion, Marinete, Wallace, Susam, tia Maria, Franciney e meus sobrinhos, pela força e incentivo para que eu concluísse mais uma etapa da minha vida.

Às minhas amigas Socorro Rocha, Hévea Maciel e Andreza Oliveira, pelo incentivo e momentos de descontração.

Ao meu orientador Dr. Antonio José Inhamuns por mais uma orientação, que mesmo sabendo das minhas limitações, problemas e que nos momentos onde os obstáculos pareciam intransponíveis, mostrou-me os caminhos para superar tudo.

Ao meu Co-orientador Dr. Pedro Roberto pelo apoio, críticas e sugestões relevantes durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM, Fábio Lopes, Ricardo Aparício, Joyce, Adriana, Luiza, Euclides e Joelcio pelos momentos de alegria e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos meus colegas da pós-graduação, Renata Veiga, Daniel Borges, Ronã, Heitor, Rafael e Alfredo pelos momentos de estudo, em especial ao Heitor pela valiosa ajuda nas análises estatísticas.

Ao grande mestre e amigo Hérlon Atayde pelos valiosos ensinamentos das metodologias das análises microbiológicas.

Ao Isaac Castinares presidente da AAPA (Associação Agroextrativista do Auatí-Paraná) pelo seu grande apoio durante o trabalho realizado na Comunidade Murinzal na Resex.

Ao Miguel Arantes, Edson, Miguelzinho, Edivaldo e Walmir (Ibama) sem eles o trabalho de beneficiamento do pirarucu teria sido muito difícil. A todos da Comunidade Murinzal e entorno na Resex Auatí-Paraná, Fonte Boa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo e ao MPA pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Aos professores do CIPET/UFAM Dr. Antonio José Inhamuns, Dr. Jansen Zuanon, DSc. Carlos Edwar, Dr. Vandick Batista, Dra. Maria Gercilia, Dra. Ana Cristina Berlamino, Dr. Bruno Adam Cavero e DSc. Ning Chao.

Aos professores que participaram da minha pré-qualificação e da aula de qualificação e que muito contribuíram, Dr. Rogério de Jesus, Dr. Januário, Dr. Fábio Moroni e Dr. Nilson.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para conclusão deste trabalho e se por um lapso de memória esqueci alguém, muito obrigada!

*“Muitas vezes a dor parecerá insuportável, as perdas, insuperáveis, os obstáculos, intransponíveis. Mas, com fé e determinação, descobriremos que somos maiores que tudo isso e, no final, celebraremos nossas vitórias”.*

*Roberto Shinyashiki.*

## RESUMO

A salga é um método tradicional usado na preservação de alimentos, sendo usada na preservação do pescado há milhares de anos. Na Amazônia, o pirarucu é a espécie comercializada em maior volume na forma salgado e seco, entretanto o processo de salga realizado na Região Amazônica embora de fácil aplicação é totalmente empírico e feito sem técnica e sem critérios de higiene e sanidade, desde a fase de captura até o processamento, embalagem e transporte, o que torna impraticável a obtenção de um produto de boa qualidade. Portanto, o presente estudo teve como objetivo padronizar o processo de salga e secagem para o pirarucu em área manejada, adequando-o às boas práticas de fabricação e às exigências do mercado nacional. Foram coletados 20 exemplares de pirarucu na Resex Auatí-Paraná, Fonte Boa e aplicados dois tratamentos: I- Salga úmida seguida de salga seca e II – Salga seca. Para cada tratamento foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais por um período de estocagem de seis meses. Obtiveram-se dados de rendimento para filé com pele que ficou com média de 52,98%; cabeça de 6,95% e resíduos de 23,75%. Para as análises de composição centesimal o teor de umidade encontrado para região dorsal ficou acima da média estabelecida pela legislação enquanto que na região ventral ficou próximo ou abaixo do limite máximo estabelecido; os teores de cinzas ficaram dentro do padrão exigido juntamente com os valores de cloreto; o teor de lipídios foi menor na região dorsal em relação ao encontrado na região ventral. Os resultados obtidos de pH demonstraram que as amostras analisadas apresentaram valores entre 6,0 a 7,5 favoráveis ao crescimento de microrganismos. Os valores de TBA oscilaram de 4 a 70mg malonaldeído/kg, evidenciando que algumas amostras apresentaram estado de deterioração durante o período de estocagem. Para os resultados de N-BVT considerou-se os valores aceitáveis para pescado salgado seco. A análise sensorial do produto salgado seco evidenciou que não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos parâmetros analisados (sabor, odor, aparência, textura e cor). As análises microbiológicas revelaram que houve presença de microrganismos halofílicos em algumas amostras analisadas, porém, os valores de coliformes fecais, totais e *Escherichia coli* e *salmonella* estão de acordo com a legislação vigente; portanto, o tempo máximo de estocagem das amostras de pirarucu salgado seco processadas na área da Resex, com manutenção da qualidade para consumo foi de 120 dias.

**Palavras chave:** peixe de água doce, salga e secagem, peixe manejado, índices de qualidade.

## ABSTRACT

Salting is a traditional method used in food preservation and, over a thousands of years, have being used to preserve fish. In the Amazon, the pirarucu is the species sold in larger bulk as salty and dry, but the salting process conducted in the region is entirely empirical and done without technical criteria and without hygiene and sanitation, since the capture to processing, packaging and transport, which makes it impractical to obtain a good quality product. This study aimed to standardize the process of salting and drying of pirarucu in the managed area, adjusting it to the good manufacturing practices and the requirements of the national market. There were collected 20 specimens of the pirarucu Resex Auatí-Paraná, Fonte Boa and applied two treatments: I - Wet-salting then dry salting and II - dry salting. For each treatment was carried out physical-chemical, microbiological and sensory analysis for a period of six months in storage. The yields for fillet with skin, head and wastes were, respectively, 52.98%, 6.95% and 23.75%. For the chemical composition analysis the moisture content found for the dorsal region was above the average established by legislation while in the ventral region was near or below that limit; the ash and chloride contents were within the standards; the lipid content was lower in the dorsal region compared to the ventral region. The pH of the samples ranged from 6.0 to 7.5, favoring the growth of microorganisms. TBA values ranged from 4 to 70 mg malonaldehyde/kg, indicating that some samples showed a deterioration state during storage. The N-BVT values were considered acceptable for dry salted fish. The sensory analysis of dry salted product showed that there was no significant difference between treatments for the parameters analyzed (taste, odor, appearance, texture and color). Microbiological analysis revealed the presence of halophilic microorganisms in some samples, however, the values of *Escherichia coli*, *Salmonella*, total and fecal coliforms are within the current legislation; the maximum storage time of dried salt pirarucu processed in the Resex, maintaining quality for consumption, was 120 days.

**Keywords:** freshwater fish, salting and drying, handled fish, quality indices.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Faixas de atividade de água onde ocorrem as reações deteriorativas.....	31
<b>Figura 2 -</b>	Faixas de valores do pH aproximadas para o crescimento de alguns microrganismos .....	32
<b>Figura 3 -</b>	Pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ) .....	38
<b>Figura 4 -</b>	Sistema de filtração e cloração da água .....	38
<b>Figura 5 -</b>	Entrepasto de salga de pescado na Comunidade Murinzal .....	39
<b>Figura 6 -</b>	Resex Auatí-Paraná, Fonte Boa-Am .....	39
<b>Figura 7 -</b>	Cortes para redução da espessura de um dos filés de pirarucu transformando-o em manta .....	42
<b>Figura 8 -</b>	Secador solar artesanal construído ao lado da unidade de salga de pescado...	44
<b>Figura 9 -</b>	Cortes na manta de pirarucu salgado seco para embalagem e estocagem .....	45
<b>Figura 10 -</b>	Amostra de pirarucu salgado seco embaladas com filme de PVC .....	45
<b>Figura 11 -</b>	Fluxograma do processamento do pirarucu salgado seco .....	46
<b>Figura 12 -</b>	Variações na umidade relativa do ar no meio ambiente externo e dentro do secador solar medidas por um período de 10 horas, por três dias consecutivos .....	52
<b>Figura 13 -</b>	Variação média de temperatura no meio ambiente e dentro do secador solar artesanal .....	53
<b>Figura 14 -</b>	Relação entre os valores de pH com o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu de dois tratamentos .....	58
<b>Figura 15 -</b>	Relação entre os valores de N-BVT e o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu salgado seco .....	60
<b>Figura 16 -</b>	Relação entre os valores de TBA e o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu salgado seco .....	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Rendimento em percentagem dos cortes e resíduos do pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ) procedente da Reserva Extrativista Auatí-Paraná, Fonte Boa-Am....	50
<b>Tabela 2 -</b>	Composição centesimal e teor de cloreto do pirarucu salgado seco da região dorsal e ventral .....	54
<b>Tabela 3 -</b>	Valores de pH de amostra de pirarucu salgado seco estocadas por um período de seis meses .....	57
<b>Tabela 4 -</b>	Valores de N-BVT de amostras de pirarucu salgado seco estocadas durante seis meses .....	59
<b>Tabela 5 -</b>	Valores de TBA (mg malonaldeído/kg) de amostras de pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses .....	61
<b>Tabela 6 -</b>	Valores de Aa (atividade de água) de amostras de pirarucu salgado seco....	63
<b>Tabela 7 -</b>	Valores médios da característica sensorial aparência obtida a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses....	64
<b>Tabela 8 -</b>	Valores médios da característica sensorial sabor obtida a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.....	65
<b>Tabela 9 -</b>	Valores médios da característica sensorial odor obtida a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.....	65
<b>Tabela 10 -</b>	Valores médios da característica sensorial textura obtida a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses....	66
<b>Tabela 11 -</b>	Valores médios da característica sensorial cor obtida a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.....	67
<b>Tabela 12 -</b>	Contagem de microrganismos em amostras de pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses, comparando com a Legislação Vigente (Brasil, 2001).....	68

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1 -</b>	Produção de pirarucu procedente de áreas de Reserva Sustentável, no Estado do Amazonas .....	23
<b>Quadro 2 -</b>	Classificação do pescado segundo Mantovani (1961) .....	24
<b>Quadro 3 -</b>	Classificação do pescado segundo Jacquot (1961) .....	24
<b>Quadro 4 -</b>	Classificação do pescado segundo Stansby & Olcott (1968) .....	24
<b>Quadro 5 -</b>	Classificação do pescado segundo Ackman (1989) .....	25
<b>Quadro 6 -</b>	Padrões microbiológicos para alimentos do grupo pescados e produtos de pesca (Brasil, 2001) .....	36

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO A</b> – Modelo de ficha para avaliação sensorial do pirarucu salgado seco, conforme descrito por Teixeira et. al 1987 .....	82
--	----

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
2.1	Objetivo Geral .....	20
2.2	Objetivos Específicos .....	20
<b>3.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
3.1	O pirarucu .....	21
3.1.1	A pesca do pirarucu .....	21
3.1.2	Produção do pirarucu .....	22
3.2	Composição centesimal .....	23
3.3	Propriedades microbiológicas e sensoriais .....	26
3.3.1	Microbiológicas .....	26
3.3.2	Sensoriais .....	27
3.4	Produto de pescado .....	27
3.4.1	Salga .....	27
3.5	Sal .....	28
3.5.1	Composição química .....	28
3.5.2	Pureza do sal .....	28
3.5.3	Concentração do sal .....	29
3.5.4	Granulometria do sal .....	29
3.5.5	Microbiota do sal .....	29
3.6	Princípios das Boas Práticas de Fabricação .....	29
3.7	Fatores Intrínsecos e extrínsecos que controlam o desenvolvimento microbiano nos alimentos .....	30
3.7.1	Fatores Intrínsecos .....	30
3.7.1.1	Atividade água .....	30
3.7.1.2	Acidez (pH) .....	32
3.7.1.3	Composição química .....	32
3.7.2	Fatores Extrínsecos .....	33
3.7.2.1	Temperatura ambiental .....	33
3.7.2	Umidade Relativa do ambiente .....	34

3.8	Microrganismos indicadores de contaminação .....	34
3.8.1	Indicadores de contaminação fecal ou da qualidade higiênico- sanitária do alimento .....	35
3.8.1.1	Coliformes Totais .....	35
3.8.1.2	Coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i> .....	35
3.8.2	Indicadores gerais de contaminação do alimento .....	35
3.9	Padrões microbiológicas em pescado salgado seco .....	36
3.10	Deterioração do pescado salgado seco .....	36
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
4.1	Material .....	38
4.2	Local de coleta .....	39
4.3	Metodologia .....	40
4.3.1	Pré-processamento .....	40
4.3.1.1	Lavagem .....	40
4.3.1.2	Biometria .....	40
4.3.1.3	Sangria .....	40
4.3.1.4	Decapitação e evisceração .....	40
4.3.1.5	Lavagem .....	41
4.3.1.6	Acondicionamento do pescado .....	41
4.3.2	Processamento tecnológico .....	41
4.3.2.1	Cortes .....	41
4.3.2.2	Sal .....	42
4.3.2.3	Salga e secagem .....	42
4.3.3	Delineamento experimental .....	43
4.3.3.1	Salga úmida .....	43
4.3.3.2	Salga seca .....	43

4.3.3.3	Secagem.....	43
4.3.3.4	Embalagem e estocagem.....	44
4.3.4	Análises físico-químicas .....	46
4.3.4.1	Produto salgado seco .....	46
4.3.5	Análise microbiológica .....	48
4.3.6	Análise sensorial .....	48
4.3.7	Análise estatística .....	49
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
5.1	Rendimento .....	49
5.2	Secagem no secador solar artesanal .....	51
5.2.1	Valores de umidade relativa do ar (%)......	51
5.2.2	Valores de temperatura .....	53
5.3	Composição centesimal .....	54
5.4	Avaliação da qualidade do pirarucu salgado seco .....	56
5.4.1	pH .....	59
5.4.2	Análise de N-BVT .....	59
5.4.3	Análise de TBA .....	61
5.5	Atividade água .....	62
5.6	Análise sensorial .....	63
5.7	Análise microbiológica .....	67
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXO A.....</b>	<b>82</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O pescado é uma fonte de proteína muito importante na dieta alimentar do homem. Na região Amazônica encontra-se um número muito grande de espécies de peixes, alimento saboroso, altamente nutritivo e muito apreciado na culinária de todo o mundo. O pescado é um dos alimentos mais suscetíveis à deterioração, devido à atividade de água elevada, a sua composição química que varia em função da espécie, época do ano e condições de alimentação, ao teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, principalmente, ao pH próximo da neutralidade, o que favorece o desenvolvimento microbiano (LANDGRAF,1996).

Segundo Dias (1983) e Lourenço, Fernandes; Cintra (2001), o processo de salga realizado na Região Amazônica embora de fácil aplicação é totalmente empírico e feito sem técnica e sem critérios de higiene e sanidade, desde a fase de captura até o processamento, embalagem e transporte, o que torna impraticável a obtenção de um produto com boa qualidade.

Um dos aspectos de maior importância e que leva muitas vezes a diminuir a qualidade final do produto salgado é a qualidade do sal utilizado. Pois se o NaCl estiver contaminado por bactérias halofílicas, causará pigmentação vermelha, odor desagradável e limosidade nos produtos (WATANABE, 1960).

Dentre as espécies de peixes comercializadas na forma salgado e seco, a principal espécie comercializada na Amazônia é o pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ 1822). Segundo Queiroz; Sardinha (1999) e Veríssimo (1970), há registros de sua comercialização desde o início do século XIX e por todos esses anos vem sendo explorado pelos pescadores e ribeirinhos, o que levou a ter sua pesca protegida pelos órgãos governamentais. Assim o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, pela Portaria número 480 de 04/03/1991, proíbe anualmente a captura dessa espécie no período de 01 de dezembro a 31 de maio em toda a Bacia Amazônica, rio Araguaia e Rio Tocantins. Em outro documento, a Portaria

Normativa 14, de 15/12/1993, proíbe a comercialização de manta seca inferior a 1 metro de comprimento. Desde 2005, no Estado do Amazonas a pesca do pirarucu está praticamente proibida, o IBAMA baixou Instrução Normativa 001 que permite a captura, durante o período de 01 de junho a 31 de novembro, somente em áreas de reserva, através de cota de pesca por temporada.

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é considerado um dos maiores peixes de escama de água doce do mundo. Possui um bom rendimento cárneo, sua carne de coloração naturalmente rósea e desprovida de espinhas é valorizada na região Amazônica com valores que variam de R\$ 7,00 a 10,00/kg e no mercado externo de US\$ 7,00 a 9,00/kg (FLEMING, 1934; SAINT-PAUL, 1986; GOLDING, 1980; ONO et. al 2004). Atualmente, em época de liberação para sua comercialização, o preço no mercado interno varia entre R\$ 12,00 e R\$ 18,00/kg.

A carne do pirarucu é processada principalmente na forma de mantas salgadas, sendo este o principal meio de preservação e comercialização do produto. Entretanto, o primitivismo, a falta de uma infraestrutura aliada a fatores tecnológicos são os principais entraves para o aproveitamento racional do pescado.

Portanto, o presente trabalho foi proposto com intuito de padronizar o processo de salga e secagem para o pirarucu procedente de áreas manejadas, agregando valor, adequando-o às exigências do mercado regional e as Boas Práticas de Fabricação, contribuindo assim para um produto final de boa qualidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Padronizar o processo de salga e secagem para o pirarucu em área manejada, adequando-o às boas práticas de fabricação e às exigências do mercado nacional.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Estimar o rendimento cárneo e de resíduos para o pirarucu;
- ✓ Determinar a composição centesimal do produto salgado-seco;
- ✓ Determinar a qualidade do produto através de análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais;
- ✓ Estimar tempo de estocagem para o produto salgado e seco avaliando as alterações na qualidade.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. O pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822)**

Pertence a família Arapaimidae, segundo Fontenele (1948) a palavra pirarucu é de origem indígena, constituída pela união de “pira” = peixe e “urucu” = vermelho, devido à intensa coloração da sua orla posterior. Chamado de “paiche” na Amazônia peruana (provavelmente pelo vocábulo indígena original “payshi”) e “pirarucu” no Brasil (o mais correto segundo Eigemann; Allen 1942), e na Guiana com o nome de “arapaima”, provavelmente do nome original “warapaima” (ROMERO, 1960).

O pirarucu pode alcançar 200 kg com três metros de comprimento. É uma espécie que apresenta cabeça achatada, corpo longo cilindro, com escamas acima do normal, usada em artesanato, língua óssea, empregada como lixa (VENTURIERI; BERNADINO, 1999; GAVIS et. al; 2006).

##### **3.1.1. A pesca do pirarucu**

O Rio Amazonas, com seus principais afluentes atinge nível d’água máximo no mês de junho e seu nível mínimo nos meses de outubro a novembro. No período de enchente os peixes se dispersam sob extensas áreas de igapós, várzeas e lagos, encontrando desta forma, bastante proteção. Na época de vazante, os lagos ficam mais rasos e os peixes mais concentrados, o que facilita, sobremaneira, a localização destes pelos pescadores (QUEIROZ; SARDINHA, 1999)

Segundo Luling (1964) o pirarucu por possuir respiração aérea, torna-se uma presa fácil nas suas subidas à superfície, em intervalos de 10 a 15 minutos, embora possa permanecer até 40 minutos sem respirar o ar atmosférico, quando perseguido (MENEZES, 1951).

A captura do pirarucu é feita principalmente com a utilização de arpão. São também empregados outros aparelhos de pesca, como a malhadeira e a redinha, embora estes tenham menor participação na captura (PETRERE, 1978).

### **3.1.2. Produção do pirarucu.**

A produção brasileira da aquicultura refletindo a tendência mundial apresentou crescimento surpreendente. No ano de 1995, era de 42 mil toneladas e em 2004 foi de 269 mil toneladas. Porém, é uma produção ínfima se comparado com a China, maior produtor mundial de pescado que, em 2004 produziu 30 milhões de toneladas (FAO, 2007).

A contribuição para o conhecimento da biologia e a exploração racional do pirarucu, vem da implantação de locais de reserva como a de Mamirauá (QUEIROZ; SARDINHA, 1999).

Durante todos esses anos, a estatística pesqueira não tem identificado a captura total desembarcada nos principais municípios do Amazonas, alguns dados sobre a produção de pirarucu foram detectados pelo IBAMA. Em 1996, o pirarucu aparece com produção, na região Norte, de 390,5 toneladas/ano. O Estado do Amazonas foi o principal produtor com 207,5 toneladas, ou seja, 53,10% da produção (IBAMA, 2001).

O Quadro 1 apresenta dados de pirarucus capturados no Estado do Amazonas do ano de 2002 a 2010 procedentes de áreas de manejo

**Quadro 01-** Produção de pirarucu procedente de áreas de reserva sustentável, no Estado do Amazonas.

Ano	Municípios				
	Tefé		Fonte Boa		Jutaí
	Total capturado (unidade)	Peso Total (Kg)	Total capturado (unidade)	Peso Total (Kg)	Peso Total (Kg)
2002	821	33.826	-	-	-
2003	1.614	62.375	-	-	11.000
2004	2.956	116.866	3.560	137.000	8.000
2005	4.217	212.014	7.597	393.536	-
2006	4.644	221.800	10.461	573.579	-
2007	4.836	229.600	7.819	399.393	4.000
2008	4.572 (194 bodecos)	207.949,0	2.030	101.883	3.472
2009	4.976	249.300	1649	93.197	6.076
2010 *	2.500	-	3.797	-	Não solicitada

Fonte: Núcleo de Recursos Pesqueiros, IBAMA/AM. \*Estimativa.

### 3.2. Composição Centesimal

Diversos autores têm classificado os pescados de acordo com sua composição química, levando em consideração a espécie, variação sazonal, idade, local de captura, etc. Dentre estes podemos citar as classificações de Mantovani (1961), Jacquot (1961), Stansby e Olcott (1968) e Ackman (1989), conforme apresentado nos **Quadros 1, 2, 3 e 4**.

A determinação de umidade é uma das medidas mais importante e utilizada na análise de alimentos e está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, a embalagem e o processamento (CECCHI, 1999).

Os estudos apresentados por Cecchi (1999) demonstraram que a umidade encontrada em pescado pode variar de 50-70%, porém Sanchez (1989) e Ogawa; Maia (1999) citaram este teor estando entre 60-85%.

**Quadro 2.** Classificação do pescado segundo Mantovani (1961).

<b>Categoria</b>	<b>Gordura (%)</b>
Gordos	>8,0
Semigordos	3,0 – 8,0
Magros	2,0 – 3,0

**Quadro 3.** Classificação do pescado segundo Jacquot (1961).

<b>Categoria</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Lipídios (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Cinza (%)</b>
Gordos	68,60	10,00	20,00	1,40
Semigordos	77,20	2,50	19,00	1,30
Magros	81,60	0,50	16,40	1,30

**Quadro 4.** Classificação do pescado, segundo Stansby e Olcott (1968).

<b>Categoria</b>	<b>Classe</b>	<b>Gordura (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>
<b>A</b>	Gordura-baixa	<5	15 – 20
	Alta-proteína		
<b>B</b>	Gordura-media	5 – 15	15 – 20
	Alta-proteína		
<b>C</b>	Gordura-alta	>15	±15
	Baixa-proteína		
<b>D</b>	Gordura-baixa	<5	>20
	Muito alta-proteína		
<b>E</b>	Gordura-baixa	<5	<15
	Baixa-proteína		

**Quadro 5.** Classificação do pescado segundo Ackman (1989).

<b>Categoria</b>	<b>Gordura (%)</b>
Altamente Gordo	> 8,00
Medianamente Gordo	4,00 – 8,00
Baixo Teor de Gordura	2,00 – 4,00
Magro	< 2,00

Quanto ao teor de lipídios, este apresenta maior variação em função do tipo de músculo corporal em uma mesma espécie, sexo, idade, época do ano, habitat, dieta, entre outros fatores. A importância fisiológica dos lipídios pode ser listada da seguinte forma: atuam como fontes energéticas, fazem parte das membranas celulares, são nutrientes essenciais e substâncias controladoras de metabolismos, atuam como substâncias isolantes e protetoras contra danos mecânicos externos, etc. (OGAWA; MAIA, 1999; SANCHEZ, 1989).

Simopoulos (1991) refere-se aos lipídios de pescado como fonte energética, além de serem ricos em ácidos graxos poli-insaturados  $\omega 3$ , especialmente, EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosahexaenóico) que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicérides e colesterol sanguíneo, reduzindo conseqüentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares como arteriosclerose, enfarto do miocárdio, trombose cerebral, etc.

A composição protéica da carne de peixe pode variar em função da espécie, tamanho, sexo, época do ano, etc. Porém, geralmente o músculo contém cerca de 20% de proteínas. Ressalta-se que este percentual é um pouco menor na carne sangüínea (escura) do que a carne branca (ordinária), verificando-se o contrário com relação aos lipídios (SANCHEZ, 1989; OGAWA; MAIA, 1999).

No entanto, o tecido muscular do pescado contém, em geral, maior proporção de proteínas miofibrilares e menor proporção de proteínas sarcoplasmática e estromáticas, ou seja, 65%, 20-25% e 2-4%, respectivamente (SGARBIERI, 1996).

Segundo Cecchi (1999), a cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, que é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>. A cinza obtida não é necessariamente da mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento. O conhecimento do teor de cinzas e consequentemente, dos elementos minerais é indispensável para a avaliação da qualidade nutricional e performance tecnológica das espécies (CONTRERAS-GUZMAN, 1994).

O teor de cinzas pode permitir uma estimativa da riqueza de cálcio, fósforo, magnésio e sais minerais importantes na formação e manutenção dos ossos (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998).

### **3.3. Propriedades microbiológicas e sensoriais.**

#### **3.3.1. Microbiológicas**

A microbiota natural do pescado apresenta características peculiares e é influenciada pela natureza do ambiente aquático, onde a temperatura é um dos principais fatores seletivos. Essa flora é formada pela flora existente nas águas onde o peixe vive. Em consequência disso, a mucosa que recobre a superfície externa do peixe e guelras contém bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Sarcina*, *Serratia*, *vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia*. (BRESSAN, 2001).

Bressan (2001) afirma que imediatamente após a captura, a intensidade de contaminação é variável em função de fatores ambientais, como temperatura da água e intensidade de poluição, bem como em função das vísceras estarem ou não repletas de alimentos, pois, quanto maior a quantidade de alimentos nas vísceras, maior é a carga microbiana e, provavelmente, a contaminação durante a evisceração.

A microflora característica no filé de pescado é formada por bactérias psicrófilas (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Amoraxella*, *Acinetobacter* e *Flavobacterium*) adquiridas durante as operações de obtenção da matéria-prima. No processamento, o peixe entra em contato com superfícies ou água contaminadas e, ainda, o mesmo pode ser manipulado, transportado ou estocado de maneira imprópria, resultando em alterações na sua microflora e na introdução de bactérias indicadoras de contaminação fecal (Coliformes, *Escherichia coli*, estreptococos fecais) e outras categorias de bactérias (*Salmonella*, *Vibrio*, *Clostridium*, etc.). Filés de pescado processados de forma correta podem apresentar valores próximos a 10 mil bactérias/g de amostra, enquanto em produtos processados inadequadamente podem ser encontrados milhões de bactérias/g de amostra (BRESSAN, 2001).

### **3.3.2. Sensoriais.**

A análise sensorial é parte importante em qualquer programa de avaliação de alimentos. A avaliação sensorial está baseada em critérios de aparência, textura, odor, sabor e cor (OLIVEIRA, 2007).

A análise sensorial baseia-se, portanto, no emprego de um grupo ou equipe de pessoas treinadas para medir as características organolépticas de um produto.

Os testes sensoriais classificam-se em testes afetivos, discriminatórios, descritivos e de qualidade (TEIXEIRA et al., 1987; CHAVES, 1998).

## **3.4. Produto de pescado**

### **3.4.1. Salga**

A salga é realizada por métodos artesanais ou industriais conhecidos como salga seca, salga úmida e salga mista. Nesses processos, a salga termina quando é estabelecido o equilíbrio osmótico entre a salmoura externa que circunda o pescado e a água interna que, no pescado fresco, é próximo a 80%. O conteúdo de sal no pescado que, inicialmente, varia de

0,3% a 0,4%, aumenta até 17% quando o meio atinge o equilíbrio. O período para alcançar esse estágio varia de 2 a 20 dias (BRESSAN, 2001).

A salga é um processo de preservação baseado na penetração de cloreto de sódio no tecido do pescado. Essa penetração é controlada por fatores físicos, químicos e bioquímicos, e resulta na alteração dos constituintes musculares, principalmente proteínas, que entram em desnaturação quando a concentração salina no pescado se aproxima de 9% (BURGESS et al., 1971).

Na Amazônia, o pirarucu (*Arapaima gigas*) é processado do tipo salgado-seco, de forma artesanal, e o que se constata é que nada ou pouco mudou nos últimos anos, alertando para as condições impróprias do preparo do produto (DIAS, 1983; OLIVEIRA, 2008).

## **3.5 Sal**

### **3.5.1. Composição química**

A falta de conhecimentos prévios sobre a composição química do sal pode acarretar sérias dificuldades na elaboração de produtos pesqueiros salgados. Sua qualidade depende em princípio de sua origem, que pode ser: sal de mina, sal marinho ou sal de depósitos (BOTELHO, 1974).

Segundo Botelho (1974), o sal utilizado no Brasil é o sal marinho solar. Como os outros, além de seu constituinte principal, cloreto de sódio, apresenta em sua composição sais de cálcio, magnésio, potássio, carbonatos, sulfatos, brometos, iodetos e vestígios de ouro e prata.

### **3.5.2. Pureza do Sal**

Segundo o Instituto Nacional do Sal, um sal de boa qualidade é aquele que contém 98% de cloreto de sódio e impurezas, como sais de cálcio e magnésio, nunca superiores a 0,4% e 0,05%, respectivamente, pois estas impurezas causam brancura, rigidez e ligeiro sabor amargo ao produto salgado (BRESSAN, 2001).

### **3.5.3. Concentração do Sal**

Fator limitante de sua penetração nos tecidos musculares do peixe. Assim, quanto mais elevada a concentração do sal, maior será sua penetração nos tecidos, até que seja estabelecido o equilíbrio osmótico do processo de salga (BRESSAN, 2001).

### **3.5.4. Granulometria do Sal**

Com relação a granulometria, o sal tem maior ou menor eficiência na penetração e conservação do pescado. O sal fino constituído por pequenos cristais tem uma penetração rápida no início do processo, diminuindo seu poder penetrante em face da concentração que ocasiona a coagulação das proteínas da superfície do músculo, contribuindo para uma conservação deficiente do produto. O sal grosso atua lentamente e não se promove a coagulação das proteínas. Entretanto, a sua lenta ação no processo de cura conduz às alterações indesejáveis, principalmente se a salga for processada em altas temperaturas. Para uma salga mais adequada e para eliminar esses problemas, é recomendada a utilização de partes iguais de sal fino e sal grosso (BRESSAN, 2001).

### **3.5.5. Microbiota do Sal**

O sal é possuidor de uma flora contaminante halófila ou halorresistente considerável, salientando-se, entre estes microrganismos, as sarcinas, halófilas cromogênicas causadoras de coloração vermelha indesejável em produtos protéicos salgados (BRESSAN, 2001).

## **3.6 Princípios das Boas Práticas de Fabricação**

A industrialização de matérias-primas agropecuárias é uma das alternativas para o pequeno agricultor, em virtude da agregação de valor. As tecnologias de transformação dessas matérias-primas são conhecidas por parte da maioria dos agricultores familiares, muitas vezes passadas de pais para filhos. Entretanto, os conhecimentos de como e por que produzir com qualidade e segurança são quase sempre um mito entre esses agricultores (NETO et al., 2006).

A sociedade pede qualidade, os órgãos fiscalizadores exigem essa qualidade, mas poucos sabem como atingi-la. O rigor no cumprimento dos procedimentos que assegurem a qualidade na produção de alimentos tem sido cada vez mais praticado por parte dos órgãos fiscalizadores. Desse modo, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) desempenham um papel fundamental na produção de alimentos com a tão almejada qualidade assegurada (NETO et al., 2006).

As BPF são requisitos necessários para garantir qualidade das matérias-primas e dos produtos acabados, sendo aplicadas em todas as etapas do processo produtivo. Existem algumas portarias do Ministério da Saúde, somando às da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que estabelece a documentação procedimentos operacionais padrões (POP) necessária para padronizar os processos produtivos, como parte dos requisitos para se obter produtos com qualidade (NETO et al., 2006).

### **3.7 Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que controlam o desenvolvimento microbiano nos alimentos**

#### **3.7.1 Fatores Intrínsecos**

##### **3.7.1.1 Atividade Água**

Os microrganismos necessitam de água para sua sobrevivência. Para seu metabolismo e multiplicação, os microrganismos exigem a presença de água na forma disponível. Água ligada a macromoléculas por forças físicas não está livre para agir como solvente ou para participar de reações químicas e, portanto, não pode ser aproveitada pelos microrganismos. O parâmetro que mede a disponibilidade de água em um alimento denomina-se “atividade água” (Aa) (FRANCO, 1996).

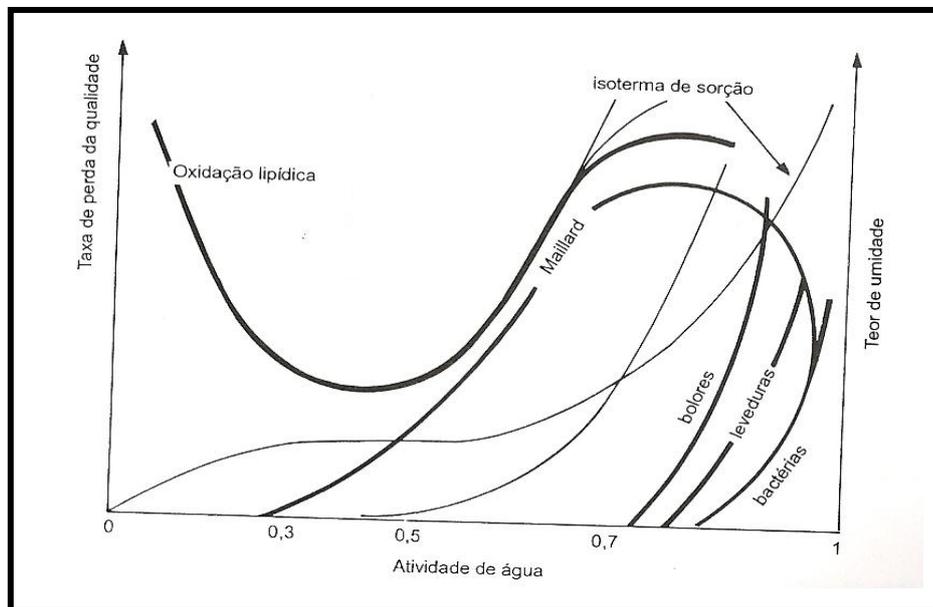
Baruffaldi e Oliveira (1998) afirmam que a água total presente em um alimento nem sempre se encontra disponível. Dependendo do valor, a quantidade de água disponível tem forte influência sobre a deterioração dos alimentos e, conseqüentemente, sobre a vida de

prateleira do produto. Existem algumas faixas já definidas nas quais determinadas reações deteriorativas são predominantes e estão dispostas na figura 1.

O controle da atividade da água é um importante meio de retardar a deterioração de alimentos de umidade intermediária (20 a 50%), principalmente a causada por microrganismos, possibilitando, de certa forma, uma previsão de tempo de conservação do produto. Estes alimentos tem uma atividade de água variando, geralmente, entre 0,60 a 0,85 (EIROA, 1981).

A atividade de água para alimentos salgados pode ser igual ou ligeiramente inferior à atividade de água correspondente a uma solução salina concentrada de cloreto de sódio (CARRETERO, 1973).

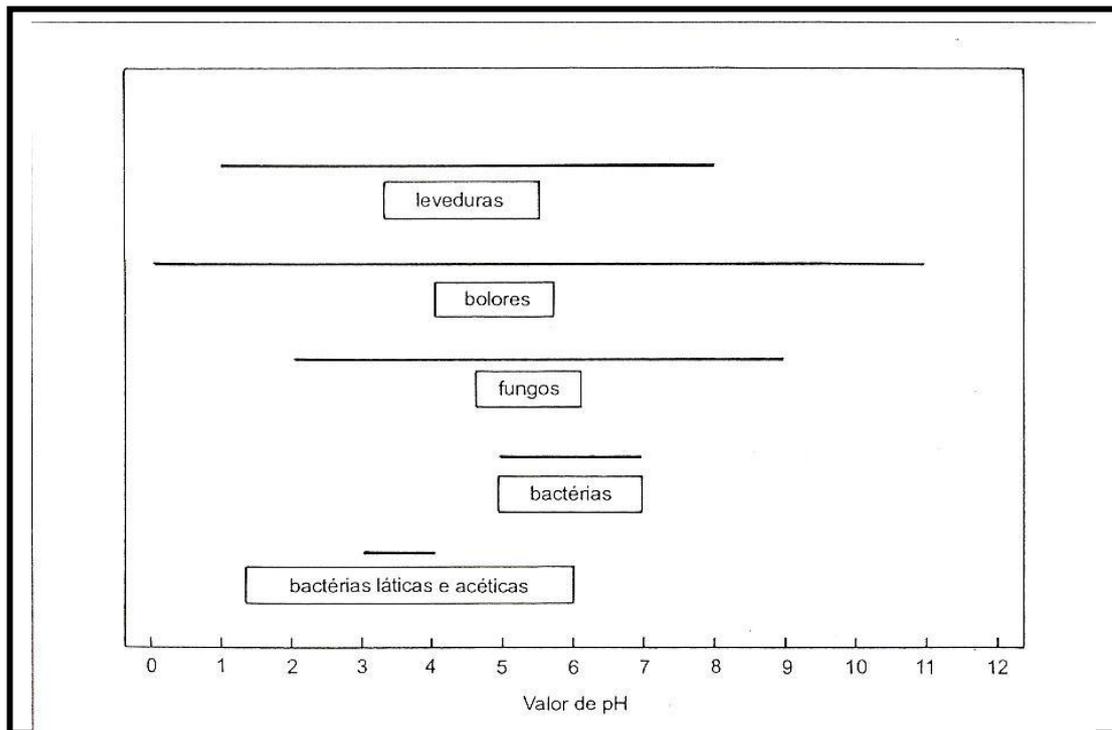
A redução da atividade água (Aa) neste tipo de alimento pode ser devido às ligeiras ligações iônicas entre a água e o íon cloro (KARMAS et al., 1975).



**Figura 1-** Faixas de atividade de água onde ocorrem as reações deteriorativas. Fonte: Baruffaldi e Oliveira (1998).

### 3.7.1.2 Acidez (pH)

Assim como ocorre com a atividade de água, os microrganismos tem valores de pH mínimo, ótimo e máximo para sua multiplicação, como mostra a figura 2. Verifica-se o pH em torno da neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5, é o mais favorável para a maioria dos microrganismos. Alguns microrganismos são favorecidos pelo meio ácido, como ocorre com as bactérias lácticas, certamente porque há inibição da microbiota de competição. Os bolores e leveduras mostram maior tolerância ao pH, sendo que os bolores podem multiplicar-se em valores de pH mais baixos que as leveduras, sendo estas, por sua vez, mais tolerantes que as bactérias a valores baixos de pH (BRESSAN, 2001; BARUFFALDI e OLIVEIRA 1998).



**Figura 2** – Faixas de valores do pH aproximadas para o crescimento de alguns microrganismos nos alimentos. Fonte: Baruffaldi e Oliveira (1998).

### 3.7.1.3 Composição química

Para que a multiplicação microbiana seja possível, os seguintes nutrientes devem estar disponíveis: água, fonte de energia, fonte de nitrogênio, vitaminas e sais minerais.

Como fonte de energia, os microrganismos podem utilizar açúcares, álcoois e aminoácidos. As fontes de nitrogênio mais importantes para os microrganismos são os aminoácidos, mas uma grande variedade de outros compostos nitrogenados também pode ser utilizada (LANDGRAF, 1996).

As vitaminas são importantes fatores de crescimento de microrganismos, uma vez que fazem parte de diversas coenzimas envolvidas em várias reações metabólicas.

Embora necessários em quantidades muito reduzidas, os minerais são indispensáveis para multiplicação microbiana, pois estão envolvidos em muitas reações enzimáticas (FRANCO, 1996).

O pescado é uma excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes, tais como Mg, Mn, Zn, Cu, et., com conteúdos relativamente elevados, principalmente em alguns moluscos e crustáceos. E também rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B, porém, destacando-se como majoritárias as vitaminas lipossolúveis A e D (FRANCO, 1996).

Os lipídeos de pescado, além de fonte energética, são ricos em ácidos graxos poli-insaturados  $\omega 3$ , especialmente, EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosahexaenóico) que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicérides e colesterol sanguíneo, reduzindo conseqüentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares como arteriosclerose, enfarto do miocárdio, trombose cerebral, etc. (LANDGRAF, 1996).

### **3.7.2 Fatores Extrínsecos**

#### **3.7.2.1 Temperatura ambiental**

O fator ambiental mais importante que afeta a multiplicação de microrganismos é a temperatura. Os microrganismos psicrófilos e psicrotróficos multiplicam-se bem em alimentos refrigerados, sendo os principais agentes de deterioração de carnes, pescado, ovos, frangos e outros (LANDGRAF, 1996).

Os microrganismos mesófilos correspondem à grande maioria dos que tem importância em alimentos, inclusive a maior parte dos patógenos de interesse.

A maioria das bactérias termófilas importantes em alimentos pertence aos gêneros *Bacillus* e *Clostridium*, incluindo tanto espécies deterioradoras (*Bacillus coagulans*, *Clostridium thermosaccharolyticum*), quanto espécies patogênicas (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*) (LANDGRAF, 1996).

Os fungos são capazes de crescer em faixa de temperatura mais ampla do que bactérias. Muitos fungos são capazes de se multiplicar em alimentos refrigerados (FRANCO, 1996).

### **3.7.2.2 Umidade relativa do ambiente**

Há uma correlação estreita entre a atividade de água (Aa) de um alimento e a umidade relativa de equilíbrio do ambiente. Quando o alimento está em equilíbrio com a atmosfera, a umidade relativa (UR) é igual a  $Aa \times 100$ . Assim, alimentos conservados em ambiente com UR superior à sua Aa tenderão a absorver umidade do ambiente, causando um aumento em Aa. Por outro lado, os alimentos perderão água se a umidade ambiental for inferior à sua Aa, causando uma diminuição nesse valor. Essas alterações provocarão modificações na capacidade de multiplicação dos microrganismos presentes, que será determinada pela Aa final, conforme discutido anteriormente (FRANCO, 1996).

### **3.8 Microrganismos Indicadores de contaminação**

Microrganismos indicadores são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (LANDGRAF, 1996).

### **3.8.1 Indicadores de contaminação fecal ou da qualidade higiênico-sanitária do alimento**

O uso de *Escherichia coli* como um indicador de contaminação de origem fecal presentes em água foi proposto em 1982, uma vez que esse microrganismo é encontrado no conteúdo intestinal do homem e animais de sangue quente (LANDGRAF, 1996).

#### **3.8.1.1 Coliformes Totais**

Este grupo é composto por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35-37° C, por 48 horas. São bacilos gram-negativos e não formadores de esporos (LANDGRAF, 1996).

#### **3.8.1.2 Coliformes Fecais e *Escherichia coli***

As bactérias pertencentes a este grupo correspondem aos coliformes totais que apresentam a capacidade de continuar lactose com produção de gás, quando incubadas à temperatura de 44-45,5° C. Nessas condições, ao redor de 90% das culturas de *E. coli* são positivas, enquanto entre os demais gêneros, apenas algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella* mantêm essa característica.

A pesquisa de coliformes fecais ou de *E. coli* nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos (LANDGRAF, 1996).

### **3.8.2 Indicadores gerais de contaminação do alimento**

São grupos de microrganismos que, quando presentes em números elevados nos alimentos, poderão causar a deterioração e/ou a redução da vida de prateleira. Essas contagens fornecem informações gerais sobre as condições durante o processamento do alimento.

### 3.9. Padrões microbiológicas em pescado salgado seco

Segundo a Resolução da ANVISA/RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Os padrões microbiológicos para pescado salgado-seco estão apresentados no Quadro 6.

**Quadro 6.** Padrões microbiológicos para alimentos do Grupo pescados e produtos de pesca (BRASIL, 2001).

GRUPO DE ALIMENTOS	MICRORGARNISMO	Tolerância para amostra INDICATIVA	Tolerância para Amostra Representativa			
			n	c	m	M
7. PESCADOS E PRODUTOS DE PESCA						
c) pescados, moluscos e crustáceos secos e ou salgados; semi conservas de pescados, moluscos e crustáceos, mantidas sob refrigeração (marinados, anchovados ou temperados)	Coliformes a 45°C/g	10 <sup>2</sup>	5	3	10	10 <sup>2</sup>
	Estaf. Coag. Positiva/g	5x10 <sup>2</sup>	5	2	10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>
	<i>Salmonella sp</i> /25g	Aus	5	0	Aus	-

**n:** número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente (exceção: técnica de presença ou ausência); **c:** é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre m e M.; **m:** é o limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou o lote com qualidade intermediária aceitável.; **M:** é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis.

### 3.10 Deterioração do pescado salgado seco

Uma das mais importantes etapas envolvidas na estocagem de produtos processados é a embalagem. O pirarucu fracamente salgado e parcialmente seco produzido na Região Amazônica é transportado por longe as distâncias pelos pescadores para comerciantes ou entrepostos, sem qualquer proteção contra os raios solares ou da umidade. Outro método de transporte é o do peixe semi-seco sem nenhuma embalagem e misturado com diversos produtos regionais (DIAS, 1983).

As bactérias halófilas são os agentes deteriorantes mais importantes, tanto bióticos como abióticos, que emprestam ao produto um “flavor” desagradável. As bactérias atuam sobre proteínas do pescado salgado, produzindo um odor característico (BASTOS, 1977). Essas são caracterizadas por formarem uma pigmentação vermelha (vermelhão) encontradas em produtos protéicos salgados.

Outros tipos de microrganismos encontrados em peixes salgados são os fungos, esses dão ao produto uma coloração marrom-alaranjada (BASTOS, 1977).

A oxidação é outro tipo de deterioração que pode ocorrer no produto, durante a cura ou no período de estocagem. Nesse caso, o sal age como catalizador do processo em que há formação de peróxidos, seguidos por aldeídos e ácidos hidroxilados. A oxidação de produtos salgados depende de vários fatores: teor de gordura, conteúdo de ácidos poliinsaturados, temperatura de estocagem, tipo de salga, exposição do produto ao ar e outros (BASTOS, 1977).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAL



**Figura 3** - Pirarucu (*Arapaima gigas*) Fonte: Oliveira (2009).

Foram coletados 20 exemplares adultos de pirarucu (*Arapaima gigas*), com média de 40 kg, da Resex Auatí-Paraná localizada no município de Fonte Boa, Amazonas.

O processamento das amostras ocorreu em um entreposto de salga de pescado localizado próximo ao local de captura, com área de pré-processamento com tanques em PVC para armazenagem de água e sistema de filtração e cloração de água, como mostram as figuras 4 e 5.

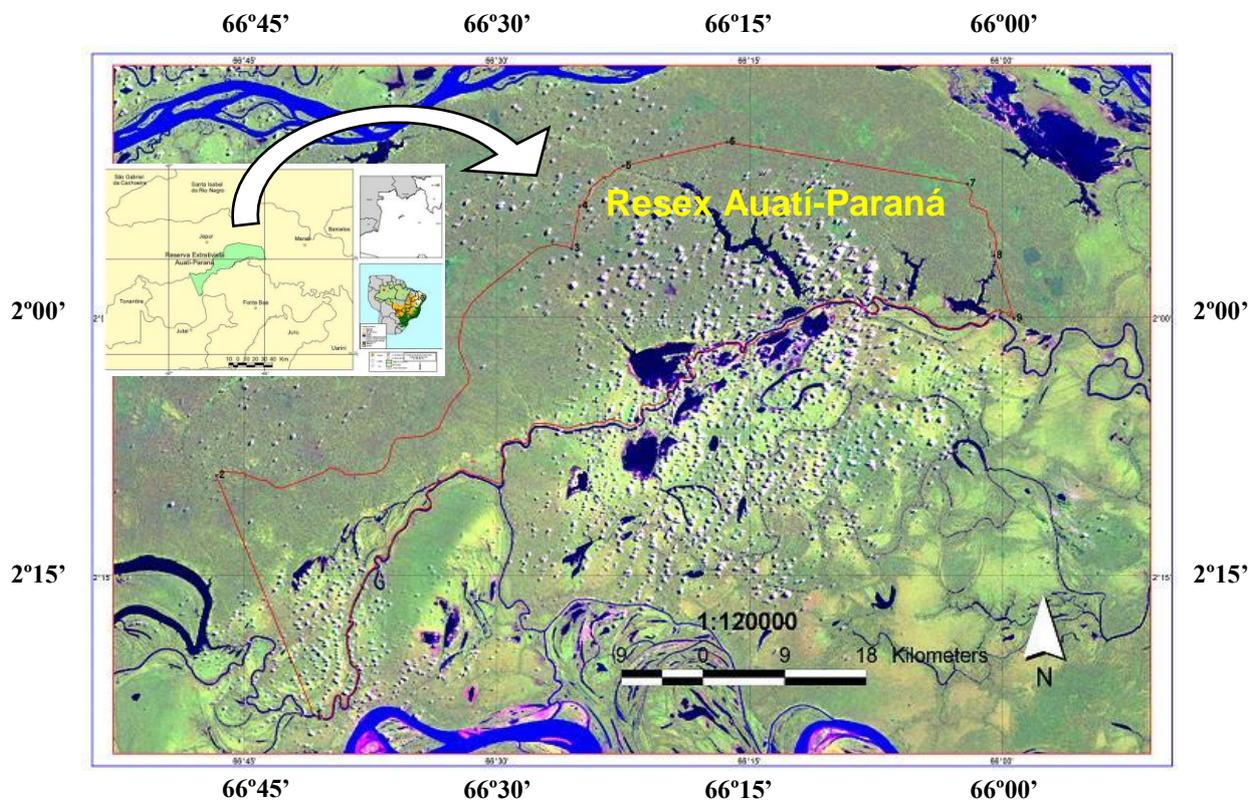


**Figura 4** – Sistema de filtração e cloração da água. Fonte: Oliveira (2010).



**Figura 5** – Entrepósito de salga de pescado na comunidade Murinzal. Fonte: Oliveira (2010).

#### 4.2 LOCAL DE COLETA



**Figura 6** – Resex Auati-Paraná, Fonte Boa-AM. Fonte: INPE (2009).

## **4.3 METODOLOGIA**

Após a captura, os exemplares foram insensibilizados por percussão na cabeça e levados ao entreposto de salga do pescado localizado na Comunidade Murinzal, na Resex Auatí-Paraná, para serem processados, obedecendo às seguintes etapas:

### **4.3.1 Pré-processamento**

#### **4.3.1.1 Lavagem**

Ao chegarem à base, os exemplares foram lavados com água limpa, com 10 ppm de cloro residual, com o objetivo de retirar sujidades externas, reduzir o muco superficial e a microbiota natural.

#### **4.3.1.2 Biometria**

Os exemplares foram inicialmente pesados e medidos (comprimento total e padrão). Em seguida foram retiradas as escamas, nadadeiras e cabeças. Logo após foram filetados para obtenção das mantas que seriam destinadas ao procedimento da salga; nesta etapa foram obtidos os rendimentos em corpo limpo e filé com pele. O peso dos cortes e resíduos foi efetuado em balança digital e registrado em planilha para posterior cálculo de rendimento.

#### **4.3.1.3 Sangria**

Antes da evisceração dos exemplares foi realizada a sangria, através de um corte na região do corpo compreendida entre as guelras e o início do ventre, isto é, numa zona onde passam os vasos sanguíneos mais grossos. Desta maneira ocorreu à saída rápida e abundante do sangue, o que contribuiu para diminuir o crescimento bacteriano e para dar um aspecto mais uniforme à carne do peixe.

#### **4.3.1.4 Decapitação e evisceração**

A cabeça, juntamente com as guelras foi retirada por meio de um corte transversal seguindo a linha do opérculo. As vísceras foram removidas através de um corte na linha

média ventral com cuidado para evitar o rompimento de órgãos internos. A seguir foram retiradas as nadadeiras e as escamas por meio de cortes perpendiculares à pele. Ao final foi obtido o corte denominado “corpo limpo”.

#### **4.3.1.5 Lavagem**

Depois da sangria, descabeçamento e evisceração os exemplares foram lavados com água limpa, com 10 ppm de cloro residual. A lavagem compreendeu a parte interna e externa do peixe, principalmente na parte interna, com objetivo de remover os restos das vísceras e coágulos de sangue. A fim de facilitar a saída da água, os peixes foram colocados com o ventre para baixo.

#### **4.3.1.6 Acondicionamento do pescado**

O pescado foi acondicionado em caixas isotérmicas com gelo na proporção de 1:1 (pescado:gelo) aguardando o momento do seu processamento. A permanência no gelo foi a mínima possível, com a finalidade de minimizar a perda na qualidade do pescado.

### **4.3.2 Processamento tecnológico**

#### **4.3.2.1 Cortes**

O corpo limpo do animal foi cortado em filés, retirando-se a coluna vertebral e os ossos das costelas. Cada um dos filés foi seccionado na região da linha lateral gerando quatro cortes (2 dorsais e 2 ventrais), que posteriormente tiveram sua espessura reduzida através de cortes longitudinais (escalamento) no sentido cabeça-cauda, mas sem seccionamento das peças, para transformá-los em mantas (Figura 7).

Durante o fileteamento, os cortes foram removidos o mais próximo possível da espinha dorsal, a fim de evitar a retenção excessiva de carne na carcaça. Em seguida procedeu-se à separação dos filés, gerando 2 (dois) cortes para ambos os lados com

subdivisão, sendo 2 (dois) dorsais e 2 (dois) ventrais, para o cálculo dos rendimentos da manta dorsal com pele e da manta ventral com pele.



**Figura 7** - Cortes para redução da espessura de um dos filés de pirarucu transformando-o em manta.

#### 4.3.2.2 Sal

O sal utilizado foi previamente aquecido à 80° C durante 20 minutos para retirada da umidade e eliminação da microbiota contaminante.

#### 4.3.2.3 Salga e secagem

Este método baseou-se na utilização do sal que, em concentração adequada, pode diminuir ou até mesmo impedir a decomposição do alimento pela ação de microrganismos. Na elaboração da salga seca utilizou-se uma mistura de sal na proporção de 50% de sal grosso e 50% de sal fino. Na salga úmida foi utilizado somente sal fino para a preparação da salmoura. A secagem foi realizada em secador solar artesanal construído em madeira processada e plásticos transparentes e pretos.

### **4.3.3 Delineamento experimental**

O pescado passou por dois tratamentos.

**Tratamento 1:** salga úmida inicial, seguida de salga seca até o final do processo de cura e flavorização;

**Tratamento 2:** salga seca do início ao final do processo de cura.

Os resultados das análises de qualidade (física, química e sensorial) foram comparados estatisticamente.

#### **4.3.3.1 Salga úmida**

Foi elaborada uma salga úmida, que consistiu em utilizar 36 partes de sal para 100 litros de água. Em seguida o pescado foi imerso na salmoura por 24 horas, em tanques de PVC. Após, o pescado foi posto para drenar com a finalidade de retirar o excesso de umidade.

#### **4.3.3.2 Salga Seca**

A quantidade de sal utilizada foi de 30% de sal em relação ao peso do lote de pescado, que foi colocado em paletes de polietileno, alternando camadas de sal e pescado, sendo a primeira e a última camada de sal, permitindo que a água de exsudação fosse facilmente drenada. A pilha de pescado salgado foi revirada diariamente para que o peixe que estivesse embaixo passasse para cima e vice-versa. Nessa etapa o pescado permaneceu por um período mínimo de cinco dias (BURGEES et al., 1971), tempo que se mostrou suficiente para garantir uma cura uniforme, conferindo ao peixe o sabor e a textura adequadas de produto salgado (VAZ et al., 2007).

#### **4.3.3.3 Secagem**

A secagem foi feita em secador solar artesanal construído em madeira e plástico flexível com a finalidade de elevar a temperatura interna, propiciar a mínima circulação de ar e acelerar o processo de desidratação (Figura 8). O pescado foi colocado no secador solar

pela manhã e recolhido ao fim do dia. Este processo foi repetido por um período de três dias, até o pescado apresentar umidade permitida por lei (inferior ou igual a 45%). Durante o período de secagem foi medida de hora em hora com o auxílio de um termohigrômetro a umidade relativa do ar e a temperatura dentro e fora do secador solar artesanal.



**Figura 8** – Secador solar artesanal construído ao lado da unidade de salga de pescado.

#### **4.3.3.4 Embalagem e estocagem**

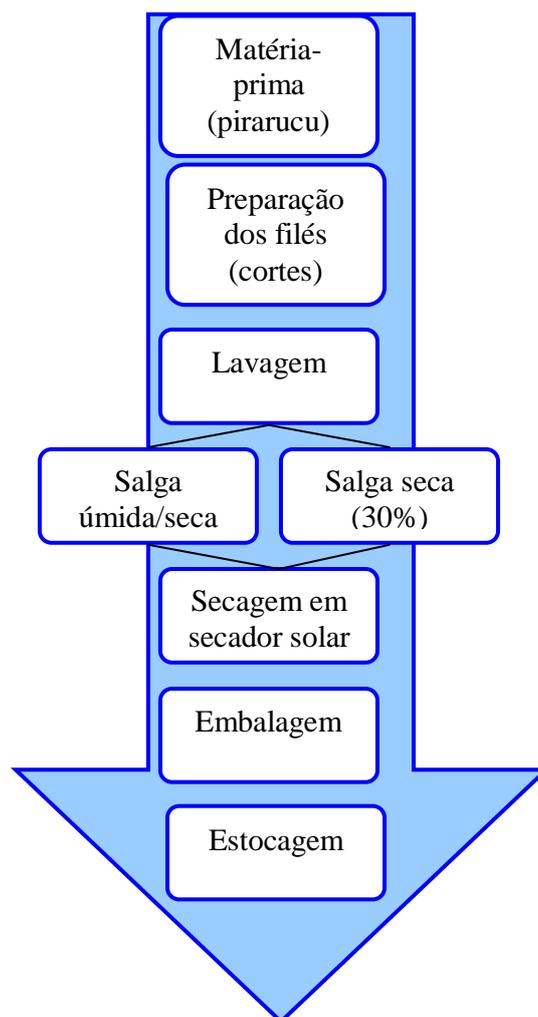
As mantas de músculo lombar e abdominal do pirarucu salgado seco foram divididas em porções de 3 kg, que a seguir foram embaladas em filme de PVC e sacos de polietileno (figuras 9 e 10) e estocadas à temperatura ambiente, para serem transportadas para o Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM, para análises posteriores.



**Figura 9** – Cortes na manta de pirarucu salgado seco para embalagem e estocagem



**Figura 10** – Amostras de pirarucu salgado seco embaladas com filme de PVC.



**Figura 11** – Fluxograma do processamento do pirarucu salgado seco.

#### 4.3.4 Análises físico-químicas

As análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais foram determinadas mensalmente por um período de 6 (seis) meses.

##### 4.3.4.1 Produto salgado seco

Para a análise da composição centesimal foram retirados 100 gramas de cada amostra, com subamostras de 2 a 5 gramas, e em seguida procedidas as análises seguindo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 2008) e AOAC (1995):

- a) Umidade: determinada pelo método gravimétrico, através de perda de massa do material aquecido à 105°C em estufa, até peso constante.
- b) Proteína bruta: realizada pelo método micro-KJEDHAL, usando fator de conversão de 6,25.
- c) Cinza (Resíduo Mineral Fixo): determinada sobre 2 g da amostra por incineração em mufla à 550° C.
- d) Os lipídios totais foram determinados pelo método rápido de extração a frio e purificação utilizando clorofórmio, metanol e água, conforme Bligh e Dyer (1959).
- e) Carboidratos: estimado somando-se os valores de umidade, cinzas, lipídios e proteína e subtraindo-se o somatório de 100.

Para determinação da qualidade durante a estocagem do produto foram realizadas as seguintes análises:

- a) Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT): as análises foram realizadas mensalmente em seis repetições, de acordo com Wootlon e Chuah (1981), modificado por Jesus (1999) quanto à concentração de TCA.
- b) Determinação do pH: foram pesados 10 g da amostra homogeneizadas em 100 mL de água destilada, após decantação, o sobrenadante foi lido em Peagâmetro digital. O resultado foi expresso com média de seis repetições, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 2008).
- c) Ácido Tiobarbitúrico (TBA): foram extraídas 50 gramas de amostra com 100 mL de TCA 7,5% e em seguida misturadas em liquidificador por 1 minuto; a seguir filtradas em papel de filtro Watman n. 1 sob vácuo e estocadas em refrigerador por 06 horas até a realização da análise. Foi adotada a metodologia proposto em Vyncke (1970) e adicionado ao material o butil-hidroxitolueno (BHT) na proporção de 0,01% em relação ao peso da amostra (CRACKEL et al.,

1988). Este procedimento foi realizado para evitar a oxidação lipídica durante a fase de extração com o TCA. O resultado foi expresso com média de seis repetições.

d) Teor de cloretos: determinado pelo método de Morh, onde os cloretos foram precipitados pelo nitrato de prata, seguida da titulação do excesso de nitrato de prata com tiocianato de amônio ou de potássio, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 2008). Os resultados foram expressos em média de seis repetições.

e) Atividade de água: determinada com o auxílio do aparelho denominado “Pawkit” (Decagon Devices, In., USA).

#### **4.3.5 Análise microbiológica**

Nesta etapa foram contempladas as análises exigidas pela RDC nº 12 de 02/01/2001 (BRASIL, 2001) que estabelece os Padrões Microbiológicos para Pescado e Produtos de Pesca, incluindo pescado seco e/ou salgado. Os procedimentos analíticos foram realizados conforme metodologia descrita por Silva (2001).

a) Contagem de bactérias do grupo de coliformes totais e fecais, através da técnica do NMP (Número mais provável);

b) Contagem de Estafilococos coagulase positiva;

c) Presença de *Salmonella sp.*

Também foram realizadas contagens de bactérias halofílicas, fungos filamentosos e leveduras.

#### **4.3.6 Análise Sensorial**

O produto salgado seco foi analisado por meio de teste de aceitabilidade, em painel composto por 10 (dez) provadores treinados, conforme tabela descrita por Teixeira (1987). As amostras foram dessalgadas por um período de vinte e quatro horas antes da avaliação, depois cortadas em cubos e enroladas em papel alumínio, em seguida colocadas para cozer em vapor

por quinze minutos e dada aos provadores para a avaliação das características sensoriais de aparência, sabor, odor, textura e cor, conforme modelo apresentado no Anexo A.

#### **4.3.7 Análise estatística**

Para testar a igualdade da composição centesimal, teor de cloreto e atividade de água entre os produtos resultantes de salga seca e de salga úmida/seca utilizaram-se dois testes, t de Student e de Wilcoxon, o primeiro para os casos em que foram aceitos os pressupostos da normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias e o segundo para os casos em que foram rejeitadas estas suposições.

A normalidade foi testada através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett.

Para os resultados das análises de N-BVT, TBA, pH e da avaliação sensorial foram testados pelos mesmos procedimentos comparando os resultados de cada tratamento em cada etapa do tempo de prateleira. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software livre “R” (R Development Core Team, 2010). As estruturas gráficas foram elaboradas através da biblioteca Lattice, implementada no R por Sarkar (2008).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Rendimento.**

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos de rendimento para o pirarucu, provenientes dos seguintes cortes: corpo limpo, manta com pele, manta dorsal com pele e manta ventral com pele. Os resíduos gerados por cabeça, pele, vísceras, escamas e carcaça também tiveram seus rendimentos calculados. Os valores de rendimento foram calculados tomando-se como referência o peso total individual, e os valores relativos à cabeça (%) foram registrados para fins de cálculo do rendimento final, considerando que o tamanho da cabeça é inversamente proporcional ao rendimento (CONTRERAS-GUZMAN, 1994).

**Tabela 1.** Rendimento em percentagem dos cortes e resíduos do pirarucu (*Arapaima gigas*) procedente da Reserva Extrativista Auatí-Paraná, Fonte Boa-AM.

Nº de exemplares	Comprimento (cm)		PT (Kg)	CL (%)	Mc/P (%)	MDc/P (%)	MVc/P (%)	Cab (%)	V* (%)	Esc (%)	Carc** (%)
	CT	CP									
Média	165,8	160,6	43,6	64,8	52,98	24,08	28,9	6,95	3,74	8,26	11,75
Desv.Pad.	11,6	11,6	14	9,26	7,04	3,35	4,34	2,74	1,13	1,92	4,59
C.V	7,0	7,22	32,1	14,3	13,3	13,9	15,02	39,5	30,2	23,2	39,07

\*com brânquias; \*\*coluna vertebral e costelas.

Legendas: CT= comprimento total; CP= comprimento padrão; PT= peso total; CL= corpo limpo; Mc/P= Manta com pele; MDc/P= Manta dorsal com pele; MVc/P= Manta ventral com pele; Cab= cabeça; V= vísceras; Esc= escamas; Carc= carcaça; C.V= coeficiente de variação.

Os vinte exemplares de pirarucu apresentaram média de 64,8% para corpo limpo (pescado eviscerado, descabeçado, descamado), acima da média nacional apresentada por Contreras-Guzman (1994) para peixes de água doce (63,73%). Tal rendimento foi considerado excelente, pois a forma de comercialização do pirarucu oriundo de áreas manejadas é simplesmente eviscerado, na forma denominada de “charuto” e resfriado em gelo.

A manta, corte comumente utilizado para revenda no atacado do pescado fresco ou salgado seco na região amazônica, que corresponderia ao filé inteiro ou banda desossada com a pele alcançou o rendimento médio de 52,98%, estando próximo dos valores afirmados por Imbiriba (2001) e Dias (1983) com médias de 57% e 57,7% respectivamente. Entretanto, considerando que as amostra capturadas foram procedentes de seu habitat natural e com menor peso médio, certamente estes fatores contribuiram para a queda no rendimento de filé.

O rendimento da cabeça ficou na média de 6,95%, muito abaixo dos valores encontrados por Dias (1983) e Oliveira (2007) de 12,2% e 11,96% respectivamente. Porém, os valores encontrados neste trabalho estão de acordo com Imbiriba (2001), onde afirma que exemplares entre 30 e 40 kg apresentam cabeça relativamente pequena, compreendendo

apenas 10% do peso total do peixe. Segundo Stansby (1968) depois de eliminada a cabeça, nadadeiras, escamas e vísceras, a maioria dos peixes tem um aproveitamento de cerca de 65% e, se levado em consideração somente o filé, estas porcentagens caem para o intervalo de 20 a 40%. Estas informações mostram que o pirarucu é uma espécie com um alto rendimento em parte comestível e considerado um peixe de cabeça pequena comparado a outras espécies de água doce segundo Contreras-Guzman (1994) que encontrou valores de 17,76%, por Castelo (1992) na faixa de 18,95% em espécies de peixes amazônicos, e por Souza; Inhamuns (2011) que encontraram 20,25% para o tambaqui na época da cheia da bacia amazônica.

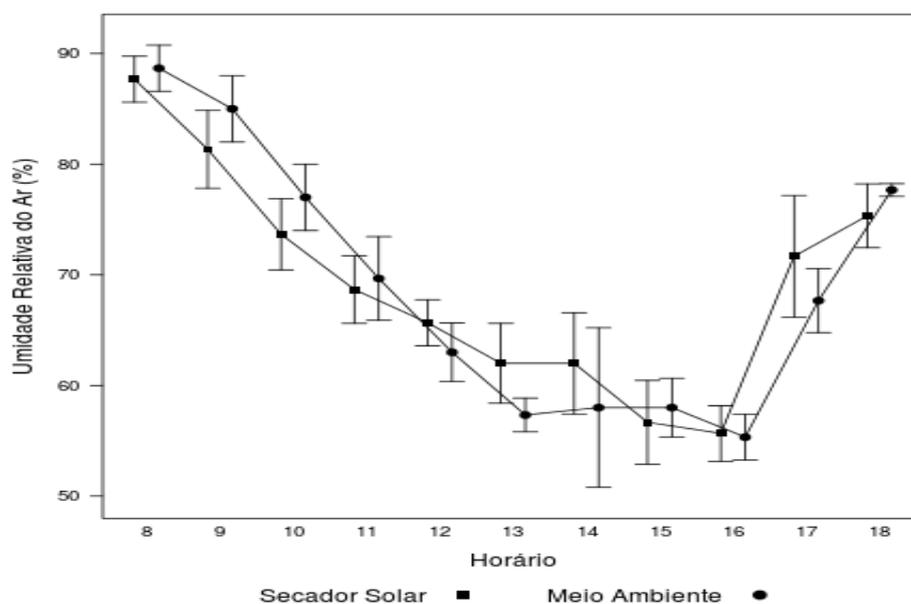
Os rendimentos dos resíduos (vísceras, escamas e carcaça) foram calculados separadamente. Estes somaram 23,75%, sendo os valores respectivamente 3,74%; 8,26% e 11,75%. Os valores de resíduos encontrados neste trabalho estão abaixo dos encontrados por Castelo (1992) de 42,24% e Souza, Inhamuns (2011) de 49,24% na cheia e 50,68% na seca, para espécies amazônicas. O percentual de escamas de 8,26% encontrado neste trabalho, está próximo do valor de 8,9% encontrados por Dias (1983) para a mesma espécie.

Ficou evidente que o baixo percentual de resíduos e a forma anatômica do pescado com relação às outras espécies de peixes podem ter contribuído para um bom rendimento em filé do pirarucu.

## **5.2 Secagem no secador solar artesanal**

### **5.2.1 Valores de umidade relativa do ar (%)**

As variações na umidade relativa do ar, no ambiente externo e dentro do secador solar artesanal, medidas durante três dias de secagem por um período de 10 (dez) horas diárias estão apresentadas na figura 12.



**Figura 12** – Variações na umidade relativa do ar no ambiente externo e dentro do secador solar, medidas no período de 10 horas, por três dias consecutivos.

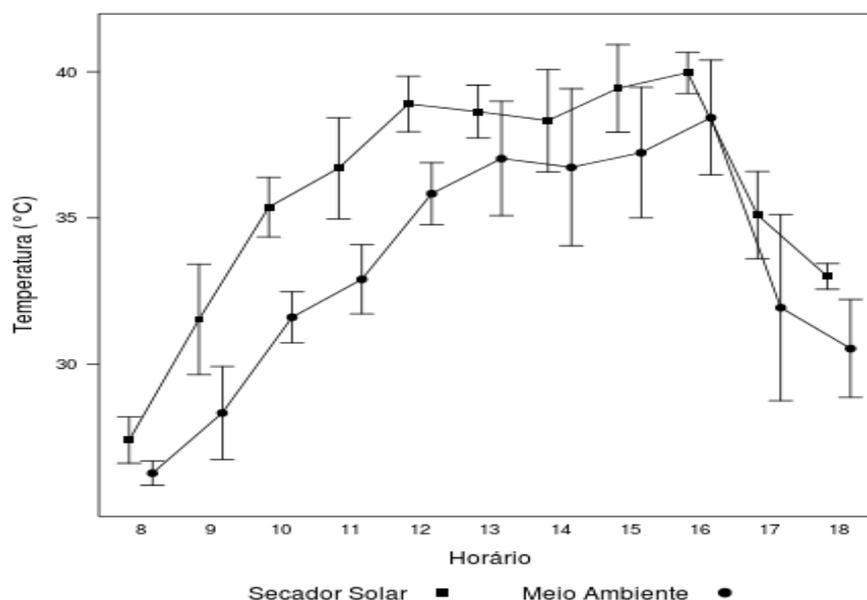
Observou-se que não houve variação significativa na umidade relativa do ar entre o meio ambiente e o secador solar artesanal. Entretanto, a figura 12 mostra que nos horários iniciais e finais, tanto no meio ambiente quanto dentro do secador solar, a umidade relativa do ar apresentou valores considerados elevados aos recomendados por alguns autores como Sanchez (1973), que é de 76% no meio ambiente.

Os horários em que os índices foram menores compreenderam entre às treze e dezesseis horas, tanto no meio ambiente quanto dentro do secador solar. Porém, os valores registrados estão acima dos recomendados por alguns autores como Sanchez (1973) de 45 a 55% para a secagem de pescado. O que pode ter contribuído para um alto teor de umidade do produto salgado-seco, como mostram os dados descritos na tabela 02.

### 5.2.2 Valores de temperatura

Segundo Dias (1983) o período de maior insolação e menor precipitação, corresponde ao de maior abundância de pescado no Estado do Amazonas, propiciando uma intensificação no aproveitamento do pescado destinado a salga e secagem.

A figura 13 mostra a variação de temperatura no meio ambiente e dentro do secador solar artesanal, medida durante três dias de secagem por um período de 10 (dez) horas diárias, perfazendo um tempo total de secagem de 30 horas.



**Figura 13** – Variação média de temperatura no meio ambiente e dentro do secador solar artesanal.

As médias de temperatura mínima e máxima atingidas no meio ambiente foram de 26,3° C às 8 h e 38,4° C às 16 h, respectivamente. No secador solar, as médias mínima e máxima foram 27,4° C as 8 h e 39,9° C as 16 h, estando este último valor dentro do recomendado por alguns autores de 40° C para secagem de peixes tropicais.

Entretanto, não houve variação significativa das médias de temperatura no meio ambiente em relação aos valores encontrados dentro do secador solar, porém, como esperado,

os valores registrados de temperatura foram maiores dentro do secador solar artesanal, sendo registradas temperaturas de 41°C durante o tempo de secagem.

### 5.3 Composição centesimal

Comparando-se os resultados desta pesquisa à Portaria (MAPA), Nº 52, de 29 de dezembro de 2000 que estabelece parâmetros técnicos de identidade e qualidade de peixe salgado e peixe salgado seco, observou-se que os teores de umidade encontrados na região dorsal ficaram acima do limite máximo de 45% estabelecido para peixe salgado seco, enquanto que na região ventral os valores ficaram próximos ou abaixo do limite máximo estabelecido (Tabela 2).

**Tabela 2** – Composição centesimal e teor de cloretos em pirarucu salgado seco nas regiões dorsal e ventral.

Amostras	Tratamentos	Composição Centesimal (%)					Cloreto
		Umidade	Proteína	Lipídios	Cinza	Carboidrato	
Dorso	T I	50,52±1,80 <sup>a</sup>	23,62±0,63 <sup>a</sup>	2,14±0,23 <sup>a</sup>	19,52±0,54 <sup>a</sup>	4,17±2,01 <sup>a</sup>	38,51±0,85 <sup>a</sup>
	T II	47,58±0,37 <sup>b</sup>	26,99±0,89 <sup>b</sup>	2,67±0,33 <sup>a</sup>	20,85±0,35 <sup>b</sup>	1,88±0,98 <sup>b</sup>	42,69±1,65 <sup>b</sup>
	p	<0,0023**	<0,0001*	>0,0649**	<0,0050**	>0,0566	<0,0002
Ventre	T I	46,40±1,15 <sup>a</sup>	20,45±0,99 <sup>a</sup>	4,86±0,13 <sup>a</sup>	19,62±0,32 <sup>a</sup>	8,66±1,51 <sup>a</sup>	43,56±1,7 <sup>a</sup>
	T II	43,18±0,79 <sup>b</sup>	26,05±1,77 <sup>b</sup>	4,31±0,24 <sup>b</sup>	20,67±0,70 <sup>a</sup>	5,76±2,30 <sup>b</sup>	48,42±0,46 <sup>b</sup>
	p	<0,0003*	<0,0022**	<0,0087**	>0,0650**	>0,0537	<0,0007
	Legislação	•Máx. 45%	n.c	n.c	••Máx. 25%	n.c	•Mín. 10%

•Portaria Nº 52, de 29 de dezembro de 2000 (MAPA)

••Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)

n.c: não há padrão estabelecido pela legislação. Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente (p<0,05).

T I= Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II= salga seca.

Oliveira (2007) e Dias (1983) encontraram valores próximos para o teor de umidade em pirarucu salgado seco processados experimentalmente, 39,0% e 39,8%, respectivamente. Porém, Mársico et al. (2009) analisaram amostras de bacalhau em mercado varejista da

Cidade do Rio de Janeiro e encontraram valores de umidade em torno de 47,21%, estando próximo ao encontrado neste trabalho. Segundo a Portaria (MAPA) Nº 52, de 29 de dezembro de 2000, os valores de umidade encontrados neste trabalho para o pirarucu processado com salga úmida seguido de salga seca (Tratamento I) caracterizam o produto como peixe salgado, com umidade tolerável de até 55%.

A umidade relativa do ar pode ter interferido na eficiência de secagem do produto salgado-seco, por ser uma região de floresta, à margem do rio, onde os valores de umidade do ar registrados ficaram acima dos 76% recomendados. Considerando as condições climáticas no local de processamento, certamente seriam necessárias mais do que 30 horas de secagem para que os produtos oriundos do Tratamento I alcançassem os 40 a 45% de umidade recomendados.

A análise de cloreto pode indicar o grau de conservação e eficiência do processo de salga de um alimento. Baruffaldi e Oliveira (1998) afirmam que tal análise é importante porque o sal apresenta ação preservativa por diminuir a atividade de água no alimento, inibindo o crescimento bacteriano. Os valores de cloreto (NaCl) apresentados na Tabela 02 ficaram acima do limite mínimo permitido pela legislação (10%) e dos valores encontrados por Mársico (2009) de 19,43% e por Chaar et al. (2003) de 11,23%

Mársico et al. (2009) afirmam que a quantidade de sal presente na amostra influencia no teor de resíduo mineral fixo. Os valores elevados de cloreto encontrados neste trabalho influenciaram diretamente no teor de minerais.

Os valores de proteína ficaram na média do esperado, pois, é evidente que, em um produto salgado seco, haja uma maior concentração de proteína em virtude da ação do sal no tecido, reduzindo o teor de umidade. Os valores obtidos neste trabalho média de 24,27% ficaram abaixo comparando com os resultados encontrados por alguns autores como Chaar et al. (2003) que foi de 31,7%; Dias (1983) de 36,5% e Oliveira (2007) de 29,95%.

Os teores de lipídeos encontrados neste trabalho foram menores para a região dorsal nos dois tratamentos (2,14 e 2,67%), respectivamente. Os valores encontrados para a região ventral foram superiores, com 4,86% para o tratamento I e 4,31% para o tratamento II. A maior concentração de lipídios no músculo ventral pode ter contribuído para o menor teor de umidade encontrado nos produtos obtidos deste corte (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Embora os teores de lipídeos tenham sido considerados baixos, é importante relacioná-los com o índice de TBA, que tem sido utilizado para avaliar a oxidação em lipídeos em tecidos musculares.

Com relação aos valores de cinza (resíduo mineral fixo), todas as amostras analisadas estão de acordo com o limite máximo recomendado pelo RIISPOA para pescado salgado seco, máximo de 25%. Entretanto, não consta na Portaria nº 52, de 29 de dezembro de 2000 (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Salgado e Peixe Salgado Seco) nenhuma referência para esta análise. Os resultados encontrados na literatura estão de acordo com a legislação, com exceção ao de Oliveira (2007) sendo estes: 23,26% encontrados por Mársico (2009); 21,6% por Dias (1983) e 26,33% por Oliveira (2007).

Lessi (1995) afirma que apesar da salga ser uma técnica simples, vários fatores podem levar à perda de grande quantidade do produto, tais como: secagem deficiente, quantidade insuficiente de sal, embalagem inadequada, dentre outros.

## **5.4 Avaliação da qualidade do pirarucu salgado seco**

### **5.4.1 pH**

Os valores apresentados na Tabela 3 e Figura 14 mostram que a média de pH nos tratamentos durante o tempo de estocagem ficou acima de 6,0. Dessa forma, pode haver o favorecimento de crescimento de alguns fungos e bactérias, pois segundo Baruffaldi e

Oliveira (1998) o valor de pH de um determinado meio, interfere de maneira significativa no crescimento ou no desenvolvimento de microrganismos.

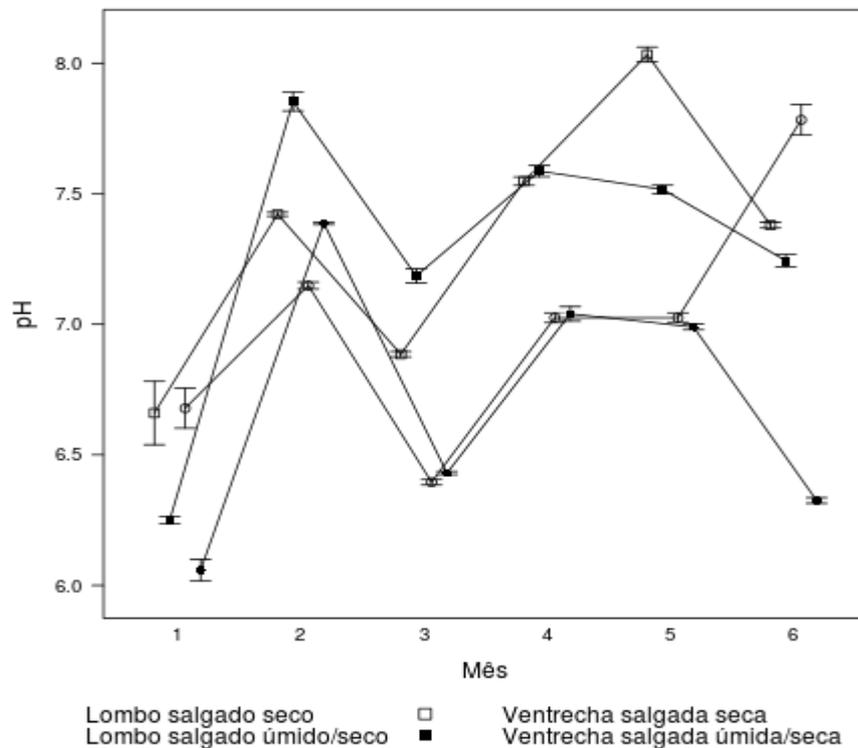
**Tabela 3** – Valores de pH em amostras de pirarucu salgado seco estocadas por um período de seis meses.

Amostras	Tratamentos	Tempo (dias)					
		30	60	90	120	150	180
Dorso	T I	6,25±0,01a	7,85±0,04a	7,18±0,03a	7,59±0,02a	7,52±0,02a	7,24±0,02a
	T II	6,66±0,12b	7,42±0,01b	6,88±0,01b	7,55±0,02b	8,03±0,03b	7,38±0,01b
	P	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0059	<0,0001	<0,0001
Ventre	T I	6,06±0,12a	7,39±0,01a	6,43±0,01a	7,04±0,03a	6,99±0,01a	6,32±0,01a
	T II	6,68±0,07b	7,15±0,01b	6,39±0,01b	7,02±0,02a	7,02±0,02b	7,78±0,06b
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	>0,2959	<0,0028	<0,0001

Média±desvio padrão, n= 6.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ). T I= Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II= salga seca.

Ascar (1985) refere-se ao valor de pH como extremamente importante pelo seu efeito sobre os microrganismos, potencial, cor e sabor proporcional ao produto final, pois avalia principalmente a resistência à contaminação por fungos e bactérias. Baruffaldi e Oliveira (1998) citam que valores de pH variando entre 4,5 e 7,5 favorecem o crescimento de bactérias e numa faixa mais ampla variando entre 2,0 e 9,0, favorece o crescimento de fungos.



**Fig. 14** – Relação entre os valores de pH com o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu nos dois tratamentos.

Com relação ao pH das amostras analisadas a faixa predominante foi de 6,0 a 7,5, valores considerados ótimos para o desenvolvimento de bactérias, segundo Baruffaldi & Oliveira (1998).

Mársico (2009) analisou amostras de peixe salgado seco e encontrou valores médios de 6,0, o qual considerou uma faixa de pH onde os alimentos são classificados de baixa acidez, requerendo dessa forma, cuidados especiais de armazenamento devido à possibilidade de crescimento de bactérias patogênicas.

Os valores encontrados por Chaar et al. (2003) em amostras de pirarucu salgado seco foram de 6,1; 6,0 e 6,3 de diferentes feiras, entretanto os resultados obtidos na avaliação microbiológica não houve crescimento de bactérias do tipo aeróbias mesófilas, *Estafilococos* coagulase positiva e *clostridium* sulfito redutor.

### 5.4.2 Análise de N-BVT

As análises foram realizadas a partir de amostras salgadas secas, o que dificulta referenciar valores de N-BVT para pescado salgado seco, pois na legislação há valores somente para pescado fresco, onde o limite máximo é de 30 mgN/100g.

Os valores de N-BVT apresentados na Tabela 4 e Figura 15 mostram que durante o tempo de estocagem houve uma oscilação dos resultados. Segundo Gomide (2005), o valor de BVT é amplamente utilizado na avaliação da qualidade, sendo que as BVTs tem aplicação principalmente para estabelecer o limite de frescor para a matéria-prima a ser utilizada no processamento.

**Tabela 4-** Valores de N-BVT (mgN/100g) de amostras de pirarucu salgado seco estocadas durante seis meses.

Amostras	Tratamentos	Tempo (dias)					
		30	60	90	120	150	180
Dorso	T I	43,53±1,41a	48,26±0,85a	43,87±0,79a	39,97±0,74a	41,12±1,02a	39,78±0,88a
	T II	28,61±1,34b	27,05±1,45b	33,26±0,9b	46,87±0,69b	54,31±1,42b	40,32±1,58a
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	>0,4785
Ventre	T I	43,53±1,41a	28,09±1,64a	27,99±1a	28,00±0,99a	39,06±0,83a	42,47±0,89a
	T II	37,26±1,72b	23,82±1,12b	25,84±0,44b	67,04±1,13b	51,08±2,49b	83,82±2,65b
	p	<0,0001	<0,0005	<0,0008	<0,0001	<0,0001	<0,0001

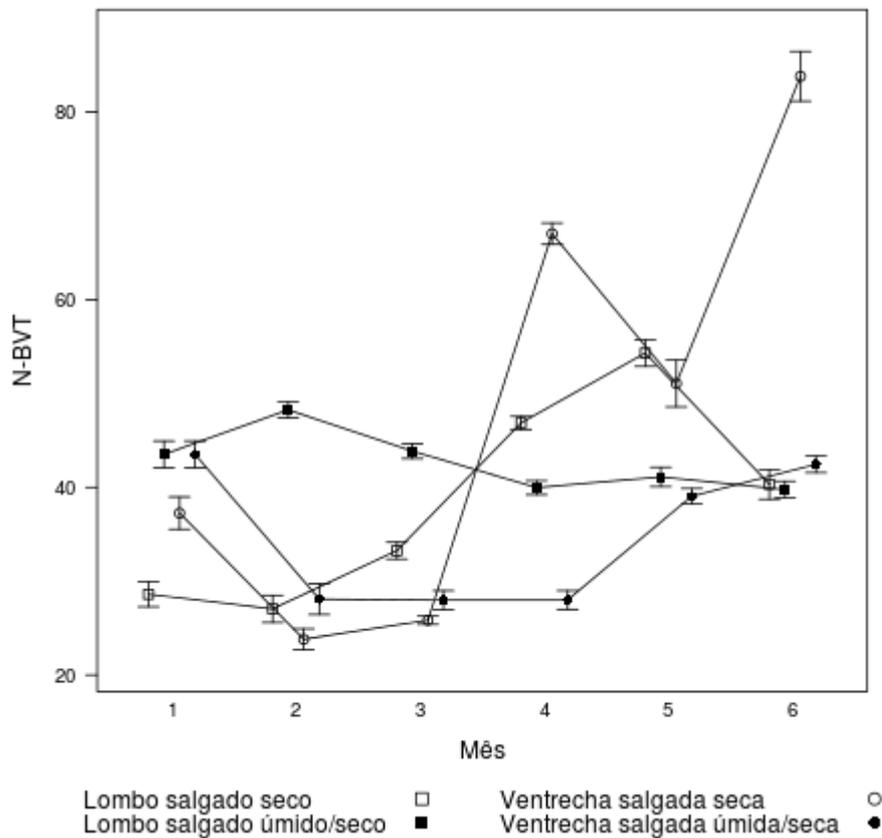
Média±desvio padrão, n= 6.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ). T I= Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II= salga seca.

Mársico et al. (2009) realizaram análise de BVT em bacalhau após a completa retirada do sal, com o objetivo de poder comparar os valores propostos pela legislação, que são instituídos para peixes frescos. Após a dessalga o peixe deve conter os mesmos valores de BVT que possuía antes da realização da salga, que por sua vez, deve ter sido realizada com o

peixe ainda fresco. Os resultados obtidos variaram de 1,76 a 10,58 mgN/100g, valores bem abaixo do limite máximo permitido pela legislação.

Conforme os resultados de N-BVT obtidos nesta pesquisa, todas as amostras ao final do período de 180 meses ficaram acima do limite máximo estipulado para pescado fresco, porém Connel (1975) cita valores limites de 100-200 mgN/100g para peixe salgado seco. Os valores encontrados para as amostras dorsais foram menores que as ventrais e o Tratamento I apresentou melhores resultados de qualidade, considerando o N-BVT.



**Fig. 15** – Relação entre os valores de N-BVT e o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu salgado seco:

### 5.4.3 Análise de TBA (Ácido Tiobarbitúrico)

Os valores de TBA representam o grau de oxidação nos produtos de pescado e segundo Karaçam; Boran (1996) os teores acima de 3-4 mg malonaldeído/kg estão relacionados a perda da qualidade e em geral, quando o produto é submetido a salga seca, sua exposição ao ar acelera a oxidação lipídica. Sendo assim, os resultados deste trabalho estão de acordo com estas afirmações, pois os dados obtidos para o ventre salgado seco do tratamento I foram os valores mais elevados durante o tempo de estocagem em relação aos outros cortes (Tabela 5 e Figura 16).

**Tabela 5** - Valores de TBA (mg malonaldeído/kg) de amostras de pirarucu salgado seco estocadas por um período de seis meses.

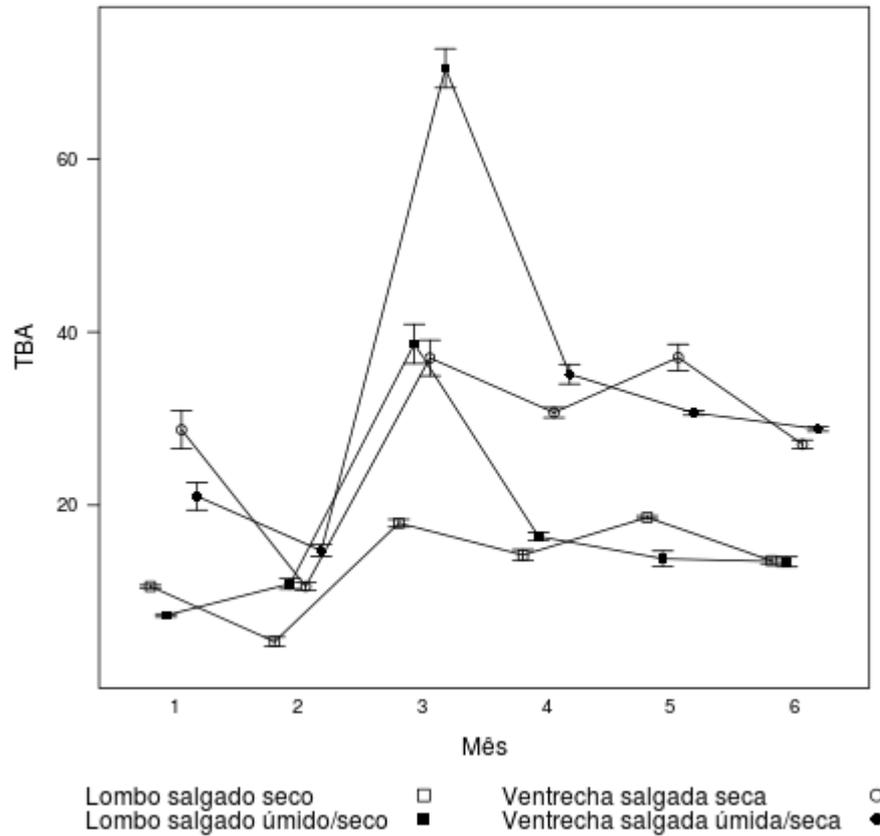
Amostras	Tratamentos	Tempo (dias)					
		30	60	90	120	150	180
Dorso	T I	7,26±0,17a	10,91±0,6a	38,63±2,27a	16,37±0,48a	13,81±0,9a	13,46±0,58a
	T II	10,61±0,17b	4,23±0,54b	17,92±0,44b	14,24±0,63b	18,58±0,2b	13,58±0,37a
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,0001	>0,674
Ventre	T I	21,02±1,59a	14,74±0,68a	70,47±2,25a	35,13±1,14a	30,66±0,26a	28,81±0,28a
	T II	28,71±2,22b	10,61±0,45b	36,99±2,07b	30,69±0,59b	37,06±1,52b	27,02±0,49b
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,0001

Média±desvio padrão, n= 6.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ). T I= Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II= salga seca.

Dias (1983) encontrou valores de 6,78 (mg malonaldeído/kg) para pirarucu salgado seco de forma artesanal, estando abaixo dos valores encontrados neste trabalho.

Vale ressaltar que houve diferença significativa a  $p < 0,05$  em quase todas as amostras entre os tratamentos, com exceção do último mês de estocagem na região dorsal entre os Tratamentos I e II.



**Fig. 16** – Relação entre os valores de TBA e o tempo de estocagem dos diferentes cortes do pirarucu salgado seco.

### 5.5 Atividade de água

A atividade de água não é considerada nas diferentes legislações como parâmetro de qualidade de peixes salgados secos; assim, sugere-se que se utilize o valor de  $A_w$  de 0,75 como limite máximo para peixes salgados e secos (JAY, 2005). Entretanto, todas as amostras analisadas ficaram acima do recomendado, favorecendo dessa forma o possível crescimento de alguns microrganismos (Tabela 6).

**Tabela 6** - Valores de Aa (atividade de água) de amostras de pirarucu salgado seco.

Amostras	Tratamentos	Atividade água
Dorso	T I	0,78±0,00 <sup>a</sup>
	T II	0,80±0,01 <sup>a</sup>
	p	>0,0585
Ventre	T I	0,78±0,01 <sup>a</sup>
	T II	0,79±0,01 <sup>b</sup>
	p	<0,0252

Média±desvio padrão, n= 2.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ). T I= Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

Segundo Franco; Landgraf (2003) para o produto ser considerado estável ou seguro para seu armazenamento em temperatura ambiente é necessário que a Aa seja menor que 0,85. Os valores encontrados neste trabalho estão na faixa considerado estável ou seguro, por Franco e Landgraf (2003) e abaixo em relação à algumas amostras de bacalhau analisadas por Mársico et al. (2009) que encontraram 0,84.

## 5.6 Análise sensorial

A análise sensorial do pirarucu salgado seco foi realizada por um período de 6 (seis) meses, com auxílio de 10 (dez) provadores treinados.

As amostras foram dessalgadas e dadas aos provadores avaliarem quanto às características sensoriais: aparência, sabor, odor, textura e cor, conforme tabela de aceitabilidade descrita por Teixeira et al. (1987), anexo A.

As notas atribuídas para cada característica sensorial foram: 5- Excelente; 4- Bom; 3- Aceitável; 2- Pouco aceitável; 1- Inaceitável.

Segundo Rabelo (1988) a análise sensorial é um dos métodos mais utilizados no controle de qualidade nas indústrias de pescado, pela sua rapidez no julgamento e facilidade

de execução. Nenhum equipamento é necessário e várias amostras podem ser avaliadas ao mesmo tempo, podendo ser exercida em diferentes situações, seja na recepção da matéria-prima, durante o processamento ou no produto acabado.

Para a característica aparência as maiores notas foram atribuídas ao dorso salgado seco nos dois tratamentos, e as notas do ventre salgado seco para essa característica ficou abaixo em relação ao dorso, isso se deveu ao fato do ventre salgado seco apresentar a aparência de um produto com teor de lipídeos mais elevado, com modificação na coloração (Tabela 7).

**Tabela 7-** Valores médios da característica sensorial **aparência** obtidos a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.

Tempo (dias)	Corte					
	Dorso			Ventre		
	Tratamento					
	T1	T2	p	T1	T2	p
30	3,9±0,74a	4,3±0,82a	>0,2675	4,1±0,74a	4,4±0,69a	>0,3630
60	4,4±0,52a	4,4±0,84a	>0,9999	3,9±0,74a	3,4±0,84a	>0,1753
90	4,6±0,69a	4,3±0,82a	>0,3913	3,4±0,84a	3,6±0,69a	>0,5709
120	4,4±0,69a	4,4±0,69a	>0,9999	3,8±0,79a	3,5±0,97a	>0,4583
150	4,4±0,84a	4,2±0,52a	>0,5109	3,3±0,67a	3,3±0,82a	>0,9999
180	3,8±0,63a	4,3±0,82a	>0,1451	3,1±0,74b	3,9±0,74a	<0,0261

Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ). T I = Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

Entretanto não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) das amostras entre os tratamentos durante todo o tempo de estocagem, com exceção da amostra do ventre, no Tratamento I, no último mês de avaliação (180° dia).

O sabor foi uma das características que decresceu ao longo do tempo, tanto no produto dorsal quanto no ventral demonstrando a perda na qualidade do produto (Tabela 8).

**Tabela 08-** Valores médios da característica sensorial **sabor** obtidos a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.

Tempo (dias)	Corte					
	Dorso			Ventre		
	Tratamento					
	T1	T2	p	T1	T2	p
30	4,1±0,74a	4,2±0,79a	>0,773	3,7±0,67a	3,9±0,74a	>0,535
60	4,4±0,69a	4,3±0,67a	>0,7486	4,0±0,82a	3,5±1,18a	>0,2846
90	4,2±0,63a	4,1±1,1a	>0,8061	3,5±1,18a	3,5±0,71a	>0,9999
120	4,2±0,63a	4,5±0,53a	>0,2643	3,8±0,92a	3,6±0,52a	>0,556
150	4,3±0,67a	4,3±0,67a	>0,9999	3,3±0,82a	3,5±0,85a	>0,5995
180	3,6±0,51b	4,3±0,67a	<0,0179	2,9±0,57b	3,9±0,99a	<0,0128

Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ).  
T I = Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

Os resultados para a característica odor durante o tempo de estocagem mostraram que não houve muita variação, sendo diferente significativamente ( $p > 0,05$ ) no último mês de estocagem entre os tratamentos das amostras ventrais. Os valores médios da característica odor estão apresentados na Tabela 09.

**Tabela 09-** Valores médios da característica sensorial **odor** obtidos a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.

Tempo em dias	Corte					
	Dorso			Ventre		
	Tratamento					
	T1	T2	p	T1	T2	p
30	3,7±0,82a	3,9±0,87a	>0,6051	3,7±1,06a	4,1±0,57a	>0,3065
60	3,9±0,74a	4,1±0,74a	>0,552	3,7±0,67a	3,6±0,97a	>0,7915
90	4,1±0,74a	3,8±0,92a	>0,4313	3,3±0,95a	3,4±0,97a	>0,818
120	3,8±0,79a	4,4±0,69a	>0,0886	3,6±0,84a	3,4±0,84a	>0,6024
150	4,2±0,63a	4,1±0,74a	>0,7486	3,5±0,85a	3,3±0,67a	>0,5673
180	2,9±0,74b	4,1±0,87a	<0,0039	2,8±0,63b	3,6±0,97a	<0,0419

Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ).  
T I = Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

O atributo textura não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em nenhuma das amostras entre os tratamentos.

Observou-se nos valores apresentados na Tabela 10 que não houve variação nas notas ao longo do tempo de estocagem, com exceção aos valores das amostras ventrais no tratamento I, que oscilou alguns valores.

**Tabela 10-** Valores médios da característica sensorial **textura** obtidos a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.

Tempo (dias)	Corte					
	Dorso			Ventrecha		
	Tratamento					
	T1	T2	p	T1	T2	p
30	4,1±0,74a	4,4±0,69a	>0,363	4,0±1,05a	4,2±0,63a	>0,6132
60	4,4±0,52a	3,9±0,88a	>0,1373	4,2±0,79a	3,5±0,85a	>0,0723
90	4,4±0,69a	4,3±0,67a	>0,7486	3,6±0,97a	3,5±1,1a	>0,8297
120	4,4±0,69a	4,5±0,53a	>0,7222	4,2±0,79a	3,7±0,82a	>0,1825
150	4,4±0,52a	4,2±0,63a	>0,4486	3,7±0,67a	3,5±0,97a	>0,5995
180	3,6±0,69b	4,3±0,67a	<0,0352	3,3±0,67a	3,9±1,1a	>0,1589

Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

T I = Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

A cor é uma característica importante na análise sensorial, pois, um produto que está em bom está de conservação apresenta coloração uniforme.

**Tabela 11-** Valores médios da característica sensorial **cor** obtidos a partir da análise do pirarucu salgado seco estocado por um período de seis meses.

Tempo (dias)	Corte					
	Dorso			Ventre		
	Tratamento					
	T1	T2	p	T1	T2	p
30	3,7±0,82 <sup>a</sup>	4,4±0,69a	>0,0553	4,0±0,94a	4,3±0,67a	>0,4240
60	4,5±0,53 <sup>a</sup>	4,3±0,82a	>0,5258	3,9±0,57a	3,6±0,84a	>0,3630
90	4,2±0,79 <sup>a</sup>	4,4±0,69a	>0,5560	3,4±0,84a	3,6±0,52a	>0,5305
120	4,5±0,71 <sup>a</sup>	4,4±0,69a	>0,7541	3,6±0,84a	3,5±0,71a	>0,7771
150	4,5±0,53 <sup>a</sup>	3,9±0,57b	<0,0248	3,5±0,97a	3,3±0,67a	>0,5995
180	3,8±0,63 <sup>a</sup>	4,4±0,69a	>0,0594	3,1±0,87a	3,7±0,97a	>0,1589

Média±desvio padrão.

Letras iguais na mesma coluna indicam diferença não significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

T I = Salga úmida inicial, seguida de salga seca; T II = salga seca.

Conforme dados das tabelas 07, 08, 09, 10 e 11, o produto salgado seco da região ventral no Tratamento 2 foi que obteve notas menores em relação a mesma região para o Tratamento 1. Os dados obtidos para região dorsal do Tratamento 1 foram maiores comparando aos valores para o Tratamento 2, em todas as características sensoriais analisadas.

### 5.7 Análise microbiológica

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados das análises microbiológicas realizadas em amostras de pirarucu salgado seco submetidos a um período de estocagem de seis meses.

Segundo Franco e Landgraf (2003) o crescimento microbiano está relacionado diretamente com a atividade de água. No pescado seco, salgado, salgado e seco usualmente encontram-se valores de Aa iguais ou inferiores a 0,75; nenhuma deterioração é esperada nestes valores de Aa, pelas bactérias pertencentes à microbiota normal do pescado. Porém, o

peixe salgado pode ser deteriorado pelas bactérias halofílicas (bactérias que crescem em ambientes com elevada concentração de sal), as quais podem crescer nestes valores de Aa.

**Tabela 12-** Contagem de microrganismos em amostras de pirarucu salgado seco estocado por um período de 6 (seis) meses, comparando com a legislação vigente (Brasil, 2001).

Tratamento	Análises	Tempo de estocagem (dia)						Legislação (BRASIL, 2001)
		30	60	90	120	150	180	
<b>T.I</b>	CF (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	10 <sup>2</sup>
	CT (NMP/g)	-	-	-	-	-	-	N.E.
	<i>E.Coli</i>	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Ausência em 25g
	<b>Dorso</b> <i>Salmonella</i> sp	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
	ECP (UFC/g)	<10	<10	8,4x10 <sup>1</sup>	<10	1,6x10 <sup>4</sup>	8,1x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>
	Halofílicas (UFC/g)	9,1x10 <sup>2</sup>	<10	2,7x10 <sup>1</sup>	4x10 <sup>2</sup>	8,5x10 <sup>1</sup>	1,7x10 <sup>2</sup>	N.E.
	Fungos (UFC/g)	3,1x10 <sup>1</sup>	<10	2,1x10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	N.E.
	CF (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	10 <sup>2</sup>
	CT (NMP/g)	-	-	-	-	-	-	N.E.
	<b>Ventre</b> <i>E.Coli</i>	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Ausência em 25g
<i>Salmonella</i> sp	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus.	
ECP (UFC/g)	<10	5,1x10 <sup>1</sup>	3x10 <sup>2</sup>	3,5x10 <sup>2</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	8,2x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>	
Halofílicas (UFC/g)	5x10 <sup>2</sup>	6,2x10 <sup>2</sup>	3,8x10 <sup>1</sup>	<10	<10	1,4x10 <sup>2</sup>	N.E.	
Fungos (UFC/g)	<10	<10	9,2x10 <sup>1</sup>	3,9x10 <sup>2</sup>	4,1x10 <sup>2</sup>	<10	N.E.	

T I = Salga úmida inicial seguida de salga seca; ECP = Estafilococos coagulase positivos; N.E. = valor não estabelecido.

**Tabela 12 (continuação)-** Contagem de microrganismos em amostras de pirarucu salgado seco estocado por um período de 6 (seis) meses, comparando com a legislação vigente (Brasil, 2001).

Tratamento	Análises	Tempo de estocagem (dia)						Legislação (BRASIL, 2001)
		30	60	90	120	150	180	
<b>Dorso</b>	CF (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	10 <sup>2</sup>
	CT (NMP/g)	-	-	-	-	-	-	N.E.
	<i>E.Coli</i>	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Ausência em 25g
	<i>Salmonella</i> sp	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
	ECP (UFC/g)	<10	5,8x10 <sup>1</sup>	<10	7,4x10 <sup>1</sup>	5,3x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>
	Halofílicas (UFC/g)	8,9x10 <sup>1</sup>	<10	7,8x10 <sup>2</sup>	3,8x10 <sup>2</sup>	6,3x10 <sup>2</sup>	8,7x10 <sup>1</sup>	N.E.
<b>T. II</b>	Fungos (UFC/g)	1x10 <sup>3</sup>	<10	7,8x10 <sup>2</sup>	<10	5x10 <sup>1</sup>	<10	N.E.
	CF (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	10 <sup>2</sup>
	CT (NMP/g)	-	-	-	-	-	-	N.E.
	<i>E.Coli</i>	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Ausência em 25g
	<i>Salmonella</i> sp	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
	ECP (UFC/g)	1,7x10 <sup>2</sup>	5,9x10 <sup>1</sup>	2x10 <sup>2</sup>	1,5x10 <sup>2</sup>	5,2x10 <sup>4</sup>	3,8x10 <sup>1</sup>	5x10 <sup>2</sup>
<b>Ventre</b>	Halofílicas (UFC/g)	3x10 <sup>2</sup>	7,6x10 <sup>2</sup>	1,3x10 <sup>3</sup>	<10	7,8x10 <sup>2</sup>	1,5x10 <sup>2</sup>	N.E.
	Fungos (UFC/g)	<10	<10	2x10 <sup>1</sup>	8,2x10 <sup>3</sup>	<10	5,7x10 <sup>3</sup>	N.E.

T II = salga seca; ECP = Estafilococos coagulase positivos; N.E. = valor não estabelecido.

Os resultados de Aa encontrados nos produtos salgado secos desta pesquisa estão apresentados na Tabela 06, e os valores ficaram acima de 0,75 favorecendo dessa forma o crescimento de algumas bactérias e fungos.

Durante o tempo de estocagem (6 meses) não foram detectados coliformes totais, fecais, e nem *Escherichia coli* para nenhuma das amostras em nenhum tratamento. Segundo Carvalho (2002) a ausência de coliformes é uma “garantia” de que a água de processamento não oferecia riscos de contaminação ou doenças de origem bacteriana.

Segundo a legislação em vigor (Brasil, 2001) a *Salmonella* sp deve estar ausente em todas as amostras analisadas, fato que foi constatado nas análises microbiológicas para todos os produtos salgados secos nos dois tratamentos durante o período de estocagem.

Quanto a contagem de Estafilococos coagulase positivos, os mesmos só ficaram evidentes no 5<sup>o</sup> (quinto) mês de estocagem, onde os limites ultrapassaram os exigidos pela legislação ( $5 \times 10^2$  UFC/g). Segundo Carvalho (2002), os estafilococos são bactérias patogênicas e elaboram enterotoxina que pode produzir intoxicação alimentícia. Portanto, os resultados encontrados no quinto mês de estocagem evidenciam o processo de deterioração, estando dessa forma, o produto inapto para o consumo humano.

Apesar de os índices de estafilococos só terem sido evidenciados no quinto mês, os valores de UFC (unidades formadoras de colônias) para fungos e leveduras apresentaram-se no 3<sup>o</sup> (terceiro) mês na amostra do dorso no Tratamento I, com valor de  $2,1 \times 10^3$  UFC/g e no 4<sup>o</sup> (quarto) mês na amostra do ventre no Tratamento II. Estes valores ficaram acima do índice aceitável em alimentos, que deve ser menor que  $10^3$  UFC/g, segundo Murray (1969).

Em relação à contagem de bactérias halofílicas, não há na legislação um limite aceitável para esses microrganismos. Porém, segundo Franco; Landgraf (2003) uma bactéria halófila capaz de provocar um odor desagradável na superfície do pescado é a *Serratia salinaria* que produz uma espécie de limo conhecido por “vermelhidão”. Carvalho (2003)

afirma que há outros tipos de bactérias halófilas que podem crescer em concentrações de 15% a 30% de NaCl, e estas são consideradas extremamente halófilas.

Apesar do tratamento térmico dispensado ao sal antes de sua aplicação nas salgas realizadas, houve crescimento de bactérias halofílicas em quase todas as amostras de pirarucu salgado seco analisadas, sendo o maior valor encontrado na amostra do ventre no Tratamento II, com  $7,8 \times 10^2$  UFC/g, valor inferior aos encontrados por Silva (2005) de  $>3 \times 10^6$  UFC em amostras de pirarucu salgado seco. A presença de bactérias halofílicas evidenciou a ineficácia da forma de esterilização do sal e o início do processo de deterioração do produto, com surgimento de pigmentos avermelhados e limosidade na superfície.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- O pirarucu procedente de área manejada possui um bom rendimento de filé com pele (dorso e ventre) com 52,98%;
- Os valores de rendimento de resíduos (vísceras, escamas e carcaça) foram baixos quando comparados aos de outras espécies de peixes amazônicos;
- Não houve diferença significativa entre os valores de umidade relativa do ar no meio ambiente e dentro do secador solar, estando sempre acima do máximo recomendado durante a maior parte do tempo de secagem;
- A temperatura dentro do secador solar artesanal atingiu a recomendada (40° C) por alguns autores para secagem de peixes amazônicos;
- O tempo de secagem de 3 dias não foi suficiente para a maioria dos produtos salgados atingir a umidade máxima estabelecida na legislação para pescado salgado seco;
- Os valores de atividade de água ficou na faixa considerada estável e seguro para o bom armazenamento do produto em temperatura ambiente;
- O teor lipídico foi mais elevado nos produtos da região ventral nos dois tratamentos;
- O percentual de cinzas e o teor de cloretos ficaram dentro do estabelecido pela legislação;
- Os índices de N-BVT foram aceitáveis para pescado salgado seco;
- Ficou evidente que os valores de TBA encontrados representaram perda da qualidade dos produtos;
- A análise sensorial das amostras evidenciou que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na aceitação dos produtos entre os dois tratamentos;
- Os valores de coliformes fecais, totais e *Escherichia coli* e *salmonella* estão de acordo com a legislação vigente;

- O tempo máximo de estocagem para as amostras de pirarucu salgado seco em condições de consumo foi determinado em quatro meses, devido à constatação de estafilococos coagulase positivos acima do recomendado pela legislação, no mês seguinte.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKMAN, R.G. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13, 161-241, 1989.

ASCAR, J. M. Alimentos: aspectos bromatológicos e legais. São Leopoldo (RS): Unisinos, 1985.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association Official Analytical Chemistry. 15. ed., Arlington: Sidney William. 1268 p. 1990.

BARUFFALDI, R; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de Tecnologia de alimentos. Vol. 3. São Paulo, 1998.

BASTOS, J. R. Influência da secagem sobre algumas propriedades físico-químicas do músculo do cação branco (*Carcharhynus porosus*). Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimento. Campinas-SP, 1977.

BOTELHO, A. T. Pescado seco e salgado. *Boletim de Pesca*, Lisboa, Portugal, 101p. 1965.

BOTELHO, A.T.; NART, E. Pescado salgado no Brasil. FDP/FAO. Série Documento Técnico, nº6, 40p, 1974.

BLIGH, E. G., DYER, W. J., A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37:911-917. 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Pescados e derivados, C.7, secção 1. Brasília. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução CNNPA - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova padrões microbiológicos

para alimentos. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rde.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rde.htm)>. Acesso em: 25 de agosto 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 52. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Salgado e Peixe Salgado Seco. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 dez. 2000.

BRESSAN, M. C. Tecnologia de pós-colheita em peixes. UFLA/FAEP, 106p, 2001.

BURGESS, G. H. O.; CUTTING, C. L.; LOVERN, J.A.; WATERMAN, J. J. El pescado y las industrias derivadas de la pesca. 2. ed. Zaragoza (Espanã), Ed. Acribia, 392 p.1971.

CARRETERO, J. F. Introducción al estudio de las propiedades de sòrcion de humedad de los alimentos semisecos: bacalao salado y seco. Separat. Arch. Zootec. Número 22. 1973.

CARVALHO, E. P. Microbiologia de alimentos, saúde pública e legislação. Lavras: UFLA/FAEPE, 139p. 2002.

CARVALHO, N. L. A, Efeitos de fatores físicos e químicos sobre o formação de géis em "surimi" de duas espécies de peixes comerciais na Amazonia. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia/UFAM, Manaus, AM. 145p. 2003.

CASTELO, F. P. Aproveitamento racional de pescado de água doce da Amazônia. Avaliação do frescor da matrinxã (*Brycon* sp) em gelo. Acta Amazônica. V (22), facs. 3, p. 449-460. 1992.

CHAAR, J. S.; MOUCHREK FILHO, J. E.; NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK, V. E.; SANTOS, A. A. dos ; MARINHO, S. C. ; GARCIAS JUNIOR, A. V. ; MARTINS, A. G.L. de A. Avaliação da qualidade microbiológica e bromatológica do pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado-seco, comercializado nas feiras-livres da cidade de Manaus-AM. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 111, p. 66-72, ago. 2003.

CHAVES, J. B. P. Análise sensorial: histórico e desenvolvimento. Cadernos didáticos 32, UFV, editor. Viçosa. 31p. 1998.

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Ed. Unicamp, Campinas – São Paulo, 1999.

CONNELL, J. J. Control of fish quality. Fishing news books, 1975. In: Beraquet, N. J.; Lindo, M. M. K. Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 22, n.2, p. 169-192. 1985.

CONTRERAS-GUZMAN, E.C. Bioquímica de pescado e derivados. FUNEP. Jaboticabal, SP, 409.p., 1994.

CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; BOOREN, A. M.; BUCKEY, D. J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. Food chemistry 28: 187-1996. 1988.

DIAS, A. F. Salga e secagem de pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1929) com aplicação de coletores solares. Manaus, INPA/FUA/PPG, 150p. Tese de mestrado, 1983.

EIROA, M. N. U. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. Campinas-SP. 18 (3):353-383. 1981.

FAO. Food and Agriculture Organization. Estatísticas da Pesca. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/default.asp>. 2007.

FLEMING, P. *Brasilian Adventure*. London, Jonathan Cape, 414 p, 1934.

FONTENELE, O. Contribution to the knowledge of the biology of pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) in captivity (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 445-459, dez. 1948.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. Microbiologia de Alimentos. São Paulo. Atheneu, 182p. 2003.

GAVIS, G.; et. al. Peces del médio Amazonas. Región de Letícia. Série de guias tropicales de campo número 5. Conservación International. Ed. Panamericana, Bogotá, Colômbia, 548p. 2006.

GOMIDE, C. A. Estudos da qualidade física, química e microbiológicas de filés de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849) submetidos a salga seca e úmida. Tese de Livre-Docente. Pirassununga-SP. USP, 2005.

GOULDING, M. The fisheries and the forest: Exploration in Amazonian natural history. Berkeley, University of California, 259 p, 1980.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 1999: Brasil: grandes regiões e unidades de Federação. Tamandaré: IBAMA. 95p. 2001.

IMBIRIBA, E. P. 2001. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazônica*.

JACQUOT, R. Organic constituents of and other aquatic foods. In: SANCHEZ, L. Pescado. Matéria-prima e processamento. FUNDAÇÃO CARGILL. Campinas, 1989.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed,. 711 p. 2005.

JESUS R.S. Estabilidade de "minced fish" de peixes amazonicos durante o congelamento. Tese (Doutorado). Fac.Ciencias Farmacêuticas ,USP, São Paulo, 105 p.1999.

LANDGRAF, M. Deterioração microbiana de alimentos. In: Franco, B. D. G; Landgraf f, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, 1996. 182 P. cap. 06, p. 93a-108.

LARSEN, E.P.; HELDBO,C.M.; JESPERSEN; NIELSEN, D. Development of a standard for quality assement on fish consumption. In: Huss,M.; Jacobsen Liston (ed). *Quality Assurance in the Fish Industry*, Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, agosto, 351-358. 1992

LESSI, E. Tecnologia do pescado. In: Seminário sobre Tecnologia de Salga e Defumação de pescado. Anais.; Campinas/SP, p. 14 -17. 1995.

LOURENÇO, L.F.H.; FERNANDES, G.M.L.; CINTRA, I.H.A. Características físicas, químicas e microbiológicas da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) salgada e seca em secador solar. *Boletim Técnico Científico CEPNOR/IBAMA*. Belém. V.1, n.1, pág. 135-144, 2001.

LULING, K. H. Zur biologie und ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Z. Morph. Okol. Tiere* 54: 436-530, 1964.

KARAÇAM, H. BORAN, M. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at- 18°C. *International Journal of Food. Science and Technology*, v. 31, p527-531, 1996.

KARMAS, E. CHEN, C. C. Relationship between water activity and water binding in high and intermediate moistures foods. *Journal Food Science*. 1975.

MARSICO, Eliane Teixeira et al . Parâmetros físico-químicos de qualidade de peixe salgado e seco (bacalhau) comercializado em mercados varejistas. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*, São Paulo, v. 68, n. 3, 2009. Disponível em <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo>>. acesso em 14 jul. 2011.

MENEZES, R.S. Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu. *Série de Estudo Técnicos*, 152p, 1951.

MURRAY, J. G. Na approach to bacterial standards, v.32, *J. App. Microbiol.* P.123-135. 1968.

NETO, FENELON DO NASCIMENTO, et. al. Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar. Embrapa Informação Tecnológica-Programa de Agroindustrialização da Agricultura Familiar, Brasília. 243p. 2006.

OGAWA, M., MAIA, E.L. Manual de pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. Vol. 1. Livraria Varela, São Paulo, 430p.1999.

OLIVEIRA, P. R. Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados. Tese de doutorado. Manaus/AM: INPA/UFAM, 2007.

ONO, E.A., HALVERSON, M.R. & KUBITZA, F. *Pirarucu, o gigante esquecido*. In: Panorama da Aquicultura, Vol. 14, pp. 14-25. 2004.

PETREIRE, M. Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II - Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. **Acta Amazônica** 8 (2), 1-54. 1978a.

QUEIROZ, H.L.R; SARDINHA, A.D. Preservação do uso sustentados dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) em Mamirauá. In: Helder L. Queiroz e Willian G. R. Clampton (eds) Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em mamirauá. CNPq. Brasília. 108-141p. 1999.

R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

ROMERO, J.S. 1960. “El paiche”. Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Inf. **Servicio Pesquerías y Caza, Minist. Agric.**, Lima, p.63.

RABELO, A.M.A. Métodos físicos para análise do pescado, seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado. Santos, São Paulo: SBCTA/ITAL., 1988.

SARKAR, Deepayan. 2008. Lattice: Multivariate Data Visualization with R. Springer, New York. ISBN 978-0-387-75968-5.

SAINT-PAUL, U. Potencial for aquaculture of south american freshwater fishes: a review. *Aqua.*, 54:205-240, 1986.

SANCHEZ, J. T. Tecnologia del salado y secado artificial de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*). Inst. Del Mar del Peru, 43: p3-31. 1973.

SANCHEZ, L. Pescado. Matéria-prima e processamento. FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, 1989.

SÃO PAULO. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4<sup>a</sup> ed. (Digital) São Paulo, Secretaria de Estado da Saúde, 2008, 1020p.

SGARBIERI, V.S. Proteínas em alimentos protéicos. 1.ed., São Paulo, SP: Livraria Varela, 1996, p.245-247.

SILVA, N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 317p. 2001.

SILVA; IVONETE QUARESMA DA. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (*Arapaima gigas*), salgado/seco comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produtos seco-salgado em laboratório visando estabelecer a vida-de-prateleira. **Projeto de Iniciação Científica PIBIC/CNPq**. Belém/PA. 2005.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr., v.54, 1991.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**. Vol. 41 (2), 299-306. 2011.

STANSBY, M.E. & OLCOTT, H.E. Composición de pescado. In: SANCHEZ, L. Pescado. Matéria-prima e processamento. FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, 1968.

TEIXEIRA, E.; MEINER, E. M; BARBETTA, P. A. Análise sensorial de alimentos. UFSC Ed. Editor. Florianópolis. 180p. 1987.

VAZ, J.; LOPES, B.; SOUSA, J. Processamento de Bacalhau Salgado Seco. Instituto Politécnico de Coimbra, 2007.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Arapaima: Endangered species can be saved through culture. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, p. 13-21, 1999.

VERISSIMO, José. A pesca na Amazônia. São Paulo & Ri de Janeiro, Livraria Clássica de Alves & C. 1895 in Coleção Amazônia, série José Veríssimo, 1970.

WATANABE, K. Bactéria vermelha do peixe salgado. *Brasil Salineiro*, Maio: 12 – 13, 1960.

ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. 3a. ed., Prentice Hall, 662p. 1996.

## ANEXO A

**FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL**

Modelo de ficha para avaliação sensorial de peixe (pirarucu salgado-seco)

Nome: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_\_\_  
 email: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

**TESTE DE ACEITABILIDADE**

Instruções: Você está recebendo amostras de **PIRARUCU SALGADO SECO**. Deguste cuidadosamente cada uma delas e atribua notas para cada característica avaliada, de acordo com o seguinte critério:

- 5 = excelente
- 4 = bom
- 3 = aceitável
- 2 = pouco aceitável
- 1 = Inaceitável

Características	Amostras (Notas)			
	2512 A	942 A	2512 B	942 B
<b>Aparência</b>				
<b>Sabor</b>				
<b>Odor</b>				
<b>Textura</b>				
<b>Cor</b>				

Comentários:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---