



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



**Programa integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos
Naturais da Amazônia**

**QUALIDADE DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829)
PROCEDENTE DE PISCICULTURA, ESTOCADO EM GELO,
CONGELADO E DE SEUS PRODUTOS DERIVADOS**

Pedro Roberto de Oliveira

Manaus, Amazonas

Julho, 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Pedro Roberto de Oliveira

**QUALIDADE DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829)
PROCEDENTE DE PISCICULTURA, ESTOCADO EM GELO,
CONGELADO E DE SEUS PRODUTOS DERIVADOS**

**Edson Lessi, Dr.
Orientador**

**Rogério Souza de Jesus, Dr.
Co-Orientador**

Tese apresentada ao PIPG-BTRN
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas, área de
concentração em Biologia de
Água Doce e Pesca Interior.

**Manaus, Amazonas
Julho, 2007**

Ficha catalográfica

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO INPA

- O48 Oliveira, Pedro Roberto
Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados./ Pedro Roberto de Oliveira. –Manaus: INPA/UFAM, 2007.
119 f.: il. (algumas color)
- Tese (doutorado)—INPA/UFAM, 2007.
- Orientador: Dr. Edson Lessi
Co-Orientador: Dr. Rogério Souza de Jesus
Área de concentração: Tecnologia de Recursos Pesqueiros
1. Pirarucu - conservação 2. Arapaima gigas 3. Congelamento
4. Peixe defumado 5. Deterioração

Sinopse:

Estudou-se a qualidade do pirarucu, de piscicultura alimentado durante 6 meses em dieta balanceada, nível protéico de 40%. Sacrificado por hipotermia, medido o índice de rigor-mortis e rendimento. Os peixes inteiros foram estocados em gelo, durante 36 dias. Os filés foram armazenados a -18°C durante 150 dias, e avaliados por meio de determinações físico-químicas, físicas, sensoriais e microbiológicas. Também se procurou estabelecer tecnologia adequada ao aproveitamento de filés de pirarucu. O aproveitamento tecnológico do pirarucu foi feito com produto defumado a quente, verificando sua qualidade, estocado durante 5 meses, a temperatura de -18°C , através de análises físico-químicas, físicas e microbiológicas. Determinada a composição centesimal dos produtos salgado-seco, panceta e carpaccio. No produto salgado-seco foi determinado a curva de secagem, atividade de água e teor de cloretos.

Palavras-chave:

Pirarucu, estocagem em gelo, congelamento, processamento do pirarucu, qualidade, defumação a quente.

Ao Doutor Edson Lessi

Muito obrigado pelos ensinamentos e pela grande experiência de vida, desde o tempo de mestrado. Sou muito agradecido a Deus por tê-lo colocado no meu caminho. Ele sabe o que faz! Para mim você continuará sendo um professor competente e atencioso.

Agradecimentos

Meus agradecimentos àqueles a quem tudo devo: a Deus, a Jesus e ao Espírito Santo.

Meus agradecimentos a minha família, Dona Lourdes, Fran e Igor, pois durante todos estes anos tiveram paciência e entenderam o momento no qual me propus realizar esta caminhada agora concluída.

Ao Dr. Edson Lessi, grande amigo e orientador pelo apoio inestimável na realização deste trabalho.

Ao Dr. Manoel Pereira Filho, Coordenador do CPTA/INPA, que nos momentos críticos deste trabalho foi um grande amigo. Também por ter disponibilizado as instalações do CPAQ, a realização deste trabalho. Aos funcionários do CPAQ, ao Atílio, aos pescadores que ajudaram na retirada dos exemplares dos viveiros.

Ao Dr. Rogério Souza de Jesus, também um grande amigo, pela ajuda como co-orientador.

Ao Dr. Nilson Luiz de Aguiar e Carvalho, outro grande amigo, que colocou seu Laboratório à disposição, e apoio nas análises da textura.

Aos Mestres Paulo de Tarso Falcão, Gilvan M. Batista e Jânio S. Silveira pela colaboração nas análises físico-químicas, e sensorias, ao Acadêmico Emmanuel Leite, Eng. Pesca José Ribamar B. de Castro (CPTA/INPA), Eng. de Pesca Raimundo Marcos de S. Amorim, ao Bel. Ciências Biológicas Fábio Lopes (DEPESCA/UFAM). A acadêmica Maria Lídia G.S. Figueredo pelas análises microbiológicas. Agradeço de coração a todos pela valiosa ajuda.

Aos funcionários do CPTA, Sebastião Hosana e Marluce P. de Oliveira, agradeço pelo apoio administrativo.

Meus agradecimentos aos Professores Dr. José Raimundo Pereira, do Depto. de Estatística, e Dr. Carlos Edwar C. Freitas, do Depto. de Ciência Pesqueira, da Universidade Federal do Amazonas, pelas sugestões nas análises estatísticas.

Ao Dr. Jaydione L Marcon, que disponibilizou as instalações e material de seu Laboratório.

A Doutora Ângela Varella, Coordenadora do Curso, agradeço pela atenção dispensada.

A Carminha, secretária do BADPI, pelas sugestões e presteza nas informações sobre o curso.

A FAPEAM que financiou parte desta pesquisa.

Ao CNPq que também contribuiu com parte dos recursos financeiros.

Aos colegas professores do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Amazonas, quero incluí-los nestes meus agradecimentos.

Por fim, se deixei de citar alguém, por um lapso de memória, quero nestas linhas dizer-lhes meu muito obrigado!!!

RESUMO

Avaliada as alterações que ocorrem no pirarucu, procedente de piscicultura, estocado em gelo e congelado, através de determinações físicas, físico-químicas e sensoriais, foi avaliada e realizadas a caracterização tecnológica de seus produtos derivados. Foram dezesseis peixes, alimentados durante 6 meses com ração de engorda com 40% de proteína, no final apresentando peso entre 3184 a 9100 g. Sacrificados por hipotermia, um grupo de seis pela manhã e o outro de seis no período da tarde e medido o índice de rigor-mortis, pH, textura por instrumento (TA.XT2, Stable Micro System, London). Para o estudo pós-rigor, os exemplares foram estocados em caixas de isopor de 170 litros com gelo e avaliados durante 36 dias por meio de determinações sensoriais pelo método do índice de qualidade (MIQ), determinações microbiológicas, pH, N-BVT e textura instrumental. Um outro grupo foi processado na forma de filé, congelados em congelador de placas a -30°C e estocado a -18°C . Outro lote para elaboração e caracterização de produtos derivados. Determinou-se ainda o rendimento dos peixes, relacionado às diversas partes do corpo. As análises realizadas nos filés congelados foram: pH, N-BVT, TBA, capacidade de retenção de água (CRA), proteínas solúveis em sal (PSS), sensorial (Esquema da Torry), e textura em aparelho texturometro, durante o período de 150 dias. Produtos tipo filé defumado a quente, filé salgado-seco, panceta e carpaccio de pirarucu, foram elaborados e caracterizados quanto à composição centesimal. No filé defumado conservado a -18°C por cinco meses, procedeu-se a análise do pH, N-BVT, TBA, sensorial (Esquema da Torry), CRA e PSS. No salgado-seco, foi aplicado método da salga seca, depois secagem em estufa a 40°C , durante 36 horas, estabelecida a curva de secagem, análise sensorial, determinação da atividade de água e cloretos. Os resultados do experimento com o pirarucu estocado em gelo mostraram que com 36 dias de estocagem o pH foi de 7,08, o tempo de aceitabilidade para consumo de acordo com o painel sensorial foi de $27 \pm 0,57$ dias em gelo. O método do índice de qualidade mostrou correlação significativa com o tempo ($R^2 = 0,92$), no caso do esquema da Torry foi de $R^2 = 0,98$ nas características de odor. O pH também mostrou boa correlação com o tempo de estocagem ($R^2 = 0,79$). Houve variações nas contagens de bactérias totais ao longo de 36 dias de análises a temperaturas de 7°C ($1,0 \times 10$ a $6,0 \times 10^5$ UFC/g), de 20°C ($1,2 \times 10^2$ a $4,2 \times 10^6$ UFC/g) e de 35°C ($1,0 \times 10$ a $1,4 \times 10^4$ UFC/g), verificando-se que obedeceram aos limites preconizados pela legislação vigente. No entanto, a partir dos 28 dias de experimento os peixes já apresentavam características sensoriais impróprias para o consumo, demonstrando que a avaliação sensorial foi decisiva na determinação do tempo de vida útil do pescado. No estudo do filé congelado, ficou evidente a estabilidade físico-química, física, microbiológica e sensorial ao longo do tempo de estocagem. O índice mais evidente da deterioração protéica foi indicado pelo valor das proteínas solúveis em sal. A análise sensorial mostrou boa aceitação dos produtos defumados e salgado-seco. O estudo estabelece as bases para boas práticas de manejo pós-captura e estocagem para o pirarucu de cativeiro, e ainda as alternativas de beneficiamento de produtos para essa espécie.

ABSTRACT

Evaluated the alterations that happen in the pirarucu, coming from fish farming, stored in ice and frozen, through physical determinations, biochemistries, physiochemical and sensorial. Accomplished the technological characterization of derived products. They were sixteen fish, fed for 6 months with feed with 40% of protein, in the end presenting weight among 3184 to 9100 g. For the study rigor mortis, the fish were stocked in boxes insulated of 170 liters with ice and appraised 36 days through sensorial determinations for the method of the Quality Index Method (QIM), determinations microbiologic, pH, N-BVT and instrumental texture. Another group was processed in the filet form, frozen in freezer of plates to -30°C and stocked to -18°C . Another lot for elaboration and characterization of derived products. It was still determined the income of the fish, related to the several parts of the body. The analyses accomplished in the frozen filets were: pH, N-BVT, TBA, capacity of retention of water (CRA), soluble proteins in salt (PSS), sensorial (Outline of Torry), and texture in device texturometer, the time of study was of 150 days. Elaborated products type hot smoked filet, salty-dry filet, panceta and carpaccio, and characterized as for the centesimal composition. In the smoked filet conserved to -18°C by five months, it proceeded the analysis of the pH, N-BVT, TBA, sensorial (Scheme Torry), CRA and PSS. In the salty-dry, method was applied of the it salts, later drying in greenhouse to 40°C , for 36 hours, established the drying curve, sensorial analysis, determination of the activity of water and chloride. The results for the pirarucu stocked in ice showed that with 36 days of stockpiling the pH was of 7,08, the time of acceptability for consumption in agreement with the sensorial panel was between 25 and 28 days in ice. The method of the quality index showed significant correlation with the time ($R^2=0,92$), in the case of the outline of Torry it was of $R^2 = 0,98$ in the odor characteristics. The pH also showed good correlation with the time of stockpiling ($R^2 = 0,79$). The pH also showed good correlation with the time of stockpiling ($R^2 = 0,79$). There were variations in the countings of total bacteria along 36 days of analyses to temperatures of 7°C ($1,0 \times 10$ to $6,0 \times 10^5$ UFC / g), of 20°C ($1,2 \times 10^2$ to $4,2 \times 10^6$ UFC / g) and of 35°C ($1,0 \times 10$ to $1,4 \times 10^4$ UFC / g), being verified that the limits keep on by the effective legislation. However, starting from the $27 \pm 0,57$ days of experiment the fish already presented inappropriate sensorial characteristics for the consumption, demonstrating that the sensorial evaluation was decisive in the determination of the time of useful life of the fish. In the study of the frozen filet, it was evident the stability physiochemical, microbiological and sensorial along the time of stockpiling, the most evident index of the deterioration of protein was indicated by the value of the soluble proteins in salt. The sensorial analysis showed good acceptance of the smoked and salty-dry products. The study establishes the bases for good practices of handling capture and stockpiling for the pirarucu, and still the and forms of improvement of products for that species.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE QUADROS E TABELAS	xiv
ANEXOS	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1. O pirarucu	04
3.1.1. Aspectos biológicos	04
3.1.2. Produção e comercialização	05
3.2. Rendimento	07
3.3. Rigor-mortis relacionado à qualidade do pescado	08
3.4. Propriedades físico-químicas e microbiológicas.	11
3.4.1. Composição centesimal	13
3.4.2. Bases voláteis totais, pH e proteínas solúveis em sal.	16
3.4.3. Oxidação lipídica	18
3.5. Propriedades sensoriais	19
3.5.1. Método do índice de qualidade (MIQ)	20
3.6. Propriedades físicas	21
3.6.1. Textura	21
3.6.2. Capacidade de retenção de água	23
3.7. Produtos de pescado	25
4. MATERIAL E MÉTODO	26
4.1. Preparação da amostra	26
4.2. Metodologia	26
4.2.1. Desenho experimental	26
4.2.2. Preparação para estocagem em gelo	27
4.2.3. Preparação para estocagem a -18 ^o C	27
4.2.4. Determinação do rendimento	30
4.2.5. Métodos analíticos químicos, físicos e físico-químicos.	30
4.2.5.1. Determinação da umidade	30
4.2.5.2. Determinação da proteína total	30

4.2.5.3. Determinação de lipídios	30
4.2.5.4. Determinação de cinza	30
4.2.5.5. Determinação do pH	30
4.2.5.6. Determinação do N-BVT	30
4.2.5.7. Determinação do teor de cloretos	30
4.2.5.8. Determinação da atividade de água	30
4.2.5.9. Determinação do valor de TBA	31
4.2.5.10. Determinação da textura	31
4.2.5.10.1. Teste de medida da dureza e coesividade.	32
4.2.5.10.2. Teste da força de penetração	32
4.2.5.11. Determinação da capacidade de retenção de água (CRA).....	34
4.2.5.12. Determinação das proteínas solúveis em sal (PSS)	35
4.2.5.13. Determinação do índice de rigor-mortis (IR)	35
4.2.6. Determinação microbiológica	35
4.2.7. Método de análise sensorial	36
4.2.8. Elaboração de produtos de pirarucu	36
4.2.8.1. Elaboração de filés defumados a quente	36
4.2.8.2. Elaboração de filés salgado-seco	38
4.2.8.3. Elaboração de panceta de pirarucu	40
4.2.8.4. Elaboração de carpaccio de pirarucu	41
4.2.9. Análise estatística	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1. Rendimento	43
5.2. Composição centesimal	44
5.3. Estudo da qualidade do pirarucu mantido em gelo	45
5.3.1. Índice de rigor-mortis, pH e textura	45
5.4. Qualidade pós-rigor do pirarucu mantido em gelo	50
5.4.1. Avaliação das bases voláteis totais e pH	50
5.4.2. Análise sensorial	52
5.4.3. Análise microbiológica	57
5.4.4. Textura dos filés	58
5.5. Estudo da qualidade do filé congelado	61
5.5.1. Avaliação das propriedades físico-químicos e sensorias	62
5.5.2. Avaliação das propriedades físicas	68
5.5.3. Análise microbiológica	73
5.6. Características tecnológicas de produtos	75

5.6.1. Características dos filés defumados a quente	75
5.6.2. Características dos filés salgado-seco	81
5.6.3. Características do carpaccio e panceta de pirarucu	85
6. CONCLUSÕES	88
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Alterações no pescado, após captura, mantido a 50C.	10
Figura 02 - A estrutura do tecido muscular do peixe	22
Figura 03 - Tanques de alvenaria, no CPAQ/INPA, Manaus, Amazonas.	27
Figura 04 - Caixa de isopor de 170 litros com gelo para abate e transporte dos pirarucus.	27
Figura 05 - Exemplares de pirarucu abatidos por hipotermia.	28
Figura 06 - Diagrama do experimento com o pirarucu de cativeiro.	29
Figura 07 - Análise do perfil da textura(TPA) (Software Texture Express v.1.22).	32
Figura 08 - Curva mostrando a força máxima de penetração (Software Texture Express v.1.22).	33
Figura 09 - Aparelho texturômetro para Análise da textura.	33
Figura 10 - Medida do índice de rigor mortis do pirarucu, a) fase de pré-rigor; b)medição do IR e c) peixe em fase de total rigor.	34
Figura 11 - Diagrama do processamento de defumação a quente de filés de pirarucu.....	35
Figura 12 - Fluxograma do processamento de filé salgado e seco.	37
Figura 13 - Fluxograma do processo de elaboração da panceta de pirarucu.	40
Figura 14 - Diagrama da elaboração de carpaccio de pirarucu.	41
Figura 15 - Índice de rigor entre os dois grupos de medidas.	47
Figura 16 - Variação da dureza (g) no pirarucu durante o período de rigor mortis	48
Figura 17 - Variação do valor do pH no músculo do pirarucu durante o rigor mortis	48
Figura 18 - Curvas de regressão logística do Índice de rigor versus o tempo para o pirarucu nos diferentes turnos do dia.	49
Figura 19 - Relação entre o pH e o tempo, em pirarucu estocado em gelo.	51
Figura 20 - Relação entre o N-BVT e o tempo, em pirarucu estocado em gelo	52

Figura 21 - Brânquias do pirarucu após 3 dias (a) e aos 15 dias (b) e com 25 dias (c) estocado em gelo.	53
Figura 22 - Desenvolvimento dos olhos após 3 dias (a), aos 15 dias (b) e com 25 dias (c) de estocagem no gelo.....	53
Figura 23 - Avaliação sensorial por demérito do pirarucu fresco mantido em gelo.	54
Figura 24 - Evolução da análise sensorial sabor do pirarucu, estocado em gelo.	56
Figura 25 - Evolução da análise sensorial do odor do pirarucu, estocado em gelo.	56
Figura 26 - Efeito da estocagem em gelo sobre as bactérias mesófilas (M), psicrófilas (P) e mesófilas/psicrófilas (MP).	58
Figura 27 - Evolução da dureza (g) no pirarucu durante o tempo de estocagem em gelo..	60
Figura 28 - Correlação da dureza nos filés com o tempo de estocagem, em pirarucu.	60
Figura 29 - Evolução do pH nos músculos dorsal e ventral do pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.	64
Figura 30 - Evolução do escore sensorial de filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias. LO (Odor lombo); VO (Odor ventre); LS (Sabor lombo); VS (Sabor ventre).	65
Figura 31 - Variação do valor do N-BVT em filés de pirarucu, estocados a -18°C durante 150 dias.	67
Figura 32 - Evolução do valor TBA em filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.	68
Figura 33 - A dureza, em g, medida em duas regiões do filé de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.	69
Figura 34 - Evolução da medida da capacidade de retenção de água (%) em filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias	71
Figura 35 - Proteínas solúveis em sal (PSS) (%) em files de pirarucu estocados a -18°C durante 150 dias.	72
Figura 36 - Filé de pirarucu defumado a quente.....	76
Figura 37 - Capacidade de retenção de água (%) em files de pirarucu defumado a quente, estocado congelado.	79
Figura 38 - Valores médios das proteínas solúveis em sal em files de pirarucu defumado a quente.	80
Figura 39 - Panceta elaborada com a carne da barriga do pirarucu.	87
Figura 40 - Carpaccio de pirarucu	87

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01 - Produção de pirarucu procedente de áreas de reserva sustentável, no Estado do Amazonas.	07
Quadro 02 - Alguns fatores intrínsecos considerados na velocidade de deterioração de espécies de pescado mantido em gelo.	12
Quadro 03 – Classificação do pescado segundo a quantidade de gordura e proteínas do músculo.	14
Quadro 04 - Composição química do tecido muscular de algumas espécies de peixes amazônicos.	15
Tabela 01 - Parâmetros da determinação da textura aplicada em pirarucu (Arapaima gigas).	31
Tabela 02 - Parâmetros para a determinação da textura em filés de pirarucu (Arapaima gigas)	32
Tabela 03 – Características morfológicas e rendimento do pirarucu de cativeiro	42
Tabela 04 - Composição centesimal do músculo de pirarucu (Arapaima gigas, Cuvier 1829), de piscicultura, em duas regiões do corpo.	44
Tabela 05 - Variação do Índice de Rigor em % e o tempo, nos pirarucu de cativeiro.	45
Tabela 06 - Valores de N-BVT e pH em pirarucu estocado em gelo durante 35 dias em gelo.	49
Tabela 07 - Valores médios dos escores para o peixe inteiro, segundo descrito esquema do Método do Índice de qualidade (MIQ).	51
Tabela 08 - Resultado da análise sensorial para o filé do pirarucu estocado em gelo, esquema modificado da Torry, para o peixe cozido.....	55
Tabela 09 - Análise microbiológica no files, região dorsal.	57
Tabela 10 - Medida da força para o peixe inteiro e no filé de pirarucu estocado em gelo.....	59
Tabela 11 - Matriz de correlação entre as determinações para o pirarucu estocado em gelo, $p < 0,05$	60
Tabela 12 - Valores de pH em filés de pirarucu congelado a -18°C durante 120 dias de estocagem..	63
Tabela 13 - Evolução da análise sensorial durante 150 dias de estocagem de filé de pirarucu a -18°C	65
Tabela 14 - Valores determinados de N-BVT (mgN/100g) em filés de pirarucu estocados a -18°C durante 150 dias.....	65
Tabela 15 - Valores de TBA em mg malonaldeído/kg, em files de pirarucu estocado a -18°C , durante 150 dias.	68
Tabela 16 - Dureza medida, em g, nos filés de pirarucu estocado a -18°C , nas porções dorsal e ventral.	69
Tabela 17 - Capacidade de retenção de água (%) em files de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.	70

Tabela 18 - Concentração de proteínas solúveis em sal em filés de pirarucu estocados a -18°C durante 150 dias.	72
Tabela 19 - Número de microorganismos no filé congelado de pirarucu.....	74
Tabela 20 - Matriz de correlação entre as variáveis analisadas, $p<0,05$	75
Tabela 21 - Composição centesimal do pirarucu in natura e defumado a quente.	76
Tabela 22 - Valores de pH, N-BVT e TBA nos filés de pirarucu defumado a quente.	78
Tabela 23 - Proteínas solúveis em sal e capacidade de retenção de água nos filés de pirarucu defumados a quente e estocados a -18°C durante 150 dias.....	78
Tabela 24 - Médias dos escores sensoriais obtidos para o filé de pirarucu defumado a quente.	81
Tabela 25 - Análise estatística dos escores sensoriais, teste Kruskal-Wallis, em filés de pirarucu defumado a quente.	81
Tabela 26 - Contagem de microorganismos em files defumados a quente de pirarucu.	82
Tabela 27 - Composição centesimal do filé de pirarucu salgado-seco.	83
Tabela 28 - Parâmetros da secagem realizada em filés de pirarucu.	83
Tabela 29 - Modelos de regressão e coeficiente de determinação em função do tempo de secagem a 40°C , em estufa com velocidade do ar a 1,4 m/s..	84
Tabela 30 - Média das notas obtidas para os dois produtos salgado-seco.	84
Tabela 31 - Atividade de água em filés de pirarucu salgado e seco.	84
Tabela 32 - Composição centesimal da panceta e do carpaccio de pirarucu.	86

ANEXOS

ANEXO A - Método do Índice de Qualidade (MIQ) - Análise sensorial do peixe inteiro.	102
ANEXO B – Ficha para análise sensorial – peixe cozido - Esquema para pescado magro (bacalhau), segundo a Torry Research Station.	103
ANEXO C – Modelo de ficha de análise sensorial escala hedônica.....	104
ANEXO D – Modelo de ficha para avaliação sensorial de bolinho de peixe salgado e desidratado.	105

1. INTRODUÇÃO

A carne do peixe comercializada de diferentes formas é o principal produto final da atividade pesqueira e da piscicultura. Sua qualidade e quantidade são fatores básicos na sua relação com o mercado consumidor.

Cerca de uma década atrás, pesquisadores europeus já vêm se reunindo para estabelecer padrões de análise visando avaliar a qualidade do pescado comercializado refrigerado inteiro e congelado (Olafsdóttir et al., 1997).

O conhecimento sobre todos os aspectos relacionados com o desenvolvimento da qualidade e etapas do processo de deterioração é indispensável para a indústria e consumidores. Dessa forma, foram conduzidos trabalhos com várias espécies de importância comercial, entre elas o salmão congelado (Bechmann e Jorgensen, 1998), defumado (Birkeland et al., 2004; Schubring, 2006), e salgado (Rora et al., 2004; Gallart-Jornet et al., 2007). Por outro lado, existe uma responsabilidade em desenvolver, adaptar e aplicar tecnologias. Com a disponibilidade da tecnologia, haverá a oportunidade de agregar valor ao pescado (Salán, 2006) e gerar emprego e renda para os empreendedores.

Dentre as espécies de água doce, destaca-se a tilápia. As pesquisas para conhecer sua qualidade e produtos são várias. No Brasil, dentre várias pesquisas com essa espécie, foram realizados trabalhos sobre salga e secagem (Sales, 1988) e sobre o rendimento e a qualidade de files defumados a quente e a frio por Souza et. al. (2005).

Na região Norte, foram avaliadas a qualidade em gelo de espécies capturadas na natureza como o matrinxã (Castelo, 1992) e os jaraquis (Castelo 1987; Jesus, 1989 e Jesus et al., 1990). Com as espécies procedentes da piscicultura, existem trabalhos de pesquisas executados por Batista (2002) para a espécie matrinxã e, Almeida et al. (2005) para a espécie tambaqui. Em todas essas pesquisas se destacam a importância do conhecimento das características das qualidades bioquímica, sensorial e físico-químicas do produto para o mercado de transformação e consumidor.

Apesar do pirarucu (*Arapaima gigas*), também conhecido como bacalhau da Amazônia, ser um dos mais importantes recursos pesqueiros da região, as pesquisas com essa espécie ainda são poucas.

Existem registros de sua comercialização desde o início do século XIX (Veríssimo, 1895) principalmente na forma de mantas salgadas e secas, 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, estabelecendo cota de pesca por temporada.

A espécie apresenta-se com grande potencial para a piscicultura, principalmente porque sua carne é muito apreciada pelos consumidores. Observa-se o interesse do governo em incentivar a criação do pirarucu em gaiolas e/ou em pequenas represas.

Para manter esse recurso em condições de ser explorado racionalmente, é importante a realização de estudos de manejo, da biologia e também de sua conservação e melhor aproveitamento de sua carne.

Uma das medidas para a conservação e sustentabilidade da espécie está no desenvolvimento de sua criação em cativeiro, isto é, aplicar a piscicultura nos seus diferentes métodos: extensiva, semi-intensiva ou intensiva. Além do fator de proteção da espécie, a criação do pirarucu tem se mostrado promissora, pois estudos já desenvolvidos indicam seu grande potencial para a criação em cativeiro (Bard e Imbiriba, 1986; Honczarick e Maeda, 1998; Pereira-Filho et al., 2002).

O presente estudo foi proposto no intuito de responder às seguintes questões: como ocorre a deterioração da carne do pirarucu e como estas alterações desenvolvem-se no peixe inteiro mantido em gelo e no filé congelado frente a parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e microbiológicos, e de que maneira as partes do peixe de valor comercial inferior podem ser melhor aproveitadas.

2. OBJETIVOS

Geral:

Determinar índices de qualidade e o aproveitamento tecnológico da carne do pirarucu (*Arapaima gigas*), procedente da piscicultura.

Específicos:

Avaliar as alterações na qualidade e o tempo de estocagem do pirarucu armazenado no gelo em caixas isotérmicas.

Avaliar as alterações físicas, bioquímicas, microbiológicas, físico-químicas e sensoriais do filé de pirarucu estocado a -18°C ;

Empregar o processo tecnológico de: defumação a quente, salga - seca e secagem artificial, produtos tipo carpaccio e panceta.

Proceder à caracterização físico-química e microbiológica dos produtos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O pirarucu

3.1.1. Aspectos biológicos

Cerca de 41% dos peixes são de água doce e 58% vivem no mar e 1% migram entre esses dois ambientes (Urbina e Fuentes, 2002). Em termos taxonômicos o pirarucu encontra-se na seguinte situação (Nelson, 1994):

Classe: Actinopterygii

Ordem: Osteoglossiformes

Família: Osteoglossidae

Gênero: Arapaima

Espécie: Arapaima gigas, Cuvier 1829

Espécie apresentando cabeça achatada, corpo longo cilíndrico, com escamas de tamanho acima do normal, usada em artesanato, língua óssea, empregada como lixa. O peso dessa espécie pode alcançar 250 kg, com três metros de comprimento.

O sistema respiratório composto de brânquias para respiração aquática e bexiga natatória modificada que funciona como um pulmão para respiração aérea.

Estudos sobre regime alimentar e o comportamento reprodutivo foram relatadas por Menezes (1951), Fontenele (1948 e 1959) e Pontes (1977). Estudos realizados na Reserva Sustentável de Mamirauá, município de Tefé, Amazonas, por Queiroz e Sardinha (1999) citam o regime alimentar do pirarucu dentro da reserva, composto principalmente por camarões, confirmando-a assim como espécie de regime carnívoro.

Pereira-Filho e Roubach (2005), em trabalho de revisão, relatam sobre o comportamento do pirarucu em cativeiro, os aspectos da engorda em tanque-rede, qualidade de água e nutrição. Apoiado em pesquisas de Imbiriba (2001), e Bard e Imbiriba (1986), o pirarucu é descrito como espécie altamente rústica, tendo características zootécnicas de alta qualidade, e no primeiro ano de engorda pode alcançar 10 kg.

3.1.2. Produção e comercialização

Nos últimos anos, no mundo a produção do pescado tem crescido à custa da produção oriunda da aqüicultura. Até a década de 1990, a captura apresentou anos de crescimento e desaceleração, e estagnou em torno de 90 milhões de toneladas. Na participação por área geográfica, a Ásia produziu 46 milhões de toneladas em 2005, quase a metade da captura mundial. A produção da aqüicultura pelo contrário vem crescendo, em 2000 era de 44 milhões de toneladas e em 2005, em torno de 61 milhões de toneladas (FAO, 2007).

A produção da pesca brasileira teve um crescimento até 1985, época da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE, chegando a alcançar 1 milhão de toneladas. Com a postura do Governo em deixar a pesca por conta própria, iniciado no Governo Collor, a produção pesqueira estagnou nas 700 mil toneladas (Sonoda, 2006).

Durante o período 1979 – 1999, a distribuição da produção pesqueira no Brasil mudou, a região Norte, que em 1979 contribuía com 10,6%, em 1999 passou a participar com 27,8% do total, enquanto que a região Sudeste tinha 32,7% em 1979, passou a ter 16,6% de participação (IBAMA, 2001).

A produção brasileira da aqüicultura 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 que, em 2004, produziu 30 milhões de toneladas (FAO, 2007).

A implantação de locais de reservas como a de Mamirauá, tem contribuído para o conhecimento da biologia e na exploração racional do pirarucu (Queiroz e 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, 53,1 % da produção (IBAMA, 2001).

O IBAMA (2006), através do projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea, mostra que a produção desembarcada de pirarucu, no ano de 2001, em dezessete municípios dos Estados do Amazonas e Pará foi de 65,59 toneladas.

Continuando com dados estatísticos da região Norte, monitorados pelo PROVÁRZEA,

no ano de 2003, mostram produção de 51 mil toneladas provenientes do Amazonas com 37 mil e Pará com 14.mil. Comparando com, as três espécies mais abundantes desembarcadas no Estado do Amazonas, jaraqui (*Semaprochilodus spp*) 30,7% depois o pacu (*Mylossoma sp*) com 15,0% e curimatã (*Prochilodus nigricans*) com 9,4% , a produção do pirarucu (*Arapaima gigas*) foi de 41 toneladas ou 0,11% do desembarque no Estado do Amazonas (IBAMA, 2006).

Sobre o pirarucu os dados devem ser analisados com cautela pois parte da produção é tradicionalmente consumida na forma salgado-seco, que possivelmente, não deve ter constado da pesquisa. As informações sobre a produção da piscicultura no Estado do Amazonas ainda são escassas devido ao esforço em coletar dados da pesca nos rios.

Em pesquisa realizada junto aos frigoríficos da região Norte, Almeida et al. (2004) mostram que o mercado para o pirarucu, segundo informações coletadas junto aos frigoríficos, é direcionado para o mercado internacional.

O pirarucu, comercializado na forma de mantas salgadas e secas, é transformado até hoje com a mesma tecnologia pelos pescadores e ribeirinhos.

A espécie é protegida por legislação do IBAMA através da portaria número 039 de 02/12/87, instrumento legal que estabelece o tamanho mínimo de captura em 1,50m para o pirarucu, tendo por princípio possibilitar que os indivíduos alcancem a idade de maturação sexual e com isso a condição de reproduzir pelo menos uma vez. Segundo informações obtidas junto ao Núcleo de Recursos Pesqueiros do IBAMA no Amazonas, a produção média do pirarucu nas três áreas manejadas, no período 2002-2005, foi de 129,4 ton/ano para município de Tefé, 368,0 ton/ano para a reserva do município de Fonte Boa, que começou a capturar a partir do ano de 2004. A reserva do município de Jutai apresentou dados de 2004 e 2005, participando com 9,5 ton/ano. A produção da reserva de Fonte Boa, em três anos superou a de Tefé, possivelmente devido a sua produção estar sendo adquirida pelos Frigoríficos localizados no município de Manacapuru. Esses dados seguem mostrados no Quadro 01. No ano de 2006 , houve também a pesca autorizada pelo IBAMA no município de Itacoatiara, e a produção foi de 1,0 toneladas (Julio Siqueira com. pess, 2007)

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	-

Fonte: Núcleo de Recursos Pesqueiros, IBAMA/AM.

Apesar de a região Amazônica apresentar uma grande diversidade de recursos pesqueiros (Ferreira, 1998; Goulding, 1980), a produção reflete a preferência do mercado consumidor em poucas espécies, dentre elas o pirarucu. Daí a necessidade de realizar mais estudos visando conhecer e caracterizar essa espécie.

3.2. Rendimento

O rendimento do pescado é influenciado por diversos fatores. Dentre esses fatores estão a forma do peixe, o tamanho da cabeça, escamas, estrutura da pele, e idade.

A importância de determinar o rendimento é que seu conhecimento permite a indústria dimensionar sua produção e ao mercado saber o potencial dos recursos disponíveis.

De acordo com Dias(1983), o rendimento das diversas partes do corpo do pirarucu, considerando cinco intervalos de classe de comprimento total, com o menor tamanho encontrado de 71 cm e o maior de 190 cm, apresentou os seguintes dados: o rendimento de filé variou entre 56,6% a 57,9%; a cabeça, entre 12,0% a 13,5%; as escamas, entre 6,6% a 9,7%; as vísceras entre 5,4% a 6,0% e a coluna, entre 14,2% a 18,0%.

Sobre o pirarucu existem, poucos estudos relacionados ao rendimento. O segundo trabalho, realizado por Imbiriba et al. (1994), mostra que o rendimento médio de carne foi de 57%, concordando com Dias (1983). Observa-se assim que o pirarucu apresenta maior rendimento que o de outras espécies, geralmente situadas entre 35 a 40%.

O rendimento da parte comestível do pescado representa a divisão do que pode ser aproveitado e direcionado ao processo de diferentes produtos. Da quantidade capturada, sabe-se o quanto vai ser produzido, por exemplo, de filé ou de resíduo para farinha de peixe. Mais importante é conhecer o rendimento em filé com pele, produto com grande apelo comercial, sendo ofertado congelado ou fresco pronto para cozinhar. As espécies marinhas e de água doce, em geral, apresentam rendimento de filé com pele entre 32,8% e 59,8%, sem pele o rendimento de filé é, em média, de 43,0%. A forma anatômica do peixe, com forma de torpedo, possui rendimentos altos em função da massa muscular cilíndrica. Espécies como o atum, bonitos, serras e outros peixes têm rendimento de filé com pele superior a 54 %. (Contreras-Guzmán, 1994).

3.2. Rigor-mortis relacionado à qualidade do pescado

Define-se rigor mortis, como o estado onde ocorre a perda da extensibilidade e plasticidade dos músculos não apresentando mais os ciclos de contração e relaxamento, resultado de uma série de reações bioquímicas complicadas (Bykowski e Dutkiewicz, 1996).

Durante o rigor mortis, mecanismo biomecânico, acontece alterações na carne do peixe por meio de processos catabólicos. Pode ser dividida em três fases: fase de pré-rigor, fase de rigor e fase de pós-rigor.

Este fenômeno biofísico é baseado na teoria deslizante da contração muscular de Huxley e Hanson (1960). A formação da estrutura rígida e relaxamento acontecem por vários fatores. Não existem condições de controle da bomba de Ca^{++} e o ATP deve sofrer hidrólise sucessivas até seu esgotamento, advindo destas reações proteínas complexas de actomiosinas não dissociadas.

Como a relação do tempo de rigor-mortis está associada inicialmente entre a quantidade de ATP. Ogawa e Ogawa (1999) citam que a degradação do ATP (Adenosina trifosfato) processa-se rapidamente. A série de compostos que seguem essa degradação são: ADP (Adenosina difosfato), AMP (Adenosina monofosfato), IMP (inosina monofosfato), HxR (inosina) e Hx (hipoxantina) e ribose. Esses compostos são determinados e empregados para avaliar a qualidade do peixe. Conhecendo as concentrações desses compostos, calcula-se o valor K, através da seguinte equação:

$$K(\%) = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100 \quad (1)$$

O valor K indica a percentagem de derivados do ATP que foram convertidos em HxR e Hx. Pressupondo que as reações de catabolismo sejam realizadas da mesma maneira nas espécies, o valor K possibilitaria conhecer a velocidade com que os nucleotídeos são decompostos entre diferentes espécies. Nos peixes muito frescos, o valor de K é bem pequeno.

Como existem espécies formadoras de inosina (HxR), isto é, acumula-se inosina, devido à baixa atividade enzimática que cataboliza a hipoxantina (Hx), os pesquisadores Burns e Ke (1985) sugerem a utilização do valor G e para espécies que formam hipoxantina, de acordo com Luong et al. (1992) o índice H é mais adequado.

O esquema geral do processo de deterioração é apresentado na Figura 01. Nela indica-se as fases das alterações pós-captura, muito bem ilustrado por Hamada-Sato et.al (2005). Portanto, conhecer a qualidade do pescado nas diferentes fases, especialmente, quando ele é utilizado na elaboração de “sashimi”, é fundamental, bem como para controlar o processo de deterioração. Isto vem por intermédio de determinações bioquímicas, físico-químicas, físicas e microbiológicas, identificando as fases por que passa o músculo do pescado quando submetido à determinada temperatura por certo tempo.

Para Hamada-Sato et. al. (2005), o processo do rigor-mortis e os compostos de degradação são correlacionados para indicar o estado de frescor do peixe, através do cálculo do índice $K_i(\%)$, determinado sem os valores de ATP e ADP da equação (1), por causa da rápida depleção desses dois compostos no período de pré-rigor. Para consumir o peixe “in natura” o valor de K_i é de 20%. Para a cavala do Pacífico o tempo de vida útil, até o nível de $K_i=20$, à temperatura de 0°C , é de 3,5 dias, o “sijipjack” de 2,5 dias e marlin azul é de 14 dias. Em temperatura de congelamento a tolerância é acima de 60 dias para estas espécies.

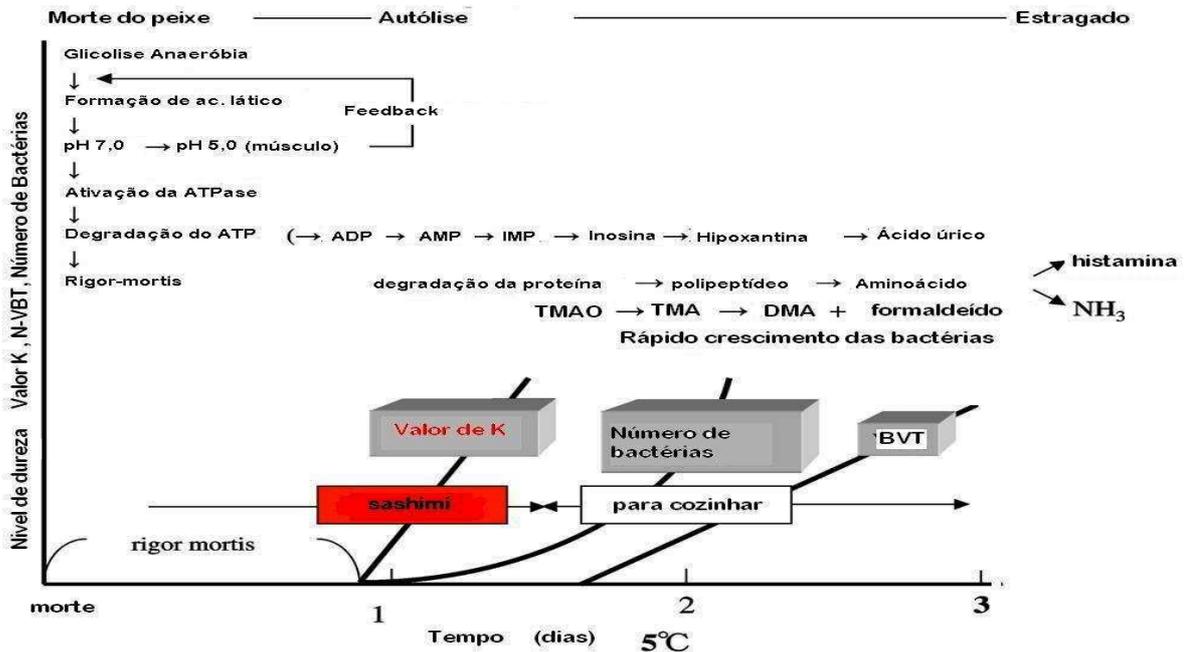


Figura 01 - Alterações no pescado, após captura, mantido a 5⁰C, (Fonte Hamada-Sato et al. 2005).

Segundo Iwamoto et al (1987 e 1988), quando se relaciona o rigor mortis com valores do ATP, utilizando a espécie *Paralichthys olivaceus* conservada em gelo, observa-se relação inversa entre ATP e índice de rigor-mortis.

Skjervold et al (2001) avaliando a qualidade do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) conservado em gelo constatou que o período de pré-rigor foi de 2 horas, o rigor de 1 a 2 dias, e de 5 dias a saída do rigor. Os resultados indicaram a fase potencial para o processamento visando melhorar qualidade de filés de salmão quanto à textura, prevenindo o desengajamento das fibras musculares. Portanto, para se produzir filés congelados dessa espécie com qualidade, somente após 2 dias em gelo.

Estudos realizados por Perez (1998), na Venezuela, sobre rigor-mortis de cachama híbrida (*Colossoma* sp), submetido a diferentes temperaturas, mostram que 2 horas após o armazenamento em gelo foi observado 100% de índice de rigor. Nos exemplares armazenados a 10°C, e, em temperatura mais elevada, a 27°C, ocorreu o estado de rigor depois de 10 horas de estocagem.

3.4. Propriedades bioquímicas, físico-químicas e microbiológicas

A velocidade com que o pescado se deteriora está relacionada com diversos parâmetros. A compreensão dos diversos fatores pode ser medida por diferentes métodos sensoriais, e físico-químicos, em geral a velocidade de deterioração depende das condições de armazenamento, é mais rápida no pescado pequeno, maior para o pescado com alto teor de lipídeos, sendo em peixe cartilaginoso maior do que em peixe ósseo. Assim, tem-se diversos fatores a considerar e muitos ainda continuam no nível de hipóteses (Huss, 1998).

A utilização de biossensores para avaliar a qualidade dos alimentos vem sendo estudada e em emprego pelo setor industrial. Assim, encontram-se vários trabalhos desenvolvidos com a aplicação de biossensores em diferentes áreas (Draisci et al, 1998; Ghosh et al, 1998; Lima et al, 1999; Shen et al, 1996; Venugopal et al, 2000).

As alterações bioquímicas, físico-químicas e microbiológicas que ocorrem no pescado após serem sacrificados dependem de vários fatores. Entre eles, o modo de abate, a concentração de enzimas endógenas, a contaminação microbiana. O manejo dos peixes no momento do sacrifício, e as condições de armazenagem são efeitos importantes ao avaliar a qualidade microbiológica, química e sensorial das espécies (Ozogul e Ozogul, 2004). No Quadro 02, encontra-se relacionados alguns fatores intrínsecos ligados à velocidade de deterioração.

Segundo Sikorski et al (1990a), as questões básicas que afetam a qualidade do pescado são os fatores indutores do metabolismo anaeróbio, estado de acidez muscular, contagem inicial das bactérias e temperatura. Bagni et al. (2007) relatam que as condições pré-abate são fatores importantes para a qualidade de espécies como *Dicentrarchus labrax* e *Sparus aurata*, onde o catabolismo pos-mortem dos peixes estressados e não estressados variou, com o ATP maior nos peixes estressados. As condições foram testadas com os peixes em diferentes condições de estocagem.

Quadro 02. Alguns fatores intrínsecos considerados na velocidade de deterioração de espécies de pescado mantido em gelo.

Fatores	Velocidade relativa de deterioração	
	Rápida	Lenta
Tamanho	Pescado pequeno	Pescado grande
pH post mortem	pH alto	pH baixo
Teor de gordura	Espécies gordas	Espécies magras
Propriedade da pele	Pele fina	Pele grossa

Fonte: Huss, 1998

Quanto aos aspectos microbiológicos relacionados à qualidade, reporta Vilhelmsson (1997), em trabalho de revisão, o controle da qualidade na indústria pesqueira é extremamente importante em face da fragilidade da matéria-prima, tendo deste modo uma maior atenção e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento de técnica de detecção de microorganismos deterioradores e patogênicos, por exemplo, identificação de *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, dentre outros.

A presença de determinados microrganismos será influenciada pelo local de captura. Leitão et al.(1985) constataram a presença de coliformes fecais em tilápias capturadas em determinados rios do Estado de São Paulo.

O fato é que os microrganismos somente utilizam como alimentos moléculas menores de peptídeos e aminoácidos, pois eles não são capazes de atravessar a membrana celular. *Clostridium*, *Bacillus* e *Pseudomonas*, por exemplo, secretam enzimas extracelulares para hidrolisar as proteínas até peptídeos solúveis e aminoácidos (Franco e Lanfgraf, 1996).

Resultados microbiológicos encontrados por Chytiri et. al (2004), em trutas cultivadas, estocadas em gelo, mostraram nas amostras evisceradas e fileteadas, contagens iniciais de bactérias mesófilas de 2,5 e 3,8 log ufc/cm², respectivamente. A contagem limite de 7,0 log ufc/cm² foi alcançada após 18 dias para a amostra eviscerada e 10 dias nas amostras fileteadas. A contagem inicial foi considerada dentro dos padrões normais, indicando a boa qualidade das trutas cultivadas, segundo os autores que se basearam nos limites estabelecidos pela ICSMF(1986) para número de mesófilas contadas a 30^oC. Os filés, por terem número mais

elevado, sugerem a ocorrência de contaminação cruzada durante a preparação das amostras. Nos dois experimentos, o grupo de bactéria predominante foi o das *Pseudomonas*

3.4.1. Composição centesimal

A composição centesimal representa o conhecimento em porcentagem do constituinte de umidade, proteína, lipídeos e cinza. O equilíbrio entre esses constituintes e sua variabilidade após a morte tem influência na qualidade dos peixes fator importante para a indústria e consumidores (Love, 1992)

Análises mostram que a composição química dos peixes é bastante variável, indicando inclusive variações entre indivíduos da mesma espécie. Essas diferenças são influenciadas por fatores intrínsecos, como desova e migração e fatores extrínsecos, como a escassez de alimentos (Huss, 1998).

Os músculos dos peixes apresentaram teores entre 50 a 80% de umidade, tendo assim, a água como participante de diversas reações no tecido muscular, conferindo propriedades reológicas ao tecido muscular (Sikorski et al, 1990a).

Um dos critérios mais utilizados para classificar os peixes segundo a composição é a elaborada por Stansby (1962), ele propôs agrupar em cinco classes conforme seus teores de gordura e proteína. O Quadro 03 descreve esta classificação.

Outra maneira foi proposta por Almás (1981), levando em conta dois fatores, o teor de lipídios (%) e o valor energético (kcal/100g). A divisão foi estabelecida do seguinte modo: 1) pescado magro : lipídios entre 0,2 a 0,8% e valor energético entre 80-90 kcal/100g; 2) pescado semi-gordo: lipídios entre 2,0 a 5,7 % e valor energético de 90 a 160 kcal/100g; e finalmente 3) pescado gordo: lipídios entre 8 a 14% e valor energético de 150 a 220 kcal/100g.

Ackman (1989) sugeriu o estabelecimento de quatro grupos conforme o teor de gordura em: magro, baixa gordura, media gordura e alta gordura e com teor de ácidos graxos C20+C22 em 250, 750, 1000 e 2000 mg/100g. Jaquort (1961) também elaborou formas de classificar o peixe quanto à composição centesimal, relacionando proteína ou a gordura.

Quadro 03 – Classificação do pescado segundo a quantidade de gordura e proteínas do músculo.

Classe	Gordura (%)	Proteína (%)
A	< 5	15-20
B	5-15	15-20
C	>15	<15
D	<5	>20
E	<5	<15

Fonte: Stansby, 1962.

Os principais peixes da região amazônica também apresentam variações quanto à composição química, no Quadro 04 observam-se os valores para quatro espécies da região. As espécies procedentes da piscicultura apresentaram teores mais elevados de gordura, pode-se imaginar que a alimentação tenha influenciado de certa maneira pela sua característica mais calórica e o peixe movimentar-se menos, também deve-se levar em conta fatores intrínsecos e extrínsecos das espécies de ambiente natural, assim ressalta-se que esta é uma suposição, pois outros fatores teriam que ser avaliados. Estudos sazonais com espécies de peixes amazônico foram realizados por Rocha et. al (1982).

Segundo Bello e Rivas (1992), o teor de gordura do tecido muscular de tambaqui (*Colossoma macropomum*) cultivado aumentava na medida em que aumentava tamanho dos exemplares estudados. Cabe considerar o tipo de alimento fornecido quanto aos componentes de proteína e gordura da dieta fornecida aos peixes.

Quadro 04 – Composição química do tecido muscular de algumas espécies de peixes amazônicos.

Espécie	Umidade	Proteína	Gordura	Cinza	Referência
	(%)	(%)	(%)	(%)	
Tambaqui *	74,33	17,01	7,60	0,95	Almeida (1998)
<i>Colossoma macropomum</i>	79,42	16,74	2,66	1,18	Andrade (2006)
Matrinxã *	72,33	18,43	7,49	0,98	Batista (2002)
<i>Brycon cephalus</i>	74,15	16,74	5,55	0,88	Andrade (2006)
Pirarucu ** (filé – lombo)	79,8	18,3	0,2	1,7	Dias (1983)
<i>Arapaima gigas</i>	80,4	18,0	0,4	0,7	Carvalho (1998)
Acari-bodó **	83,42	15,26	0,24	1,03	Souza et al (2003).
<i>Liposarcus pardalis</i>					
Arauanã **	77,33	19,31	0,47	0,92	Peixoto Castro (1999)
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>					
Aracu **	73,57	20,22	3,11	0,92	Jesus (1999)
<i>Schizodon fasciatum</i>					
Branquinha **	75,40	19,19	3,18	1,19	Jesus (1999)
<i>Potamorhina sp.</i>					
Curimatã **	74,63	20,25	2,49	1,15	Jesus (1999)
<i>Prochilodus nigricans</i>					
Jaraqui **	76,55	20,16	1,43	0,79	Jesus (1999)
<i>Semaprochilodus sp</i>					
Mapará **	64,91	11,37	20,94	0,86	Jesus (1999)
<i>Hypophthalmus edentatus</i>					
Pacu **	74,56	18,41	2,97	1,14	Jesus (1999)
<i>Metynnis hypsauchen</i>					
Pirapitinga **	74,68	20,03	2,11	1,17	Jesus (1999)
<i>Piaractus brachypomum</i>					
Piarmutaba **	79,4	18,4	1,3	0,8	Filgueiras (2002)
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>					

* procedente de piscicultura; ** procedente dos rios do Amazonas.

Para o pirarucu, valores da composição centesimal do filé estão mostrados no Quadro 03. De acordo com Dias (1983), os valores, em média, na região da barriga são: 76,89% de umidade; 18,21% de proteína; 3,20% de lipídios e 1,09% de cinza. Verifica-se que o teor de gordura na ventrecha é superior ao conteúdo de 0,2% de lipídios no lombo, que o torna parte mais perecível e exige maiores cuidados para sua conservação.

3.4.2. Bases voláteis totais, pH e proteínas solúveis em sal

O início da formação das bases voláteis se dá nas primeiras etapas da autólise, juntamente com a formação do OTMA e o aumento do pH. Essa relação nem sempre acontece com todos os peixes, principalmente com as espécies de peixes de água doce, onde o OTMA não está presente, e o aumento do pH é mais relacionado com o aumento no número de microrganismos. (Huss, 1997; Gram e Huss, 1996; Kyrana e Lougovois, 2002).

As bases voláteis totais são formadas pelo amoníaco, trimetilaminas, dimetilaminas, e metilaminas. O composto mais acentuado é o amoníaco produzido principalmente pelas enzimas endógenas e de origem bacteriana (Sikorski et al.1990b).

Peixes marinhos e peixes de água doce de acordo com Contreras-Guzman (1994) quando armazenados em gelo apresentam evolução no BVT diferentemente. A comparação entre essas espécies mostra nem sempre as espécies de água doce alcançaram o limite de aceitação do pescado de 30 mg N/100g durante o período de estocagem (Connell, 1995). Porém, esse valor nem sempre é o mesmo para todas as espécies, o que torna importante a realização de estudos para determinar o nível para cada uma delas. Esse limite internacional foi adotado pelo Governo Brasileiro (BRASIL, 1980).

Para o tambaqui de cultivo, o N-BVT apresentou durante o tempo de estocagem valores entre 5,85 a 36,63 mgN/100g (Almeida, 1998). Outro trabalho realizado com o matrinxã (*Brycon cephalus*), estocado em gelo, procedente de piscicultura, foi observado no décimo sexto 19,57 mg N/100g músculo, no vigésimo nono 33,33 mgN/100 g de músculo (Batista, 2002). Porém, em tilápia sacrificada por hipotermia e com gás carbônico, Albuquerque et. al. (2004) não observaram variação nos valores durante 17 dias de estocagem em gelo, em média esses dados foram de 16 mg N/100g.

O pH do pescado, logo após sua captura, apresenta geralmente uma redução. Com a

morte, o processo de respiração pára e instala-se processo de degradação do glicogênio por via glicolítica ou amilolítica, produzindo o ácido láctico.

Segundo Ogawa e Ogawa (1999) com o aumento do ácido láctico o pH do tecido muscular dos peixes de carne vermelha alcança valores de 5,6 e nos peixes de carne branca o valor é de 6,0.

A determinação das proteínas musculares solúveis em meios aquosos e salinos, segundo Contreras-Guzman (1994), é importante para o conhecimento da deterioração das propriedades funcionais da carne congelada.

Os pesquisadores Gómez-Guillen et al. (2000), avaliaram o efeito das características biológicas do salmão do Atlântico para a produção de filés defumados. Os peixes foram colocados sob estresse e o resultado da solubilidade protéica foi a constatação de um leve decréscimo nos exemplares estressados.

Quando o pescado é colocado sob refrigeração a velocidade de formação dos compostos é regulada pelo movimento das moléculas, pois depende da temperatura e o estado de agregação dos corpos (sólido, líquido e vapor). Esta propriedade fundamental da matéria dá-se nos alimentos conforme seguinte fórmula (Gruda e Postolki, 1986):

$$Y_t = \left(\frac{\partial x}{\partial \tau} \right) = f(t) ; \text{ onde:}$$

Y_t = velocidade de reação a temperatura t ;

X = quantidade de produto transformado;

T = tempo de transformação;

t = temperatura

Através da equação acima, propôs-se a seguinte expressão: $\ln Y_t = Y_0 + at$; onde Y_0 = velocidade de reação a temperatura de 0 °C;

a = constante.

Portanto, ao colocar um o corpo a baixas temperaturas, ocorre a diminuição das reações, permitindo conservá-lo por mais tempo.

3.4.3. Oxidação lipídica

O lipídio é a principal fonte de energia para os animais. Nos peixes, a quantidade é muito variável, mas em geral, peixes fluviais e lacustres apresentam tendência de ter maior quantidade de lipídio do que os peixes marinhos (Contreras-Guzman, 1994).

Os lipídios dividem-se em dois grupos: o triacilglicerol e os fosfolipídios e colesterol. O desenvolvimento da oxidação das gorduras em peixes depende da temperatura de estocagem, e com o tempo ocorre o desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis. Love (1992) apud McGill (1974) e McGill et. al. (1974) descrevem que o sabor indesejável observada no bacalhau foi pela presença do cis-4-heptanal resultado da oxidação de ácidos graxos polinsaturados. O que se observa é que o alto teor de ácidos graxos insaturados mesmo em espécies magras como o bacalhau podem ocasionar problemas na qualidade com relação à oxidação da gordura.

O efeito da temperatura e do tempo de estocagem sobre o desenvolvimento da rancidez oxidativa e hidrolítica tem sido objeto de várias pesquisas para a determinação da qualidade e vida útil do pescado (Aubourg et al. 2005; Aubourg e Ugliano, 2002; Aro et al. 2005; Aubourg, 1999; Jesus, 1999). Estudos também foram realizados para avaliar a ação de compostos antioxidantes, vitamina E, na estabilidade de filés congelados e refrigerado de truta (Jittinandana et al. 2006). Eles verificaram que alimentando as trutas com teor de 5000 mg/kg observa-se acentuada melhoria na qualidade dos filés, compensando o aumento no custo da ração. A utilização do óleo de milho e do óleo de soja na dieta com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) mostrou que peixes jovens apresentaram diferenças na composição de ácidos graxos. Na avaliação da oxidação, os alimentados com óleo de soja foram mais favoráveis à oxidação do que os alimentados com o óleo de milho (Sant'Ana, 1998).

O interessante é que para transformar o pescado em um produto de qualidade, primeiramente a matéria-prima deve ter qualidade, foi pesando nisso que Losada et. al.(2006) avaliaram a qualidade da sardinha antes e depois de ser processando a quente, acondicionada em recipiente hermeticamente fechado. Os autores estocaram a sardinha de 2 a 5 dias em dois tipos de gelo, o gelo em escama e o gelo em partícula, processaram e avaliaram a rancidez do material enlatado, concluindo que a sardinha tratada com o gelo em partícula inibiu mais eficientemente o processo de oxidação, por conseqüência obtendo-se um produto de melhor qualidade.

Na estocagem sob congelamento a -30°C e -10°C de pescado subutilizado, direcionado a transformação em “minced fish”, Aubourg (1999) avaliou a alterações nos lipídios

em files de *Micromesistius poutassou*. A temperatura de -30°C todos os índices mostram correlação significativa com o tempo de estocagem, enquanto que a -10°C somente os índices de ácidos graxos livres e fluorescência correlacionaram positivamente ao logo do período de estocagem, os demais índices não deram segurança em mostrarem a evolução na oxidação dos lipídios.

Um dos índices mais utilizados para verificar a qualidade do pescado é o índice de TBA. Portanto, Osawa et al (2005) revisaram vários métodos para determinação do TBA, bem como os valores do índice TBA com relação à análise sensorial. Citando ainda que para peixe congelado, não refere qual espécie, nos índices menores do que 0,6 mg/kg os exemplares eram considerados não rancificados, entre 0,7 a 1,4 de qualidade aceitável e maiores do que 1,5 apresentavam-se ligeiramente rancificados. Contudo, valores de TBA encontrados variam bastante, pois dependem do perfil de ácidos graxos e das limitações do teste.

Nos peixes da região Amazônica, resultados mostram para as espécies de tambaqui

3.5. Propriedades sensoriais

Teste 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. Hanna (1995) cita que o processo de deterioração do pescado relacionado à qualidade sensorial é consequência de mudanças físico-químicas as quais são percebidas como perda de frescor e até deteriorado ou estragado. Inclusive, aspectos como a cor podem salientar a qualidade dos filés não restringindo-os apenas ao fator da deterioração (Sigurgisladottir et al. 1994).

A pesquisadora Mori (1988) relata que a análise sensorial foi definida, em 1975, pela Divisão de Análise Sensorial do Instituto de Tecnologia de Alimentos dos EUA como disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações àquelas características dos alimentos e materiais quando são percebidos pelos órgãos dos sentidos: visão, olfato, gosto, tato e audição. Essas reações dependem não só da classe e intensidade do estímulo, mas também das condições fisiológicas, psicológicas e sociológicas da pessoa ou grupo de pessoas que avaliam. As condições psicológicas e físicas do avaliador são muito importantes para a obtenção de resultados confiáveis.

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. Nos testes afetivos, normalmente comparativos, o consumidor ou provador é instado a indicar sua preferência ou aceitação do produto, em laboratório a equipe é composta de 25 a 50 pessoas e, na população esse número é entre 75 a 200 pessoas. Em testes discriminatórios, há treinamento da equipe para discriminar as características sensoriais de amostra, desse modo não é utilizado a nível de consumidor. Os testes descritivos servem para avaliar características quanto a aparência, o aroma, o sabor, a textura, quantificando por pontos cada um desses atributos, a equipe de provadores pode ser composta de 6 a 12 julgadores. Os testes de qualidade são empregados na comparação da amostra teste e do padrão, é uma combinação entre testes afetivos e descritivos, a equipe pode ser composta de 3 a 6 provadores (Teixeira et al. 1987; Chaves, 1998).

A avaliação da qualidade do pescado fresco como método científico foi introduzido pela Torry Reseach Station do Reino Unido (Shewan et al, 1953), e o princípio estabelecido era o de que cada característica sensorial participava independentemente das outras

Castelo (1987 e 1992) propôs uma tabela para avaliação da qualidade do jaraqui (*Semaprochilodus* spp) e do matrinxã (*Brycon* sp) comercializado em Manaus. Depois, Jesus (1989) utilizou a tabela proposta por Castelo (1987) para o gênero *Semaprochilodus*, baseada na tabela usada pela Torry Reseach Station conforme está descrito em Burgues et al.(1971). Foi associado à metodologia de classificação de pontos segundo o Sistema Alemão de Avaliação Sensorial. O resultado do trabalho indicou que, das 32 amostras analisadas, adquiridas nas feiras e mercados, nenhuma apresentou qualidade especial; 53% apresentaram boa qualidade e 47% apresentaram qualidade de consumo corrente. Como o peixe foi adquirido nas feiras, era de esperar que não encontrassem peixe com qualidade especial.

Segundo Filgueiras (2002), filés de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) congelados e estocados a -18°C , durante 120 dias, mantiveram-se em ótima qualidade sensorial. Os filés, quando avaliados pelo painel de provadores receberam, em média, 22 pontos, tendo em vista que a escala sensorial foi de 27 pontos como mais alta qualidade, e 5 pontos como o baixa qualidade.

3.5.1. Método do índice de qualidade (MIQ)

O Método do Índice de Qualidade (MIQ) é um dos métodos mais recentes para avaliar a qualidade do pescado. Surgiu na Europa como alternativa para o esquema da Comunidade

Européia.

Esse esquema foi desenvolvido em meados de 1980 na Tasmanian Food Research Unit (Bremner, 1985; Bremner et al., 1987). Buscam traduzir os atributos com as alterações envolvendo a aparência geral, brânquias, olhos, pele, a essas características. Estabelece pontos entre 0 e 3 conforme definições que melhor descrevem o curso da deterioração.

A diferença entre os outros esquemas está no número de descritores podem ser entre 2 a 4 e o uso de ter várias informações específicas para cada produto. Os descritores são traduzidos em poucas palavras, evitando qualquer confusão entre os avaliadores. Os pontos são chamados pontos de deméritos e o índice é o resultado da soma dos pontos.

A relação dos pontos com o tempo é sempre linear. Normalmente começa com zero e próximo ao limite máximo ou quando ele é atingido o produto é rejeitado. Paralelo a esse método é realizado a análise do peixe cozido para confirmar esse método.

A manipulação do pescado e os fatores biológicos no arenque foram pesquisados por Nielsen e Hyldig (2004). Os autores verificaram que os peixes estocados em gelo foram melhor avaliados do que os mantidos em tanques contendo água do mar refrigerada, demonstrando assim que dependendo das condições de estocagem podem-se obter resultados diferentes

Para Nielsen e Green (2007), o método do índice de qualidade é um meio conveniente para estimar o tempo de estocagem e o tempo restante de vida útil. Eles desenvolveram estudos com o *Morone chrysops x saxatilis*, encontrando a curva de regressão para essa espécie em $MIQ=0,483 \times \text{dias em gelo} + 1,568$, com coeficiente de determinação igual a 0,934 e o tempo limite máximo para consumo foi de $14 \pm 1,2$ dias em gelo.

Para a solha senegalesa estocada em gelo, Gonçalves et al. (2007) propôs esquema otimizado para esquema QIM de 22 pontos de deméritos. Determinando em 15 dias como qualidade sensorial aceitável para essa espécie.

3.6. Propriedades físicas

3.6.1. Textura

A textura pode ser definida como um fenômeno sensorial complexo, relativo a todas as impressões percebidas quando o alimento entra em contato com as mãos, dedos, ou boca (Hyldig e Nielsen, 2001).

Na maioria dos produtos alimentícios, a sua aceitabilidade pelos consumidores leva fortemente em conta fatores de textura, aparência e o sabor. A análise da textura deve refletir as características mecânicas do alimento quando submetido a força definida, a avaliação pode ser realizada por métodos objetivos e métodos subjetivos. No primeiro caso se utiliza de seres humanos que realizam o processo de mastigação ou pressionando com os dedos, para emissão de conceitos (notas) sobre o grau de textura. No segundo, tem-se a utilização de um aparelho denominado de texturometro, onde a amostra é submetida a uma sonda que medirá o perfil da textura (Botta, 1991)

A propriedade de textura do peixe é importante fator de qualidade pois reflete seu estado de frescor. Ela é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Trabalhos de pesquisa têm buscado correlacionar a medida instrumental da textura com as medidas sensoriais (Morkore e Eine, 2003; Perez-Won et al. 2006; Hallier et. al. 2007) . A Figura 01 apresenta estrutura muscular bastante complexa, composto de blocos chamados de miotomos separados por uma linha de tecido de colágeno denominado miocomata. As fibras miocomata são conectadas inteiramente à pele e ao esqueleto.

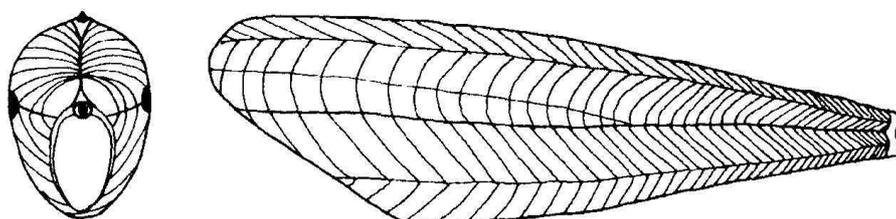


Figura 02. A estrutura do tecido muscular do peixe. (Fonte: Dunajski, 1980)

O músculo é bastante heterogêneo, por causa disto o sucesso na reprodução de testes instrumentais para coincidirem com métodos sensoriais pode estar na maneira e o local de medir a textura (Sigurgisladdottir et al. 1999; Jonsson et al. 2001).

Trabalho de revisão feito por Hyldig e Nielsen (2001) relata os fatores que influenciam a textura dos peixes e os métodos empregados na medida da textura de files e dos peixes inteiro. Os fatores são espécies, idade, tamanho e estado nutricional. Os fatores pós-morte que causam impacto na textura são o glicólise, pH, e rigor-mortis. Os fatores extrínsecos são a temperatura de estocagem e a variação nesse período, temperatura de cozimento e NaCl.

Para Sgarbieri (1996), a textura da carne vai depender dos seguintes fatores: a) proporção entre a miosina, actina, colágeno e elastina; b) estado de rigor-mortis; c) temperatura de estocagem e d) a desnaturação nas carnes cozidas e assadas. No peixe, o valor da textura será sempre menor do que na vaca, frango devido a estrutura do tecido conjuntivo e do tecido conectivo ser mais frágil.

Com o seu crescimento, as fibras dos peixes vão tornando-se mais grossas, Hyldig e Nielsen(2001), encontraram correlação altamente positiva entre a área da secção da fibra muscular e a firmeza sensorial do músculo em sete espécies de peixes.

Embora a dieta influencie em termos de conteúdo de umidade, gordura e proteína. Morkore et al.(2007) testaram o efeito do óleo de soja ou de peixe na textura do bacalhau de criatório. Não encontrou diferença entre as características sensoriais e a textura medida.

3.6.2. Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da água ficar no tecido muscular após aplicação de forças de compressão, centrifugação, prensagem, corte, aquecimento. A água se apresenta sob três formas: ligada, imobilizada e livre. A água ligada está presa a grupos hidrofílicos das proteínas. Assim, a capacidade de retenção de água tem relação direta com o número de cargas negativas. Esse efeito pode ser percebido pelo valor do pH. O CRA diminuiu em pH 5,2 a 5,3 que coincide com o ponto isoelétrico das proteínas musculares (Sgarbieri, 1996).

O princípio está baseado na saída de fluido do músculo quando o músculo do peixe é pressionado, assim parte dos fluidos do tecido saem, indicando a perda de nutrientes e das características organolépticas. O valor elevado de CRA representa que a carne tem boa ou excelente qualidade (Huss, 1997).

Um dos atributos utilizados para avaliar a qualidade do pescado é a mensuração da capacidade do músculo em reter a umidade. Sem essa retenção o peso decresce, forma um liquido de aparência não atrativa para o consumidor e a água é uma substancia de suma importância na determinação da boa textura. Na determinação da CRA se constata o emprego de diferentes métodos como a pressão, centrifugação, sucção, absorção e métodos óticos (Olsson et al 2003a).

Birkland et al. (2004) realizou a análise da CRA para o filé de salmão fresco e

defumado. Empregou o método da centrifugação onde uma fatia do file era cortada bem abaixo da nadadeira dorsal, acima da linha lateral, a pele era removida. As amostras, aproximadamente 15 g, eram pesadas e colocadas em um tubo com um papel de filtro pesado. O tubo era centrifugado às 500g por 10 minutos a 10⁰C, e o papel úmido era pesado, depois secado a 50⁰C até peso constante. A percentagem de perda de líquido era calculada na base úmida como:

$$CRA = \frac{(W2 - W1) \times 100}{S}, \text{ onde:}$$

S = peso da amostra, em g;

W1= peso papel de filtro seco, em g;

W2= peso papel de filtro úmido, em g.

No produto defumado, a perda por gotejamento em porcentagem durante a armazenagem a vácuo foi calculada em base de peso úmido como:

$$CRA = \frac{W_{\text{defumado}} - W_{\text{estocado}} \times 100}{W}, \text{ onde:}$$

W_{defumado} = peso do file antes de defumar, em g;

W_{estocado} = peso do file estocado a vácuo, em g;

W= peso amostra defumada, em g.

Os resultados mostraram que para o filé fresco, onde o CRA é informado em perda total de líquido, e perda de água. As análises mostraram que a média de cinco grupos foi 3,4 ± 1,0 de CRA, destes os lipídios 51,5% ± 8,3% e a umidade 48,5% ± 5,3%.

Em pesquisas desenvolvidas por Olsson et al.(2003a), com o “halibut “ selvagem e de piscicultura, verificou a alteração estrutural nos peixes com diferentes valores de pH e semelhantes CRA e vice-versa, isto é, se existia alterações estrutural pH-independente que poderia ser relatada por diferentes valores de CRA. Os valores de pH para o selvagem variaram entre 6,17 a 6,54 e a perda de líquido de 8,7 a 26,3%, enquanto para o da fazenda a variação foi de 5,90 a 6,89 nos valores de pH e 6,4 a 18,0% para a perda de líquido.

Carvalho (2003), avaliando o efeito de fatores físicos e químicos em géis de surimi de jaraqui e curimatã, utilizou metodologia de pressão conforme descrito em Suzuki (1991). Os valores não mostraram diferença significativa entre o “minced” das duas espécies, com leve decréscimo durante 23 dias de estocagem em gelo

Olsson et al. (2003b), demonstrou as alterações, medida pela capacidade de retenção de água, do tecido muscular do halibut durante estocagem em diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido até 15 e 18 dias. Foram dois tratamentos, um tratamento consistiu em

aplicar nos files 3mM de nitrito de sódio a fim de eliminar o efeito da deterioração bacteriana. Os resultados mostraram que a 50°C a perda de líquido é maior do que a 20°C e a 0°C, explicada pela gelatinização das fibras de colágeno que ocorrem entre 40 e 45°C e a desnaturação da miosina que resulta de uma contração transversal das células.

Em pesquisa realizada sobre a qualidade do “minced” congelado de peixes amazônicos (jaraqui *Semaprochilodus* spp.; aracu *Shizodon fasciatum*, e do mapará *Hypophthalmus edentatus*), nota-se que a capacidade de retenção de água (CRA) decresceu ao longo do experimento, demonstrando a perda da qualidade do produto durante o período de estocagem de 4 meses sob congelamento a -18°C (Souza, 2001).

3.7. Produtos de pescado

Na Índia, Venugopal (1995) elaborou trabalho mostrando a potencialidade de recursos pesqueiros que não são aproveitadas economicamente, sendo favorável ao desenvolvimento de novos produtos em processo que envolveria a melhora no sabor, na textura e na separação de partes comestíveis das espécies.

Um produto tradicional elaborado com filé de pirarucu é o tipo salgado-seco. É um procedimento desenvolvido artesanalmente. Começa pelo corte longitudinal da carne, formando grandes “mantas” subdivididas até a espessura de 3 a 4 cm. As “mantas” são estendidas e joga-se sal sobre elas sem nenhuma uniformidade, o que gera produtos de baixa qualidade tecnológica (Dias, 1983).

No intuito de melhorar a qualidade do pirarucu salgado-seco, Dias(1983) conduziu procedimentos tecnológicos processando os filés com a aplicação de coletores solares na secagem. Os resultados foram altamente satisfatórios, o produto após seis meses de estocagem ainda apresentava qualidade bem superior aos produzidos de maneira artesanal.

Pesquisas sobre a preservação, conservação e transformação do pescado no Amazonas vem sendo desenvolvido há vários anos. São pesquisas, realizadas com produto da pesca, sobre a qualidade do pescado, salga e secagem, defumação do pescado, “fishburger”, triturados, empanados, marinados, surimi, farinha de peixe e ensilado para aproveitar o resíduo do pescado (Jesus et. al. 1991).

De acordo com Carvalho (1998), filés de pirarucu defumado a frio foram bem aceitos por painel de provadores e manteve-se em condições de consumo, sob estocagem a -18°C, durante 150 dias.

Carvalho (2003) realizou estudos sobre a carne mecanicamente separada de jaraqui (*Semaprochilodus* sp) e aracu (*Shizodon fasciatun*), identificando as características na formação de gel com relação a temperatura e concentração de sal. Para o aracu a formação de geis foi influenciada pela temperatura e teor de sal, principalmente com a época de captura, porém eles foram indiferentes para o jaraqui.

4. MATERIAL E METODO

4.1. Preparação da amostra

Os espécimes de pirarucu utilizados neste experimento foram da mesma origem genética (pais). Apresentou crescimento rápido e o tratamento foi idêntico para todos os peixes, com o fornecimento do mesmo tipo de alimentação, no mesmo ambiente, mesmo tipo de água, temperatura, e sempre mantidos juntos desde a desova até o cultivo. Foram animais criados desde a fase juvenil com ração artificial seca. A ração foi da marca Nutron 40 extrusada específica para peixes carnívoros, com 40% de proteína. Portanto, procurou-se manter a uniformidade da amostra para diminuir a variabilidade no experimento em função da disponibilidade de exemplares para a pesquisa.

Assim sendo, o pirarucu foi cultivado em tanques de alvenaria de 200m² pertencente a Coordenação de Pesquisa em Aqüicultura- CPAQ do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, na cidade de Manaus, Amazonas, durante os meses de janeiro a agosto de 2006. Foram separados para a pesquisa dezesseis exemplares, que foram divididos em quatro lotes com 3 espécimes cada, mais um lote com 4 espécimes.

Os pirarucus ficaram sem alimentos 24 horas antes de serem retirados do viveiro. Após a captura, foram imersos imediatamente em água com gelo (2°C ± 1⁰C) em caixa de

isopor com capacidade para 170 litros, a fim de sacrificá-los por hipotermia, logo depois transportados para a Planta Piloto de Pescados do CPTA/INPA.



Figura 03 - Tanques de alvenaria, no CPAQ/INPA, Manaus, Amazonas.



Figura 04 – Caixa de isopor de 170 litros com gelo para abate e transporte dos pirarucus.



Figura 05 – Exemplos de pirarucu abatidos por hipotermia.

A temperatura da água onde os peixes foram sacrificados estava a $2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. O tempo que eles levavam até serem considerados mortos, sem nenhum movimento, foi de 15 minutos.

4.2- Metodologia

4.2.1. Desenho experimental

O esquema mostrado na Figura. 04 mostra o delineamento da pesquisa realizada com o pirarucu de cativeiro.



Figura. 06. Diagrama do experimento com o pirarucu de cativeiro.

4.2.2. Preparação para estocagem em gelo.

As amostras de pirarucu sacrificado por hipotermia foram acondicionadas em caixas de isopor de 170 litros com gelo: peixe na proporção de 2:1. Após 15 dias, o gelo foi trocado por outro. A procedência do gelo foi da marca Gelocrim adquiridos em sacos de 40 kg.

Foram determinados índices de rigor mortis em 12 peixes, e as análises de pH e textura em seis peixes, o valor de N-BVT e pontos sensoriais em seis peixes sendo 3 peixes para a determinação na forma inteira e 3 peixes separados para determinação do peixe cozido. As análises eram repetidas de semanalmente. Todas as determinações foram realizadas em triplicatas

4.2.3. Preparação para estocagem a -18 °C.

Os peixes foram sacrificados por hipotermia e deixado passar o tempo de rigor mortis para processá-los na forma de filés, com 250 g de peso médio. Os filés foram acondicionados em gelo e depois levados para congelamento em armário de placa, em seguida embalados em sacos plásticos transparente, e armazenados em freezer com controle de temperatura a -18°C. As determinações químicas, físicas e sensoriais foram realizadas em parte do corpo (dorso e ventre).

Para as análises, as amostras eram descongeladas em refrigerador a 2-4⁰C até o dia seguinte.

4.2.4. Determinação do rendimento

Os exemplares foram inicialmente medidos quanto ao comprimento total e padrão, em seguida tomado e peso total. Na mesa de beneficiamento, foram removidas as escamas eviscerados, descabeçados e fileteados. As porções corporais eram pesados em balança digital, marca Filizola, com capacidade para 15 kg. Todas as informações tabuladas em planilhas e calculada a porcentagem de cada parte.

4.2.5. Métodos Analíticos Químicos, Físicos e Físico-químicos.

4.2.5.1. **Determinação da umidade:** segundo técnica da AOAC (1990);

4.2.5.2. **Determinação da Proteína Total:** realizado de acordo com método de Kjehdahl, descrito em AOAC (1990);

4.2.5.3. **Determinação de Lipídeos Totais:** determinado pelo método Soxlet;

4.2.5.4. **Determinação de Cinza:** determinado conforme descrito em AOAC(1990).

4.2.5.5. **Determinação do pH:** realizado de acordo com as “Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985);

4.2.5.6. **Determinação do nível de N-BVT:** realizadas de acordo com as “Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985); e pelo método de extração em TCA a 7,5% conforme Jesus (1999) e LANARA (1981).

4.2.5.7. **Determinação do teor de cloretos:** realizada conforme metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

4.2.5.8. **Determinação da atividade de água:** realizado com o aparelho “Aw-value Analyse” modelo 5803 da Luft Co (Alemanha).

4.2.5.9. **Determinação do valor de TBA**

A estabilidade oxidativa do filé congelado e do defumado a quente foi medida pelas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA). Foram quantificadas segundo metodologia proposta 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. Foram pesada cerca de 50 gramas de amostra, extraídas com 100 ml de TCA 7,5%, misturadas em liquidificador por 1 minuto. Filtrada em papel de filtro Watman n. 1 sob vácuo e estocadas em refrigerador até a realização da análise.

4.2.5.10. **Determinação da Textura**

A textura foi determinada conforme Sigurgisladottir et al. (1999) com modificações. A medição foi realizada em aparelho analisador de textura TA.XT2 (Stable Micro system, Surrey, UK) mostrado na Figura 09.

Preparação da amostra. Os filés foram cortados na forma de porção quadrada medindo 2 cm de espessura x 3 de largura x 3 cm de comprimento. O ensaio foi realizado com a amostra a temperatura aproximada a 10⁰C.

Nos testes com o peixe inteiro, eles foram colocados deitados lateralmente (Figura 09) e aplicado a medição.

4.2.5.10.1. **Teste da Dureza e Coesividade.**

O aparelho tem interface com o programa “Texture Expert” ver. 1.22 (Stable Micro System Ltd.) e as macros eram executadas para medir a força máxima e a coesividade. A Figura 07 indica as medidas tomadas no ensaio, conforme parâmetros indicados na Tabela 01. Foram tomadas apenas duas medidas: a dureza máxima, indicada no ponto 2 e a coesividade pela relação A12/A4-6 conforme Manual Texture Express v. 1.22, 1995, do fabricante do aparelho..

Tabela 01 - Parâmetros da determinação da textura aplicada em pirarucu.

	Parâmetros
Modo:	Análise do perfil de Textura
Opção	Return to start;
Velocidade pré-teste:	2,0 mm/s
Velocidade de teste:	2,0 mm/s.
Velocidade pós-teste:	5,0 mm/s
Distancia:	5mm
Tempo do ciclo	5 s
Sonda	Esférica P/05S 12,5mm de diâmetro

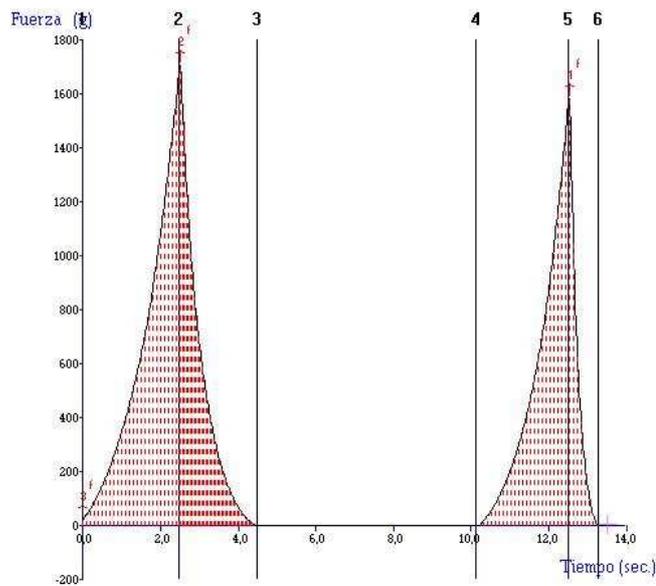


Figura 07 - Análise do perfil da textura(TPA) (Software Texture Express v.1.22).

4.2.5.10.2. Teste de força de penetração

A determinação da textura foi realizada para conhecer a dureza do filé ao exercer a pressão. A Figura 08 representa a variação da textura conforme parâmetros indicados na Tabela 2.

Tabela 02 – Parâmetros para a determinação da textura em filés de pirarucu.

	Parâmetros
Modo:	Medida de força em compressão
Opção	Return to start;
Velocidade pré-teste:	2,0 mm/s
Velocidade de teste:	2,0 mm/s.
Velocidade pós-teste:	5,0 mm/s
Distancia:	5mm
Sonda	Esférica P/05S 12,5mm de diâmetro

A dureza é a força máxima exercida na amostra, indicado no ponto 2 da Figura 08.

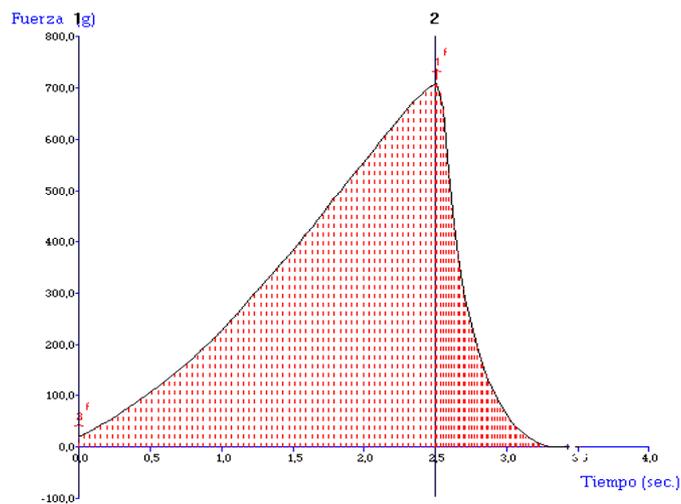


Figura 08 – Curva mostrando a força máxima de penetração (Software Texture Express v.1.22).



Figura 09 – Aparelho texturometro para Análise da textura.

4.2.5.11. Determinação da capacidade de retenção de água (CRA)

Determinado pelo método da centrifugação (Birkland et al. 2004; Kiessiling et al. 2004) adaptado de Gomez-Guillen et al.(2000) . Uma porção do filé foi cortada bem abaixo da nadadeira dorsal, acima da linha lateral, a pele removida. As amostras, de aproximadamente 2 g, foram colocadas em um tubo de centrífuga com filtro (Gilson pipetman pipet filter). A centrífuga utilizada foi equipamento marca Sorvall SL-250T . O tubo foi centrifugado a 4000 rpm, durante 10 minutos a 10⁰C. Determinada pela seguinte fórmula: %CRA = 100 x (P2-P1)/Pa; onde P1= peso filtro seco; P2= peso filtro úmido; Pa= peso amostra.

4.2.5.12. Determinação das proteínas solúveis em sal (PSS).

Determinado segundo técnica descrita por Ciarlo (1985). Uma amostra de 5 g foi pesada e triturada e homogeneizada em 100 ml de solução a 4⁰C de NaCl 5%, ajustada a pH 7,0 - 7,5, durante 1 minuto. Em seguida centrifugada a 7500 rpm por 30 minutos, à temperatura de 4⁰C. O teor da proteína foi determinado pelo método Biureto, em espectrofotômetro, lido a 550 nm. O resultado expresso em porcentagem, segundo a expressão: (PSS/Proteína Total) x 100.

4.2.5.13. Determinação do Índice de rigor-mortis (IR) .

Determinado conforme metodologia descrita em Bito et al (1983). O índice de rigor-mortis foi determinado a cada 30 minutos, com o propósito de identificar o início da entrada em rigor, do rigor total, até a resolução do rigor, conforme Figura 10. O IR foi calculado segundo a equação:

$$IR(\%) = \frac{D_o - D}{D_o} \times 100 \quad \text{onde:}$$

IR = Índice de Rigor

D_o = Distância inicial entre a superfície da mesa e a base da nadadeira caudal

D = Distância final entre a superfície da mesa e a base da nadadeira caudal



Figura 10 - Medida do índice de rigor mortis do pirarucu, a) fase de pré-rigor; b) medição do IR e c) peixe em fase de total rigor.

4.2.6. Determinação microbiológica

Contagem de microrganismos nas amostras consistirá de:

- a. Contagem total de psicrófilos a 7°C, será conforme metodologia descrita em LANARA(1981) e ICMSF (1983);
- b. Contagem total de mesófilos/psicrófilos a 20°C, conforme metodologia em LANARA (1981);
- c. Contagem total de aeróbios a 35°C, metodologia proposta em LANARA(1981), Silva et al (1997).
- d. Contagem de bactérias do grupo de coliformes totais e fecais, através da técnica do NMP, segundo ICMFS (1983)
- e. Contagem do grupo de microrganismos bolores e leveduras, conforme LANARA (1981) e Silva et al. (1997).

No peixe inteiro, será retirada da região dorsal aproximadamente 50g de músculo, com uso de facas previamente esterilizadas.

4.2.7. Método de análise sensorial.

As análises sensoriais foram: avaliações físicas, sobre o peixe inteiro e as provas de degustação sobre os filés dos peixes resfriados e congelados. A análise sensorial física será realizada por pontos de deméritos, descrito por Larsen et al. (1992), conforme Anexo A, e com tabela modificada da Torry Research Station (Burgess, et al. 1971) para o esquema do peixe cozido, conforme Anexo B.

Para os produtos (defumado a quente, salgado-seco, carpaccio e panceta) as determinações sensoriais foram realizadas utilizando fichas, conforme anexo C e D, descritas por Teixeira et al. (1987) respondidas pelo painel de 29 provadores. No teste com o pirarucu salgado-seco, a amostra foi preparada conforme Ribeiro (2005).

4.2.8. Elaboração de Produtos de pirarucu

O aproveitamento da carne do pirarucu foi realizada para conhecer determinados parâmetros nos produtos bem como suas características. Os processos empregados foram: a) defumação a quente em filés; b) Salga e secagem; c) Elaboração de panceta com a carne da barriga e d) Elaboração de carpaccio de file da região dorsal.

4.2.8.1. Elaboração de filés defumados a quente.

O esquema de processamento está mostrado na Figura 11., com as principais etapas empregadas na defumação a quente dos filés de pirarucu.

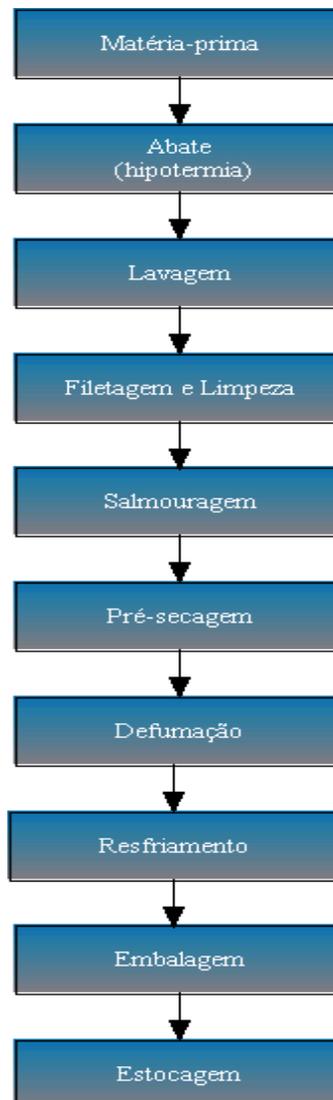


Figura 11 – Diagrama do processamento de defumação a quente de filés de pirarucu.

O defumador empregado foi do tipo artesanal. Para obter maior temperatura foi adaptado entrada para queima de gás.

A aplicação da metodologia para defumação dos filés seguiram as seguintes etapas: salmouragem a 50⁰S (154 g de sal por litro de água) durante 8 minutos conforme Carvalho (1998) para a obtenção do teor de sal de 2,5% no músculo; drenagem por uma hora a temperatura de 26⁰C; tempo de defumação de 30-40⁰C por 30 minutos; 40-50⁰C por 30 minutos; 50-60⁰C por 30 minutos; 60-70⁰C por 30 minutos; 70-80⁰C por 30 minutos e 80-90⁰C por 15 minutos. Essa temperatura foi testada a fim de atingir a temperatura em torno de 55-60⁰C no meio do filé. Utilizou-se mistura de serragem de madeira (principalmente louro)

obtida da Serraria Moss Ltda. A seguir o defumado foi resfriado em sala refrigerada com temperatura a 23⁰C durante 1 hora e 30 minutos, depois embalada em filme de plástico transparente e congelada e estocada a -18⁰C.

4.2.8.2. Elaboração de filés de pirarucu salgado e seco.

O processo de salga e secagem foi realizada para determinar a curva de secagem a 40⁰C. A Figura 12 mostra o processo de elaboração do filé salgado e seco. Para a secagem, foi empregada a estufa com circulação de ar.

Foi empregada a metodologia da salga-seca. Na salga seca os filés foram misturados com sal fino e sal grosso (1:1) colocados em uma mesa e sob pressão de aproximadamente 1 kg, deixados durante 5 dias. Removidos os filés, retirada amostras e levados para a estufa de secagem com ar circulante, a temperatura de 40⁰C, e embalados em filme de polietileno.



Figura 12 – Fluxograma do processamento de filé salgado e seco.

4.2.8.3. Elaboração de “panceta” de pirarucu

Para a elaboração desse tipo de produto foi aproveitada a carne da região ventral por ter maior teor de lipídio. Para 1kg de produto, foi colocado sal (5%) e pimenta do reino moída (0,5%), a carne foi enrolada e amarrada no formato de tubo cilíndrico (Figura 13).

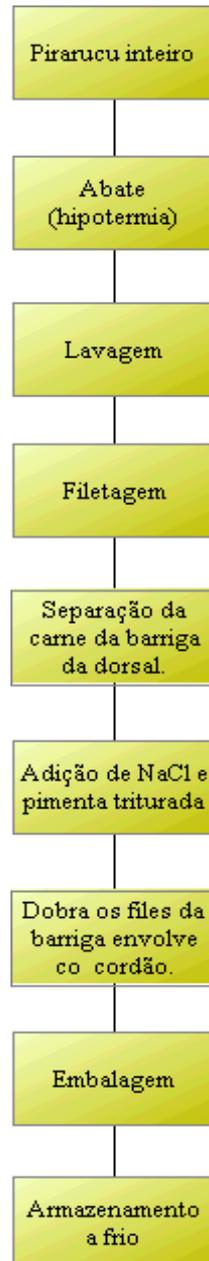


Figura 13 – Fluxograma do processo de elaboração da panceta de pirarucu.

4.2.8.4. Elaboração de carpaccio de pirarucu.

A Figura 14 mostra as fases de preparo do carpaccio de filé de pirarucu.

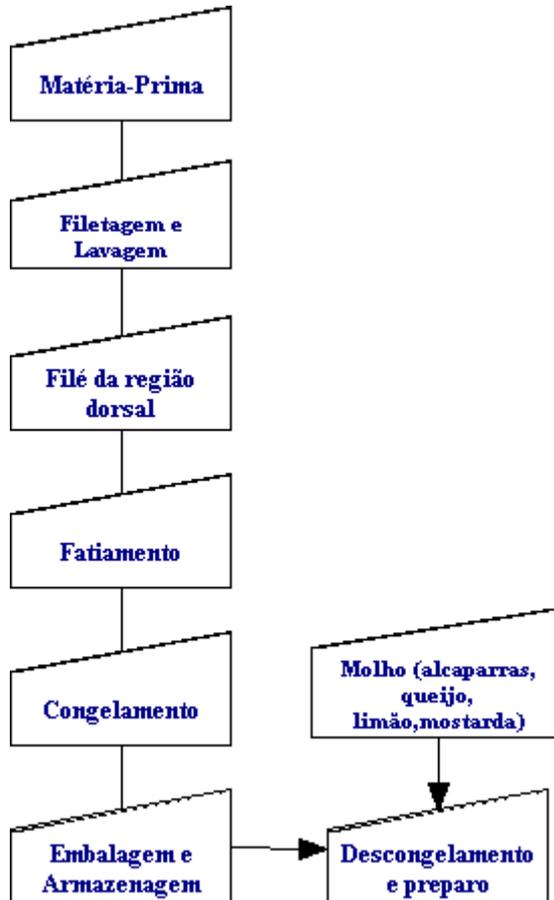


Figura 14 - Diagrama da elaboração de carpaccio de pirarucu.

A região dorsal foi congelada e cortada em fatias bem finas. O molho constou de azeite (100 ml), mostarda (80g), alcaparras (130g) e suco de limão (30 ml). O molho foi colocado sobre as fatias e em seguida polvilhada com queijo parmesão ralado (10 g), para uma quantidade de 500 g de filé.

4.2.9. Análise estatística

Aplicação do teste t-Student para comparação entre duas variáveis, ao nível de $\alpha=0,05$. Parâmetros de tendência central: média aritmética e desvio padrão entre as determinações químicas, físicas e bioquímicas. Nas análises sensoriais, a aplicação da análise de variância para os dados normalizados, e os que não estiveram foi aplicado análise não paramétrica, o teste Kruskal-Wallis.

Verificação de correlação entre as variáveis através da matriz de correlação e o emprego de modelo de análise de regressão correlacionando os parâmetros sensoriais e parâmetros bioquímicos, físico-químicos com o tempo de estocagem (Zarr, 1999).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

5.1. Rendimento

A análise da Tabela 03 mostra que o rendimento médio do filé foi de 41,41%. Verifica-se ainda que o coeficiente de variação do comprimento total e do peso total esteve abaixo dos 10%, indicando baixa dispersão dos dados, mostrando, portanto elevada homogeneidade da amostra. Quanto às demais medidas, elas estão dentro da faixa considerada de média dispersão, podendo representar o grau de destreza do pessoal que beneficiou o pirarucu.

Tabela 03 - Características morfológicas e rendimento do pirarucu de cativeiro.

EXEMPLAR	COMPRIMENTO (cm)		PT	PFSP	PCab	PV	PB	PPE	PCarc	FC
	CT	CP	g	%	%	%	%	%	%	
1	92	86	6480	42,1	14,1	6,8	2,5	16,4	17,5	1,02
2	98	89	7225	41,6	12,8	6,5	2,5	17,3	16,5	1,02
3	100	92	7210	38,0	10,0	8,9	2,4	20,6	20,0	0,93
4	97	89	7285	39,5	8,9	8,4	3,0	20,3	20,5	1,03
5	95	86	6200	43,7	9,8	7,6	2,3	17,6	18,4	0,97
6	96	89	6935	43,1	9,4	7,8	2,8	19,9	17,7	0,98
7	100	91	7190	43,8	13,6	5,2	2,9	15,3	18,4	0,95
8	105	96	9100	39,4	14,3	5,6	3,0	19,3	16,5	1,03
9	95	88	6610	41,5	14,8	4,5	2,7	19,7	18,1	0,97
Média	97,55	89,55	7137,22	41,41	11,96	6,811	2,67	18,48	18,17	0,99
DP	3,77	3,12	830,62	2,05	2,39	1,49	0,26	1,89	1,37	0,03
CV	3,87	3,49	11,63	4,95	20,02	22,01	9,84	10,22	7,56	3,82

OBS: PT=Peso Total; PFSP=Peso do Filé Sem Pele; Pcab=Peso da Cabeça; PV=Peso das Vísceras; PB=Peso das Brânquias; PPE= Peso das Peles e Escamas; PCarc=Peso da Carcaça; FC=Fator de condição.

Souza et al. (2005) estudando o rendimento de filés com e sem pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), dividindo-os em três classes de peso, constatou que houve relação direta entre o peso total e o rendimento, os valores variaram de 38,54 a 40,47%. Esses dados se comparados com os dos pirarucus na questão de rendimento dos filés, mostram que, mesmo sem pele, o rendimento é superior (Tabela 03), caso esperado por se tratar de um peixe cilíndrico.

O peso do filé foi calculado sem pele e escamas. Isso foi feito visando ao aproveitamento da pele para seu beneficiamento, pois a pele tem tamanho e valor significativo

para este tipo de indústria. Dados sobre o rendimento encontrado em Dias (1983), trabalhando com pirarucu da natureza, mostram valores de 57,8% de filé com pele em exemplares com peso médio de 5,9 kg. Vale ressaltar que as só as escamas representaram 6,6%. Os dados variaram principalmente em função do efeito da destreza do fileteador, quanto mais experiente maior será a chance de aumentar o rendimento do filé. Além disso, parte do músculo saía aderido à pele, pois se tinha o cuidado para manter a integridade da mesma, conseqüentemente é possível que o rendimento seja próximo, quando somado a pele e escama, ao que é mostrado em Dias (1983).

Com a tilápia do Nilo, Boscolo et al. (2004) fornecendo quatro tipos de rações resultou em rendimento de filés em: 35,51%; 34,55%; 36,24% e 36,63%. Assim, o rendimento do pirarucu superior aos da tilápia.

5.2.Composição centesimal

Os valores da composição centesimal (Tabela 04) foram obtidos da amostra retirada de três peixes, separando a região abdominal e a região dorsal. Isso foi realizado considerando que o pirarucu apresenta marcada diferença em termos de teor de lipídios entre as regiões mencionadas, e do ponto de vista tecnológico, o processo de deterioração de lipídios diminui o tempo de vida do produto além de envolver a necessidade de tratamento com antioxidante.

A composição centesimal de duas partes do músculo do pirarucu é apresentado na Tabela 02. A diferença entre o teor de lipídios é significativa, passando de 0,52% para 1,76% porém abaixo do limite de 2% o que pode ser considerado como baixo teor de gordura (Ackman,1989). Portanto, a composição do tecido muscular refletiu a dieta fornecida que foi ração com 40% de proteína bruta. De um modo geral, a composição química do tecido sempre será o que o peixe comer.

Em estudos realizados por Jittinanda et al. (2006) com trutas alimentadas com ração enriquecidas com vitamina E se verifica o efeito desse composto no músculo dos peixes. Também Rora et al. (2005a e 2005b) mostram as diferentes características da composição dos lipídios presentes no músculo do salmão (*Salmo salar*) em função da dieta com diferentes tipos de óleo.

Na natureza, a oferta e tipo de alimentos, além de outros fatores, determinam a composição química dos peixes (Huss,1998; Sikorki et al.1990a), enquanto que em peixes cultivados, este será por causa dos componentes presentes na ração.

Segundo Sigurgisladottir et al. (1994) a presença de tocoferol e astaxantina pode conferir coloração rosea ao músculo do salmão melhorando sua qualidade. A análise sensorial mostrou a preferência pelos filés com astaxantina.

Tabela 04 - Composição centesimal do músculo de pirarucu (*Arapaima gigas*), de piscicultura, em duas regiões do corpo.

Determinações	Lombo	Ventre
Umidade	79,51 ± 0,02	77,88 ± 0,53
Proteína	17,56 ± 0,12	16,10 ± 0,37
Lipídios	0,52 ± 0,12	1,76 ± 0,03
Cinza	0,87 ± 0,06	0,084 ± 0,05

Média ± Desvio padrão.

A composição da carne da barriga (ventre) analisada por Dias (1983) em exemplares selvagens apresentou valores de médios de lipídios de 3,30% e cinza de 1,69% sendo diferentes do encontrado neste trabalho, mostrado na Tabela 02. A média da gordura em pirarucu da natureza também segundo o mesmo autor foi de 0,2% em média, neste estudo encontramos valor maior, acreditamos devido à ração balanceada fornecida ao pirarucu.

5.3. Estudo da qualidade do pirarucu mantido em gelo.

Foi estudado o pirarucu na fase de estabelecimento do período de rigor mortis através da determinação do Índice de Rigor do pH e da textura.

5.3.1. Índice de Rigor Mortis, pH e textura.

O conhecimento do período de rigor-mortis é muito importante para a aplicação de tecnologias, o aproveitamento, o rendimento e conservação da matéria-prima (Rora et al. 2004; Birkeland et al. 2005; Wang et al. 2000, Curran, 1986). Conhecer o tempo de rigor-mortis para o pirarucu levará ao melhor manejo dessa espécie quanto a conservação dos filés congelados, evitando problemas principalmente com o desengajamento ou o rompimento das fibras musculares.

A fim de avaliar a influência do período de coleta (manhã ou tarde) no tempo de resolução de rigor, os peixes foram medidos o Índice de Rigor (IR) no turno da manhã (08:30) e no turno da tarde (15:30). Repetindo duas vezes com três peixes em cada medida. A temperatura da água a 20 cm abaixo da lâmina de água foi de 28,5⁰C à tarde, e de 27,5⁰C pela manhã. A coleta desse material se realizou nos meses de julho, agosto e setembro de 2007, portanto nos meses de verão amazônico.

A constatação da morte foi pela observação da ausência plena de batimento do opérculo e movimento da cauda. O tempo medido entre a colocação dos peixes no gelo até a morte foi de 15 minutos, os peixes permaneceram no gelo durante todas as medidas.

O tempo de rigor mortis para o pirarucu se apresentou diferente em relação a alguns peixes amazônico como o tambaqui e o matrinchã (Almeida et al., 2005; Batista et al. 2004). Observa-se que a rigidez máxima se deu aos 60 minutos, com 82% e 76%, diferente para o tambaqui onde a rigidez máxima encontrada por Almeida et al (2005) foi aos 30 minutos.

Na pesquisa realizada por Morkore et al. (2002) em truta (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada com ração com 40% de proteína bruta a resolução do rigor foi de 4 dias.

A Tabela 05 mostra os tempos e o Índice de Rigor (IR) o pH e a textura média entre os exemplares nos dois turnos, manhã e tarde.

Tabela 05 - Variação do Índice de Rigor em % e o tempo, nos pirarucu de cativeiro.

Tempo (min)	Índice de Rigor (%)		pH **	Textura ***	
	Manhã *	Tarde *		Dureza (g)	Coesividade
0	0	0	6,58	1276	0,98
30	74 ^a	58 ^a	6,52	1009	0,98
60	82 ^a	76 ^a	6,48	1474	0,98
90	72 ^a	47 ^a	6,52	1072	0,94
120	56 ^a	29 ^b	6,57	1012	0,91
150	45 ^a	6 ^b	6,67	1031	0,92
180	36 ^a	5 ^b	6,68	1028	0,90

*Entre duas letras não houve diferença estatisticamente significativa, a $p < 0,05$.

**Medido em 3 exemplares no período da manhã

***Medido em três exemplares no período da tarde.

Outra questão a ser considerada é o nível de estresse. Peixes sacrificados a partir de diferentes métodos levam certamente a revelar índices diferentes de rigor mortis (Roth et al. 2006). Sabe-se que diferentes condições de abate refletem no tempo do rigor mortis (Ozohul et al. 2004; Roth et al. 2006; Scherrer et al. 2007). No caso do pirarucu, a rápida entrada em rigor pode ter sido pelo sua idade, pois a duração e a intensidade do rigor mortis é mais breve

em peixes jovens (Contreras-Guzman, 1994). Também o método por asfixia pode ser considerado um método estressante comparado ao do sangramento e do choque elétrico (Ottera et al. 2001; Sebastio et al. 1996).

Para verificar se havia diferença no índice de rigor entre os peixes abatidos no período da manhã e no período da tarde, foi aplicado teste de comparação em cada tempo. Os resultados mostram que, após 120 minutos houve diferenças significativas entre os valores de rigor mortis medidos pela manhã e pela tarde, nos emplaes da tarde, o índice de rigor foi muito menor. Porém analisando o conjunto de dados, conforme a Figura 02, os valores mostraram que não existe diferença entre sacrificar os peixes no período manhã ou tarde. Isto provavelmente aconteceu pelo período, os meses de agosto e setembro, estão no verão amazônico, quando as temperaturas são muito próximas, independentes de ser manhã ou tarde.

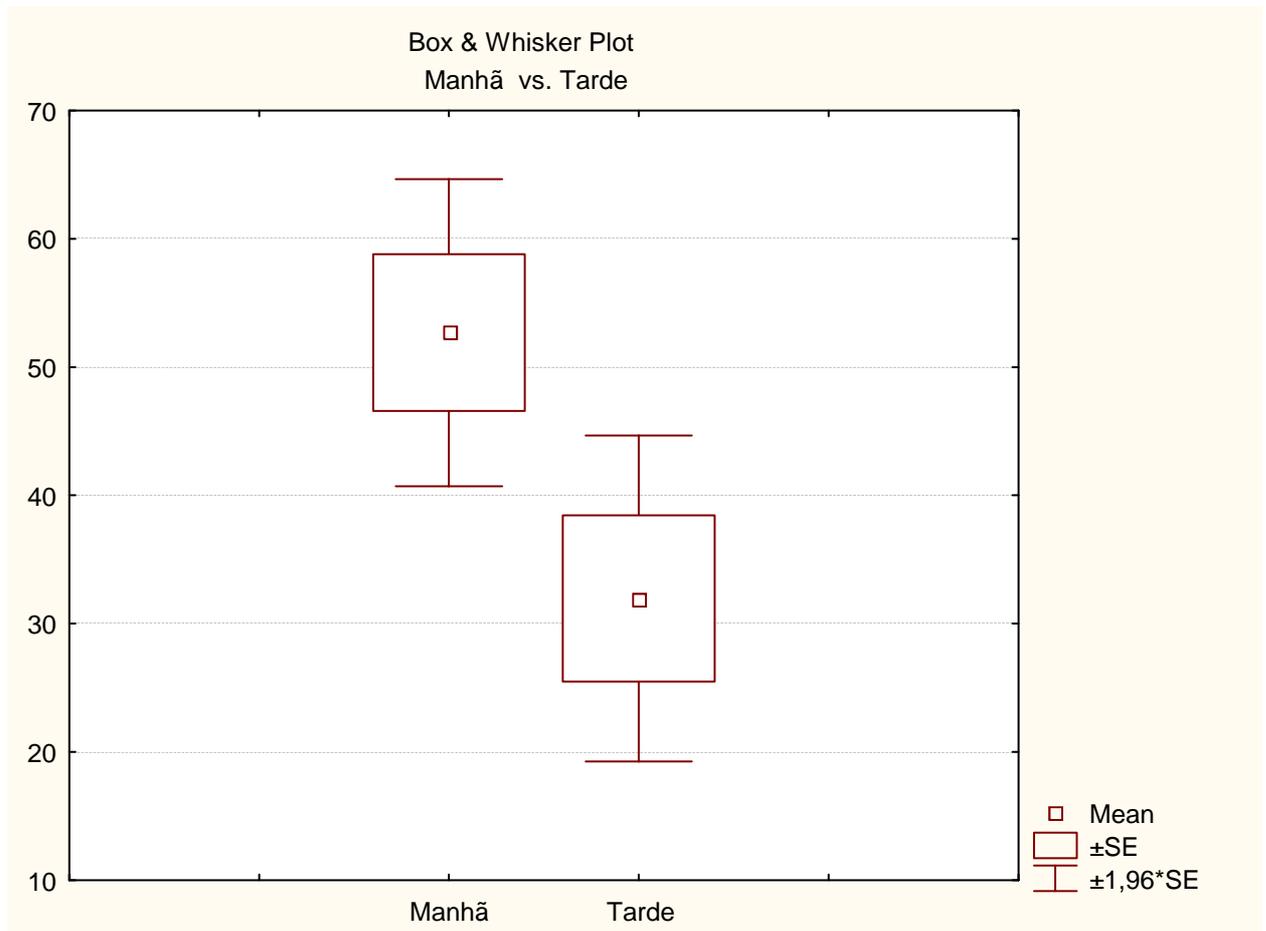


Figura 15 - Índice de rigor entre os dois grupos de medidas.

Observando-se as Figuras 16 e 17, há relação entre a textura e o pH com o tempo. A relação inversa no ponto máximo de rigor mortis, quanto maior a textura menor o valor do pH, principalmente na fase post-mortem (Love 1992). Quando a análise começou, o pH apresentou valor considerado alto pois o peixe não estava muito estressado, senão se esperaria valores menores e com a curva crescente, pelo fato de que após a morte o glicogênio é decomposto produzindo ácido lático diminuindo o pH.

A dureza máxima mostrou-se bem superior quando comparado com o arenque (*Clupea harengus*) estudado por Nielsen et al. (2005b). Em parte, isso foi devido a escama do pirarucu.

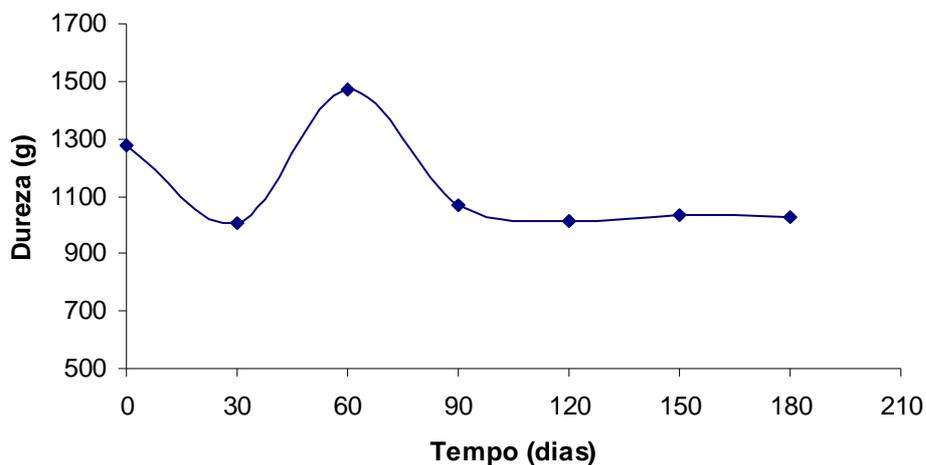


Figura 16 – Variação da dureza (g) no pirarucu durante o período de rigor mortis

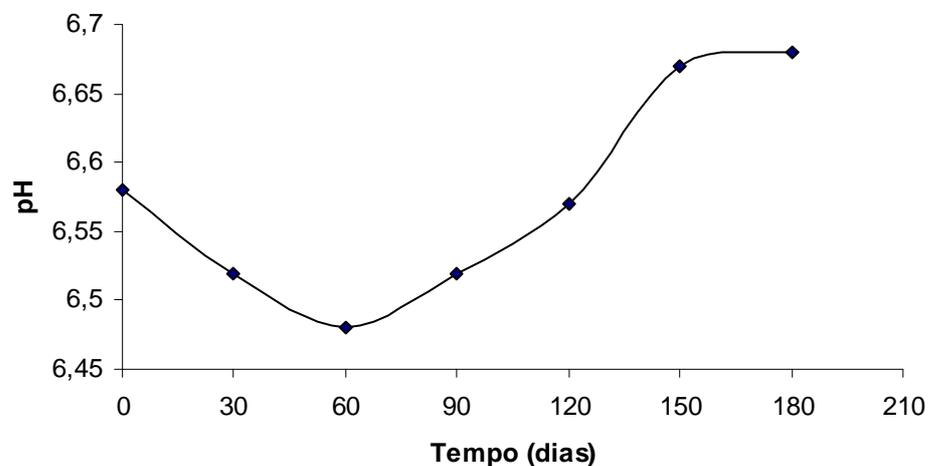


Figura 17 - Variação do valor do pH no músculo do pirarucu durante o rigor mortis.

A curva representando a evolução do rigor mortis é apresentada na Figura 18. A forma da curva que apresentou maior correlação foi a polinomial. O resultado obtido para peixes abatidos no período da tarde: $IRT(\%) = -0,0069x^2 + 1,2714x + 18,5$ ($R^2 = 0,6788$) e no período da manhã $IRM(\%) = -0,0063x^2 + 0,9762x + 17,69$ ($R^2 = 0,641$) a $p < 0,05$. Como se constata pelo coeficiente de determinação, as relações obtidas têm boa correlação com o tempo.

Os resultados confirmam também o fato de que peixes abatidos por hipotermia e jovens apresentam o início do rigor mortis em poucos minutos (Huss, 1998). Neste experimento, não foi possível testar métodos diferentes de sacrifício, o que deve ser feito futuramente em outras pesquisas.

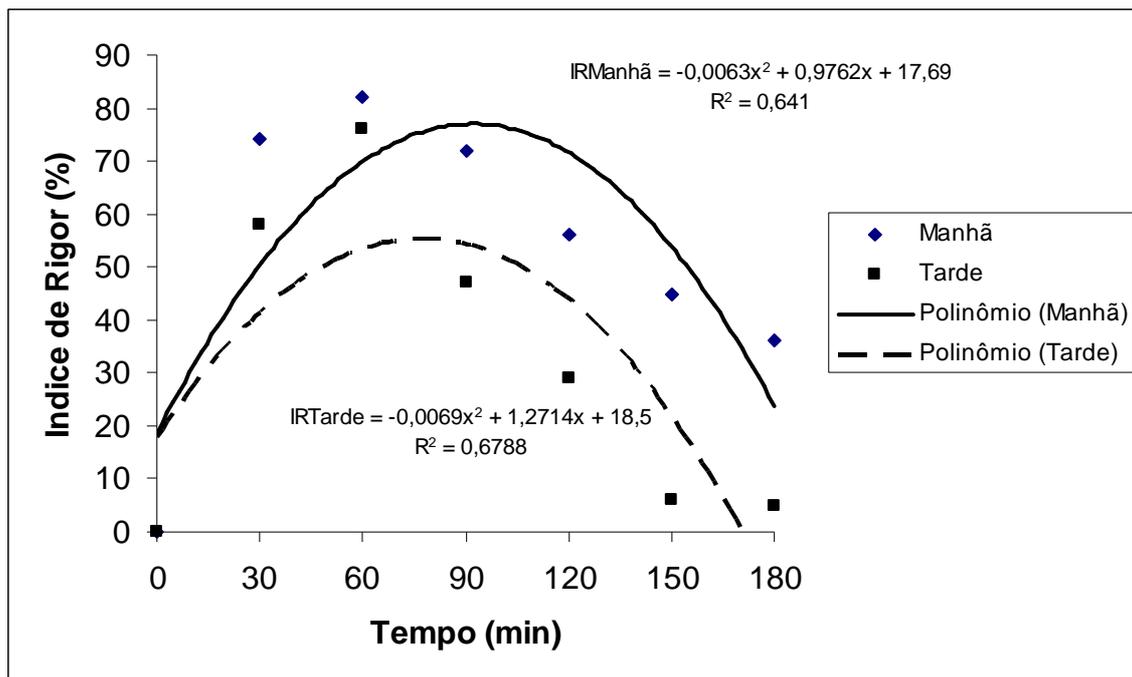


Figura 18 - Curvas de regressão logística do Índice de rigor versus o tempo para o pirarucu nos diferentes turnos do dia.

5.4. Qualidade pós-rigor do pirarucu estocado em gelo

Os processos pós-morte em carne de pirarucu são pouco conhecidos. Uma observação freqüente, no comércio das feiras, em Manaus, é a remoção de um líquido pastoso que aparece na superfície da carne do pirarucu estocado em gelo. O vendedor (feirante) remove esse líquido com uma faca. Esse fenômeno de exudação pode ser devido à acentuada hipertermia durante o período pós-morte, quando ocorre a queda do pH. Provavelmente o efeito conjugado do pH e temperatura precipita as proteínas sarcoplasmáticas e provoca a desnaturação das proteínas miofibrilares.

5.4.1. Avaliação das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e pH

Com o pirarucu, procedente de cativeiro, o pH acima de 6,8 foi observado com 12 dias de estocagem em gelo, e o N-BVT não ultrapassou os 30 mg% durante os 36 dias de estocagem (Tabela 06). A variação com relação ao tempo de estocagem seguem mostrados nas Figuras 19 e 20.

Tabela 06. Valores de N-BVT e pH em pirarucu estocado em gelo durante 35 dias em gelo.

Tempo (dia)	N-BVT (mg/100g) *	pH *
0	6,65 ± 1,35	6,79 ± 0,01
6	15,64 ± 1,72	6,67 ± 0,01
12	7,44 ± 0,06	6,81 ± 0,01
18	17,81 ± 0,94	7,02 ± 0,01
24	17,64 ± 2,28	7,02 ± 0,03
30	18,85 ± 0,16	7,08 ± 0,03
36	18,76 ± 0,46	7,09 ± 0,02

* Média ± desvio padrão.

Em estudos sobre a qualidade da carpa (*Ctenophar idella*) estocada em gelo, Scherer et al (2005), mostram que não houve diferença significativa no valor de N-BVT e pH. Valores de pH acima de 6,8 foram detectados após 4 dias e o valor de N-BVT não alcançou os 30

mg% durante 20 dias de estocagem, concordando com este trabalho quanto ao valor de N-BVT não ultrapassar o limite de 30 mgN/100g, no mesmo período.

Os valores de pH iniciais deste trabalho estão concordando com trabalho realizado por Curran et al. (1986), que analisou o rendimento e a qualidade da tilápia em três tratamentos pós- morte e encontrou valores de pH 6,62 na fase pós rigor e com 3 dias 6,67.

A curva de regressão entre o tempo e pH e N-BVT é apresentado na Figura 19 e 20, respectivamente. A curva foi calculada a $p < 0,05$, para o $\text{pH} = 6,7189 + 0,0115 \times \text{Tempo}$ ($R^2 = 0,58$) e para o N-BVT a equação foi $\text{N-BVT} = 9,0111 + 0,3152 \times \text{Tempo}$ ($R^2 = 0,57$). Mostra-se o pH como o índice de maior correlação.

Os dados confirmam assim que nos peixes de água doce, o N-BVT varia pouco, não alcançando o valor de 30mg (Contrera-Guzman, 1994; Albuquerque et.al. 2004; Scherer et al. 2006).

Concordando ainda com a flutuação dos valores de N-BVT e pH, pesquisa realizada por Chytiri et.al. (2004), com a truta (*Onchorrhynchus mykiss*) procedente da piscicultura, estocada em gelo, na forma inteira eviscerada e fileteada. Mostram que o N-BVT ficou entre 14,11 a 20,16 mg N/100g para a amostra inteira e 18,11 a 26,06 para os filés, não servindo como indicador da qualidade durante estocagem em gelo. O pH esteve entre 6,28 a 6,51, não mostrando alteração estatisticamente significante durante o período de estocagem.

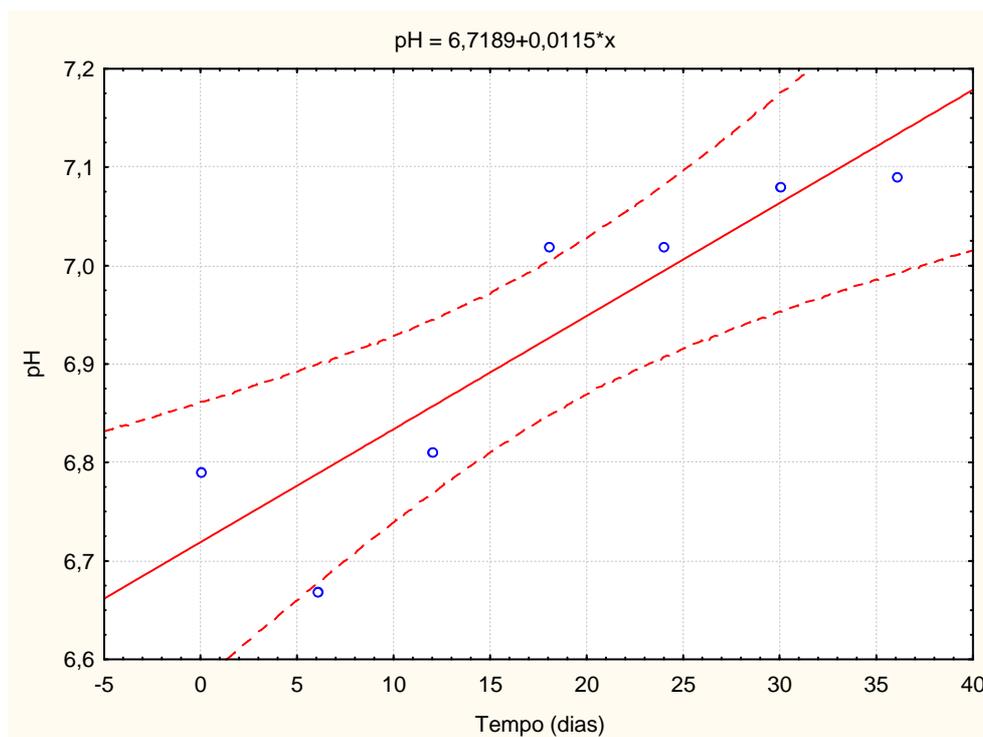


Figura. 19 - Relação entre o pH e o tempo, em pirarucu estocado em gelo.

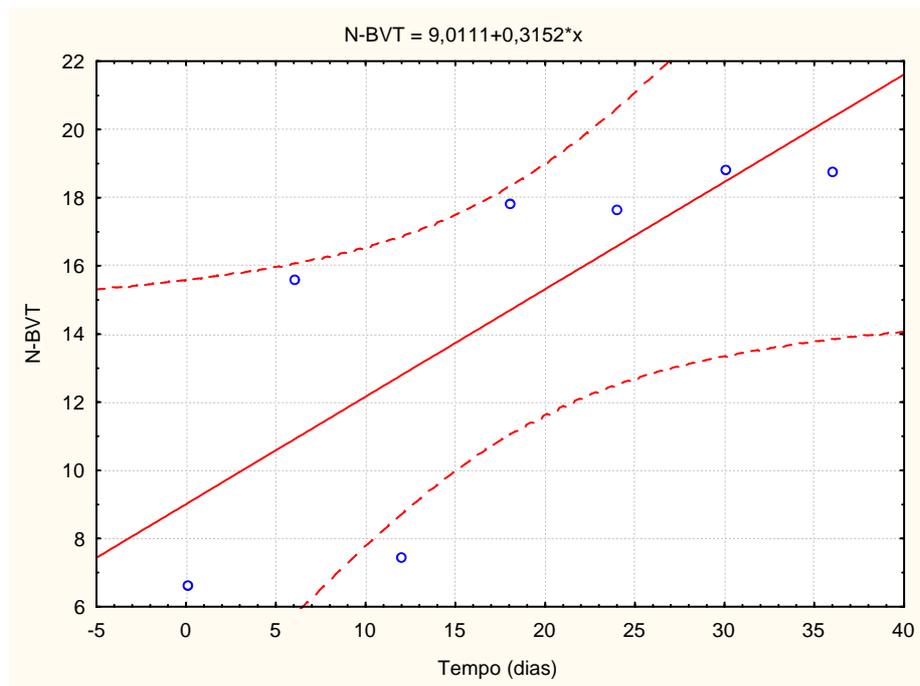


Figura 20 - Relação entre o N-BVT e o tempo, em pirarucu estocado em gelo.

5.4.2. Análise Sensorial

Método do Índice de Qualidade (QIM).

A Tabela 07 mostra o resultado dos pontos atribuídos para o pirarucu inteiro segundo esquema adaptado do Método do Índice de Qualidade (MIQ). Os valores representam a média dos pontos atribuídos pelo painel de avaliadores. Esse esquema foi adaptado de modelos para o bacalhau analisado na Europa (Martinsdottir e Magnusson, 2001) que também serviu de base para estudos com outros peixes (Nielsen e Green, 2007; Cardenas Bonila et al., 2007), e Barbosa e Vaz-Pirez (2004) para o cefalopodo (*Octopus vukgaris*).

Tabela 07. Valores médios dos escores para o peixe inteiro, segundo descrito esquema do Método do Índice de Qualidade (MIQ).

Tempo	Escores*
0	0
6	2,4 ± 2,61
12	8,8 ± 1,48
18	12,2 ± 1,30
25	13,8 ± 0,84
30	14,6 ± 0,89
36	15,8 ± 0,45

* Média e desvio padrão (n=3)(p=5).

A análise da tabela indica que a pontuação necessária para considerar o pirarucu em condição de consumo estava entre 25-28 dias, após o que era considerado impróprio para o consumo humano. As Figuras 21 e 22 foram fotos tiradas em diferentes períodos de estocagem, observa-se que embora o pirarucu seja um peixe de respiração aérea, a deterioração observada nas brânquias foi perfeitamente detectada pelas características relacionadas com os peixes de respiração branquial.

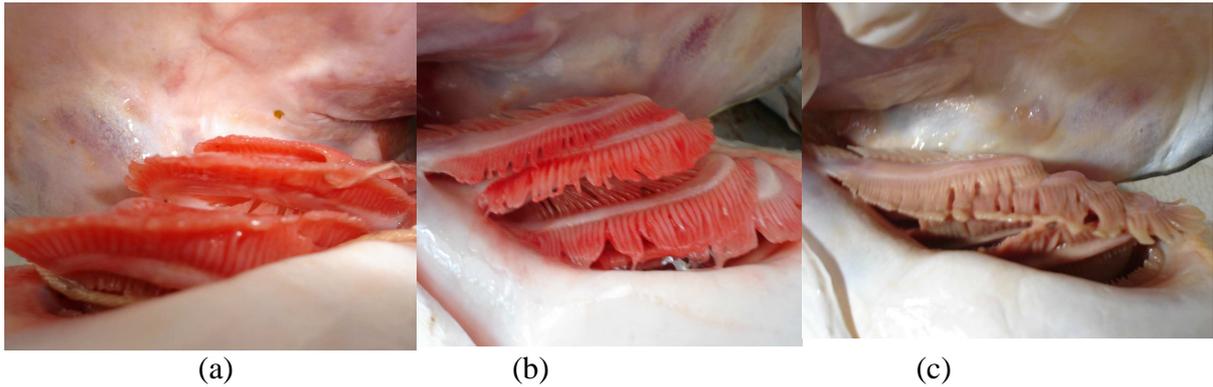


Figura 21 - Brânquias do pirarucu após 3 dias (a) e aos 15 dias (b) e com 25 dias (c) estocado em gelo.

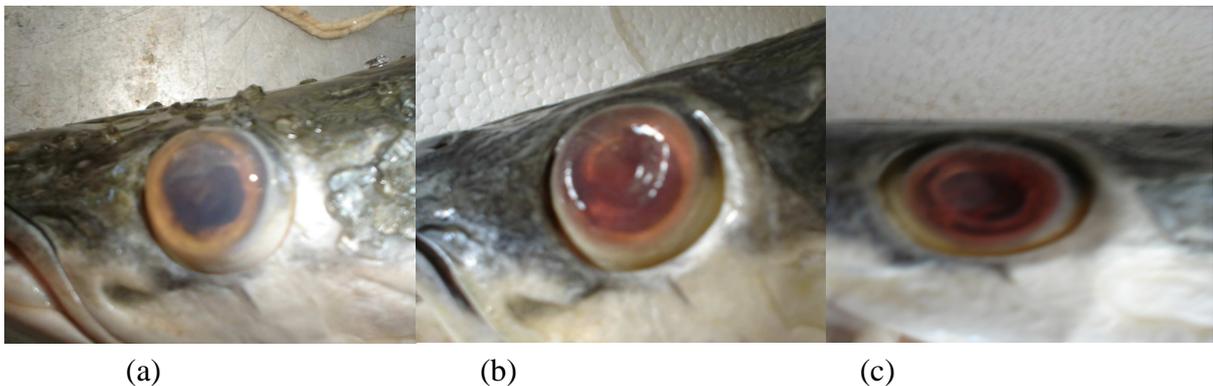


Figura 22 - Desenvolvimento dos olhos após 3 dias (a), aos 15 dias e com 25 dias de estocagem no gelo.

As partes mais afetadas no processo de deterioração foram a descoloração das guelras e o perda da concavidade dos olhos, este com 06 dias já estavam opaco e com 12 dias de estocagem já se apresentava côncavo e com 25 dias sua aparência já apresentava pontos escuros.

A Figura 23 descreve a equação da relação entre os pontos atribuídos na avaliação sensorial por pontos do pirarucu fresco e o tempo foi $MIQ=1,4286+0,4571xTempo$, $R^2= 0,92$ a $p<0,05$.

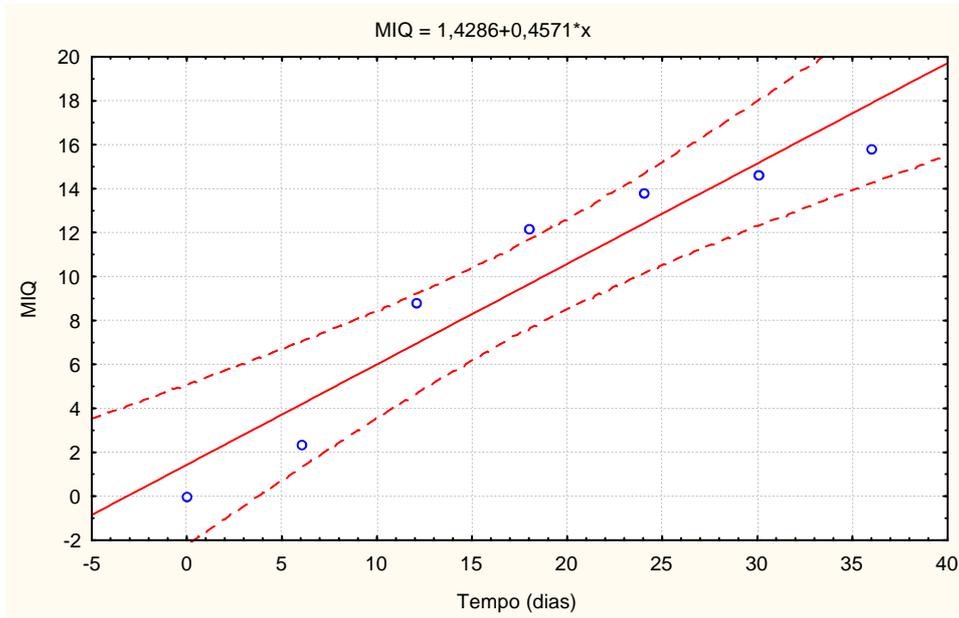


Figura 23. Avaliação sensorial por deméritos pirarucu fresco mantido em gelo.

Ao desenvolver esquema sensorial para *Morone saxatilis* x *Morone chrysops*, Nielsen e Grenn (2007) detectaram descoloração e pontos avermelhados ao longo das nadadeiras ventral e anal das brânquias e área da barriga. Portanto, é necessária a elaboração de esquema sensorial para cada espécie, fato compartilhado também por Nunes e Batista (2004) que determinaram esquema MIQ para a sardinha capturada em águas portuguesas.

O Método do Índice de Qualidade se mostrou como bom indicador do frescor do pirarucu. A pontuação aumentou com o tempo de estocagem. Houve alta correlação dos pontos com o tempo de estocagem, onde o coeficiente de correlação apresentou valor de 0,92, com $p<0,05$. Guillerm-Regost et al. (2006) avaliando o halibut de piscicultura aplicou o modelo logístico que deu boa correlação com o tempo de estocagem. Herrero et al. (2003) adaptaram e aplicaram o princípio do MIQ para o hake (tipo de bacalhau) congelado.

Trabalho realizado na Universidade de Barcelona por Baixas-Noguera et al. (2007) mostraram o uso do Método do Índice de Qualidade para “hake” (*Merluccius merluccius*) com até 19 pontos de deméritos. O interessante é que os autores propõem um índice de qualidade (QI) dada pela seguinte relação $QI = SS/19$, onde SS é a soma dos pontos atribuídos, a fixa de QI variou entre 0=excelente a 1=deteriorado. O limite de aceitabilidade

foi de 0,60-0,65, valores bem menores do que foi encontrado para o pirarucu de cativeiro 0,80-0,90. Isso se deve a melhores condições de manejo pós-captura consequentemente a boa qualidade da matéria-prima.

Esquema Sensorial para o peixe cozido

O Esquema Descritivo de Análise segue mostrado na Tabela 08. Os descritores foram adaptados da tabela da Torry para peixes magros. Foram analisados duas características, o sabor e o odor, e foi considerado o aspecto da rancificação, apesar do baixo valor de lipídios. Não foi considerada a textura em função do tempo e da falta de treinamento do painel sensorial.

Tabela 08. Resultado da análise sensorial para o filé do pirarucu estocado em gelo, esquema modificado da Torry, para o peixe cozido.

Tempo (dias)	Sabor *	Odor *
0	10 (0,00)	10 (0,00)
6	9,8 (0,45)	10 (0,00)
12	8,6 (0,55)	8,4 (0,56)
18	7,0 (0,10)	7,0 (0,45)
21	6,8 (0,84)	6,6 (1,14)
30	5,6 (0,56)	5,6 (0,56)
36	4,4 (0,55)	4,6 (0,55)

*Média (desvio padrão)

As Figuras 24 e 25, mostram a tendência dos escores do filé cozido. A correlação linear entre o tempo de estocagem e os atributos utilizados indicou boa correlação.

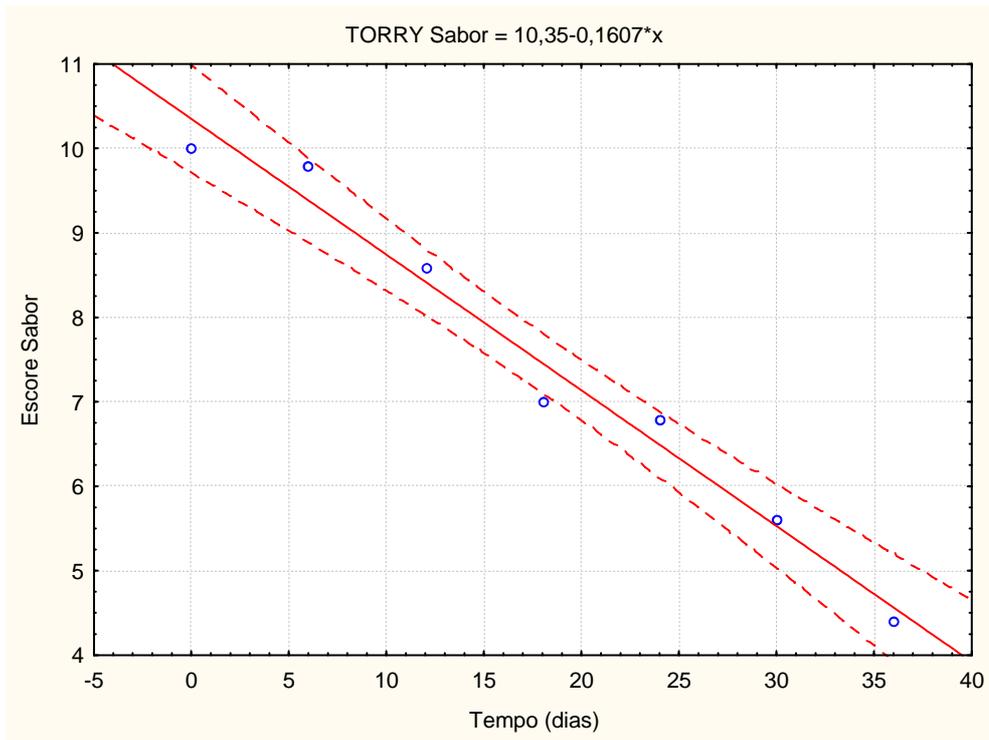


Figura 24 - Evolução da análise sensorial sabor do pirarucu, estocado em gelo.

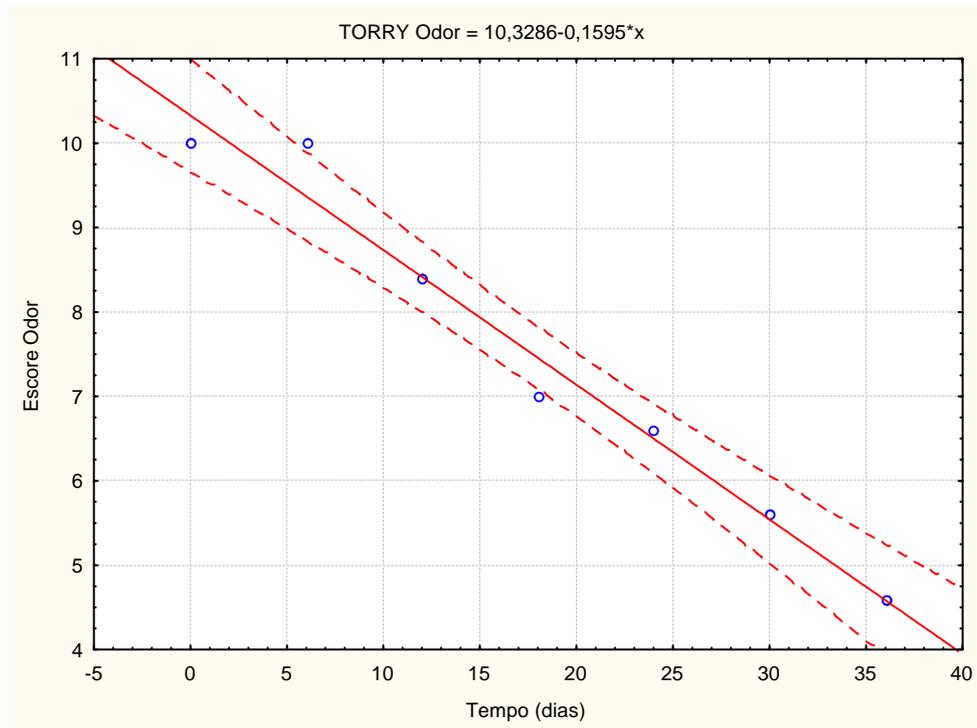


Figura 25 - Evolução da análise sensorial do odor do pirarucu, estocado em gelo.

Nesse aspecto, Baixas-Nogueira et al. (2007) estudaram o odor e sabor e verificaram que essas características decresceram com o tempo de estocagem. Entretanto, o limite de aceitabilidade proposto pela Torry em geral como 3 não foi concordante com suas pesquisas que chegou ao limite de 5,5. Para o pirarucu, os dados mostram que o nível de aceitabilidade estaria próximo a 5,8 podendo se considerado como valor de qualidade mínima aceitável.

5.4.3. Análise microbiológica

O exame dos níveis microbiológicos do pirarucu segue indicados na Tabela 09. Comparando com o período que o pirarucu começou a apresentar alterações sensoriais indesejáveis as bactérias psicrófilas foram mais abundantes a partir do 21^o dia de estocagem. As bactérias mesófilas tiveram menor crescimento em função do meio de estocagem do peixe.

O número de bactéria mesófilas/psicricrófilas no estágio limite de aceitabilidade esteve próximo a 6 (log ufc/g), Valor proximo ao trabalho realizado por Baixas-Nogueira et al. (2007), que encontraram, no limite de tempo para aceitabilidade do “hake”, o valor de 6,07 (log ufc/g).

Tabela 09. Análise microbiológica no files, região dorsal

Tempo (dias)	Determinações					
	Mesófilos UFC/g	Psicrótrofilos UFC/g	Bolors e Leveduras UFC/g	Psicrófilos/Mesófilos UFC/g	Coliformes	
					Totais (NMP/g)	Fecais (NMP/g)
0	0,9 x 10	<1, x 10	0,5 x 10	1,2 x 10 ²	<0,3	<0,3
7	0,5 x 10	3, x 10	-	4,5 x 10	<0,3	<0,3
14	3,5 x 10	1,5 x 10 ³	4,0 x 10	1,4 x 10 ³	<0,3	<0,3
21	4,7 x 10 ²	1,1 x 10 ⁶	2,0 x 10	1,0 x 10 ⁶	<0,3	<0,3
28	---	3,3 x 10 ⁶	3,0 x 10	4,2 x 10 ⁶	<0,3	<0,3
36	1,4 x 10 ⁴	6,0 x 10 ⁵	1,5 x 10	5,9 x 10 ⁶	<0,3	<0,3

Para visualizar as fases de crescimento dos microrganismos, foi elaborado gráfico apresentado na Figura 26. Houve a fase de adaptação ao ambiente com estabilidade e em seguida o crescimento exponencial logo após os dez dias de estocagem em gelo.

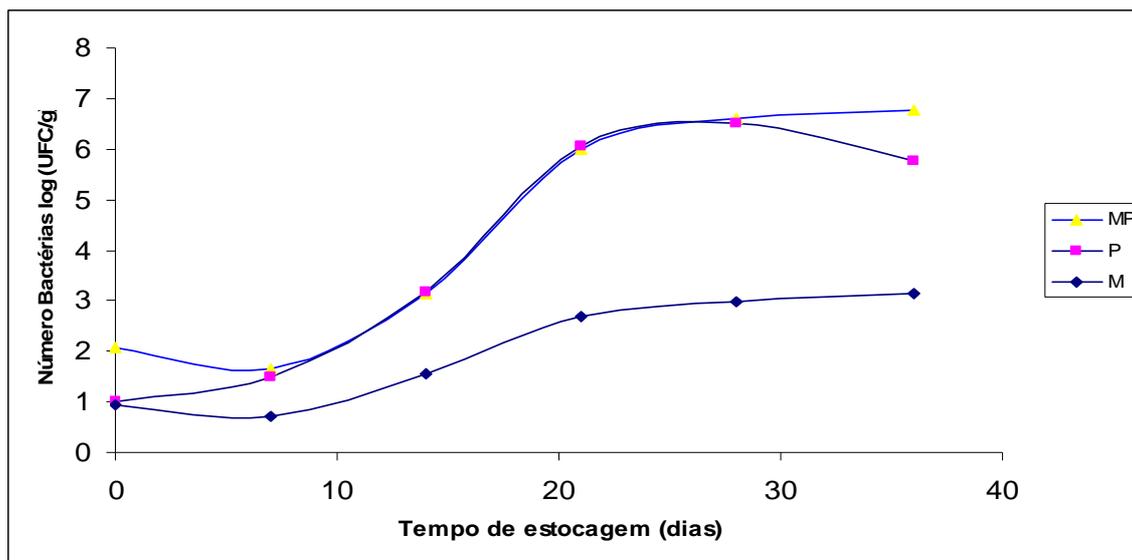


Figura 26 - Efeito da estocagem em gelo sobre as bactérias mesófilas (M), psicrótrófilas (P) e mesófilas/psicrófilas (MP).

Cardenas Bolnilla et al. (2007), analisando filés de bacalhau mantido a 0-1^oC durante 14 dias, verificaram que a contagem total do pescado iniciou com 10⁵ UFC/g e, no final do experimento o número foi de 10⁹ UFC/g. Valores superiores ao encontrado por esta pesquisa.

A deterioração de peixes tropicais tem mais relação com a ação das enzimas proteolíticas do músculo e as de origem bacteriana do que as espécies de água fria. As tilápias podem deteriorar-se de 15 a 20 horas após sua morte com números bacterianos em torno de 10³ a 10⁵ UFC/g (Vieira, 2003). Grigorakis et al (2004) encontraram que o limite de aceitabilidade na contagem total de bactérias foi de 10⁵ ufc/g, para o *Dicentrarchus labrax*, em 15 dias estocado em gelo. Na contagem das bactérias mesófilas e psicrótrófilas Falcão et al (1994) encontraram em peixe amazônico valores acima de 10⁶ após 14,5 dias em gelo de amostras retiradas nos barcos pesqueiros evidenciando a baixa manipulação do pescado a bordo.

5.4.4. Textura dos filés.

Os resultados da análise da textura é mostrado na Tabela 10. Eles referem-se aos testes realizados nos peixes inteiros e filés durante os dias de estocagem em gelo. Nos peixes inteiros, existe o efeito das escamas indicado pelo valor de força superior ao do filé. Observa-se a tendência de decréscimo da dureza em função do tempo de estocagem.

As análises da textura realizada por Carvalho (2003) em “surimi” de jaraqui e aracu revelaram valores iniciais de 618,33 g e 294 g, respectivamente, valores estes menores do que nesta pesquisa por tratar-se de amostras trituradas.

Tabela 10. Medida da força para o peixe inteiro e no filé de pirarucu estocado em gelo.

Tempo de estocagem (dias)	Dureza (g)	
	Peixe inteiro	Filé
0	733,14 (22,17) ^a	501 (87,68) ^b
6	747,97 (22,83) ^a	497 (15,97) ^b
12	654,54 (12,53) ^a	183 (29,87) ^b
18	346,24 (53,10) ^a	198 (4,94) ^b
24	351,63 (76,71) ^a	238 (47,37) ^b
30	309,54 (85,67) ^a	171 (26,87) ^b
36	290,12 (70,12) ^a	160 (38,40) ^b

* Média e desvio padrão (n=9). Índices diferentes a $p < 0,05$.

Desde a década de 80, pesquisadores vêm procurando uma maneira de substituir o método sensorial subjetivo por métodos com critérios mais objetivos e precisos, principalmente a textura (Borderias et al. 1983). Assim, a análise instrumental da textura vem sendo utilizado no acompanhamento da deterioração do pescado a fim de empregá-lo como possível ferramenta de controle de qualidade em vista do processo de degradação das proteínas miofibrilares e do tecido conectivo (Barroso et al 1998).

A correlação da dureza com o tempo de estocagem, para o peixe inteiro segue mostrada na Figura 27, enquanto que a correlação para os filés está na Figura 28. Todas as curvas apresentaram significância a $p < 0,05$. O desvio padrão foi elevado, o que mostra a necessidade de realizar o ensaio com o maior número de amostras, para verificar se diminuir essa variabilidade, embora a estrutura muscular apresente variação que irá sempre influir nos resultados. O coeficiente de variação encontrado por Barroso et al (1998) em filés de cavala foi de 20% em “blue whiring” foi de 27%.

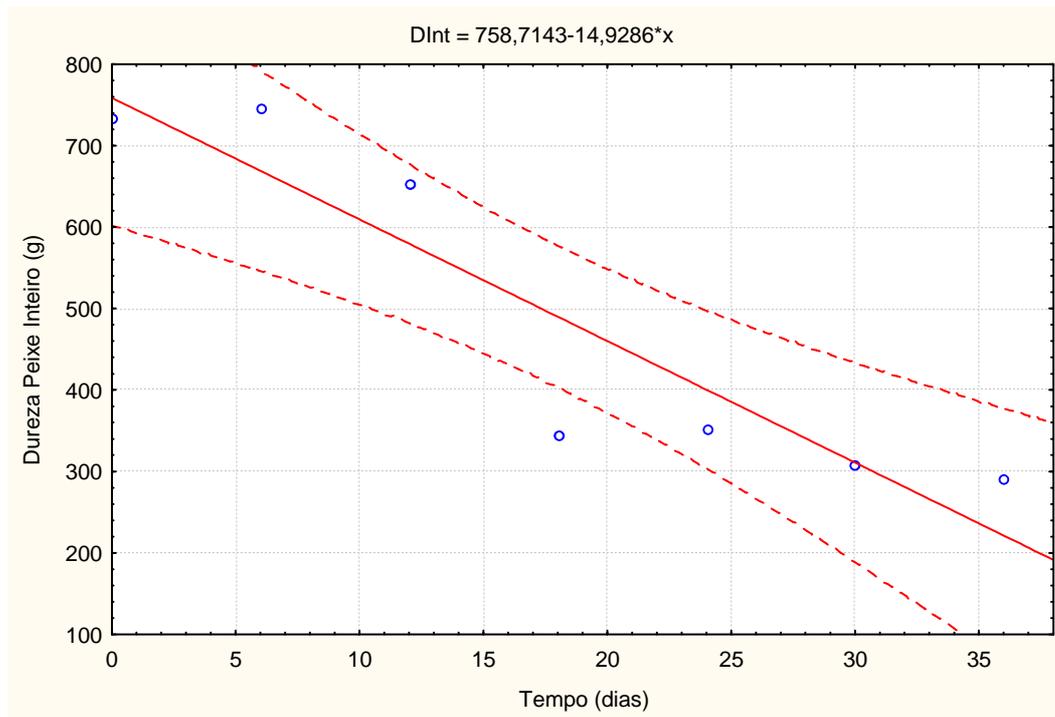


Figura 27 - Evolução da dureza (g) no pirarucu durante o tempo de estocagem em gelo.

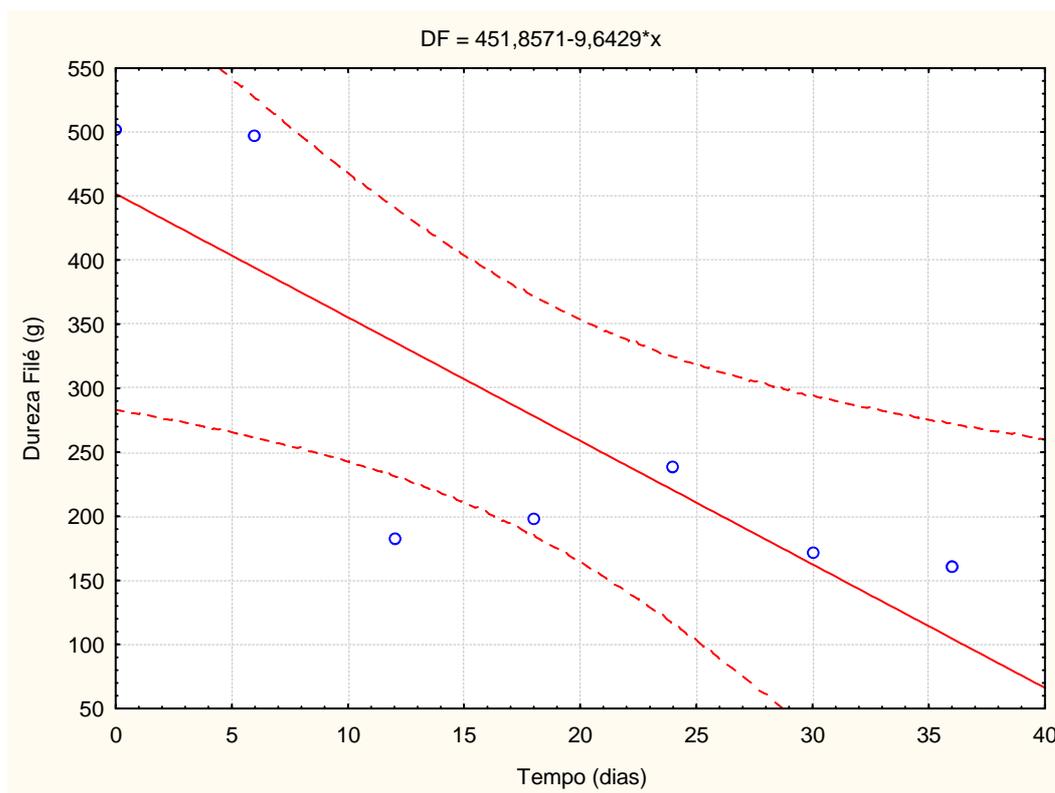


Figura 28 - Correlação da dureza nos filés com o tempo de estocagem, em pirarucu.

No estudo dos parâmetros de textura da carpa indiana (*Labeo rohita*) estocada em gelo durante 8, dias Jain et. al. (2007) observaram uma redução acentuada na dureza no quinto dia.

Os valores variaram entre 86,9 a 95,6 N nos primeiros cinco dias e 48,7 a 65,9 nos últimos três dias. Os autores concluíram que a textura da carpa se alterou durante a estocagem em gelo. Os valores observados são maiores em função do texturômetro de 20kg e o tempo aplicado para o teste de compressão/penetração. Porém os estudos com o pirarucu mostram a mesma tendência para o peixe inteiro e nos filés, e isso aconteceu tanto em relação a textura como em relação ao pH.

Jonsson et.al. (2001) avaliou a textura do salmão mantido em gelo, com diferentes métodos. Similar ao que foi realizado com o pirarucu, em que se aplicou dispositivo (probe) esférico, diferindo apenas no diâmetro, este de 12 mm e com o salmão foi de 25,4 mm, simulando a pressão exercida pelo dedo, os autores encontraram valores entre 6 a 8 N, com 3 dias em gelo. Para o pirarucu, os valores no mesmo período foram 7,3N no peixe inteiro e 4,9 N no filé. O que mostra certa concordância entre os resultados.

Dois pontos a considerar são o local onde a amostra é retirada e o método para análise. Segundo Casas et al. (2006), estudando a textura no salmão (*Salmo salar*) o melhor método é o da compressão usando sonda cilíndrica e diferentes dependendo da região do corpo do peixe.

A estimativa das diversas correlações é apresentada na Tabela 11. Observando essa Tabela verifica-se a tendência de que todas as análises correlacionaram-se com bons índices, exceto N-BVT que a $p < 0,05$ somente apresentou correlação significativa com o tempo de estocagem. Isso permite considerar, no geral, ao analisar os dados, a possibilidade de estimar a qualidade do pirarucu estocado em gelo a partir de determinados parâmetros.

Tabela 11. Matriz de correlação entre as determinações para o pirarucu estocado em gelo, $p < 0,05$

	MIQ	Torry Sabor	Torry Odor	Tempo	N-BVT	pH	Dureza Inteiro	Dureza Filé
MIQ	1,00	-0,94	- 0,96	0,95	ns	0,91	-0,95	-0,93
Torry Sabor	-	1,00	1,00	-0,99	ns	-0,94	0,94	0,82
Torry Odor	-	-	1,00	-0,99	ns	-0,95	0,95	0,85
Tempo	-	-	-	1,00	0,77	0,90	-0,92	-0,82
N-BVT	-	-	-	-	1,00	0,67	-0,79	Ns
Dureza Inteiro	-	-	-	-	-	-0,98	1,00	-0,80
Dureza Filé	-	-	-	-	-	-0,82	-	1,00

ns= não significativo a $p < 0,05$

5.5. Estudo da qualidade do filé congelado

Geralmente, o principal fator extrínseco responsável pelo processo de deterioração em músculo de pescado congelado é a temperatura de armazenamento. No filé congelado, a deterioração microbiana é inibida, a atividade enzimática é diminuída, porém as proteínas sofrem alterações tanto nas propriedades funcionais como nas propriedades estruturais (Connel, 1960).

As alterações que ocorrem no pescado congelado são normalmente conhecidas como desnaturação por congelamento. O efeito do congelamento acontece principalmente nas proteínas e lipídios (Sikorski e Kolakowska, 1990).

Segundo Badii e Howell (2002), as alterações na desnaturação protéica e na textura do bacalhau e do arenque são mais acentuadas a -10°C do que a -30°C .

5.5.1. Avaliação das propriedades físico-químicas e sensoriais

Avaliação do pH

Os valores de pH estiveram entre 6,61 a 6,41 para o lombo e 6,60 a 6,44 na carne da barriga. Essa variação foi pequena e não representou variação significativa ao longo do período de estocagem a $p < 0,05$. Variação menor do que a encontrada por Jesus (2001) quando analisou a estabilidade da carne triturada de dez espécies de peixes amazônico, congelada e estocada a -18°C durante 150 dias, nessa pesquisa o pH variou entre 6,50 e 7,07.

A correlação do pH com o tempo de estocagem mostra a tendência de crescimento maior com a carne da barriga. O coeficiente de correlação é superior ($R^2=0,86$) da região ventral do que ao da carne da região dorsal ($R^2=0,30$). Pode-se pensar que pela curva esperasse uma queda nos valores de pH. Ocorre que, em função da amplitude, o pH está estabilizado, devido a temperatura de estocagem, e a tendência será o músculo permanecer próximo a esse nível com o passar do tempo. Ao analisar os dados do filé dorsal se observa não existir correlação significativa com o tempo de estocagem. Consequentemente os valores estão estáveis no período estudado (Tabela 12 e Figura 29).

Tabela 12. Valores de pH em filés de pirarucu congelado a -18°C durante 120 dias de estocagem.

Tempo de estocagem (dias)	pH	
	Lombo	Ventre
0	6,61 (0,01) ^a	6,60 (0,01) ^a
30	6,41 (0,01) ^a	6,57 (0,01) ^b
60	6,44 (0,02) ^a	6,53 (0,01) ^b
90	6,54 (0,01) ^a	6,49 (0,02) ^a
120	6,42 (0,01) ^a	6,39 (0,01) ^a
150	6,41 (0,01) ^a	6,44 (0,01) ^b

*Média (desvio padrão); mesma letra não observada diferença estatisticamente significativa a $p < 0,05$.

Considerando que o peixe foi tratado após o processo de rigor mortis, o pH neste experimento foi dentro do intervalo obtido para peixes que passaram por essa etapa. Segundo Kiessling et al.(2004), o pH medido em exemplares de salmão sacrificados anestesiados com CO_2 , em virtude da forte contração, causando a rápida degradação do glicogênio, apresentaram valores baixos do que os sacrificados com isso-eugenol,

O aumento do pH que se espera após o período de rigor mortis que esteve entre 6,4 a 6,6 não foi observado, pois permaneceu entre os mesmos valores durante período de estocagem. Esse fato pode contribuir para aumentar a vida útil dos filés de pirarucu, permitindo que ele permaneça em condições aceitáveis por mais tempo.

Segundo Contreras-Guzmán (1994), quando ocorre grande consumo de glicogênio motivado por estresse muito acentuado, o ácido láctico é rapidamente removido pelo sistema circulatório. Sem ele, o pH “post mortem” seria elevado. Tal fato não foi observado com os exemplares de pirarucu utilizados neste experimento. Inclusive, o pH da região ventral apresentou tendência de queda ao longo do experimento, provavelmente por causa de uma maior concentração de substâncias no período de estocagem. No filé dorsal não houve correlação significativa com o tempo de estocagem.

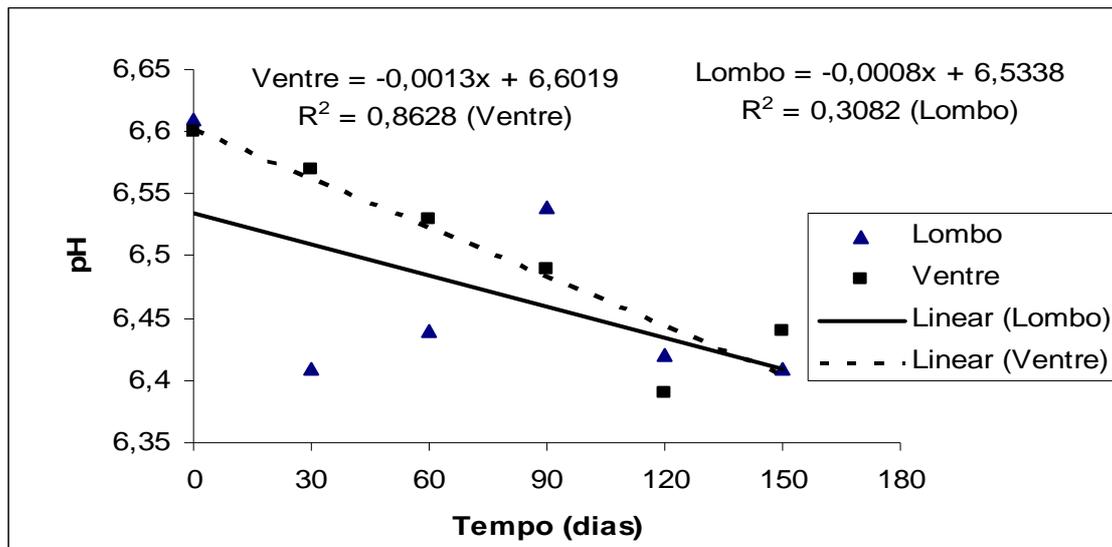


Figura 29 - Evolução do pH nos músculos dorsal e ventral do pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.

Estudando blocos de filés e de carne triturada de hake (*Merluccius hubbsi*) Ciarlo et al. (1985), estocados a -20°C e a -30°C , tendo o pH dentre os diversos parâmetros analisados a taxa de crescimento do pH foi maior no triturado do que nos filés e também não deram boas correlações.

Avaliação Sensorial

A Tabela 13 reúne os dados sobre os escores sensoriais dados pelo painel de provadores. A escala foi a da “Torry Research” com 10 pontos para as características de odor e sabor. Observa-se que não houve variação significativa para a carne da região lombar e da ventrecha no mesmo instante que foram analisados. Porém houve variação das avaliações ao longo do período de estocagem passando o odor de 9,8 a 8,2 e do ventre de 9,8 a 7,8; para o sabor as notas variaram entre 9,8 a 8,0 no músculo do lombo e entre 9,8 a 7,2 no ventre.

De uma maneira geral, a carne do lombo recebeu as maiores notas, certamente por influencia da composição de lipídios mais elevada na região ventral do que no lombo.

Tabela 13. Evolução da análise sensorial durante 150 dias de estocagem de filé de pirarucu a -18°C .

Tempo de estocagem (dias)	Odor*		Sabor*	
	Lombo	Ventre	Lombo	Ventre
0	9,8 (0,45) ^a	9,8 (0,45) ^a	9,8 (0,45) ^a	9,8 (0,45) ^a
30	9,6 (0,55) ^a	9,4 (0,55) ^a	10 (0,00) ^a	9,8 (0,45) ^a
60	9,4 (0,55) ^a	9,6 (0,55) ^a	9,6 (0,56) ^a	9,4 (0,55) ^a
90	9,0 (0,00) ^a	8,6 (0,55) ^a	9,0 (0,00) ^a	8,4 (0,55) ^a
120	8,0 (0,00) ^a	7,4 (0,56) ^a	8,0 (0,71) ^a	7,4 (0,55) ^a
150	8,2 (0,45) ^a	7,8 (0,84) ^a	8,0 (0,0) ^a	7,2 (0,45) ^a

*Média (desvio padrão). Índices com a mesma letra não diferiram significativamente a $p < 0,05$.

Na Figura 30 é mostrada a tendência dos escores quanto ao tempo de estocagem.. O sabor da carne da barriga ou ventrecha foi a que menor avaliação recebeu ao final do período de armazenagem, refletido a deterioração dos lipídios em maior grau do que o da carne dorsal, mais magra.

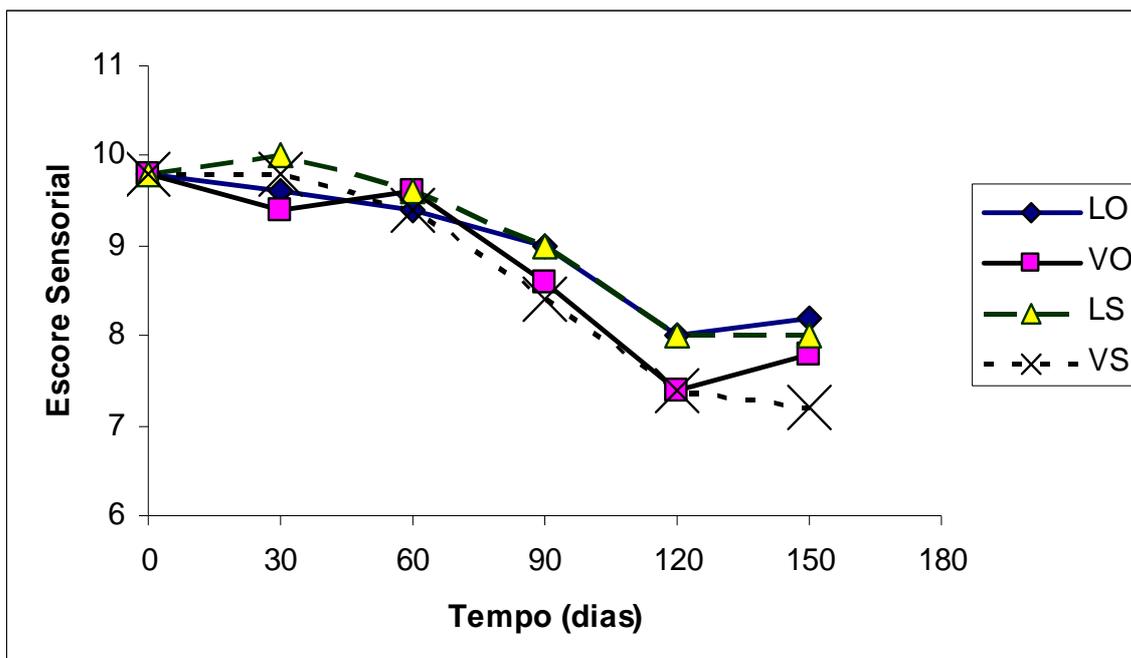


Figura 30 - Evolução do escore sensorial de filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias. LO (Odor lombo); VO (Odor ventre); LS (Sabor lombo); VS (Sabor ventre).

Avaliação das Bases Voláteis Totais (N-BVT)

Avaliando a qualidade da sardinha descongelada, comercializada em São Paulo, Pereira e Tenuta-Filho (2005) encontraram níveis médios de N-BVT entre 22,39 a 32,51 mg/100g. O que indica o manuseio incorreto da sardinha nas feiras livres, levando em consideração o limite de 30mg/100g, mostrando a utilidade dessa análise para peixes de origem marinha.

Considerando que as espécies de peixes da água salgada apresentam concentrações de N-BVT elevadas e crescentes ao longo do tempo de estocagem em função também da temperatura. Os dados deste experimento mostram valores de N-BVT poucos variaram (Tabela 14), característica geralmente apresentada por peixes de água doce (Huidobro et al. 2001).

Tabela 14. Valores determinados de N-BVT (mgN/100g) em filés de pirarucu estocados a -18⁰C durante 150 dias.

Tempo de estocagem (dias)	Lombo	Ventre
0	10,07 (1,04) ^a	6,81 (1,02) ^b
30	20,84 (2,24) ^a	15,58 (0,82) ^b
60	15,67 (1,39) ^a	13,20 (0,30) ^a
90	27,38 (0,21) ^a	25,01 (1,09) ^a
120	21,45 (0,61) ^a	19,22 (0,07) ^b
150	24,38 (0,12) ^a	26,34 (0,07) ^b

Média e desvio padrão, mesma letra ns a p<0,05.

Na Figura 31, observa-se a correlação da concentração de N-BVT em mg/100g com relação ao tempo de estocagem. Obtiveram-se baixos coeficientes de correlação, principalmente com a carne do lombo ($R^2=0,53$). Essa baixa variação mostra a estabilidade da carne à temperatura de -18⁰C.

As correlações obtidas por Ciarlo et al. (1985) para o filé de hake da Patagônia estocados a -20°C foi $\text{TVB} = 3,026 + 0,032 t$ com $r=0,69$ a $p<0,05$, indicando baixo incremento com relação ao tempo de estocagem. Nos resultados deste experimento as correlações mostram que a carne da barriga apresentou incremento maior do que na carne do lombo.

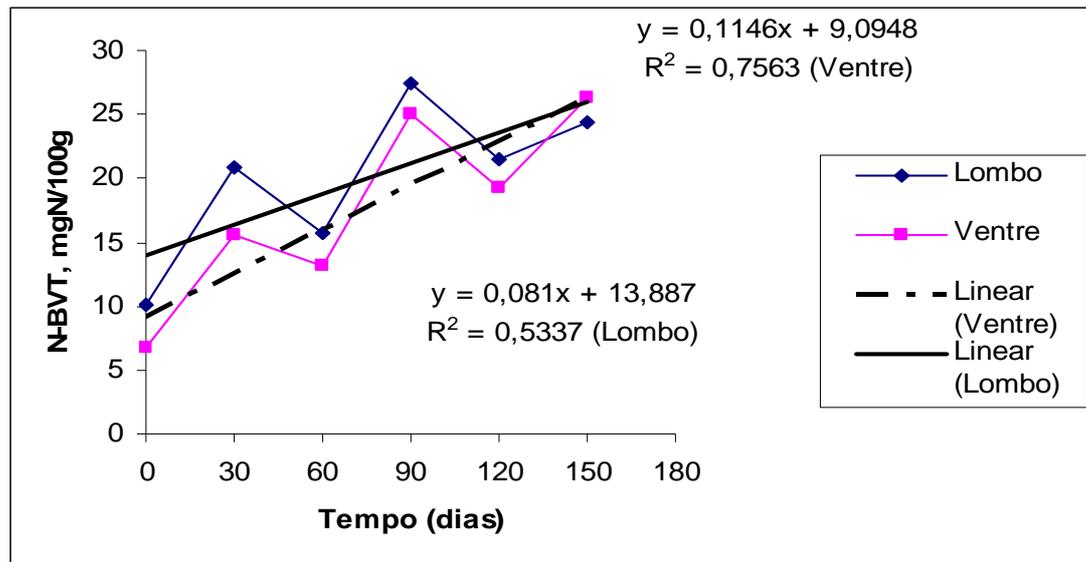


Figura 31 - Variação do valor do N-BVT em filés de pirarucu, estocados a -18°C durante 150 dias.

Avaliação da oxidação lipídica

A medida da oxidação da gordura foi determinada pela concentração do ácido tiobarbitúrico em termos de mg malonaldeído/kg, e os dados são mostrados na Tabela 15. Os valores mostram que durante o período de estocagem a velocidade de oxidação foi lenta, mantendo-se estável ao longo do período de estudo.

Ao comparar os níveis de TBA nas diferentes partes do músculo, encontram-se diferenças significativas a $p<0,05$ entre os dias de estocagem, exceto com 90 dias (Tabela 11). A qualidade lipídica manteve-se estável durante todo o período de experimento e com valores baixos ao se confrontar com trabalhos realizados por Cakli et al. (2007), Grigorakis et al. (2004) e próximos aos encontrados por Ozogul et al. (2005) ao analisar a qualidade da enguia européia (*Anguilla anguilla*) estocada em gelo, com valores entre 0,07 a 0,08 mgN/100g.

Valores mais elevados foram reportados por Pereira e Tenuta-Filho (2005), avaliando a qualidade da sardinha comercializada em São Paulo, os mesmos encontraram níveis médios de TBA de $7,14 \pm 5,36$ mg de AM/kg, principalmente por causa da má manipulação dos peixes pelos feirantes, e por ser essa espécie com alto teor de lipídio.

A Figura 32 mostra a variação da concentração do TBA ao longo do período de estocagem e as correlações obtidas. Observa-se que a carne onde tem maior percentagem de lipídios a velocidade de crescimento da oxidação é mais elevada. Também a estabilidade da carne menos gorda (lombo) mostra que tem maior concordância com o tempo de estocagem.

Tabela 15. Valores de TBA em mg malonaldeído/kg, em files de pirarucu estocado a -18°C , durante 150 dias.

Tempo de estocagem (dias)	TBA (mg malonaldeído/kg)*	
	Lombo	Ventre
0	0,02 (0,001) ^a	0,05 (0,001) ^b
30	0,05 (0,002) ^a	0,07 (0,01) ^b
60	0,04 (0,001) ^a	0,06 (0,01) ^b
90	0,05 (0,02) ^a	0,05 (0,01) ^a
120	0,05 (0,02) ^a	0,08 (0,02) ^b
150	0,08 (0,01) ^a	0,13 (0,01) ^b

*Média (desvio padrão) (n=3), mesma letra ns significativo a $p < 0,05$.

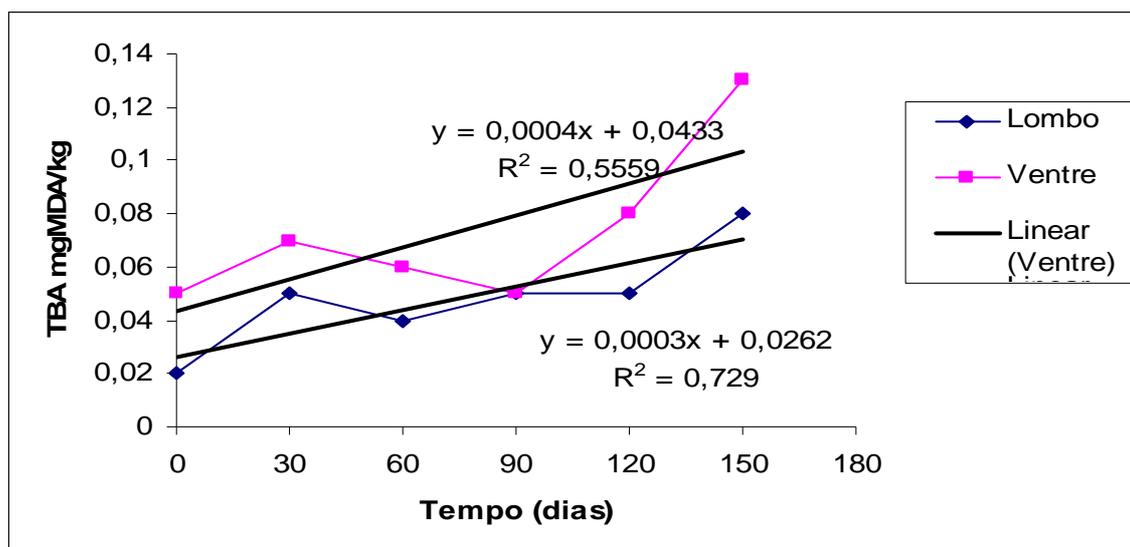


Figura 32 - Evolução do valor TBA em filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.

6.5.2. Avaliação das propriedades físicas.

Avaliação da textura

Na Tabela 16, são mostrados os resultados da textura nas duas partes do tecido muscular do pirarucu. Dunajski (1980), em excelente trabalho de revisão, cita que a textura do músculo do peixe é afetada pela espécie, idade, tamanho e estado nutricional. Nos fatores pós-morte incluem condições de rigor-morte, glicólise, temperatura de estocagem, temperatura de cozimento, pH e presença de NaCl.

Os dados deste experimento refletem que a textura foi afetada principalmente pela idade e tamanho do pirarucu, fatores relatados por Dunajski (1980).

Estudos realizados por Nielsen et al (2005b) indicaram que as propriedades de textura, como a firmeza, elasticidade, força de compressão, em filés de arenque apresentaram alta intercorrelação, indicando que qualquer um desses parâmetros pode ser utilizado na determinação da textura dessa espécie.

Nielsen et al. (2005a), avaliando a textura do filé do arenque como para matéria-prima para marinados, mostraram que durante o período de desova a textura dos filés era mais frágil do que em outros períodos da ciclo biológico da espécie.

Tabela 16. Dureza medida, em g, nos filés de pirarucu estocado a -18°C , nas porções dorsal e ventral.

Tempo de estocagem (em meses)	Dureza (g)*	
	Lombo	Ventre
0	748,19 (168,70)	1584,51 (505,71)
30	425,71 (202,21)	516,65 (51,99)
60	374,92 (34,79)	602,11 (303,24)
90	472,93 (122,85)	709,27 (106,48)
120	565,30 (51,28)	507,83 (9,45)
150	679,86 (182,94)	561,13 (81,84)

*Média (Desvio Padrão) (n=4).

Houve um decréscimo acentuado na dureza após 30 dias de estocagem, o que indica o efeito do congelamento na textura em relação ao peixe fresco. Após essa data não houve mais variação nesse parâmetro até a conclusão do experimento (Figura 33).

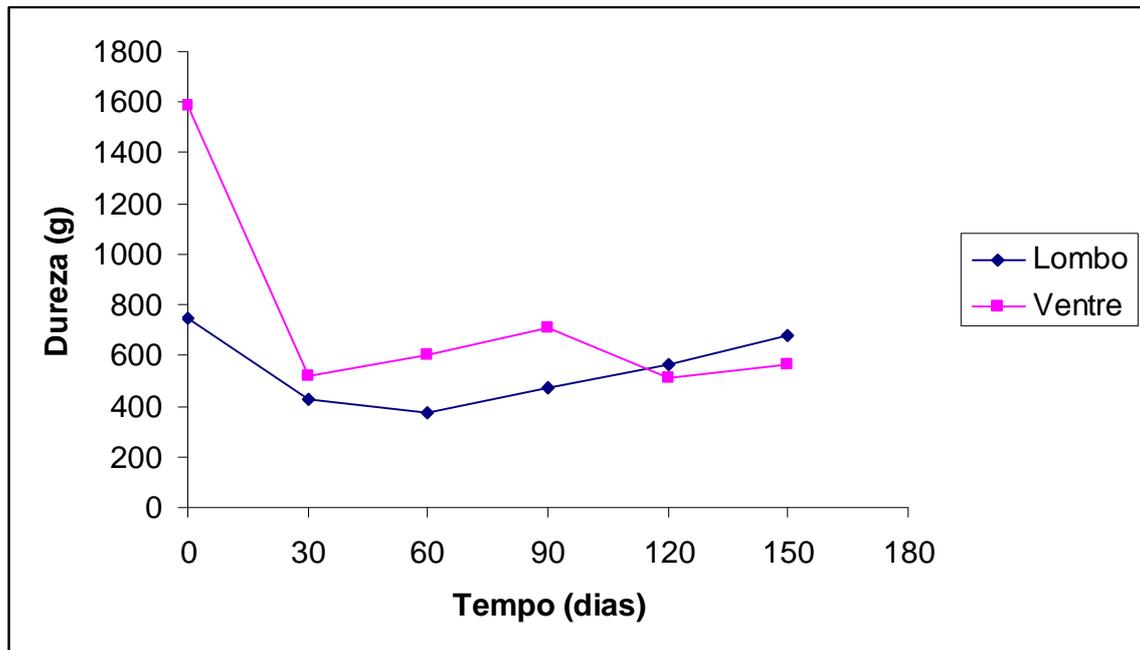


Figura 33 - A dureza, em g, medida em duas regiões do filé de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.

Avaliação da Capacidade de retenção de Água

Um dos atributos utilizados para avaliar a qualidade do pescado é a mensuração da capacidade do músculo em reter a umidade. Sem essa retenção o peso decresce e forma um líquido de aparência não atrativa para o consumidor. A água é de suma importância na determinação da boa textura. Na determinação da capacidade de retenção de água ou perda de líquido consta o emprego de diferentes métodos como a pressão, centrifugação, sucção, absorção e métodos óticos (Olsson et al, 2003a)

Esta pesquisa concorda com trabalho realizado por Nielsen et al (2005b), os quais mostram que, em arenque selvagem, a perda de líquido é maior nos exemplares em época de desova do que em exemplares imaturos. Outro parâmetro concordante é quanto ao teor de lipídios. Esses autores indicam que quanto maior for o teor de gordura no músculo menor é a perda de líquido. No trabalho com o pirarucu, a região menos gorda (lombo) apresentou maiores índices de perda de líquido do que a região mais gorda (ventre).

Tanto a Tabela 17 como Figura 34 apresentam os dados e a relação dos índices de perda de líquido com o período de estocagem, respectivamente. As observações de correlação indicam estabilidade com o tempo, onde $R^2 = 0,22$ para o ventre e $R^2 = 0,43$ para o lombo.

Produtos tipo triturados parecem também mostrar maiores índices de capacidade de retenção de água. Isto é indicado por trabalhos realizados por Souza (2001) com triturados de Aracú (*Shizodon fasciatum*), jaraqui (*Semaprochilodua* spp), e mapará (*Hypophthalmus edentatus*), com valores de CRA situados entre 95 a 60%.

Segundo Kristoffersen et al.(2006) a perda de água de 11,1%, observada no bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua* L.) na fase pós-rigor não apresentou aumento da perda de água quando o pH era baixo, existindo assim a influencia do pH da fase pré-rigor do bacalhau.

Tabela 17. Capacidade de retenção de água (%) em filés de pirarucu estocados a -18° durante 150 dias.

Tempo de estocagem(dias)	CRA (%)	
	Lombo	Ventre
0	17,1 (4,9)	11,2 (4,25)
30	9,8 (1,5)	9,4 (2,2)
60	18,1 (0,9)	14,2 (2,1)
90	11,1 (0,2)	9,5 (0,4)
120	13,5 (0,8)	9,5 (0,4)
150	12,7 (2,3)	9,7 (1,9)

Média e desvio padrão.

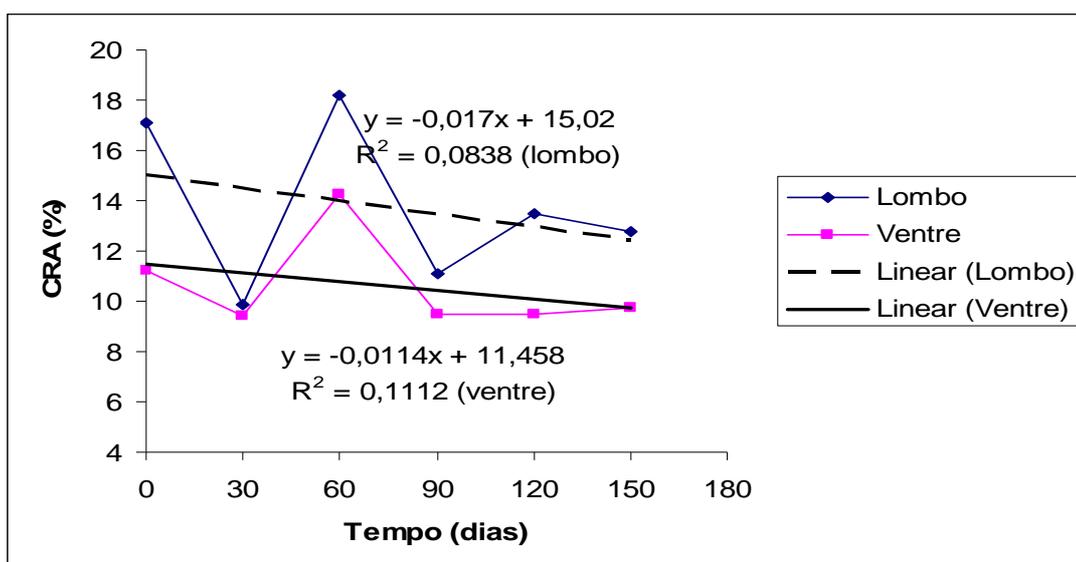


Figura 34 - Evolução da medida da capacidade de retenção de água (%) em filés de pirarucu estocado a -18°C durante 150 dias.

Avaliação das proteínas solúveis em sal (PSS).

O conhecimento das propriedades funcionais da carne do pirarucu é importante porque alterações têm influencia na utilização e processamento de produtos onde as proteínas têm grande importância.

A Tabela 18 relata os resultados referentes ao teor das proteínas solúveis em sal (%). Os valores de solubilidade foram diminuindo durante o tempo de estocagem para as duas porções de tecido muscular.

Trabalho desenvolvido por Sarma et al. (2000), com a espécie *Nemipterus japonicus*, de habitat dermesal e clima tropical marinho, foi armazenada a -18°C durante 12 semanas, mostrou decréscimo significativo $p < 0,05$ nas proteínas solúveis em sal, os valores variaram de 8,7 a 7,2% no início e fim do período, respectivamente. Os resultados para o pirarucu variaram entre 6,7 a 3,4% para o lombo e 4,6 a 2,8% par o músculo da barriga.

Tabela 18. Concentração de proteínas solúveis em sal em filés de pirarucu estocados a -18°C durante 150 dias.

Tempo de estocagem	Proteínas Solúveis em Sal (%)	
	Lombo*	Ventre*
0	6,6 (0,07) ^a	6,5 (0,14) ^a
30	6,7 (0,01) ^a	8,7 (0,41) ^b
60	5,3 (0,02) ^a	4,6 (0,09) ^a
90	5,3 (0,17) ^a	7,7 (0,31) ^b
120	4,0 (0,34) ^a	4,3 (0,38) ^a
150	3,4 (0,10) ^a	2,8 (0,05) ^b

*Media e desvio padrão, mesma letra não significante a $p < 0,05$.

Com o “fishburger” congelado a -20°C estocado por 3 meses, os estudos realizados por Al-Bulushi et. al.(2005) obtiveram valores de PSS entre 46 a 36% e 44 a 29% para duas formulações preparadas. Concluído que a temperatura de -20°C não foi suficiente para dar maior estabilidade ao produto.

A Figura 35 mostra a curva entre a concentração das proteínas solúveis em sal e o tempo de estocagem. O músculo da região dorsal (lombo) apresentou alta correlação com o período de estocagem, já o músculo ventral a correlação foi baixa. Possivelmente influenciada pela gordura. Isso significa que a carne do lombo respondeu mais rapidamente ao processo de desnaturação protéica. Para Srikar et al. (1989) a oxidação dos lipídios e dos ácidos graxos livres formados durante a estocagem influencia a solubilidade das proteínas. Eles chegaram a essa conclusão estudando a espécie *Tachysurus dussumier*.

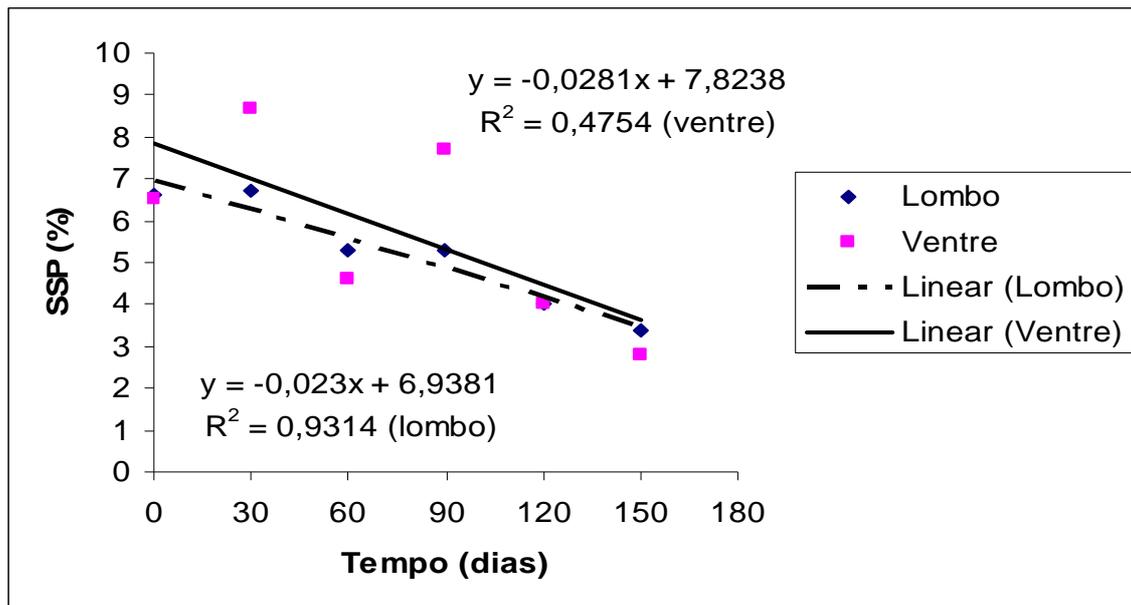


Figura 35 - Proteínas solúveis em sal (PSS) (%) em files de pirarucu estocados a -18°C durante 150 dias.

Dileep et al. (2005) avaliando a estocagem em gelo nas propriedades físico-químicas e viscosidade dinâmica do *Trichiurus* spp., encontraram que as proteínas solúveis em sal decresceram durante o período de estocagem.

Os resultados indicados na Tabela 20 evidenciam as correlações entre as análises realizadas no filé de pirarucu estocado a -18°C , durante 150 dias, com nível de significância $p < 0,05$, para todas as variáveis.

A matriz de correlação mostra ainda que as análises correlacionadas com o tempo foram o pH ventral, N-BVT ventral, odor e sabor tanto do ventre quanto do lombo. Indicando que a carne ventral foi mais instável. O pH do lombo teve boa correlação com a dureza ventral. O TBA não apresentou correlação com nenhuma outra análise. Pelo fato do baixo teor de gordura apresentado no tecido muscular, nas duas regiões analisadas, ainda o músculo do pirarucu ter coloração branca, significa baixo teor de células sanguíneas, conseqüentemente pequena quantidade de Fe^{++} para catalizar as reações de oxidação.

6.5.3. Análise microbiológica

A avaliação microbiológica do filé foi realizada somente na região dorsal do peixe considerando a ação do frio nos microrganismos. Dessa maneira, esta análise foi realizada como controle do processo de estocagem a frio e não em função das características de

composição química do tecido muscular. Observa-se os dados na Tabela 19 que o número de microrganismos manteve-se dentro dos limites ou padrões normais.

Tabela 19. Número de microrganismos no filé congelado de pirarucu.

Tempo (dias)	Determinações					
	Mesófilos UFC/g	Psicrótrofilos UFC/g	Bolors e Leveduras UFC/g	Psicrófilos/Mesófilos UFC/g	Coliformes	
					Totais (NMP/g)	Fecais (NMP/g)
0	$4,8 \times 10^2$	$3,9 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$	$9,8 \times 10^3$	<0,3	<0,3
30	$1,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10$	$7,6 \times 10^3$	1,1	<0,3
60	$5,0 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$	$5,6 \times 10^5$	$3,7 \times 10^4$	0,36	<0,3
90	$9,2 \times 10$	$6,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10$	$8,7 \times 10^3$	1,5	<0,3
120	$1,0 \times 10^3$	$8,2 \times 10^3$	$0,5 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	<0,3	<0,3
150	$9,3 \times 10$	$4,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10$	$9,3 \times 10$	<0,3	<0,3

Tabela 20. Matriz de correlação entre as variáveis analisadas, $p < 0,05$.

	Tempo	pH Lombo	pH Ventre	B-BVT Lombo	N-BVT Ventre	TBA Lombo	TBA Ventre	Dureza Lombo	Dureza Ventre	Odor Lombo	Odor Ventre	Sabor Lombo	Sabor Ventre	CRA* Lombo	CRA* Ventre	PSS* Lombo	PSS* Ventre
Tempo	1,00	Ns	-0,93	Ns	0,87	0,85	ns	Ns	Ns	-0,94	-0,91	-0,94	-0,96	Ns	Ns	-0,97	Ns
pH Lombo		1,00	Ns	Ns	Ns	Ns	ns	Ns	0,89	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
pH Ventre			1,00	Ns	Ns	Ns	ns	Ns	Ns	0,98	0,96	0,95	0,95	Ns	Ns	0,92	Ns
N-BVT Lombo				1,00	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
N-BVT Ventre					1,00	0,88	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
TBA Lombo						1,00	0,87	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
TBA Ventre							1,00	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Dureza Lombo								1,00	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Dureza Ventre									1,00	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Odor Lombo										1,00	0,98	0,98	0,98	Ns	Ns	-0,94	Ns
Odor Ventre											1,00	0,96	0,97	Ns	0,57	-0,88	-0,80
Sabor Lombo												1,00	0,99	Ns	Ns	0,95	Ns
Sabor Ventre													1,00	Ns	Ns	0,96	Ns
CRA Lombo														1,00	0,94	Ns	Ns
CRA Ventre															1,00	Ns	Ns
PSS Lombo																1,00	0,97
PSS Ventre																	1,00

*CRA= Capacidade de retenção de água; PSS=Proteína Solúveis em Sal.; ns= não significativo; $p < 0,05$.

6.6. Alguns aspectos de produtos da carne de pirarucu

6.6.1. Processo de defumação a quente

Apesar de ser uma técnica milenar, ainda hoje a defumação é empregada como método de processamento do pescado. Trabalhos estão direcionados comparando diferentes métodos de defumação com a qualidade (Espe et al.2004; Cardinal et al. 2006).

Jittinandana et al. (2002) compararam o efeito da salmoura no desenvolvimento da textura da truta arco-iris. Schumbring (2006) avaliou a textura e capacidade de retenção de água em amostras de salmão defumado comercializada no varejo.

Neste trabalho, procurou-se adequar tecnologia de defumação a quente e avaliar os parâmetros de qualidade no produto obtido. Na Figura 36, é mostrado o filé de pirarucu defumado a quente logo após remoção do defumador (fase de resfriamento).

O CODEX Alimentarium define defumação a quente como o processo realizado a uma temperatura e tempo suficiente para obter a completa coagulação das proteínas (CODEX 1979).



Figura 36 - Filé de pirarucu defumado a quente.

Composição centesimal

Trabalhando com filés de tilápia defumada, Yanar et. al.(2006) determinou a composição centesimal antes e após defumação a quente, apresentando os seguintes resultados antes da defumação: água 76,87%; lipídios 2,64%; cinza 1,09%; proteína 18,23% ; depois da defumação: umidade 67,96%; lipídios 3,14% cinza 2,29%; proteína 23,93%. A mesma tendência foi observada neste trabalho (Tabela 21), com a redução no teor de umidade e aumento nas demais análises.

Dados encontrados por Souza (2004) também com a tilápia, em São Paulo, em forma de filé defumado foram: umidade 63,00%, proteína bruta 33,04; lipídios 4,47% e cinza 5,13%. Houve redução da umidade de 77,91% para 63,00%. Uma desidratação bem maior do que a obtida neste experimento, cujo processo foi com menor concentração de sal e menor tempo nas temperaturas mais elevadas.

Tabela 21 - Composição centesimal do pirarucu in natura e defumado a quente.

Parâmetros	File fresco	File defumado a quente
Umidade (%)	79,72 (0,27)	69,12 (0,13)
Proteína (%)	17,56 (0,09)	23,73 (0,45)
Lipídeos (%)	0,53 (0,12)	0,63 (0,03)
Cinza (%)	0,88 (0,06)	3,82 (0,02)

Média e desvio padrão.

Carvalho (1998) processou files de pirarucu com método a frio, em defumador mecânico. Nesse processamento o produto final resultou a seguinte composição centesimal: Umidade 77,76%; lipídios 0,80%; proteína 19,60%; cinza 2,71%. O teor de umidade foi maior do que nosso experimento em função do tipo de processamento.

Avaliação físico-química.

Os valores de pH e N-BVT e TBA são indicados na Tabela 22. Os dados de pH permaneceram estáveis ao longo do período, variando entre 6,46 a 6,75 e o N_BVT apresentou-se com níveis acima de 30 mg/100g, o qual pode se inaceitável para o consumo humano quando relacionas a pescado resfriado e congelado (Sikorski et al.1990b; Connel,

1960). Entretanto, para pescado processado a quente e a ação do sal possivelmente elevou os valores de N-BVT.

Na Tabela 21, são apresentados os valores quinzenais das determinações do pH, N-BVT e TBA, durante os 150 dias de estocagem a -18°C . Os valores do pH variaram entre 6,64 a 6,72 dentro da faixa ácida ($<7,0$) mostrando estabilidade ao longo do período de estocagem

Tabela 22. Valores de pH, N-BVT e TBA nos filés de pirarucu defumado a quente.

Tempo de estocagem (dias)	pH	N-BVT (mgN/100)	TBA (mgMDA/kg)
0	6,64 (0,01)	32,89 (0,05)	0,21 (0,04)
15	6,71 (0,02)	35,4 (0,01)	0,20 (0,06)
30	6,72 (0,01)	44,47 (0,02)	0,21 (0,02)
45	6,75 (0,01)	39,77 (0,10)	0,27 (0,01)
60	6,71 (0,01)	42,67 (0,70)	0,24 (0,07)
75	6,71 (0,01)	40,81 (0,10)	0,26 (0,01)
90	6,72 (0,01)	39,55 (0,12)	0,25 (0,07)
105	6,74 (0,01)	38,01 (0,13)	0,27 (0,02)
120	6,71 (0,01)	35,09 (0,12)	0,32 (0,01)
135	6,74 (0,01)	42,94 (0,15)	0,30 (0,02)
150	6,72 (0,02)	43,56 (0,25)	0,29 (0,01)

Média e desvio padrão.

Avaliação das proteínas solúveis em sal e capacidade de retenção de água.

Características físicas da cavala (*Scombrus scombrus*) defumadas a quente foram avaliadas por Zotos et. al (1995). O procedimento foi: peixes eram congelados a -20°C , e em intervalos de 11, 22 e 33 semanas descongelados e defumados a quente. A desnaturação protéica relacionada com as proteínas solúveis em sal teve alteração em função do tempo de estocagem, diminuindo em 24% no final do período e foi mais acentuada após defumação.

No processo de defumação a quente, dados sobre a desnaturação das proteínas foram encontrados por Zotos et al. (2001) quando defumou atum a 75°C , em diferentes tempos de salmoura, a desnaturação das proteínas foi 60, 70, 74, 77 e 87% nas amostras com tempo de 0h, 2h, 4h, 6h, e 10h, respectivamente.

Na Tabela 23, encontra-se a variação das proteínas solúveis em sal e da capacidade de retenção de água. Ficou evidente através das equações de correlações que essas duas análises refletiram as mudanças com tempo de estocagem. As proteínas solúveis em sal foram

diminuindo com valores variando entre 12,64 a 7,53%. Acredita-se que este decréscimo foi ocasionado pelo baixo valor do pH e ácidos orgânicos presentes no músculo do pescado.

Tabela 23. Proteínas solúveis em sal e capacidade de retenção de água nos filés de pirarucu defumados a quente e estocados a -18°C durante 150 dias.

Tempo de estocagem (dias)	Proteínas solúveis em sal (%)	Capacidade de Retenção de Água (%)
0	12,64 (0,96)	9,98 (1,70)
15	11,98 (1,05)	7,16 (1,11)
30	11,01 (1,50)	7,50 (1,38)
45	9,84 (0,44)	3,27 (1,14)
60	9,74 (0,65)	2,13 (0,45)
75	9,84 (0,44)	2,65 (1,62)
90	9,68 (0,38)	2,05 (0,39)
105	8,27 (0,38)	3,36 (1,20)
120	8,22 (0,31)	3,56 (0,68)
135	7,53 (0,04)	2,65 (1,48)
150	8,04 (0,28)	3,14 (0,73)

Média e desvio padrão.

Mostra a Figura 37, tendência inicial de queda e estabilização durante o restante do período de estocagem.

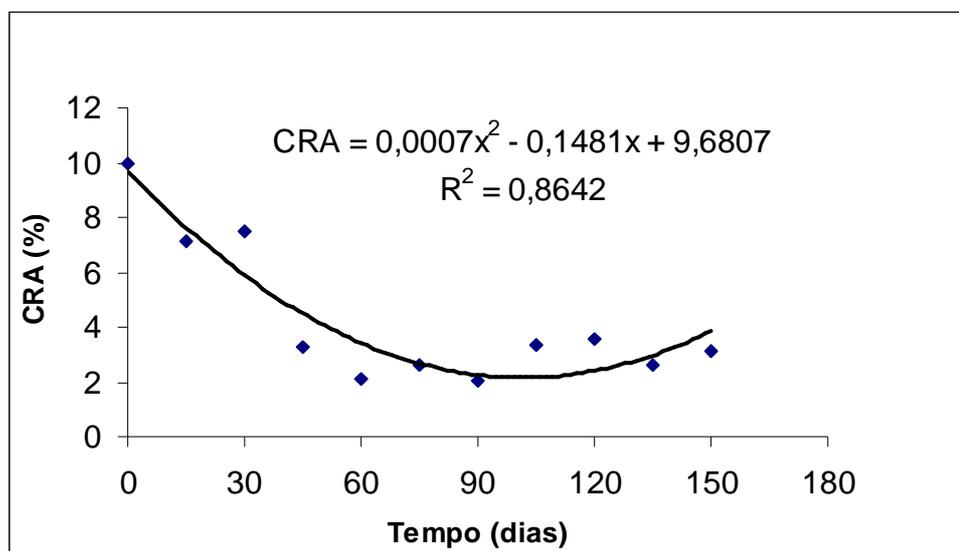


Figura 37 - Capacidade de retenção de água (%) em files de pirarucu defumado a quente, estocado congelado.

A Figura 38 mostra a alta coerência entre as PSS e o tempo de estocagem. O coeficiente de derivação foi de 0,91.

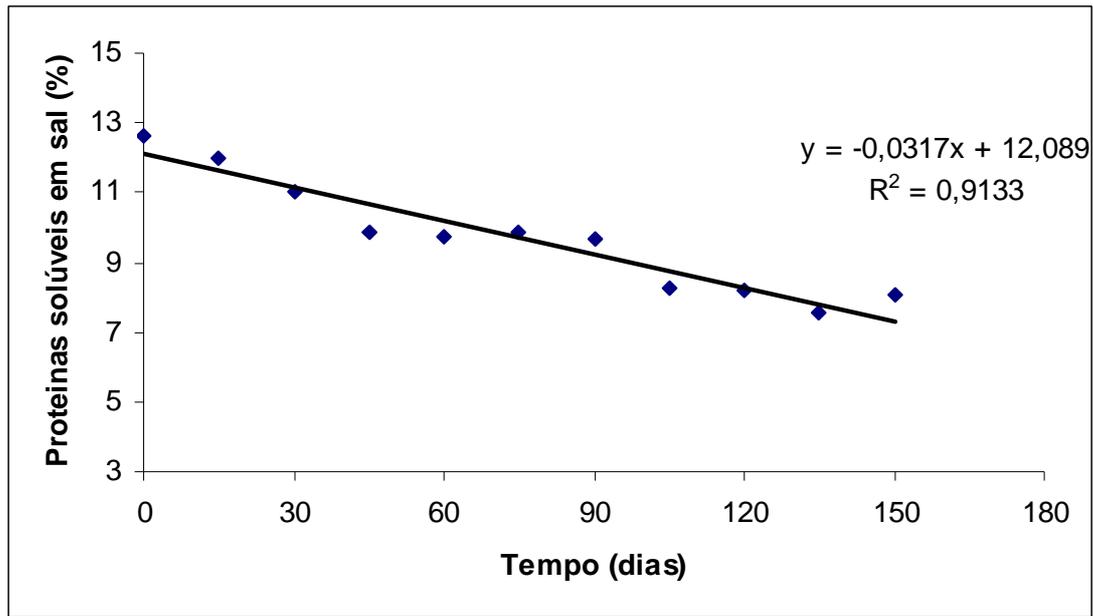


Figura 38 - Valores médios das proteínas solúveis em sal em files de pirarucu defumado a quente.

Avaliação sensorial

Durante o período de estocagem as amostras foram analisadas por um painel de provadores com prática em análise sensorial de pescados, os dados são expostos na Tabela 24. E a análise estatística na Tabela 25. Verifica-se que ao longo do tempo de estocagem a -18°C , as notas para o sabor praticamente não variaram permaneceram entre 8-9, e análise estatística indica que este atributo recebeu a maior média de pontos atribuída pelo painel sensorial.

Da mesma forma o sabor foi o atributo de maior nota em trabalho realizada com filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) defumada a quente (Souza et al. 2004). A conclusão encontrada por Cardinal et. al.(2006), analisando as características do arenque defumado e formação de compostos fenólicos, foi em que a temperatura tem alta influência para o odor representado pela alta formação desses compostos orgânicos.

Tabela 24. Médias dos escores sensoriais obtidos para o filé de pirarucu defumado a quente.

Tempo de estocagem (dias)	Valores Médios Atributo Sensoriais*			
	Odor	Cor	Sabor	Textura
0	8 (0,0)	8 (0,5)	8 (0,7)	7 (1,0)
15	8 (0,5)	7 (0,9)	8 (0,5)	5 (2,2)
30	8 (0,5)	8 (1,0)	8 (1,5)	8 (1,5)
45	9 (0,5)	8 (1,0)	8 (1,7)	7 (0,0)
60	8 (0,5)	8 (0,6)	8 (0,6)	7 (0,0)
75	8 (0,5)	8 (0,6)	8 (0,6)	6 (2,0)
90	8 (0,5)	7 (0,5)	8 (1,0)	8 (1,0)
105	8 (0,8)	8 (0,6)	8 (0,8)	8 (1,2)
120	8 (0,5)	7 (0,6)	8 (0,5)	7 (2,6)
135	8 (0,5)	7 (0,5)	8 (0,8)	7 (2,6)
150	8 (0,5)	7 (0,5)	7 (0,8)	7 (2,62)

*Média e desvio padrão.

Tabela 25. Análise estatística dos escores sensoriais, teste Kruskal-Wallis, em filés de pirarucu defumado a quente.

Característica Sensorial	N	Media dos Postos
Odor	11	29,9
Cor	11	21,2
Sabor	11	26,7
Textura	11	12,2
Total	44	22,5

H = 12,03 DF = 3 P = 0,007

O valor crítico do Qui-quadrado com 3 graus de liberdade e ao nível de significância igual a 0,05 é 9,49. Devido ao valor calculado para H ser maior do que 9,49 rejeitamos a hipótese de que os atributos sensoriais foram iguais durante o período de estocagem

Pela média dos postos de cada característica sensorial, observa-se que a textura foi a que menor grau de qualidade apresentada durante o período do experimento, provavelmente em função da alteração do tecido muscular causado pelos cristais de gelo.

Avaliação microbiológica

Os dados da Tabela 26, sobre a contagem microbiológica, demonstram a ação da fumaça e do calor sobre o número de microrganismos. Todos os valores de microrganismos estão dentro do limite preconizado pela legislação brasileira estabelecida pela Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos – CNNPA(1978).

Tabela 26 - Contagem de microrganismos em filés defumados a quente de pirarucu.

Tempo de estocagem (dias)	Determinações						
	Contagem Total (UFC/g)			Bolors e Leveduras (UFC/g)	Coliformes (NMP/g)		
	a 55° C	a 35° C	a 7° C		Totais	Fecais	E. coli
0	-	5,5 x 10	2,0 x 10	0,5 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
15	-	1,5 x 10	1,5 x 10	5,0 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
30	2,5 x 10	5,0 x 10	1,0 x 10	3,0 x 10	2,1	< 0,3	< 0,3
45	< 1,0 x 10	1,0 x 10	< 1,0 x 10	1,0 x 10 ²	< 0,3	< 0,3	< 0,3
60	< 1,0 x 10	7,0 x 10	< 1,0 x 10	0,5 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
75	< 1,0 x 10	2,5 x 10	4,0 x 10	< 1,0 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
90	< 1,0 x 10	< 1,0 x 10	1,4 x 10 ²	0,5 x 10 ²	0,36	< 0,3	< 0,3
105	< 1,0 x 10	1,5 x 10	1,0 x 10	1,0 x 10 ²	< 0,3	< 0,3	< 0,3
120	< 1,0 x 10	9,0 x 10	< 1,0 x 10	1,5 x 10	0,72	< 0,3	< 0,3
135	1,0 x 10	0,5 x 10	1,0 x 10	1,0 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
150	< 1,0 x 10	2,9 x 10 ²	0,3 x 10 ²	3,0 x 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Legislação*	-	-	-	-	-	< 10 ²	-

*CNNPA (1978)

6.6.2. Características dos filés salgado-seco

A salga juntamente com a secagem é um dos métodos mais antigos de conservação do pescado. É uma técnica de fácil aplicação, os produtos transformados não necessitam de refrigeração para manter-se em condições de consumo. Na avaliação da composição centesimal dos filés salgados e desidratados (Tabela 27), o valor das cinza revela o efeito do tempo de salga e secagem participação o cloreto de sódio e, este efeito também pode ser verificado pela diminuição do teor da umidade de 51,35% para 39,05%. A proteína de 21,97% para 29,95% , lipídeo variou de 0,67% para 3,11%.

Tabela 27. Composição centesimal do filé de pirarucu salgado-seco.

	Filé de pirarucu salgado-seco*	
	Salga	Salgado-seco
Umidade (%)	51,35 (0,11)	39,05 (0,40)
Proteína (%)	21,97 (0,59)	29,95 (0,09)
Lipídios (%)	0,67 (0,21)	3,11 (0,02)
Cinza (%)	23,76 (0,96)	26,33 (1,95)

*Média e desvio padrão, .n=3.

Os filés foram salgados sem pele com isso a transferência de íons de sódio e de cloro foram mais acentuadas. Birkeland et. al (2005), mostraram que ao colocar files, de arenque, sem pele em salmoura de 10%, 16,5% e 25,5% de concentração, concluiu que o ganho de peso é afetado pela temperatura, presença de pele, concentração de sal e tempo de salmoura, a ausência de pele afetou positivamente o ganho de peso

Parâmetros da secagem

Em geral, as curvas de secagem são bem conhecidas para alimentos de origem vegetal. A determinação da curva de secagem em pescado possibilita vantagens de conhecer o tempo de secagem e a umidade final, aumentando a conservação do produto. Isto foi demonstrado por Freire et. al. (2003) realizando experimentos de secagem com amostras de filés de carpa, tilápia e tambaqui. Todos os testes foram conduzidos em bancada construída para estudo da termodinâmica da secagem.

Os dados obtidos com a secagem em estufa para filés de pirarucu são apresentados na Tabela 28. As taxas médias de remoção da umidade nas três amostras foram de 3,31 g/h a 6,51 g/h, obtiveram-se valores maiores do que nas condições realizadas por Freire et al.(2003). Observa-se também que o tamanho das fatias influencia na taxa de remoção de água. Quanto mais espessa a amostra maior a taxa para o mesmo tempo de secagem.

Tabela 28. Parâmetros da secagem realizada em filés de pirarucu.

Características das amostras	Amostras pirarucu salga - seca		
	PSS1	PSS2	PSS3
Dimensões das fatias (cm)	30x1,0x10	30x1,5x10	30x1,7x10
Peso Inicial (g)	470	600	710
Peso Final (g)	354	440	482
Perda de umidade (g)	116	160	228
Tempo de secagem (horas)	35	35	35
Taxa média de remoção de água (g/h)	3,31	4,57	6,51

Equações das curvas de secagem

A curva de secagem foi obtida por método de análise gravimétrica, com a variação do tempo e do peso das amostras, estes ensaios podem ser considerados preliminares para futuros estudos de secagem, com aplicação de modelos analíticos mais detalhados, envolvendo a fase de salga (Zuggaramundi e Lupin, 1980).

O modelo da curva de secagem que melhor refletiu a relação com o tempo foi o exponencial (Tabela 29). Os índices de correlação foram altos a $p < 0,05$, e tiveram comportamento, quanto ao modelo empregado, semelhantes. Dados na forma foram encontrados também por Bellagha et. al. (2007), que desenvolveram trabalho com a sardinha (*Sardinella aurita*) testando modelo de secagem partindo do peixe salgado. A pesquisa foi conduzida a temperatura de 40°C , 15% de umidade relativa e a velocidade do ar em 1,5 m/s em um secador convectivo, os autores concluíram que a secagem é afetada pelo método de salga.

Tabela 29. Modelos de regressão e coeficiente de determinação em função do tempo de secagem a 40°C , em estufa com velocidade do ar a 1,4 m/s.

Amostras	Modelo de regressão	R ²	Prob >p
PSS1	$y = 530,62e^{-0,0044x}$	0,9379	0,05
PSS2	$y = 592,41e^{-0,0088x}$	0,9946	0,05
PSS3	$y = 687,7e^{-0,0107x}$	0,988	0,05

Análise sensorial

A Tabela 30 mostra as médias das notas obtidas pelos julgadores. Pode-se observar que existem diferenças significativas com o sabor a cor. O sabor foi influenciado pelo teor mais acentuado de sal, o que levou a receber uma nota menor, e a cor do salgado da parte da ventrecha também recebeu nota menor em função de apresentar-se mais queimado. Ficou evidente que neste tratamento o filé salgado do lombo foi mais apreciado do que o salgado da região ventral.

Tabela 30 . Média das notas obtidas para os dois produtos salgado-seco.

Atributo Sensorial	Valores Médios *	
	SS 1	SS 2
Aparência	4,1 ^a	4,3 ^a
Sabor	3,9 ^a	4,3 ^b
Odor	4,1 ^a	4,3 ^a
Textura	4,2 ^a	4,3 ^a
Cor	3,9 ^a	4,3 ^b

*Valores atribuídos por 29 julgadores; (a,b)letras diferentes apresentam diferenças significante a =0,05; SS1=salgado-seco 1, SS2=salgado seco 2

Umidade, Atividade de água e cloretos

Os valores da atividade de água e teor de cloreto seguem apresentados na Tabela 31. A atividade de água encontrada é suficiente para manter o produto em boas condições de armazenagem.

Tabela 31. Atividade de água em filés de pirarucu salgado e seco.

Produto	Atividade de água	Cloretos (%)
Salgado (salga seca)	0,69	19,60
Salgado (salga seca) e desidratado	0,65	28,62

Dados obtidos para a atividade de água concordam com trabalho realizado por Bellagha et al. (2007), em procedimento de secagem após salga seca e salga úmida. Neste experimento, os autores encontraram valores de atividade de água de 0,76 em 24 horas de secagem e 0,68 após 72 horas de secagem. Enquanto que no outro, após salga seca, os valores foram de 0,711 em 24 horas de secagem e 0,661 para 72 horas de secagem.

6.6.3. Panceta e Carpaccio de pirarucu.

O carpaccio ou carpachio é um prato onde a carne é cortada em lâminas e servido como aperitivo (entradas) com molho de azeite e limão. O termo é baseado no pintor do século XV, Vittore Carpaccio. Segundo a Legislação brasileira, o carapacchio é considerado um produto pronto, na categoria carnes, subcategoria congelados (IBICT, 2007).

Na questão relacionada a transformação de alimentos, a Legislação brasileira é muito rica. No sítio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, se encontram as Resoluções, Leis e Decretos para os empresários atenderem as exigências técnicas para a produção de produtos livres de contaminação. Quanto ao valor nutricional, isto cabe ao empresário especificamente, pois a empresa deve oferecer ao mercado consumidor produto com o mais alto valor nutritivo (ANVISA, 2001).

Composição centesimal da panceta e carpaccio.

A caracterização da composição química dos produtos é apresentada na Tabela 32. Observa-se que o teor elevado de lipídios e a baixa umidade foram devido a utilização da carne da barriga com maior teor de lipídios e a ação da desidratação pela ação do sal. No carpacchio a proteína acumulada do queijo e do peixe levou percentual para 24,3%, enquanto que o teor de lipídios reflete a composição maior do queijo.

Tabela 32. Composição centesimal da panceta e do carpaccio de pirarucu.

	Produtos*	
	Panceta	Carpaccio
Umidade (%)	63,86 (1,18)	51,2
Proteínas (%)	19,48 (0,41)	20,3
Lipídios (%)	11,24 (0,27)	26,6
Cinza (%)	4,54 (0,58)	1,2

*Média e desvio padrão.



Figura 39 - Panceta elaborada com a carne da barriga do pirarucu.



Figura 40 - Carpaccio de pirarucu

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados experimentais obtidos, pode-se concluir que:

- O rendimento médio do filé (região dorsal e ventral) para o pirarucu de piscicultura com peso médio de 7,13 kg, foi de 41,41%;
- A composição centesimal do filé esteve dentro da faixa normalmente encontrada em pescado. Com relação a região dorsal a composição centesimal foi próxima ao do pirarucu selvagem. Na região ventral, o teor de lipídios, no procedente de piscicultura foi bem menor do que no observado da natureza. Refletindo a dieta fornecida em cada ambiente;
- Não houve diferença significativa entre sacrificar os peixes de manhã ou no período da tarde, com o método de hipotermia;
- Na temperatura de 0 - 1,5⁰C, o pirarucu de cativeiro apresentou máximo rigor mortis aos 60 minutos. Rapidamente encaminhou o processo de resolução do rigor mortis, esse observado até 180 minutos. Não alcançou os 100% de índice de rigor;
- As determinações de pH, textura instrumental e índice de rigor mostraram tendência semelhante durante os 180 minutos após o abate dos animais;
- Durante a estocagem em gelo, as análises sensoriais MIQ e do peixe cozido apresentaram alta correlação com o tempo de estocagem. E com os dados obtidos, sugere o tempo de vida útil através estimativa da equação de regressão é de $27 \pm 0,5$ dias.
- No estudo da qualidade do pirarucu em gelo, o N-BVT não se apresentou como bom indicador da qualidade em virtude das variações ao longo dos dias, não proporcionando tendência linear significativa com o tempo. A textura, expressa em g, medida em aparelho texturometro, foi um bom indicador da tendência da deterioração do músculo com o tempo.
- Na avaliação da qualidade dos filés congelados, estocados a -18⁰C, foi a de que os filés mantiveram-se com alta qualidade durante os 150 dias. Isso medido pelas análise de pH, N-BVT, sensorial para o peixe cozido, microbiológica,

- A análise do percentual das proteínas solúveis em sal apresentou excelente correlação com o tempo de estocagem dos filés congelados, sendo um bom índice para medir a qualidade dos filés.
- A relação entre a qualidade da carne dorsal e ventral (maior teor em lipídios) foi bem evidente a diferença, indicada pela análise do TBA;
- A transformação dos filés de pirarucu de piscicultura, em filé defumados a quente, foi muito bem aceita pelo painel de provadores, e manteve-se estável ao longo dos 150 dias de estocagem a -18°C .
- A salga e secagem dos filés deixaram com alto teor de sal, conforme avaliação dos provadores. Nas condições experimentais, o tempo de secagem de 36 horas foi suficiente para os filés atingirem umidade mínima.
- Foi possível elaborar produtos como carpaccio e panceta de pirarucu com a matéria-prima disponível. É necessário mais testes com esses produtos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackman R.G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science* 13(3-4):161-289.
- Albuquerque, W.F; Zapata, J.F; Almeida, R.S. 2004. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agronômica* Vol. 35(Número Especial):264 - 271.
- Almás, K.A. 1981. *Chemistry and Microbiology of Fish and Fish Processing*. Norway. University of Trendheim, 123p.
- Almeida,N.M. 1998. *Alterações port-mortem em Colossoma macropomum (Cuvier, 1818), procedente da piscicultura e conservado em gelo*. Manaus, INPA/UA, Dissertação. Mestrado em Ciência de Alimentos.
- Almeida, O.T.; Cabral, W.; Androczevecz, S.; Amaral, L,;Araújo, B. 2004. *A Industria Pesqueira na Amazonia*. Relatório Final. IBAMA-PROVARZEA. 218 p.
- Almeida, N.M.; Batista, G.M; Kodaira, M; Val, A.L; Lessi, E. 2005. Determinação do índice de rigor-mortis e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. *Ciência Rural* 35(3):698-704.
- Andrade, E.G. 2006. *Qualidade dos "minced fish"de tambaqui (Colossoma macropomum Cuvier, 1818) e matrinxã (Brycon amazonicus Spix & Agassiz, 1819) procedente de piscicultura*. Dissertação (mestrado), Manaus-AM: UFAM/INPA. s/n p.
- Al-Bulushi, I.M; Kasapis, S; Al-Oufi, H.; Al-Mamari, S. 2005. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science* 71(3):648-654.
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2001. Resolução RCD nº12 de 12 de janeiro de 2001. Ministério da Saúde.
- AOAC-Association Official Analytical Chemists. 1990. *Oficial Methods of Análisis of AOAC*. 15ED. Washington, AOAC, 960p.
- Aro, T.L; Larmo, P.S.; Backman, C.H.; Kallio, H.P.; Tahvonen, R.L. 2005. Fatty acids and fat-soluble vitamins in salted herring (*Clupea harengus*) products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(5):1482-1488.
- Aubourg, S.P. 1999. Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. *Food Research International* 32(7):497-502.
- Aubourg, SP, Ugliano M. 2002. Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *European Food Research and Technology* 215(2):91-95.

- Aubourg, S.R, Rodriguez A, Gallardo J.M. 2005. Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): effect of catching season and commercial presentation. *European Journal of Lipid Science and Technology* 107(5):316-323.
- Badii, F.; Howell, N.K. 2002. Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage. *Food Hydrocolloids* 16(4):313 - 319.
- Baixas-Nogueras, S; Bover-Cid, S; Veciana-Nogues, T; Nunes, M.L; Vidal-Carou, M.C. 2003. Development of a quality index method to evaluate freshness in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). *Journal of Food Science* 68(3):1067-1071.
- Bagni, M; Civitareale, C; Priori, A; Ballerini, A; Finoia, M; Brambilla, G; Marino, G. 2007. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 263(1-4):52-60.
- Barbosa, A; Vaz-Pires, P. 2004. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control* 15(3):161-168.
- Bard, J.; Imbiriba, E.P. 1986. Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*. *Circular Técnica*, EMBRAPA, n.52,
- Barroso, M; Careche, M; Barrios, L.; Borderias, A.J. 1998. Frozen hake fillets quality as related to texture and viscosity by mechanical methods. *Journal of Food Science* 63(5):793-796.
- Batista, G.M.2002. *Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo*. Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. AM, 111p.
- Bechmann, I.E.; Jorgensen, B.M.. 1998. Rapid assessment of quality parameters for frozen cod using near infrared spectroscopy. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 31(7-8):648-652.
- Bellagha, S; Sahli, A; Farhat, A; Kechaou, N; Glenza, A. 2007. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling. *Journal of Food Engineering* 78(3):947-952.
- Bello, R. A.; Rivas, W. G.1992. *Evaluacion y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento*. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. FAO, Italy, Mexico, D.F, n.2,113p. out..
- Bito, M.; Yamada, K.; Mikumo,Y.; Amano, K. 1983.Studies on rigor mortis of fish- I. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish. By modified cuttingns methods. *Bulletin. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab.* p.109-189,.
- Birkeland,S; Rora, A.M.B.; Skara, T.; Bjerkgeng, B. 2004, Effects of cold smoking procedures and raw material charecteristics on products yeld and quality parameters of cold smoked Atlantic salmo (*Salmo salar* L) fillets.: *Food Research International*, v. 37, p. 273-286

- Birkeland, S.; Sivertsvik, M.; Nielsen, H.H.; Skara, T. 2005. Effects of brining conditions on weight gain in herring (*Clupea harengus*) fillets. *Journal of Food Science* 70(7):418-424.
- Borderias, A.J.; Lamua, M.; Tejada, M. 1983. Texture analysis of fish fillets and minced fish by sensory and instrumental methods. *J Food Techn* 18:85-95.
- Boscolo, W.R; Hayashi, C; Meurer, F; Feiden, A; Wolff, L. 2004. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 26(4):443-447.
- Botta, J.R. 1991. Instrument for non-destructive texture measurement of raw Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillet. *J. Food Sci.* 56, 962-964.
- BRASIL. 1980. *Regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. RIISPOA. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília, p.166.
- Bremner, H. A. 1985. A convenient easy-to-use system for estimating the quality of chilled seafoods. *Fish Processing Bull.*, 7: 59-70.
- Bremner, H. A.; Olley, J.; Vail, A. M. A.1987. Estimating time-temperature effects by a rapid systemic sensory method. *In: Kramer, D. E., Liston, J., eds. Seafood Quality Determination*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. pp. 413-435.
- Burgess, G. H .O.; Cutting, C. L.; Lovern, J.A.; Waterman, J. J. 1971. *El pescado y las industrias derivadas de la pesca*. 2. ed. Zaragoza (Espanã), Ed. Acribia, 392 p.1971.
- Burns, B. G.; Ke, P. J. 1985. Liquid chromatographic determination of hypoxanthine content in fish tissue. *J Assoc Off Ana Cheml*, 68: 444-448.
- Bykowski, P.; Dutkiewicz, D. 1996. *Freshwater fish processing and equipment in small plants*. FAO Fisheries Circular 905, Roma. 69 p.
- Cakli, S; Kilinc, B; Cadun, A; Dincer, T; Tolasa, S. 2007. Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. *Food Control* 18(5):391-397.
- Cardenas Bonilla, A; Sveinsdottir, K; Martinsdottir, E. 2007. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control* 18(4):352-358.
- Cardinal, M; Cornet, J; Serot, T; Baron, R. 2006. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. *Food Chemistry* 96(1):137-146.
- Carvalho M.A.F. 1998. Produção de defumado a frio de filé de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), em forno mecanico Fischer. Dissertação (mestrado). Manaus: UFAM. 93 p.

- Carvalho, N.L.A. 2003. *Efeitos de fatores físicos e químicos sobre a formação de géis em surimi de duas espécies de peixes comerciais da Amazônia*. Tese de Doutorado. Biologia de Água Doce e Pesca Interior, INPA/UFAM, Manaus, AM, 145p.
- Casas, C.; Martinez, O.; Guillen, M.D.; Pin, C.; Salmeron, J. 2006. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) at three points along the fillet, determined by different methods. *Food Control* 17(7):511-515.
- Castelo, F. P. 1987. Avaliação sensorial do frescor dos jaraquis *Semaprochilodus taeniurus*, (Vallenciennes,1811) e *S. insignis*, (Schombugk, 1841). In: *Anais Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, Fortaleza, Associação dos Engenheiros de Pesca do Ceará, p. 555-571.
- Castelo, F.P. 1992. Aproveitamento racional de pescado de água doce da Amazônia. Avaliação do frescor da matrinxã (*Brycon* sp) em gelo. *Acta Amazonica*. v.22, fasc.3, p. 449-460, 1992.
- Chytiri, S.; Chouliara, I.; Savvaiddis, I.N.; Kontominas, M.G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology* 21(2):157-165.
- Ciarlo, A.S.; Boeri, R.L.; Giannini, D.H. 1985. Storage Life of Frozen Blocks of Patagonian Hake (*Merluccius hubbsi*) Filleted and Minced. *Journal of Food Science* 50(3):723-726.
- Chaves, J.B.P. 1998. *Análise sensorial: histórico e desenvolvimento*. Cadernos didáticos 32. UFV, editor. Viçosa. 31 p.
- Contreras-Guzman, E.S. 1994. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal, FUNEP, 409p.
- CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos. 1978.. In: *Compêndio de Resoluções da CNNPA*. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA),
- CODEX - Codex Alimentarius. 1979. *Recommended International Code of Practice for Smoked Fish*, Volume 9, CAC/RCP.
- Connell, J. J. 1995. *Control of fish quality* (4th ed.). London: Fishing News Books Limited
- Crackel, R.L.; Gray, J.I.; Pearson, A.M.; Booren, A.M.; Buckley, D.J. 1988. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. *Food Chemistry* 28:187 - 196.
- Curran, C.A; Poulter,R.G; Brueton, A; Jones, N.R, Jones, N.S.D. 1986. Effect of handling treatment on fillet yields and quality of tropical fish. *Journal of Food Technology* 21:301-310.

- Dias, A. F. 1983. *Salga e secagem do pirarucu, Arapaima gigas (CUVIER, 1929) com a aplicação de coletores solares*. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). INPA, Manaus, AM, 133p.
- Dileep, A.O.; Shamasundar, B.A.; Binsi, P.K.; Badii, F.; Howell, N.K. 2005. Effect of Ice Storage on the Physicochemical and Dynamic Viscoelastic Properties of Ribbonfish (*Trichiurus* spp) Meat. *Journal of Food Science* 70(9): 537-545.
- Draisici, V.R.; Volpe, L.; Lucentini, A.; Cecilia, R.F.; Palleschi, G. 1998. Determination of biogenic amines with an electrochemical biosensor and its application to salted anchovies. *Food Chemistry*, 62 (2): 225-232.
- Dunajski, E. 1980. Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies* 10(4):301-318.
- Espe, M; Kiessling, A; Lunestad, B-T; Torrissen, O.J; Rora, A.M.B. 2004. Quality of cold smoked salmon collected in one French hypermarket during a period of 1 year. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37(6):627-638.
- Falcão, P.T.; Lessi, E.; Leitão, M.F.F. 1994. Deterioração do jaraqui (*Semaprochilodus insignis*, Schomburgk, 1884), capturado no Estado do Amazonas e conservado em gelo. *Cien Tecnol. Aliment.* V.14(4):168-177.
- FAO. Estatísticas da Pesca. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/default.asp>. Acesso em: 10 de julho de 2007.
- Ferreira, E.J.G. 1998. *Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém Pará*. Efrén J. G. Ferreira, Jansen A. S. Zuanon, Geraldo M. dos Santos (ed.) – Brasília, Edições IBAMA, 1998.
- Filgueiras, L.A., 2002. *Determinação da vida de prateleira de filés congelados de piramutaba (Brachyplatystoma vaillantii, Valenciennes, 1840)*. Dissertação de mestrado. Curso de Biologia de água Doce e Pesca Interior. INPA/UFAM, Manaus, AM, 56p.
- Franco, B.D.G.; Landgraf, M. 1996. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Ateneu. 182 p.
- Freire, F.A.N.; Silva, M.E.V.; Zapata, J.F.F.; Maia, G.A. 2003. Desidratação do músculo de pescado em bancada experimental. *Brazilian Journal of Food Technology* 6(2):273-278.
- Fontenele, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativo (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia* 8(4):445-459.
- Fontenele, O. 1959. Hábitos de desova do pirarucu "*Arapaima gigas*" (Cuvier) (Pisces: Isopndylii, Arapaimidae) e evolução de sua larva. *Col.Trab.Tec.DNOCS*(153):18.
- Gallart-Jornet, L.; Barat, J.M.; Rustad, T.; Erikson, U.; Escriche, I.; Fito, P. 2007. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering* 80(1):267-275.

- Ghosh, S.; Sarked, D.; Misra, T.N. 1998. Development of an amperometric enzyme electrode biosensor for fish freshness detection. *Sensor and Actuators B*, 53, 58-62.
- Gonçalves, A.C.; Antas, S.E.; Nunes M.L. 2007. Freshness and quality criteria of iced farmed Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(9):3452-3461.
- Gomez-Guillen, M.C.; Montero, P.; Hurtado, O.; Borderias, A.J. 2000. Biological characteristics affect the quality of farmed atlantic salmon and smoked muscle. *Journal of Food Science*, 65(1):53-60.
- Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest*. Explorations in Amazonian Natural History. Univ. California Press, Berkeley and Los Angeles. , 280 p.
- Gram, L.; Huss, H.H. 1996. Microbial spoilage of fish and fish products. *International journal of food microbiology* 33:121-137.
- Grigorakis, K.; Alexis, M.; Gialamas, I.; Nikolopoulou, D. 2004. Sensory, microbiological, and chemical spoilage of cultured common sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: A seasonal differentiation. *European Food Research and Technology* 219(6):584-587.
- Gruda, J.; Postolki, J. 1986. *Tecnologia de la congelacion de los alimentos*. Acribia, editor. Zaragoza, Espanha: 631 p.
- Guillerm-Regost, C.; Haugen, T.; Nortvedt, R.; Carlehog, M.; Lunestad, B.T.; Kiessling, A.; Rora, A.M.B. 2006. Quality characterization of farmed Atlantic halibut during ice storage. *Journal of Food Science* 71(2):S83-S90.
- Hallier, A.; Chevallier, S.; Serot, T.; Prost, C. 2007. Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87(5):814-823.
- Hamada-Sato, N.; Usui, K.; Kobayashi, T.; Imada, C.; Watanabe, E. 2005. Quality assurance of raw fish based on HACCP concept. *Food Control* 16(4):301-307.
- Hanna, J. 1995. Rapid microbial methods and fresh fish quality assessment. In: Hall GH (editor). *Fish Processing and Technology*. New York: Blackie Academic Professional. 275 - 305 p.
- Herrero, A.M.; Huidobro, A.; Careche M. 2003. Development of a Quality Index Method for Frozen Hake (*M. capensis* and *M. paradoxus*). *Journal of Food Science* 68(3):1086-1092.
- Honczarick, A.; Maeda, L.S. 1998. Crescimento do pirarucu *Arapaima gigas* utilizando dieta a base de ensilado biológico de pescado. In: *Anais do I Congresso Sul-Americano de Aqüicultura*, Recife-PE, p.93-100.
- Huidobro, A.; Mendes, R.; Nunes, M. L. 2001. Slaughtering of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in liquid ice: influence on fish quality. *European Food Research Technology*, Berlin, v.213, p.267-272, Aug.

- Huss, H.H. 1998. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO Doc. Tec. De Pesca n. 348, Roma, 202p.
- Huss, H.H. 1997. *Asseguramiento de la calidad de los products pesquero*. FAO Doc. Tec. Pesca 334, 174p.
- Huxley, H.E; Hanson, J. 1960. The molecular basis of contraction in cross-striated muscle. *In* Bourne, G.H. (Editor). *The structure and function of muscle*. Vol 1.. Academic Press, New York.
- Hyldig, G.; Nielsen, D. 2001. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies* 32(3):219-242.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2001. *Estatística da pesca 1999: Brasil: grandes regiões e unidades da Federação*. Tamandaré: IBAMA. 95 p.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 2006. *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará – 2003*. Mauro Luís Ruffino et al. (coordenador). Manaus. Ibama. ProVárzea, 76 p.
- IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. 2007. *Resposta Técnica*. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, www.sbvt.ibict.br. acessado em 10 de julho de 2007.
- ICMSF-International Commission on Microbiological Specification for Foods. 1986. *Microorganisms in Food. Sampling for Microbiological Analysis: Principle and Scientific Application*. 2 ed. Canadá. p 181-196.
- Imbiriba, E.P.; Lourenço Junior, J.B.; Dutra,S. 1994. Rendimento de carne do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier). EMBRAPA/CPATU. *Boletim de Pesquisa* 150, Belém, Pará, 21p.
- Imbiriba, E.P. 2001. Potencial de criação de pirarucu. *Acta Amazônica* 31(2): 299-316.
- Iwamoto, M.; Yamanaka, H.; Watabe, S.; Hashimoto, K. 1987. Effect of storage temperature on rigor-mortis and ATP degradation in plaice (*Paralichthys olivaceus*) muscle. *Journal of Food Science*. v. 52, fasc. 6 p. 1514-1918.
- Iwamoto, M.; Yamanaka, H.; Abe, H.; Ushio, H.; Watabe, S.; Hashimoto, K. 1988. ATP and creatine phosphate breakdown in spiked plaice muscle during storage, and activities of some enzymes involvel. *Journal of Food Science*. v.53, fasc.6, p. 1662-1665.
- Jain D, Pathare PB, Manikantan MR. 2007. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *Journal of Food Engineering*, 81(2):336-340.
- Jacquot, R. 1961. Organic constituents of fish and other aquatic food. *In*.. G. Borgsrom (Ed). *Fish as Food*. Academic Press, New York, v1.p 146-192.

- Jesus, R. S. 1989. *Qualidade do jaraqui (Semaprochilodus spp) mantido em gelo e comercializado na cidade de Manaus-Am.* Dissertação de Mestrado. Manaus, INPA/FUA. 131p.
- Jesus, R. S.; Falcão, P. T.; Lessi, E. 1990. Deterioração do pescado de água doce da Amazônia. Qualidade dos jaraquis (*Semaprochilodus spp*) comercializado em Manaus, Am. *Ciência Tecnologia de Alimentos*. v.10, fasc.2, p.216-230, 1990.
- Jesus R.S, Falcão P.T., Nilson L.A.C., Castelo, F.P., Carneiro, R.X.. 1991. Técnicas para a conservação e industrialização de pescado da Amazonia. In: Val A.L, Figliolo R, Feldberg E, editores. *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Manaus. p 417 - 439.
- Jesus R.S. 1999. *Estabilidade de "minced fish" de peixes amazonicos durante o congelamento*. Tese (Doutorado). Fac.Ciencias Farmacêuticas ,USP, São Paulo, 105 p.
- Jittinandana, S.; Kenney, P.B.; Slider, S.D.; Kiser, R.A. 2002. Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillets. *Journal of Food Science* 67(6):2095-2099.
- Jittinandana, S; Kenney, P.B.; Slider, S.D.; Kamireddy, N.; Hankins, J.S. 2006. High dietary vitamin E affects storage stability of frozen-refrigerated trout fillets. *Journal of Food Science* 71 (2):91-96.
- Jonsson, A.; Sigurgisladottir S.; Hafsteinsson, H.; Kristbergsson, K. 2001. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. *Aquaculture Nutrition* 7(2):81-89.
- Kiessling, A.; Espe, M.; Rouhonen, K.; Morkore T. 2004. Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon fresh as affected by pre-slaughter iso-eugenol or CO₂ anaesthesia. *Aquaculture* 236:645 - 657.
- Kristoffersen, S.; Tobiassen, T.; Esaiassen, M.; Olsson, G.B.; Godvik, L.A.; Seppola, M.A.; Olsen, R.L. 2006. Effects of pre-rigour filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 37(15):1556-1564.
- Kyranas, V. R.; Lougovois, V. P. 2002.. Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 319–328.
- LANARA - Laboratório Nacional de Referência Animal. 1981. *Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus ingredientes*. Brasília. Ministério da Agricultura, 112p.
- Larsen,E.P.; Heldbo,C.M.;Jespersen; Nielsen, D. 1992. Development of a standard for quality assessment 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.

- Leitão, M.F.F.; Teixeira Filho, A.R.; Baldini, V.L.S. 1985. Microbiota bacteriana em espécies de peixes fluviais e lacustres no Estado de São Paulo. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 15(1):91 - 111.
- Lima, A.W.O; Souza, C.P; Angnes,L. 1999. Aplicações de biossensores na indústria de alimentos. *Boletim SBCTA*, 33(2): 173-183, jul/dez.
- Losada, V.; Rodriguez, A.; Ortiz, J.; Aubourg, S.P. 2006. Quality enhancement of canned sardine (*Sardina pilchardus*) by a preliminary slurry ice chilling treatment. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108(7):598-605.
- Love, M.R. 1992. Biochemical dynamics and quality of fresh and frozen fish. In: George M Hall (editor). *Fish processing technology*. Blackie Academic & Professional, 1-26p.
- Luong, J.; Male, K.; Masson, C.; Nguyen, A. 1992. Hypoxanthine ratio determination in fish extract using capillary electrophoresis and immobilized enzymes. *J Food Sci*, 57: 77-81.
- Martinsdottir, E; Magnusson, H. 2001. Keeping quality of sea-frozen thawed cod fillets on ice. *Journal of Food Science*, 66(9):1402-1408.
- Menezes, R.S. 1951. *Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu*. Série de Estudos Técnicos. 152 p.
- Mori, E.E.M. 1988. Análise sensorial no Instituto de Tecnologia de Alimentos. In: *Controle de Qualidade de Pescados.Seminário sobre controle de qualidade na Industria de Pescados*. Edições Loyola, Santos, São Paulo, 25 a 27 de julho, 303p.
- Morkore, T; Hansen, A.A; Unander, E; Einen, O. 2002. Composition of liquid holding capacity and mechanical properties of farmed rainbow trout: variation between fillet section and the impact of ice and frozen storage. *Journal of Food Science* 67:1933-1938.
- Morkore, T.; Einen, O. 2003. Relating Sensory and Instrumental Texture Analyses of Atlantic Salmon. *Journal of Food Science* 68(4):1492-1497.
- Mørkøre, T.; Netteberg, C.; Johnsson, L.; Pickova, J. 2007. Impact of dietary oil source on product quality of farmed Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 267(1-4):236-247.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the world*. Sons JW, editor. New York: John Wiley & Sons. 600 p.
- Nielsen, D.; Hyldig, G. 2004. Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.). *Food Research International* 37(10):975-983.
- Nielsen,D; Hyldig, G; Nielsen, J; Nielsen, H.H. 2005a. Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) processed from raw material from commercial landings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(1):127-134.

- Nielsen, D.; Hyldig, G.; Nielsen, J.; Nielsen, H.H. 2005b. Liquid holding capacity and instrumental and sensory texture properties of herring (*Clupea harengus* L.) related to biological and chemical parameters. *Journal of Texture Studies* 36(2):119-138.
- Nielsen, D.; Green, D. 2007. Developing a Quality Index grading tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis*; *Morone chrysops*) based on the Quality Index Method. *International Journal of Food Science & Technology* 42(1):86-94.
- Nunes, M.L.; Batista, I. 2004. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da fescura do pescado. Instituto de Investigação da Pesca do Mar – IPMar. 4p.
- Ogawa M.; Ogawa N.B.P. 1999. Alterações do pescado pós-mortem. In: Ogawa M, Maia EL(editores). *Manual da Pesca*. Fortaleza: Varela. 113-137 p.
- Olafsdottir,G.;Martinsdottir, E.;Oehlenschlager,J.;Dalgaard,B.; Jensen,B.; Underland,I.; Mackie,I.M.; Henehan,G.; Nielsen,J.;Nilesen,H. 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry, Review. *Trends in Food Science & Technology*. vol 8, 258-265.
- .Olsson,G.B.; Olsen, R L.; Osfstad,R. 2003a, Post-mortem structural characteristics and water-holding capacity in Atlantic halibut muscle.: *Lebensm.-Wiss,U.-Technol.*, v. 36, p. 125-133.
- Olsson,G.B.; Osfstad, R.; Lodemel, J.B.; Olsen, R.L. 2003b, Changes in water-holding capacity of halibut muscle during cold storage.: *Lebensm.-Wiss,U.-Technol.*, v. 36, p. 771-778.
- Osawa, C.C.; Felício, P.E.; Gonçalves, L.A.G. 2005. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Quim Nova* 28(4):655-663.
- Ottera, H.; Roth, B.; Torrissen, O.J. 2001. Do killing methods affect the quality of Atlantic Salmon? In: Kestin, S.C., Warriss, P.D. (Eds.), *Farmed Fish Quality*. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp. 398–399.
- Ozogul, Y.; Ozogul, F. 2004. The effects of slaughtering methods on the freshness quality of rainbow trout. *European Food Research and Technology*, 219(3):211-216.
- Ozogul, Y.; Ozyurt, G.; Ozogul, F.; Kuley, E.; Polat, A. 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry* 92(4):745-751.
- Peixoto Castro, F.C. 1999. *Produção e estabilidade durante a estocagem de concentrado proteico de pescado (piracui) de acari-bodó, Pterygoplichthys multiradiatus (Hancock, 1928) e aruanã, Osteoglossum bicirrhosum (Vandelli, 1829)*. Manaus, Dissertação (mestrado), FUA/INPA, 108 p.
- Pereira, A.A.F; Tenuta-Filho, A. 2005. Evaluation of conditions of consumption of the sardine *Sardinella brasiliensis*. *Ciênc Tecnol Aliment* vol.25(no.4):720-725.

- Pereira-Filho, M.; Caveiro, B.A.S.; Roubach, R.; Ituassu, D.R.; Gandra, A.L.; Crecêncio, R. 2002. Resultados preliminares da engorda do pirarucu *Arapaima gigas* em viveiro escavado. In: *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*, Goiânia-GO, 24 A 29 DE JUNHO, p18
- Pereira-Filho, M.; Roubach, R. 2005. Pirarucu, *Arapaima gigas*. In: editor Baldisseroto, B. Gomes, L.C. *Espécies Nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria UFSM, 37-66 p.
- Pérez, M. E., 1998. *Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre los cambios post mortem desarrollados en el músculo dorsal de híbridos de cachama cultivados*. Tesis especial de grado. Caracas, Universidad Central de Venezuela, 100p.
- Perez-Won, M.; Barraza, M.; Cortes, F.; Madrid, D.; Cortes, P.; Roço, T.; Osório, F.; Tabilo-Munizaga, G. 2006. Textural characteristics of frozen blue asquat lobster (*Cervimunida johni*) tails as measured by instrumental and sensory methods. *Journal of Food Process Engineering* 29(5):519-531.
- Pontes, A.C.D.P. 1977. *O pirarucu, Arapaima gigas, Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 50 p.
- Queiroz, H.L.R.; Sardinha, A.D. 1999. Preservação do uso sustentados dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) em Mamirauá. In: Helder L. Queiroz e William G.R. Clampton (eds) *Estratégias para Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá*. CNPq. Brasília. 108-141p.
- Ribeiro, S.C.A. 2005. *Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de filés de mapará (Hypophthalmus edentatus)*. Tese (doutorado), Campinas: Universidade Estadual de Campinas. [s.n.] p.
- Rocha, Y.R.; Aguiar, J.P.; Marinho, H.A.; Shrimpton, R. 1982. Aspectos nutritivos de alguns peixes da Amazonia. *Acta Amazônica* 12(4):787 - 794.
- Rora, A.M.B.; Furuhaug, R.; Fjaera, S.O.; Skjervold, P.O. 2004. Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon. *Aquaculture* 232(1-4):255-263.
- Røra, A.M.B.; Birkeland, S.; Hultmann, L.; Rustad, T.; Skara, T.; Bjerking, B. 2005a. Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature. *LWT - Food Science and Technology* 38(3):201-211.
- Røra, A.M.B.; Ruyter, B.; Skorve, J.; Berge, R.K.; Slinning, K.E. 2005b. Influence of high content of dietary soybean oil on quality of large fresh, smoked and frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture International* 13(3):217-231.
- Roth, B.; Slinde, E.; Arildsen, J. 2006. Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. *Aquaculture* 257(1-4):504-510.
- SÃO PAULO, Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas Analíticas. In: *Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*. ed. 3º, São Paulo: Governo de São Paulo, 317p. v.1.

- Salán, E.O.; Galvão, J.A.; Oetterer, M. 2006. Use of smoking to add value to the salmoned trout. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(1):57-62.
- Sales, R. 1988. Estudo da penetração do sal no processo de salga e secagem da tilápis do nilo, *Sarotherodon niloticus*, no açude Pereira de Miranda, Pentecostes-Ceará-Brasil. *Cien Agron* 19(1):53-60.
- Sant'Ana, L.S. 1998. *Influência da fonte lipídica da dieta e da adição de antioxidantes in vivo na composição em ácidos graxos de filés de pacu (Piaractus mesopotamicus) cultivados*. Tese (doutorado), São Paulo: FCF/USP. 157 p.
- Sarma, J.; Vidya, S.R.G; Srikar, L.N. 2000. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*). *Food Research International* 33(10):815-820.
- Sebastio, P.; Ambroggi, F.; Baldrati, G. 1996. Influence of slaughtering method on rainbow trout bred in captivity. 1. Biochemical considerations. *Ind. Conserve*, 71, 37-49.
- Scherer, R.; Augusti, P.R; Steffens, C.; Bochi, V.C.; Hecktheuer, L.H.; Lazzari, R.; Radunz-Neto, J.; Pomblum, S.C.G.; Emanuelli, T. 2005. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. *Journal of Food Science* 70(5):348-353.
- Scherer, R; Augusti, P.R.; Bochi, V.C.; Steffens, C.; Fries, L.L.M.; Daniel, A.P.; Kubota, E.H.; Neto, J.R.; Emanuelli, T. 2006. Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. *Food Chemistry* 99(1):136-142.
- Schubring, R. 2006. Thermal stability, texture, liquid holding capacity and colour of smoked salmon on retail level. *Thermochimica Acta* 445(2):168-178.
- Sgarbieri, V.C. 1996. *Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações*. São Paulo: Livraria Varela. 517 p.
- Shen, L.Q.; Yang, L.J.; Peng, T.Z. 1996. Amperometric determination of fish freshness by a hipoxantine biosensor. *J. Sci. Food Agric*, 70, 298-302.
- Shewan, J.M.; Mckintosh, R.G; Tucher, C.G.; Erhenberg, A.S.C. 1953. The development of a numerical scoring system for the sensory assement of the spoilage of wet fish stored in ice. *J. Sci. Food Agric*. 6, 183-198p.
- Sigurgisladdottir, S.; Parrish, C.C.; Lall, S.P.; Ackman, R.G. 1994. Effects of Feeding Natural Tocopherols and Astaxanthin on Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) Fillet Quality. *Food Research International*, 27(1):23-32.
- Sigurgisladdottir, S.; Hafsteinsson, H.; Jonsson, A.; Lie, O.; Nortvedt, R.; Thomassen, M.; Torrissen, O. 1999. Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method. *Journal of Food Science* 64 (1):99-104.

- Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Burt, J. R. 1990a. Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura *In: Z. E. Sikorski (Ed.), Tecnología de los Productos del Mar: Recursos, Composición nutritiva y conservación..* Acribia, Zaragoza, Espanha, p. 73–102.
- Sikorski, Z.E.; Kolakowska, A. Pan, B.S. 1990b. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. *In. Zdzislaw E. Sikorski(Ed.), Tecnología de los Productos del Mar: Recursos, Composición nutritiva y conservación..* Editora Acribia, Espanha, p39-72.
- Sikorski, Z.E.; Kolakowska, A. 1990. Congelación de los alimentos marinos. *In. Tecnología de los Productos del Mar. Zdzislaw E. Sikorski(Ed.).* Editora Acribia, Espanha, p149-167.
- Silva, N; Junqueira, V.C.A; Silveira, N.F.A. 1997. *Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos.* Varela L, editor. São Paulo: Livraria Varela. 295 p.
- Skervold, P.O; Rora,A.M.B.; Fjaera,S.O.; Vegusdal, A.; Vorre,A; Einen,O. 2001. Effects of pre or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. *Aquaculture*; 194 (3/4) 315-326.
- Sonoda, D.Y. 2006. *Demanda por pescados no Brasil entre 2002 e 2003.* [Doutorado]. Piracicaba: Universidade de São Paulo. 119 p.
- Souza, F.C.A. 2001. *Influência da desnaturação protéica sobre a qualidade do “minced fish” de peixes amazônicos.* Manaus: UFAM/INPA, Dissertação de Mestrado. Curso em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- Souza, L.C.; Moroni,F.T.; Lessi,E.; Jesus,R.S. 2003. Avaliação do rigor e determinação da composição centesimal em acari-bodó *Liposarcus pardalis*, (CASTELNAU, 1855). *In.: Resumos XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Porto Seguro, BA, p316.*
- Souza, M.L.R; Baccarin, A.E.; Viegas E.M.M, Kronka S.N. 2004. Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Inteira Eviscerada e Filé: Aspectos Referentes às Características Organolépticas, Composição Centesimal e Perdas Ocorridas no Processamento. *R Bras Zootec* 33(1):27-36.
- Souza, M.L.R.; Viegas, E.M.M., Sobral, P.J.. 2005. Effect of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) weight on yield and quality of their smoked and in natura fillets with and without skin. *Ciênc Tecnol Aliment* 25(1):51-59.
- Stansby, M.E. 1962. Proximate composition of fish. *In: Hee,E.; Kreueer,R (ed). Fish in Nutrition.* London, Fishing News (Books) Ltd., 447p.
- Srikar, L.N.; Seshadri, H.S.; Fazal, A.A.. 1989. Changes in lipids and proteins of marine catfish (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology*, 24:653-658.
- Suzuki, T. 1981. *Tecnología de las proteínas de pescado y krill.* Acribia, editor. Zaragoza: Acribia. 230 p.

- Teixeira, E.; Meiner, E.M.; Barbeta, P.A. 1987. *Análise Sensorial de Alimentos*. UFSC Ed, editor. Florianopolis. 180 p.
- Urbina, I.K.; Fuentes, H.C. 2002. *Peces*. Antofagasta, Chile: Centro Regional de Estudios y Educacion Ambiental 23 p.
- Venugopal, V. 1995. Methods for processing and utilization of low cost fishes: acritical appraisal. *J.Food Technol.* 1: vol 32, 1-12.
- Venugopal, V.; Lakshmanan,R.; Dokes,S.N; Bongirward,D.R. 2000. Enzymes in fish processing, biosensor and quality control: A review. *Food Biotechnology*, 14(1-2):77.
- Vieira, R.H.S.F. 2003. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e pratica*. São Paulo: Livraria Varela. 381 p.
- Vilhelmsson, O. 1997. The state of enzyme biotechnology in the fish processin industry: review. *Trends in Food Sci. & Technol.* Vol 8, 265-269.
- Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm**(12):1084 - 1087.
- Wang, D.H; Tang, J.M; Correia, L.R. 2000. Salt diffusivities and salt diffusion in farmed Atlantic salmon muscle as influenced by rigor mortis. *Journal of Food Engineering*. 43(2):115-123.
- Yanar, Y; Celik, M; Akamca, E. 2006. Effects of brine concentration on shelf life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 40 C. *Food Chemistry*, 97(2):244-247.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3a. ed., Prentice Hall, 662p.
- Zotos, A; Hole, M; Smith, G. 1995. The effect of frozen storage of mackerel (*Scombrus scombrus*) on its quality when hot smoked. *Journal Science Food Agricultural* 67:43-48.
- Zotos, A; Petridis, D.; Siskos, I.; Gougoulias, C. 2001. Production and Quality Assessment of a Smoked Tuna (*Euthynnus affinis*), Product. *Journal of Food Science* 66(8):1184-1190.
- Zuggaramundi, A; Lupin, H.M. 1980. .A model to explain observed behavior on fish salting. *Journal of Food Science* 45:1305-1311.

Anexos

ANEXO A

Método do Índice de Qualidade (MIQ)

Análise sensorial do peixe inteiro

Parâmetro de Qualidade	Características	Pontos	Descrição
Aparência geral	Pele/Escamas	0	Brilhante, resplandecente.
		1	Brilhante
		2	Opaca
	Textura/Dureza	0	Mole, em pré-rigor
		1	Duro, em rigor mortis
		2	Elástico
		3	Firme
		4	Suave
	Elasticidade	0	Não marcado pela pressão
		1	Marcado pela pressão
	Odor	0	Ausência total de “off flavour”
		1	Leve presença de “off-flavour”
		2	Presença de “off-flavour”
Olhos	Transparência	0	Claros
		1	Opacos
	Forma	0	Normal
		1	Planos
		2	Fundos
Guelras	Cor	0	Vermelho característico
		1	Pálida, descolorida, marrom
	Odor	0	Frescas, algas
		1	Neutro
		2	Doce/ligeiramente azedo
		3	Ágrio/Azedo
	Total	0 -16	

* Adaptado de Larsen et. al. (1992) e Herrero e Carache (2005).

ANEXO B

FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL - PEIXE COZIDO

Esquema para pescado magro (bacalhau), segundo a Torry Research Station.

Procedimentos:

As amostras foram coletadas da parte dorsal do filé. Preparadas 12 amostras por sessão. Codificadas e servidas em duplicatas. As amostras foram colocadas em cápsulas de alumínio cozidas a 95 – 100 C.por 03 min em estufa com circulação de ar e cozidas no vapor durante 7 minutos.

Escore	Odor	Sabor
10	Odor de pirarucu (específico da espécie), algas.	Carne doce, característico da espécie.
9	Perda de odor de algas,	Levemente doce.
8	Odor pescado fresco, quase neutro	Levemente doce, perda sabor característico da espécie.
7	Madeira molhada,	Neutro, sem sabor desagradável
6	Leite condensado, caramelo parecendo bombom tipo “ toffee”.	Insípido, como se mastigasse pedaço de algodão.
5	Batata cozida, leite ácido ou azedo levemente.	Traços de sabores desagradáveis, certa acidez mas não amargo.
4	Ácido láctico, leite azedo.	Levemente amargo com sabores desagradáveis.
3	Leve ácido acético, butírico. Sabão	Intensos sabores amargos, náusea, sulfuroso.
2	Amoniacais.	Sabores pútridos, desagradáveis.

COMENTÁRIOS:

ANEXO C

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL ESCALA HEDÔNICA

Provedor:

Data:

Produto: Filé defumado de pirarucu.

Instruções:

- Você está recebendo uma amostra servida individualmente. Prove cuidadosamente cada uma e avalie. Represente o quanto gostou ou desgostou da amostra, de acordo com a seguinte escala de aceitabilidade.

Qualidade	Valor atribuído	Odor	Cor	Sabor	Textura
Desgostei muitíssimo	1				
Desgostei muito	2				
Desgostei regularmente	3				
Desgostei ligeiramente	4				
Indiferente	5				
Gostei ligeiramente	6				
Gostei regularmente	7				
Gostei muito	8				
Gostei muitíssimo	9				

Observações:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO D

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLINHO DE PEIXE SALGADO E DESIDRATADO.

Nome: _____ data: _____

TESTE DE ACEITABILIDADE

Instruções: Você está recebendo amostras de BOLINHO DE PEIXE. 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)	
	421	426
Aparência		
Sabor		
Odor		
Textura		
Cor		

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)