

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
DOUTORADO EM HIGIENE VETERINÁRIA E PROCESSAMENTO
TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

ALEXANDRE BORGES

PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO SEU HÍBRIDO EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO

UNIVERSIDADE
FEDERAL
FLUMINENSE

Niterói
2013

ALEXANDRE BORGES

**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*),
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO SEU HÍBRIDO EVISCERADOS
E ESTOCADOS EM GELO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como Grau de Doutor. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mônica Queiroz De Freitas
Co-orientador: Prof. Dr. Robson Maia Franco

Niterói
2013

B732

Borges, Alexandre

Parâmetros de qualidade do Pacu (*Piractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo / Alexandre Borges; orientadora Mônica Queiroz de Freitas. – 2013.

221f.

Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal)–Universidade Federal Fluminense, 2013.

Orientadora: Mônica Queiroz de Freitas

1. Qualidade do Pescado. 2. Conservação do pescado. 3. Análise físico-química. 4. Análise bacteriológica. 5. Análise sensorial 6. Estocagem. 7. Prazo de validade de produtos. I. Título.

CDD 664.94

ALEXANDRE BORGES

PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO SEU HÍBRIDO EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

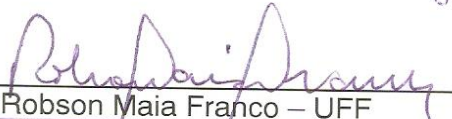
Aprovada em 28 de junho de 2013.

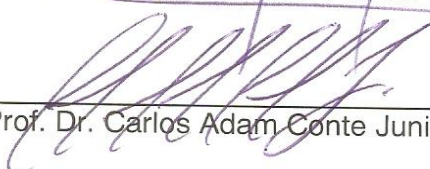
BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Dr.^a Mônica Queiroz de Freitas – UFF


Prof. Dr. Edivaldo Sampaio de Almeida Filho - UFMT


Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz – IFRJ


Prof. Dr. Robson Maia Franco – UFF


Prof. Dr. Carlos Adam Conte Junior - UFF

Niterói
2013

Sem sonhos, a vida não tem brilho.
Sem metas, os sonhos não têm alicerces.

Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por omitir!

Augusto Cury

"Nossa recompensa se encontra no esforço e não no resultado. Um esforço total é uma vitória completa."

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Uma vez concluído um grande projeto, cabe destacar o apoio fundamental de pessoas que contribuíram, através de apoio direto ou simplesmente pela presença de espírito e colaboração em momentos importantes de sua execução. Expresso a todas elas minha mais profunda gratidão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional e ao corpo docente, pelo esforço em fornecer a seus alunos o melhor aprendizado possível tanto no aspecto técnico como no aspecto didático.

Aos funcionários da Pós-graduação em Higiene Veterinária, em especial ao Drausio de Paiva Ferreira, Mariana e André pela gentileza, atenção e ajuda em diversas situações durante o doutorado.

Aos meus pais Kleber Borges e Zilma Evangelista Borges por tanto amor demonstrado, pelos princípios que me transmitiram e, que me fizeram chegar até hoje como um homem íntegro. Pelas noites de preocupação durante a minha pós-graduação, ao me verem estudando, sempre me apoiando e acreditado em mim.

À minha orientadora professora Mônica Queiroz de Freitas, obrigado por ter aceitado o desafio de conduzir-me neste trabalho; suas orientações foram certamente fundamentais para a conclusão desta tese. Agradeço também pelos estímulos e incentivos fornecidos no período da pós-graduação, por acreditar no meu trabalho, e pelos seus conhecimentos valiosos que me fizeram crescer profissional.

Ao Seu Luís, proprietário do sítio São João, localizado no município Itaocara/RJ e aos seus filhos e genros, pela assistência e pela ajuda na aquisição de amostras de peixe fresco para execução dos experimentos, pois sem estes não seria possível a realização deste trabalho. Meu muito obrigado.

Aos companheiros da pós-graduação (mestrandos e doutorandos) da turma de 2009: Angela Lordão, Anna Canto, Bruno Lima, Maria Lúcia Monteiro, Monalisa Santuchi, Natalia Simão, Rafael Soares, Érica Barbosa, César de La Torre, Jorge Luiz Fortuna, Lúcia Rosa, Neila Mello, Laís Buriti e Bruna Rosa com quem tanto tempo passei junto, no decorrer de tantas disciplinas, de tanta preocupação, de tanto nervosismo. Mesmo sabendo só um pouquinho mais que o outro, sempre procurávamos juntar o que sabíamos, assim ajudávamos uns aos outros. A todos vocês o meu enorme reconhecimento. Com certeza olhar para o lado e ver que tem alguém que pode te dar uma ajuda é muito bom. A todos com quem partilhei momentos neste percurso, o meu grande agradecimento. Agradeço pela amizade e momentos de alegria nas horas mais difíceis.

Agradeço Adriano Gomes da Cruz pela atenção concedida.

Meu grande reconhecimento em especial aos co-orientadores que viraram amigos, professor Robson Maia Franco e professor Carlos Adam Conte-Junior pelas excelentes sugestões e riqueza de sua análise que contribuíram para uma considerável melhoria na qualidade deste trabalho. O convívio com vocês foi muito importante para mim na orientação, pelas suas opiniões e críticas a este trabalho. Todas as sugestões foram de grande valia para realizá-lo. Que muito contribuíram na execução deste trabalho, dando-me exemplos marcantes de integridade, sensatez, honradez, disciplina e companheirismo.

Aos alunos e funcionários da Faculdade de Veterinária da UFF que, ou um pouquinho ou muito, também me ajudaram para que eu chegasse a este final através da cooperação como provadores nas análises sensoriais realizadas.

À bolsista PIBIC Bianca Gonçalves Medina pela ajuda concedida.

Aos professores do Laboratório de Físico-Químico pelo empréstimo do laboratório que permitiu a realização dos ensaios físico-químicos.

Toda a minha equipe treinada que compuseram o painel sensorial e colaboraram com as análises sensoriais descritivas dos peixes, tanto para o MIQ quanto para o ADQ: Bianca Medina, Celso Fasura, Cesar De La Torre, Érica Barbosa, Hugo Leandro Azevedo, Marcelle dos An Alencar, Bruna Rosa, Rodrigo Acioli, Thais Barbosa, Ana Paula Salim, Daniella Bernadini, Mariana Cavalcante, Pâmela Valente, Taíssa Trancoso, Anna Canto, Bruno Lima, Daniel Ritter, Marilu Lanzarin, Juliana Rebello, Patrícia Baldino, Stefani Faro e Vinícius Alves. Agradeço pela seriedade, paciência, competência, pelas alegres horas de ajuda e convivência durante todo o período experimental.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos do Programa Pós Graduação.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que ajudaram de maneira direta ou indireta na realização e concretização deste trabalho. A todos aqueles que, por ventura, eu possa ter esquecido, mas que a qualquer momento venha me lembrar, saibam que sua ajuda foi importante. O possível esquecimento não diminui seu valor.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS, p. 9

LISTA DE TABELAS, p. 14

RESUMO, p. 16

ABSTRACT, p. 17

1 INTRODUÇÃO, p. 18

2 REVISÃO LITERATURA, p. 20

2.1 ENFOQUE DA AQUICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA, p. 20

2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO TAMBAQUI, p. 24

2.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PACU, p. 25

2.4 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO TAMBACU, p. 25

2.5 ASPECTOS DA CARNE DO PEIXE DE ÁGUA DOCE, p. 26

2.5.1 Composição centesimal, p. 27

2.6 VALIDADE COMERCIAL DO PEIXE FRESCO, p. 29

2.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL, p. 31

2.7.1 Método de Índice Qualidade (MIQ), p. 32

2.7.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), p. 34

2.7.3 Teste de aceitação ao consumidor, p. 36

2.7.4 Neofobia alimentar, p. 38

2.8 AVALIAÇÃO BACTERIOLÓGICA, p. 40

2.9 MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUALIDADE, p. 43

2.9.1 Determinação de pH, p. 44

2.9.2 Bases Voláteis Totais (BVT), p. 45

2.9.3 Oxidação lipídica, p. 46

2.10 MEDIDAS FÍSICAS DE QUALIDADE, p. 50

2.10.1 Textura instrumental, p. 51

2.10.2 Cor instrumental, p. 54

3 DESENVOLVIMENTO, p. 58

3.1 ARTIGO 1: QUALITY INDEX METHOD (QIM) DEVELOPED FOR PACU
Piaractus mesopotamicus AND DETERMINATION OF ITS SHELF LIFE, p.

3.2 ARTIGO 2: QUALITY INDEX METHOD (QIM) FOR THE HYBRID TAMBACU (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) AND THE CORRELATION AMONG ITS QUALITY PARAMETERS, p. 82

3.3 ARTIGO 3: QUALITY INDEX METHOD (QIM) AND QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS (QDA) OF TAMBACUI (*Colossoma macropomum*), p. 110

3.4 ARTIGO 4: ESTUDO SENSORIAL DA CARNE COZIDA DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*), DO TAMBACUI (*Colossoma macropomum*) E DO SEU HÍBRIDO TAMBACU EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO, p. 144

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS, p. 165

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, p. 167

6 APÊNDICES, p. 182

6.1 APÊNDICE 1, p. 183

6.2 APÊNDICE 2, p. 186

6.3 APÊNDICE 3, p. 189

6.4 APÊNDICE 4, p. 192

6.5 APÊNDICE 5, p. 194

6.6 APÊNDICE 6, p. 195

6.7 APÊNDICE 7, p. 197

6.8 APÊNDICE 8, p. 200

6.9 APÊNDICE 9, p. 201

6.10 APÊNDICE 10, p. 203

6.11 APÊNDICE 11, p. 204

6.12 APÊNDICE 12, p. 205

6.13 APÊNDICE 13, p. 206

6.14 APÊNDICE 14, p. 207

6.15 APÊNDICE 15, p. 208

LISTA DE FIGURAS

1º ARTIGO

Figure 1. Linear correlation between QIM and the 32 demerit points for gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus*. Bars represent the daily standard deviation, f. 70

Figure 2. The mean demerit scores given on different storage days for each quality attribute of gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*): (A) appearance; (B) eyes; (C) gills; (D) abdomen; (E) flesh; (F) caudal fin; (G) pelvic fin; (H) dorsal fin, f. 71

Figure 3. Partial Least Squares (PLS) regression of QIM with 32 demerit points versus the predicted scores. Traced lines represent 95% regression confidence limits, f. 72

Figure 4. Partial Least Regression coefficient regression for QIM parameters developed for gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*), with a 95% regression confidence. (Blue = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms low significant contribution to QIM scheme), f. 73

Figure 5. Variation of pH, Aerobic Mesophilic Heterotrophic Bacterial Count (AMHBC), Aerobic Psychrotrophic Heterotrophic Bacterial Count (APHBC) over gutted, ice-stored pacu's (*Piaractus mesopotamicus*) shelf life. Vertical bars represent daily standard deviations. Longer vertical line on day 13 represents extrapolation of the shelf life, f. 75

2º ARTIGO

Figure 1. Linear correlation between the Quality Index Method (QIM) and the demerit points developed for gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*). Bars represent the daily standard deviation, f. 93

Figure 2. The mean demerit points according to length of ice storage in days for each quality attribute of the tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*): (A) general appearance; (B) eyes; (C) head; (D) abdomen; (E) gills, f. 94

Figure 3. Partial Least Squares (PLS) regression for QIM with 26 demerit points versus the predicted values. The upper and lower lines represent the 95% confidence limits for the regression, f. 96

Figure 4. Partial Least Regression coefficient regression for QIM parameters developed for gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), with a 95% regression confidence. (Gray = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms low significant contribution to QIM scheme), f. 97

Figure 5. Principle component analysis of the study quality parameters of gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*): (A) A1 – A13 represent the Quality Index parameters as follows: glossiness, zooglea, lateral line, flesh firmness, white spot on the pupil, iris color, eye shape, eyeball integrity, color of the lower half of the head, abdominal color, abdominal odor, gill color and gill odor; pH = pH; tvb = TVB-N; l* = glossiness; a*; b*; hard = hardness; adhe = adhesiveness; sprin = springiness; cohe = cohesiveness; resil = resilience; ai = acidity index; pi = peroxide index; tba = TBA; AMHBC = Aerobic Mesophilic Heterotrophic Bacterial Count and APHBC = Aerobic Psychrotrophic Heterotrophic Bacterial Count. (B) DI = day 01, DIV = day 04, DVII = day 07, DXI = day 11, DXIII = day 13 and DXVI = day 16, f. 99

3º ARTIGO

Figure 1. Linear correlation between total Quality Index Method score and storage period in days for tambaqui (*Colossoma macropomum*). Bars represent the daily standard deviation, f. 125

Figure 2. Mean demerit points as a function of ice storage days for each quality attribute of tambaqui (*Colossoma Macropomum*): (A) general appearance; (B) eyes; (C) head; (D) gills; (E) abdomen; (F) muscle; (G) caudal fin; (H) pelvic fin; (I) dorsal fin, f. 126

Figure 3. Partial least squares regression for the Quality Index Method with a total of 37 demerit points and the predicted values. Lines represent the 95% regression confidence, f. 128

Figure 4. Partial least squares regression coefficient for the Quality Index Method (QIM) parameters developed for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*), with a 95% regression confidence. (Gray = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms that contribute little to QIM), f. 129

Figure 5. Sensory map of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) samples (A) and attributes (B) according to the Quantitative Descriptive Analysis, f. 132

Figure 6. Multiple Factor Analysis (MFA) map. Groups representing the Quantitative Descriptive Analysis and Quality Index Method for gutted tambaqui (*Colossoma macropomum*) samples after different ice storage periods (A) and the respective attributes (B), f. 135

Figure 7. Correlation between partial axes and Multiple Factor Analysis (MFA) regression, f. 137

4º ARTIGO

Figura 1. Gráfico box plot das respostas dadas ao questionário neofobia alimentar numa escala de 5 pontos, f. 154

APÊNDICES, f. 182

APÊNDICE 1: RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 15 DIAS, f. 183

APÊNDICE 2: RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 15 DIAS, f. 186

APÊNDICE 3: RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 15 DIAS, f. 189

APÊNDICE 4: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 192

APÊNDICE 5: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 194

APÊNDICE 6: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 195

APÊNDICE 7: QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES PARA PARTICIPAR DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 197

APÊNDICE 8: FICHA DO TESTE TRIANGULAR UTILIZADA PARA SELEÇÃO DE DEGUSTADORES PARA PARTICIPAR DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBACU (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 200

APÊNDICE 9: FICHA DE AVALIAÇÃO PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBACU (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO, f. 201

APÊNDICE 10: FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO UTILIZADA PARA ANÁLISE SENSORIAL DO DO PACU, (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) E TAMBACU (*Colossoma macropomum*) EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO, f. 203

APÊNDICE 11: QUESTIONÁRIO NEOFOBIA ALIMENTAR DISTRIBUÍDO ENTRE OS CONSUMIDORES HABITUAIS DE PEIXE, DURANTE O TESTE DE ACEITAÇÃO, f. 204

APÊNDICE 12: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 17 DIAS, f. 205

APÊNDICE 13: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 16 DIAS, f. 206

APÊNDICE 14: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO TAMBACU (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 22 DIAS, f. 207

LISTA DE TABELAS

1º ARTIGO

Table 1. QIM scheme for assessing gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*), f. 67

Table 2. Mean scores of the proximate composition (moisture, protein, ash and lipids) of gutted, ice-stored pacu on day 01 and day 11 of its shelf life, f. 77

2º ARTIGO

Table 1. Quality Index Method (QIM) scheme for assessing gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), f. 91

3º ARTIGO

Table 1. Sensory attributes (n = 16) of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the terms used in the Quantitative Descriptive Analysis, f. 117

Table 2. Quality Index Method for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*), f. 123

Table 3. Means and standard deviation of the intensity on a scale from 0 to 15 of the Quantitative Descriptive Analysis sensory attributes of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*), f. 130

4º ARTIGO

Tabela 1. Escores médios e desvio padrão da aceitação sensorial quanto ao sabor, aroma, textura e impressão global do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo, f. 150

Tabela 2. Escores médios e desvio padrão de aceitação sensorial quanto ao aroma, sabor, textura e impressão global nas amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) eviscerado, cozido e estocado por 1, 10 e 18 dias em gelo, f. 151

Tabela 3. Escores médios de aceitação sensorial quanto ao aroma, sabor, textura e impressão global nas amostras de tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo, f. 151

Tabela 4. Análise descritiva dos itens, com média e Desvio Padrão (DP), do questionário neofobia alimentar, f. 153

Tabela 5. Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto à dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo, f. 157

Tabela 6. Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto à dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) eviscerado cozido e estocado por 1, 10 e 18 dias em gelo, f. 157

Tabela 7. Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto a dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo, f. 158

RESUMO

Nesta pesquisa objetivou-se avaliar a qualidade sensorial, através do protocolo do Método do Índice de Qualidade (MIQ), do teste de aceitação sensorial e da análise da textura instrumental da carne cozida do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o seu híbrido tambacu eviscerados e estocados em diferentes períodos em gelo; realizar a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do tambaqui; avaliar as alterações físico-químicas e microbiológicas do pacu e tambacu durante o armazenamento e indicar os parâmetros mais adequados para avaliação da qualidade, propondo limites da validade comercial para as três espécies. No protocolo MIQ desenvolvido para pacu observou-se o aumento linear do índice de qualidade (IQ) ao longo do armazenamento, variando o ponto de demérito de 0 a 32. Pela interpretação do teste de Tukey observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) na estocagem do peixe no início e fim do prazo comercial no atributo umidade e nos atributos proteína e lipídeos devido ao processo de desidratação. Já para o atributo cinzas não ocorreu diferença significativa ($p > 0,05$) no período da validade comercial, estocados em gelo. Na análise de correlação entre os resultados das diversas análises físico-químicas e bacteriológicas observou-se que o pacu, quando eviscerado e armazenado em gelo, mantém características adequadas para consumo até o 11º dia de armazenamento. Para a interpretação dos resultados dos parâmetros de qualidade físico-químicos, bacteriológicas e do protocolo MIQ do tambacu foi procedida a correlação destas análises, e o protocolo MIQ foram pontuados atributos cujo somatório variou de zero (máximo frescor) a 26. Sugere-se neste estudo que o tambacu, quando eviscerado e mantido em gelo, mantém características adequadas para consumo até o 11º dia de armazenamento. Observou-se no tambaqui, através do MIQ, da ADQ e das suas correlações, houve o aumento na intensidade da percepção de atributos indesejáveis a partir de 18 dias de armazenagem em gelo. Neste estudo sugere-se que o tambaqui quando eviscerado, mantém suas características adequadas para consumo até o 18º dia de armazenamento em gelo, podendo ser consumida sem risco para a saúde do consumidor. Os testes de aceitação e textura instrumental foram realizados na carne cozida dos peixes previamente estocadas em gelo por 01, 05 e 10 dias para pacu e tambacu e estocado por 01, 10 e 18 dias para tambaqui. Para todas as espécies, os testes sensoriais foram realizados com 120 consumidores habituais de peixe. Os resultados da textura instrumental dos atributos elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência não variaram significativamente ($p > 0,05$) e ocorreu variação dos atributos dureza e adesividade para todas as espécies de peixes estudadas nos diferentes períodos de estocagem. Os consumidores de peixe deste experimento apresentaram neofobia alimentar. O protocolo MIQ foi eficiente para a avaliação da qualidade do pacu, tambaqui e tambacu apresentando boa correlação entre a perda da qualidade sensorial e o tempo de estocagem. Conclui-se que os três peixes eviscerados e estocados em gelo tiveram boa correlação entre as análises físico-químicas, bacteriológicas e sensoriais e mantiveram as características sensoriais aceitáveis até o 11º dia para tambacu e pacu, e até o 18º dia para o tambaqui.

Palavra chave: pacu, tambaqui, tambacu, qualidade pescado em gelo, análise sensorial.

ABSTRACT

in this research objective was to evaluate the sensory quality using the Quality Index Method (QIM) and analyze the instrumental texture of cooked, gutted pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), and its hybrid tambacu stored in ice for different periods; perform the quantitative descriptive analysis (QDA) of tambaqui; and assess the physical, chemical, and microbiological changes that occur in pacu and tambacu during the ice storage period and determine the best parameters for their quality assessment, proposing shelf lives for the three species. The demerit scores (0 to 32 points) of the QIM protocol developed for pacu increased linearly with the quality index (QI) during the ice storage period. The Tukey test shows that the attributes water, protein, and lipid contents at baseline and end of shelf life changed significantly ($p < 0.05$) because of the dehydration process, but ash content did not ($p > 0.05$). Correlation between the physical, chemical, and bacteriological results suggests that gutted, ice-stored pacu has a shelf life of 11 days. Correlations between the QIM protocol for tambacu and its physical, chemical, and bacteriological characteristics were also investigated to determine its quality parameters. The score of the QIM protocol for tambacu varied from 0 (total freshness) to 26 demerit points. Gutted, ice-stored tambacu also has a shelf life of 11 days. QIM, QDA and their correlations showed that the negative attributes for tambaqui became more noticeable after 18 days of ice storage. Therefore, the shelf life of tambaqui is 18 days, period in which it may be consumed without ill health effects. Acceptance tests and instrumental texture analyses were done on cooked pacu after 01, 05, and 10 days of ice storage and on cooked tambacu after 01, 10, and 18 days of ice storage. The sensory tests relied on 120 regular fish consumers. Instrumental texture analysis showed that the attributes springiness, cohesiveness, chewability, and resilience did not change significantly ($p > 0.05$), but hardness and adhesiveness did ($p < 0.05$) for all study species. The regular fish consumers who participated in this study presented food neophobia. The QIM protocols efficiently assessed the quality of pacu, tambaqui, and tambacu, presenting good correlation between loss of sensory quality and storage period. In conclusion, the physical, chemical, bacteriological, and sensory analyses of the three gutted, ice-stored fish correlated well. Tambacu and pacu were fit for human consumption during 11 days of ice storage and tambaqui during 18 days.

Keywords: pacu, tambaqui, tambacu, quality of ice-stored fish, sensory analysis.

1 INTRODUÇÃO

Segue-se uma tendência mundial em consumir alimentos que tragam benefícios à saúde. O consumo de carne de peixe vai ao encontro dessa nova realidade, pois é rica em proteínas, vitaminas hidrossolúveis do complexo B e lipídeos, além de ser fonte de minerais fisiologicamente importantes.

Tendo em vista que a pesca apresenta uma importante finalidade econômica e social, está estreitamente ligada a um grande desafio mundial, ao de contribuir na oferta de alimentos para o desenvolvimento nutricional de milhões de pessoas. Atualmente há uma crescente preocupação com o aumento do esforço pesqueiro mundial, que parece estar alcançando seu limite.

A aquicultura mundial cresce mais do que qualquer outro setor de atividade primária, entre outros fatores, tem sido estimulado pelo aumento crescente da população e a demanda por alimentos saudáveis e ricos em nutrientes (BORGHETTI et al., 2003; MAIA JR, 2003). É o sistema de produção de alimentos que mais cresce no mundo com uma taxa de 9% ao ano, enquanto que o crescimento da produção de carnes (aves, bovinos, suínos, etc.) está em 2,4% ao ano. A produção mundial da aquicultura passou de 10,4 milhões toneladas/ ano em 1984 para 27,8 milhões de toneladas/ano em 1995 (FAO, 2012).

A aquicultura é definida como a produção de organismos aquáticos tais como peixes, crustáceos, algas e moluscos, de forma individual, em grupos ou corporações usando intervenções como alimentação artificial, medicamentos, controle reprodutivo e contenções, aumentando a produtividade (SAPKOTA et al., 2008), sendo estas técnicas responsáveis pela geração de espécies de alto valor e as tradicionais (ASCHE; TVERAS, 2004).

O Brasil tem potencial para aquicultura como poucos países do mundo, pela quantidade de águas marítimas e continentais (OSTRENSKY et al., 2008). O aproveitamento dos recursos hídricos existentes tem proporcionado o desenvolvimento da piscicultura, com a criação de peixes em tanques-rede, tanque escavado ou açudes. Sendo uma alternativa de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, apontada como um agronegócio capaz de melhorar as condições sociais, ambientais e econômicas de uma região. No

entanto, o consumo de peixes é um dos segmentos alimentícios de mais rápido crescimento do Brasil, tendo tido uma taxa composta de crescimento de 9% nos últimos seis anos, ultrapassando as outras proteínas animais (BRASIL 2012).

A rápida expansão da piscicultura no Brasil está diretamente ligada a sua rentabilidade, a qual é aprimorada ao adotar sistemas que utilizam rações balanceadas e de boa qualidade, por permitirem o aumento da produtividade com menor impacto ambiental. Também vem despertando um interesse crescente por parte de pequenos e médios empresários em todo país por se tratar de um empreendimento que tem seu produto final com uma alta taxa de aceitação pelo mercado. Entre os peixes nativos brasileiros que está tendo maior interesse na piscicultura se encontram: o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seu híbrido tambacu.

A piscicultura propicia um alto nível de controle de qualidade, sobre o peixe processado, pois os intervalos de tempo entre a despesca e o abate, e entre a morte do animal e a conservação do produto são relativamente curtos, podendo se manifestar em poucos minutos (KEHRIG, 1992).

Há citações de métodos para avaliação da qualidade do peixe para o consumo humano e empresas do setor empregam protocolos sensoriais, além de análises físicas, químicas e bacteriológicas para classificar a qualidade do peixe fresco e o seu grau de frescor. Esses protocolos têm sido adaptados para diversas espécies de pescado, sendo constituídos de uma precisa descrição de características de qualidade que indicam o prazo comercial do peixe resfriado.

No Brasil as características do peixe fresco considerado próprio para consumo são determinadas por legislação, como o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1980) e pela Portaria nº 185 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1997). Mas critérios de avaliação para cada espécie de peixe não estão definidos.

Em conformidade com o exposto, existe a necessidade de realização de estudos sobre alterações que possam ocorrer após a captura dos peixes de água doce produzidos pela piscicultura e conservados em gelo. É importante conhecer o comportamento do tambaqui, pacu e do seu híbrido tambacu cultivado e conservado em gelo em tempos de estocagem diferentes, visando contribuir com um planejamento do produtor para que ele possa decidir o

período de comercialização de acordo com a lei da oferta e procura. Este planejamento proporcionará ao produtor a oportunidade de fazer um estoque de espera, mantendo o pescado resfriado entre camadas de gelo ou em câmaras frigoríficas a 0°C, para evitar perdas e aumentar a disponibilidade dessas espécies no comércio.

Portanto, objetivou-se na presente pesquisa determinar parâmetros de qualidade dos peixes das espécies dulcícola *Colossoma macropomum* (Tambaqui), *Piaractus mesopotamicus* (Pacu) e do híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) eviscerados, logo após a captura e em diferentes tempos de estocagem em gelo, correlacionando às análises bacteriológicas, físicas, químicas e sensoriais.

2 REVISÃO LITERATURA

2.1 ENFOQUES DA AQUICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA

Segundo o boletim estatístico da pesca e aquicultura da Food Agriculture Organization (FAO, 2012), a produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 146 milhões de toneladas em 2009. Os maiores produtores em foram a China, a Indonésia e o Peru. O Brasil contribuiu com 1.240.813 toneladas em 2009, representando 0,86% da produção mundial de pescado. Houve um aumento no percentual de contribuição de produção total de 2008 para 2009, o Brasil ganhou quatro posições e passou a ocupar 18º lugar no ranking geral dos maiores produtores de pescado do mundo e aparece em terceiro lugar na América do Sul. A produção de pescado do Brasil, para o ano de 2010 foi de 1.264.765 toneladas, registrando um incremento de 2% em relação a 2009.

A aquicultura mundial cresceu consideravelmente durante a década passada e um crescimento adicional é esperado nos próximos anos em resposta ao crescimento populacional e consequente aumento na demanda por produtos de carne de peixe. A produção da aquicultura mundial, em que se inclui a piscicultura, saltou de apenas um milhão de toneladas nos anos 1950,

para 65,7 milhões de toneladas no ano de 2009, constituindo-se no setor de mais rápido crescimento em comparação aos outros setores na produção de alimentos (FAO, 2012). A China é o maior produtor, seguindo a Indonésia e Índia. Neste critério, o Brasil ocupa a 17º posição no ranking mundial e na América do Sul ocupa a segunda posição, atrás do Chile (BRASIL, 2012).

Os valores expostos acima mostram o grande avanço da aquicultura, que sem dúvida já representa um importante veículo de crescimento para a produção mundial de pescado. A importância desta atividade para o futuro setor pesqueiro mundial é ressaltada no momento em que se compreende que a pesca extrativista praticamente já atingiu seu limite máximo de exploração sustentável, com uma taxa de crescimento inferior a 1% ao ano, enquanto que a aquicultura vem apresentando crescimento médio da ordem de 14% ao ano (TEIXEIRA; MADRID,1998). Em 2010 foi registrada uma redução de 8,4% na produção de pescado brasileiro oriunda da pesca extrativista em relação a 2009 (BRASIL, 2012).

Dados fornecidos pela Food Agriculture Organization (FAO, 2012), a produção aquícola brasileira teve início em 1968, quando foram reportadas menos de 0,5 tonelada. Desde então, a aquicultura nacional tem mostrado um crescimento gradual. Em 2010, segundo os dados mais atualizados do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2012) constam uma produção de 479.399 toneladas de pescado, o que representa um incremento de 15,3% em relação à produção de 2009. Este tipo de atividade gera um Produto Interno Bruto pesqueiro de R\$ 5 bilhões, mobilizam 800 mil profissionais, e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. Nos últimos 10 anos a aquicultura brasileira cresceu a uma taxa média de 10% ao ano, contra um crescimento mundial de 6% ao ano no mesmo período. Em 2012 no Brasil foi alcançada a produtividade média de cerca de 810 kg/ha/ano, entretanto existe uma proposta de incrementar a produção nacional dos produtos provenientes da aquicultura para 226 mil toneladas/ano.

Os números oficiais apontados para o Sul e Nordeste como as principais regiões produtoras, respondendo juntas por 61% da produção aquícola nacional. As regiões Sudeste e Centro-Oeste são responsáveis por 30% da produção, a região Norte tem a menor participação na produção nacional, com 9%. Portanto, de uma maneira geral, todos os estados brasileiros

apresentaram um aumento na produção aquícola continental de 2009 a 2010. A aquicultura no Rio de Janeiro apresentou um incremento de 53% em sua produção (BRASIL, 2012).

A piscicultura desenvolveu-se de forma significativa e o Brasil responde por 64,2% da produção total na América do Sul e 18,4% da população mundial (BRASIL, 2012). Entretanto, os atuais líderes nessa produção, como China, Índia, Tailândia, Vietnã e Noruega (FAO, 2012), têm capacidade relativamente limitada para expandir devido aos recursos limitados. No Brasil, entre 2003 e 2010, o segmento da piscicultura teve um crescimento anual de 8%. Da produção total em 2010, as espécies de peixes representaram 81%. A maioria da produção (80%) é feita em água doce, com o restante vindo de águas costeiras. (BRASIL, 2012).

Em relação à discriminação da piscicultura por espécies, em 2010 a tilápia e a carpa foram as espécies mais cultivadas, as quais representam 63,4% da produção nacional. Contudo, merece destaque o grupo popularmente conhecido peixes redondos (tambaqui, pacu, tambacu e outros), que juntos representam 24,6% (BRASIL, 2012).

Conforme os relatos de Teixeira; Madrid (1998), grande parte da produção e consumo dos peixes redondos ocorre nas regiões Norte, Centro-Oeste e em alguns estados do Nordeste (em especial o Maranhão, o Piauí e a Bahia). Parte da produção de peixes redondos é escoada através de atacadistas e supermercados das principais cidades do Nordeste e Sudeste, mercados com grande potencial de aumento no consumo, em especial para produtos industrializados. Isso abre boas perspectivas para a expansão da piscicultura de peixes redondos nos próximos anos. No Centro-Oeste os peixes redondos respondem pela maior parte das quase 70.000 toneladas estimadas para a região. No Norte do país predomina a produção de tambaqui e seus híbridos que contribui 9% da produção aquícola, apresentando uma produção estimada em 38.500 toneladas. Considerando que ainda há produção de peixes redondos na maioria dos outros estados: São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Pará, Piauí, Sergipe, Goiás, Paraíba, Amapá e outros em menor escala. Essas regiões somaram 115.000 toneladas de produção de peixes redondos em 2010 (BRASIL, 2012).

Tendo vista a esses fatos, o interesse na criação e comercialização de peixes nativos brasileiros, com destaque para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o seu híbrido tambacu, tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas. A produção dessas espécies que era de 14.821 toneladas em 2001 (BORGUETTI et al., 2003) alcançou 97.179 toneladas em 2010 (BRASIL, 2010), com evolução de 336% em quase dez anos, devido à adoção de práticas de manejo mais eficientes.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe nativo que se tornou cada vez mais popular entre os consumidores graças a seu sabor consideravelmente atrativo. De fato, além de estar largamente disponível nos supermercados brasileiros, esse peixe tem sido exportado aos países europeus, como Portugal e França. Em 2010, o Brasil produziu 54.313 toneladas, 17% a mais que no ano anterior (BRASIL, 2012). O maior centro de consumo de tambaqui, principal espécie nativa cultivada no Brasil, é a cidade de Manaus, que absorve anualmente ao redor de 30.000 toneladas de tambaquis produzidos na região (LIMA; GOMES, 2005).

A produção de pacu tem registrado uma das taxas de mais rápido crescimento entre o setor de aquicultura no Brasil. De acordo com o Ministério de Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2012), a produção de pacu aumentou a uma taxa anual de 17% durante os últimos quatro anos. Em 2010, a produção de pacu do Brasil foi de 21.245 toneladas.

Além dessas espécies, há o híbrido tambacu, apreciado comercialmente e utilizado nas pisciculturas, rusticidade e bom valor de mercado (BALDISSEROTTO; GOMES, 2005). Dados estatísticos do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2012), constam que a produção do tambacu na piscicultura em 2010 foi de 21.621 toneladas, havendo um aumento de 85% na sua produção em relação a 2009.

2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO TAMBAQUI

A espécie *Colossoma macropomum*, conhecida por tambaqui, pertence à ordem Characiformes, família Serrasalminidae. É uma espécie nativa da bacia amazônica, ocorrendo no Brasil, Peru, Colômbia, Bolívia e Venezuela. Possui alto valor comercial, sendo muito apreciada pela população local. Também é uma espécie amplamente aceita em outras regiões, devido ao seu excelente sabor, consistência e coloração branca da carne e facilidade para obtenção de filés. (GOULDING; CARVALHO, 1982; GOULDING, 1993).

É um peixe de escamas com corpo romboidal, em sua fase adulta apresenta manchas escuras irregulares ventrais e caudais, com dorso em tonalidade esverdeada, mas pode variar para mais clara ou mais escura dependendo da cor da água (LIMA; GOMES, 2005).

Outras características apresentadas pela espécie são: a rusticidade ao manuseio, tolerando atividades como biometrias e tolerância a ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio. Além disso, é uma espécie que apresenta bons resultados quanto ao aproveitamento de proteínas de origem vegetal (SAINT-PAUL; SOARES, 1988).

No ambiente natural, o tambaqui é onívoro com tendência zooplanctofágo. Em cativeiro, aceita bem rações extrusadas e peletizada, bem com subprodutos industrializados o que, em conjunto com sua rusticidade, faz da espécie uma das mais utilizadas na piscicultura (LIMA; GOMES, 2005).

Apresenta porte máximo de 45 kg e 100 cm de comprimento, e em ambiente natural realiza migrações reprodutivas atingindo maturação sexual entre 4 e 5 anos de idade (CARDOSO, 2001).

Além disso, essa espécie é bem adaptada às condições de cativeiro e muito usada nos sistemas intensivos em viveiros, tanques e tanques-rede (LIMA; GOMES, 2005). Goulding (1993) enfatizou que o tambaqui pode atingir mais de 2 kg em menos de um ano em cultivo em tanques escavados de baixa (ou nenhuma) renovação de água com produções de 4 a 10 t/ha/ano. Logo, é a espécie que mais tem despertado interesse para a piscicultura, principalmente pela alta preferência do consumidor e o alto preço do mercado. Adaptado com sucesso para a piscicultura, por sua capacidade de aproveitar vários tipos de alimentos, possui crescimento rápido, alcança de 700 a 900 g no primeiro ano

de cultivo e apresenta boa resistência ao manuseio (LIMA; GOMES, 2005; PORTO, 2005).

2.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PACU

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um teleósteo representante da superordem Ostariophysi, da ordem Characiformes, família Characidae e da subfamília Myleinae. É uma espécie nativa largamente encontrada nas bacias do rio Paraná, Paraguai e Uruguai, com maior distribuição nas planícies alagadas da região Centro-Oeste, no Pantanal do Mato Grosso (PETRERE, 1989) e também pode ser cultivada na região Sudeste do Brasil, por possuir fácil adaptação à alimentação artificial (BICUDO 2008). Espécie de grande importância para a piscicultura apresenta rápido crescimento, rusticidade ao manejo e grande aceitação pelo mercado consumidor, apresentando carne firme e de excelente sabor e demonstra maior valor comercial na pesca, tanto profissional como esportiva. (URBINATI; GONÇALVES, 2005).

É um peixe de escamas, com corpo romboide, achatado e robusto, possuindo uma coloração uniforme, variando do castanho ao cinza escuro, com o ventre amarelado. A espécie alcança o comprimento aproximado de 50 cm.

Possui hábito alimentar onívoro/herbívoro, explorando uma gama bastante diversificada de alimentos, devido à sazonalidade, como: folhas, sementes, caules, flores e frutos, insetos, aracnídeos, moluscos e peixes (URBINATI; GONÇALVES, 2005). A espécie desperta interesse para a piscicultura, em função de sua capacidade de aproveitamento de ingredientes de origem vegetal na dieta (FERNANDES et al., 2000). Essa espécie pode digerir e metabolizar mais eficientemente carboidratos e lipídeos, poupando assim a proteína para o crescimento (SILVA, 2008). Segundo Bicudo et al. (2008), o pacu apresenta exigência de 27% de proteína bruta.

2.4 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO TAMBACU

O tambacu é uma espécie de peixe híbrida, resultante do cruzamento de fêmeas de *Colossoma macropomum*, popularmente denominado de tambaqui e machos de *Piaractus mesopotamicus*, chamados de pacu (BALDISSEROTTO;

GOMES, 2005). O tambacu combina características desejáveis como a resistência ao frio e a rusticidade do pacu e a maior taxa de crescimento do tambaqui (BALDISSEROTTO; GOMES, 2005; DAIRIKI et al., 2010). O tambacu é um peixe de importância econômica na piscicultura brasileira, sendo apreciado como peixe esportivo e por apresentar características zootécnicas como: o rápido crescimento e ganho de peso e por apresentar maior resistência ao estresse e doenças parasitárias se comparado com as espécies puras pacu e tambaqui (DAIRIKI et al., 2010).

2.5 ASPECTOS DA CARNE DO PEIXE DE ÁGUA DOCE

O músculo do peixe dulcícola apresenta particularidades bioquímicas, e a carne características químicas que conferem atributos e cuidados especiais, particularmente aos processos de autólise, oxidação lipídica e deterioração microbiana que prejudicam a validade comercial e o potencial de consumo da carne. Entretanto apresenta alto valor nutricional e se sobressai diante de outros alimentos de origem animal, por apresentar todos os aminoácidos essenciais, alto teor de lisina, alta digestibilidade proteica e além de ser fonte de vitaminas lipossolúveis e do complexo B. Apresenta características orgânicas, como proteínas, lipídeos, carboidratos, ácidos nucleicos e vitaminas, bastante variadas, em função de diversos fatores como peso do indivíduo, idade, estado fisiológico, dieta alimentar, entre outros e faz-se muito importante quantificá-la em indivíduos que possuem interesse comercial, uma vez que orientará na formulação de dietas apropriadas, como também delinear metodologias para as unidades de processamento (MACEDO-VIEGAS et al., 2002).

Dos aspectos acima descritos, Elvevoll et al. (2006) reforçaram que os peixes de água doce são considerados como uma fonte importante de proteína de alta qualidade; e também são rico em micronutrientes, minerais. Estes ácidos graxos se encontram naturalmente disponíveis na carne e são importantes para o desenvolvimento do sistema nervoso e para a proteção cardiovascular, uma vez que elevam o nível de “High Density Lipoproteins” (HDL), regulam o nível de diferentes lipídeos no sangue, como os triglicerídeos e reduz a pressão arterial Os mesmos autores concluem que em muitos países

em desenvolvimento, embora o consumo médio per capita seja baixo, o pescado exerce importante efeito positivo, melhorando a qualidade das proteínas dietéticas e complementando os aminoácidos essenciais.

Minerais como o selênio (Se) e iodo (I) estão particularmente presentes em pescado marinho, mais em algas. O iodo é essencial para o desenvolvimento do cérebro e sistema nervoso infantil. Outros minerais como zinco (Zn), ferro (Fe), cálcio (Ca) e fósforo (P) também estão presentes em níveis adequados. Os produtos da pesca ainda são boa fonte de vitaminas A, D e vitaminas do complexo B. Menos conhecidas, mas não menos importantes são a taurina (derivada do aminoácido cisteína) e a colina (amina quaternária) estão presentes no pescado e proporcionam benefícios similares aos proporcionados pelo ômega-3 de cadeia longa, em particular os efeitos positivos ao sistema cardiovascular (TOPPE, 2008).

Em relação às características sensoriais os peixes dulcícolas, de modo geral, possuem a carne de coloração branca, a textura macia, o cheiro característico e o sabor *Sus generis*.

2.5.1 Composição centesimal

O conhecimento quantitativo da composição química dos peixes de interesse comercial, incluindo as grandes variações durante o período de tempo e captura, é de grande importância para a formulação da dieta apropriada, do manejo, da qualidade da água do ambiente, como também na definição de procedimentos técnicos para as indústrias de processamento de pescado (SALES; SALES, 1990).

Portanto, 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 têm influência na qualidade dos peixes, o que é fator importante para a indústria e consumidores (LOVE, 1992).

Baseando-se em Huss (1998), a composição centesimal dos peixes varia entre as espécies e também entre indivíduos da mesma espécie, dependendo da idade, sexo, meio ambiente e estação do ano. Estas variações

estão estreitamente relacionadas com a alimentação, uma vez que durante os períodos de intensa alimentação o conteúdo de proteínas do músculo aumenta no início muito levemente e a diferença do conteúdo dos lipídeos mostra variações. Os fatores naturais, como escassez de alimentos, ou fisiológicos como desova ou migração, influenciam também na composição centesimal. Contreras (1994) citou que a composição centesimal pode sofrer influência de fatores intrínsecos como fatores morfológicos e genéticos, assim como os fatores exógenos como estação do ano, clima, quantidade e tipo de alimentação. Logo, o mesmo autor conclui que a composição centesimal vai interferir nas características sensoriais, físicas e na validade comercial de peixes.

Entretanto, Gurgel; Freitas (1972) fizeram um estudo para determinar a composição centesimal de 12 espécies de peixes dulcícolas de açudes do nordeste brasileiro durante um ano, tendo encontrado grandes variações no conteúdo dos nutrientes examinados. A matéria seca nas doze espécies durante um ano variou de 21,9% a 41,4%. Os teores de proteínas variaram de 16,0 a 21,1% enquanto que houve grande variação nos teores de gorduras entre espécies e dentro das mesmas espécies, as variações das médias foram de 1,1 a 24,6%.

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, 1994). Ocorre uma relação inversa entre umidade e lipídeos, porém o somatório de ambos está em torno de 80% (OGAWA; MAIA, 1999).

Na Venezuela, Bello; Rivas (1992) estudaram a avaliação e aproveitamento do *Colossoma macropomum*. A composição centesimal mostrou variações do conteúdo de umidade entre 73,7 a 81,3%, do conteúdo de proteína entre 17,4 a 18,1%, do percentual de gordura entre 0,5 a 7,1% e de cinza entre 1,0 a 1,3%. Os mesmo autores complementaram que o teor de gordura do tecido muscular do tambaqui 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.

Poulter; Nicolaides (1985) estudaram as características e a composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro que tinham peso médio de 7,2 a 12,5 kg e comprimento total de 57 a 87 cm, tiveram resultados de 67,09% de umidade, 14,11% de proteína, 18,02% de gordura e 0,86% de cinza. Os autores frisaram nas suas conclusões que esta espécie apresenta reservas de gordura na cavidade abdominal, chamada de gordura cavitária, na qual foi o motivo da porcentagem de gordura ser alta.

Arbeláez-Rojas et al. (2002) fizeram um estudo para avaliar o efeito do sistema de cultivo na composição corporal de juvenis de tambaqui e matrinxã (*brycon amazonicus*) alimentados com ração contendo 30 % de proteína bruta. Esses peixes dulcícolas foram cultivados em sistema intensivo e em sistema semi-intensivo. Fizeram análise da composição centesimal dos peixes inteiros e também dos filés. Como resultado houve menor teor de gordura e maior teor de proteína nos peixes cultivados no sistema intensivo em relação daqueles cultivados no sistema semi-intensivo.

Burkert et al. (2008) trabalhando com o rendimento do processamento e composição centesimal de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) cultivado em tanque-rede alimentados com três rações comerciais, não encontraram diferença significativa para a composição centesimal entre os filés lateral e abdominal (64,83 e 63,43% de umidade; 20,63 e 21,40% de proteína; 1,64 e 1,29% de lipídeos; e 1,81 e 1,14% de matéria mineral, respectivamente).

2.6 VALIDADE COMERCIAL DO PEIXE FRESCO

As alterações bioquímicas, físico-químicas e microbiológicas que ocorrem no peixe após serem sacrificados dependem de vários fatores que conferem atributos e cuidados especiais, particularmente aos processos de autólise, oxidação lipídica e deterioração microbiana que prejudicam a validade comercial. Há outras causas a considerar em relação à deterioração dos peixes, entre eles, o modo de abate, a concentração de enzimas endógenas e a contaminação inicial microbiana, o manejo dos peixes no momento do sacrifício, as condições de armazenagem. Esses elementos também são importantes ao avaliar a qualidade microbiológica, química e sensorial das diferentes espécies de peixes (OZOGUL; OZOGUL, 2004).

Sendo assim, são diversas as causas a considerar para a validade comercial do peixe, que estão relacionados com as boas práticas de manipulação. Outro fator determinante da validade comercial do peixe é a temperatura de estocagem, sendo fundamental que a partir da captura ou despesca sejam adotadas medida para reduzir ao mínimo a ação desses fatores, visando à obtenção de um produto final em condições adequadas de consumo. Um exemplo de adoção dessas medidas é a indução a hipotermia no momento do abate, pois a redução de temperatura no interior do músculo, pela ação da água com gelo, é consideravelmente mais efetiva e rápida, quando comparada à ação apenas do gelo. (HUSS, 1997).

Poulter; Nicolaidis (1985) determinaram a validade comercial para seis espécies de peixes dulcícolas tropicais. O pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o chicuiña (*Pseudoplastystoma tigrinum*), apresentaram tempo de vida útil acima de 40 dias de estocagem em gelo. Os peixes menores como (*Plagioscion squamosissimus*) e o bagre (*Ageneiosus* spp.), apresentaram a validade comercial acima de 30 dias e 25 dias, respectivamente, estocados em gelo.

Batista et al., (2004) determinaram o tempo de estocagem em gelo do mantrinxã (*Brycon cephaus*) procedente da piscicultura em Manaus por meio das avaliações sensoriais, físicas, das análises de pH, Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e bacteriológicas. Através destas análises, os pesquisadores concluíram que essa espécie apresentou condição de consumo até 26 dias estocado em gelo.

Britto et al. (2007) estudaram a espécie dulcícola *Semaprochilodus* spp conservados em gelo, popularmente conhecido no estado do Amazona como jaraqui, através da avaliação sensorial, determinação do pH, das bases voláteis totais (N-BVT), contagem total dos microrganismos aeróbios psicrófilos e mesófilos, contagem, isolamento e identificação das bactérias *Aeromonas* sp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. e de *Plesiomonas* spp. Portanto o jaraqui se manteve em condições de consumo por 21 dias.

2.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Atualmente a avaliação sensorial é considerada como ferramenta importante, indicando medidas das propriedades sensoriais e determinando a importância destas propriedades como base para aceitação do consumidor. Assim, constitui uma importante ferramenta em todas as etapas do desenvolvimento de um produto – desde a sua concepção até a avaliação da qualidade final de um produto padronizado (DUTCOSKY, 2007).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em: discriminativos, que avaliam diferenças entre duas ou mais amostras; descritivos, que descrevem e quantificam diferenças sensoriais entre amostras e afetivos, que avaliam a aceitação e preferência dos consumidores com relação às amostras (STONE; SIDEL, 2004).

Os métodos discriminativos são utilizados para verificar se há diferenças nas características de amostras ou produtos (ao verificar diferença entre lotes, ao substituir ingredientes na formulação, em estudos da validade comercial, etc.) e também para selecionar provadores de equipes treinadas (STONE; SIDEL, 2004).

Métodos descritivos têm como objetivo caracterizar as propriedades sensoriais do produto alimentício. O aspecto qualitativo diz respeito à descrição do produto avaliado e o aspecto quantitativo, à intensidade de cada característica sensorial presente no produto (LARMOND, 1987). Nesses mesmos métodos são mostradas as intensidades relativas dos diferentes atributos, além de saber se um produto é diferente ou não de outro, é importante conhecer essa diferença por meio de sua mensuração, ou seja, determinar a grandeza de tais diferenças com o emprego de métodos de escalas (MAGALHÃES, 1996). Tem-se uma equipe sensorial, onde provadores são utilizados como ferramentas para medir a qualidade de um produto. Para a obtenção desses provadores é necessário realizar uma seleção baseada na capacidade do provador de elaborar medidas criteriosas (ASTM, 1981).

Os métodos afetivos avaliam a preferência e a aceitação do produto pelos consumidores, tendo como principal objetivo melhorar a qualidade em relação à aparência, aroma, sabor e textura: como estes atributos são percebidos e a ordem que influencia a escolha do consumidor no ponto de

venda (O'MAHOONY, 1995). Testes de aceitação caracterizam uma atitude diante do consumo real de um alimento, atitude essa demonstrada por algum grau de gostar (SILVA et al., 2004). A determinação da aceitação pelo consumidor é fundamental no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Assim, a análise sensorial representa um importante instrumento para estimar a aceitação do produto pelos consumidores.

2.7.1 Método de Índice de Qualidade (MIQ)

O frescor do pescado pode ser avaliado por métodos sensoriais, microbiológicos ou físico-químicos. A avaliação sensorial tem sido considerada a principal forma de determinação da qualidade do pescado no setor pesqueiro e serviços de inspeção do pescado (SVEINSDÓTTIR et al., 2002). Um dos métodos de análise sensorial mais recente é o Método de Índice de Qualidade (MIQ), desenvolvido originalmente pela Tasmanian Food Research Unit (BREMNER, 1985).

Este método busca traduzir os atributos de qualidade do peixe com as alterações envolvendo a aparência geral, brânquias, olhos e pele, usando um protocolo de notas com pontos de demérito (de 0 a 1, 0 a 2 ou 0 a 3). As notas são totalizadas gerando um Índice de Qualidade (IQ) que é o resultado da soma dos pontos e varia durante o período de armazenamento em gelo. O IQ permitirá, além da avaliação da qualidade do pescado em questão, fazer a previsão do prazo de vida comercial da espécie. O somatório dos pontos das características sensoriais em relação ao tempo de estocagem é sempre linear. Normalmente começa com zero (pescado absolutamente fresco, no primeiro dia), depois com o aumento da deterioração aumenta a pontuação, até o produto ser rejeitado. Essa pontuação máxima varia de espécie para espécie. (HYDILG; NIELSEN, 1997).

O princípio do MIQ é baseado na tese de que os avaliadores não podem julgar graus de perfeição, mas podem muito facilmente detectar alterações de um produto. Entretanto, baseia-se unicamente na observação direta das propriedades do pescado e é específico para cada espécie. Às mudanças do produto são dados pontos de demérito (score), que somados fornecem uma avaliação geral sobre a qualidade do produto. Tal entendimento partiu do fato

de que, durante o armazenamento de peixes, ocorrem alterações que são facilmente detectáveis e muitas vezes mensuráveis, já que a grande maioria dos compostos provenientes das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas em pescado encontra-se próximo a zero ou a um valor muito baixo logo após a despesca, e tendem a aumentar com a temperatura e período de armazenamento (TAYLOR; FRANCIS, 2010).

Algumas destas variações podem ser constatadas pelas imagens encontradas no apêndice, nas figuras, que retratam a modificação na característica sensorial de determinadas partes nas estudadas pacu, tambaqui e tambacu armazenamentos em gelo (STONE; SIDEL, 2004).

Este método tem vantagem de ser barato, simples, requerer pouco treinamento e não ser um método destrutivo. Como não é dada ênfase a atributos individuais, uma amostra não é rejeitada com base em um único critério (LUTEN; MARTINSDÓTTIR, 1997). Além disso, a metodologia é útil no primeiro estágio do armazenamento do pescado, quando outros métodos instrumentais são imprecisos (NIELSEN et al., 1992).

Estas vantagens do MIQ levaram ao desenvolvimento de programas específicos para as diferentes espécies em vários países. O MIQ foi inicialmente desenvolvido com finalidade técnica e industrial. Hoje existem mais de 50 estudos de esquemas MIQ para uma variedade de peixes e crustáceos provenientes de seus habitat naturais ou de sistema de criação. A maioria está voltada a uma versão para o consumidor com o objetivo de auxiliá-los a decidir pelo melhor produto na hora da compra no varejo (NIELSEN et al., 2002).

Atualmente o método foi adaptado para muitas espécies de pescado como: *Salvelinus alpinus*, (CYPRIAN et al. 2008), *Oreochromis niloticus* (RODRIGUES, 2008), *Neopisesarma mederi* (NOOJUY; BOONPRAB, 2008), *Onchorhynchus mykiss* (WÜNNENBURG; OEHLENSCHÄGER, 2008), *Macrobrachium amazonicum* (PORTELA, 2009), *Sepia officinalis*, L. (SYKES et al., 2009), *Micropogonias furnieri* (TEIXEIRA et al., 2009), *Litopenaeus vannamei* (OLIVEIRA et al., 2009), *Mullus barbatus* (ÖZYURT et al., 2009), *Panulirus argus* (SILVA, 2009), *Sardinella brasiliensis* (SILVA, 2010), *Megalobrama amblycephala* (SONG et al., 2011), *Pagellus bogaraveo* (SANT'ANA, 2011), *Sparus aurata* (CAMPUS et al., 2011), *Boops boops*, L. (BOGDANOVIC et al., 2012), *Engraulis anchoita* (MASSA et al., 2012), entre

outras, sendo composto de uma precisa descrição de características de qualidade que indicam a validade comercial do peixe cru (MARTINSDÓTTIR et al., 1997).

2.7.2. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) apresenta-se como uma metodologia que proporciona a obtenção de uma descrição completa de todas as propriedades sensoriais de um produto, representado um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (LAWLESS; HEYMANN, 1999). Possui inúmeras aplicações, como por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos, desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade de produtos industrializados e relação entre testes sensoriais e instrumentais. Nesta metodologia é envolvido uma série de etapas, a saber: recrutamento e pré-seleção de provadores, levantamento de atributos sensoriais e descrição dos mesmos, treinamento de provadores pré-selecionados, avaliação do desempenho, seleção final da equipe de provadores, realização dos testes e análises estatísticas dos dados (STONE; SIDEL, 2004).

É um método descritivo quantitativo, normatizado pela ABNT NBR 14140 em 1998, no qual são utilizadas escalas não estruturadas de 9 ou 15 cm, ancoradas, nas extremidades ou próximo delas, com termos que indicam a intensidade do atributo que está sendo avaliado. Esta técnica avalia todos os atributos sensoriais presentes no alimento, quais sejam: aparência, odor/aroma, sabor e textura, através de uma equipe de julgadores treinados. Através das escalas é possível descobrir o quanto as amostras diferem entre si, e qual a amostra que apresenta maior intensidade do atributo sensorial que está sendo medido. Porém isso exige maior treinamento e habilidade do provador (DUTCOSKY, 2007).

STONE; SIDEL (2004) descreveram a ADQ como uma metodologia sensorial que fornece descrições quantitativas de produtos, com base na percepção de um grupo de sujeitos qualificados. Entretanto os mesmo autores afirmaram que esta metodologia permite determinar o perfil sensorial descritivo

dos produtos avaliados, e quando é associada ao estudo afetivo com consumidores, permitem chegar a conclusões de extrema importância, como saber quais as características sensoriais e em que intensidades estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e ainda verificar em que produtos concorrentes diferem sensorialmente entre si. Desta forma, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou colocados em um produto para que possa superar seu concorrente.

As vantagens do ADQ sobre outros métodos de avaliação que vinham sendo utilizados seria a confiança no julgamento de uma equipe composta por 10 a 12 provadores treinados, ao invés de poucos especialistas; o desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva; o desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizado, o que implica em maior concordância de julgamentos entre os provadores; e a análise dos produtos com repetições por todos os julgadores em testes à cega com os dados estatisticamente analisados (STONE; SIDEL, 2004).

Uma das principais inovações da metodologia ADQ foi o uso da análise estatística dos dados, o que representou uma evolução significativa para a avaliação sensorial. Com a disponibilidade de pacotes estatísticos para computador, os líderes do painel possuem recursos ilimitados e de baixo custo, proporcionando uma capacidade para processar dados (STONE; SIDEL, 2004).

As aplicações para a metodologia da ADQ são muito amplas. Na literatura existem diversos produtos alimentícios que foram aplicados à metodologia. Há pouco dados na literatura que foram adaptados para espécies de peixe: *Salmo salar* (SVEINSDOTTIR et al., 2002), e (SVEINSDOTTIR et al., 2003), *Litopenaeus vannamei* (OLIVEIRA, 2005), *Micropogonias furnieri* (BORGES et al., 2007), hybrid Striped bass *Morone saxatilis* X *Morone chrysops* (NIELSEN; GREEN, 2007), *Oreochromis niloticus* (RODRIGUES, 2008), *Pangassus hypophthalmus* (PHAN; NGUYIN, 2012), *Caiman crocodilus yacare* (CANTO et al., 2012), entre outros.

2.7.3 Teste de aceitação ao consumidor

Um dos testes mais utilizados para quantificar a aceitação dos consumidores utiliza a escala hedônica a qual tem sido amplamente utilizada tanto no meio acadêmico e industrial (YEH et al., 1998). Esta escala consiste em nove categorias verbais com termos variando entre “desgostei extremamente” (valor 1) a “gostei extremamente” (valor 9) e uma categoria neutra localizada no centro da escala associada ao termo “não gostei/nem desgostei” (valor 5).

Para a adequada utilização do teste de aceitação, os participantes devem ser consumidores habituais ou potenciais do produto. No entanto, o número de consumidores que participam dos testes varia. Para Chambers; Baker Wolf (1996) a utilização de no mínimo 100 pessoas em testes afetivos é um número considerado adequado nos testes de aceitação. Moskowitz (1997) em um estudo de caso concluiu que entre 40 e 50 consumidores seriam suficientes para estabelecer a aceitabilidade média. Já para Stone; Sidel (2004) recomendam um total de 50 a 100 pessoas. Entretanto, estudos mais recentes realizado por Hough et al. (2006) sugeriram o uso de, no mínimo, 112 consumidores para realização de testes afetivos. Esse resultado foi investigado através de estimativas considerando os erros médios de 108 experimentos.

O teste de aceitação é um dos métodos utilizados para avaliar a opinião dos consumidores (MORAES, 1993). A aceitação varia conforme com os padrões de vida e base cultural, onde se verifica como reagem os consumidores diante de determinadas circunstâncias. A escolha pessoal por um alimento pode ser determinada por um grande número de fatores que podem ser correlacionados ao alimento, à pessoa e ao ambiente. O alimento possui composições química e física particulares, que originam as características sensoriais percebidas pelo indivíduo, como aparência, gosto, aroma e textura. As diferenças individuais (personalidade relacionada ao estilo de vida, nível de conhecimento, experiências anteriores, efeitos fisiológicos ou psicológicos após ingestão, como humor, sonolência, etc.) influenciam na escolha do produto. Os fatores externos englobam o contexto social e cultural. A disponibilidade, preço, embalagem, informações e propaganda do produto, e ainda, diferenças de idade, sexo, classe social, região e grau de urbanização

são responsáveis pelas diferenças no consumo de alimentos (DUTCOSKY, 2007).

A análise de aceitação possibilita a obtenção de informações importantes, refletindo o grau que os consumidores gostam ou não de um determinado produto. É muito utilizada para comparar produtos concorrentes, desenvolvimento de novos produtos e melhoria da qualidade. Entre os métodos sensoriais existentes para medir a aceitação e preferência de um grupo de provadores, o que utiliza escala hedônica de nove centímetros é o mais aplicado, devido à sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados (STONE; SIDEL, 2004).

Os mesmos autores ainda relataram que com a aplicação da análise de aceitação é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto. A maioria das metodologias utilizadas em testes com consumidores interpreta os resultados baseado nos valores médios, obtidos do grupo de indivíduos que participa do teste. Ao se trabalhar com médias, assume-se que todos os indivíduos se comportam da mesma forma e que um valor único, a média, é representativo de todos os consumidores, perdendo assim a informação relativa a cada indivíduo. Os resultados vêm sendo avaliados por análise de variância univariada (ANOVA) e testes de comparação de médias, geralmente Tukey, comparando-se a aceitação média entre produtos. Segundo Polignano et al. (2000), esta análise global, considerando conjuntamente as avaliações de todos os consumidores, implica em assumir que todos apresentam o mesmo comportamento, desconsiderando suas individualidades.

Mohamad et. al (2011) fizeram um estudo sobre a aceitação sensorial com consumidores não treinados na Malásia para saber quais os atributos que influenciam na aceitação de peixes frescos de água doce e constataram que todas as quatro espécies de peixes diferiram significativamente entre si na aceitação sensorial e os atributos sabor e impressão global foram os atributos que apresentaram maiores escores e responsáveis pela diferença na avaliação sensorial entre os peixes.

Rodrigues (2008) concluiu através dos resultados do teste de aceitação ao consumidor, que a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) eviscerada e estocada em gelo teria boa recepção no mercado consumidor por até 15 dias.

Khan et al. (2011) pesquisaram em diferentes espécies de carpas indianas (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala* e *Catla catla*) dietas artificiais em sistemas de monocultivo e policultivo e aplicaram a escala hedônica. Comprovaram que os julgadores atribuíram maior pontuação. Em monocultura, *Catla catla* apresentou maior pontuação para o sabor tratados em lagoas de controle. *Labeo rohita* foram encontradas para ser significativamente diferentes para suculência e maciez pontuações nas lagoas versus controle tratado. No entanto, os escores sensoriais de frito *Cirrhinus mrigala* não apresentaram qualquer diferença entre os tratamentos. No sistema de policultivo, *Cirrhinus mrigala* foi encontrado para ser significativamente diferente em relação à cor sensorial, a textura, a oleosidade e sobre tudo aceitabilidade no controle de tanques tratados. No entanto, não houve diferenças na qualidade sensorial de peixe frito para *Catla catla* e *Labeo rohita* em sistema de policultivo. Os pesquisadores concluíram da presente investigação que a dieta artificial melhorou a impressão global dos peixes em sistema de monocultura, enquanto que no sistema de policultura a dieta artificial isso afetou nas qualidades sensoriais (sabor, odor e textura) da carne dos peixes.

2.7.4 Neofobia alimentar

O comportamento alimentar é essencial para a manutenção da vida dos organismos. Neste sentido, a identificação do que pode ser utilizado como alimento e de onde encontrá-lo são alguns dos grandes desafios que os indivíduos das mais diversas espécies enfrentam para satisfazer suas necessidades nutricionais. Tendo à menção de que devido à facilidade em conseguir alimentos, o ser humano não apresenta uma tendência a consumir qualquer item alimentar desconhecido que encontre. Há, inclusive, reações comportamentais que podem restringir o uso de novos recursos alimentares por parte dos indivíduos. Um destes processos comportamentais é a neofobia alimentar (TUORILA et al., 2001).

Em contraposição ao fenômeno neofóbico, o aumento na diversificação alimentar envolve o contato com alimentos desconhecidos. É nesta interação que ocorre a neofobia alimentar. Esta reação comportamental pode ser definida como a relutância em comer ou a tendência a evitar alimentos desconhecidos ou ambos (PLINER; HOB DEN, 1992). É uma forma eficiente de reduzir os riscos associados com a ingestão de alimentos tóxicos. Esta característica pode envolver a completa recusa em comer um alimento novo ou limitar-se à ingestão de porções muito pequenas (VISALBERGHI, 1994).

Para compreendê-la, é importante analisar o ambiente natural no qual os seres humanos se desenvolveram, pois os novos alimentos potenciais, em geral, eram raros e, em alguns casos, perigosos. A neofobia alimentar não é uma característica de um único povo ou mesmo de determinadas culturas, ocorrendo nos mais diversos grupos humanos (TUORILA et al., 2001). Esta situação de consumir ou não um alimento novo, na qual se apresentam possíveis vantagens e perigos, foi denominada por Rozin (1994) de “dilema do onívoro”, que consiste na dificuldade de decisão acerca de consumir ou não quando se encontra diante de um alimento que lhe é desconhecido.

A espécie humana foi submetida, durante boa parte de sua evolução, ao dilema do onívoro. Deste modo, esta capacidade de adaptação conferida pelo fenômeno neofóbico está relacionada ao fato de que a vantagem ou desvantagem do comportamento de neofobia alimentar, em termos de incremento na capacidade de sobrevivência e reprodução dos organismos, dependerá das circunstâncias ambientais nas quais o indivíduo se encontra, que o estimularão a uma maior tendência à neofobia ou à neofilia (KNAAPILA et al., 2007). Isto resulta em que, apesar de ser uma característica da espécie como um todo, os indivíduos variam amplamente quanto à neofobia alimentar, tendo sua expressão influenciada por diversos fatores (TUORILA et al., 2001). Esta flexibilização no comportamento neofóbico provavelmente está relacionada à necessidade dos seres humanos em se adaptar às mudanças no tipo e na quantidade de alimento que o ambiente em que estava oferecia (FLANDRIN; MONTANARI, 1998).

Além da resposta comportamental neofóbica característica, pessoas com altos índices de neofobia apresentam baixas probabilidades de anteciparem positivamente a ingestão de alimentos desconhecidos e de terem

contato com comidas típicas de outros grupos humanos, sentindo-se, ainda, pouco motivadas para experimentar novos alimentos (TUORILA et al., 2001). Este fenômeno, em função da atual segurança com que se pode ter ao experimentar os alimentos oferecidos nas sociedades desenvolvidas, faz com que a neofobia alimentar deixe de ser um comportamento vantajoso (PLINER; SALVY, 2006).

Flandrin; Montanari (1998) explicaram que para compreender melhor este fenômeno, algumas características como diferenças de idade, sexo e de fatores socioeconômicos entre os indivíduos vêm sendo estudadas na tentativa de descobrir correlações entre as mesmas e a neofobia alimentar.

Henriques et al. (2009) concluíram nas suas pesquisas que a neofobia alimentar pode afetar o grau com o qual um produto é aceito ou não pelos consumidores, mas não pode afetar a forma como os produtos são classificados na rotulagem.

2.8 AVALIAÇÃO BACTERIOLÓGICA

Por ser rico em nutrientes, o peixe é susceptível ao ataque e desenvolvimento bacteriológico. Bactérias e enzimas iniciam os processos de decomposição protéica, sendo que a maioria das bactérias presentes no peixe apresenta atividade proteolítica e lipolítica, dependendo de onde o peixe é capturado (EL KEST; MARTH, 1992).

A penetração de bactérias na carne do peixe e a decomposição gradual das substâncias nitrogenadas começa quase que simultaneamente à autólise; a rapidez e a intensidade, no entanto variam em função a temperatura de estocagem. Se o peixe é mantido em gelo, ocorre inibição da atividade bacteriana e o processo de autólise é mais intenso que a decomposição bacteriana. Quando o produto está em temperaturas elevadas, a decomposição bacteriana predomina (JAKOBI et al., 1999).

Huss (1997) explicou que espécies tropicais, são geralmente mais resistentes às mudanças deterioradoras, enzimáticas e microbianas e conseqüentemente, o tempo de armazenamento em gelo é maior que nas espécies de águas temperadas e frias. Isso ocorre devido à variação da microbiota bacteriana do peixe como meio. Assim, as bactérias psicrófilas,

que são responsáveis pela deterioração do pescado resfriado, constituem uma parte insignificante da microbiota do peixe tropical, enquanto são o grupo predominante no peixe de águas temperadas.

Várias espécies de bactérias fazem parte da biota de ambientes aquáticos e agem como patógenos oportunistas, ou seja, manifestam sua patogenicidade a partir de uma pré-disposição do organismo ao agente. Os métodos de produção intensiva induzem fortemente o estresse nos peixes e a ação patogênica oportunista de bacilos Gram negativos é o que provoca maior mortandade nos sistemas de piscicultura (BARJA; ESTEVES, 1988). A *Aeromonas hydrophila* faz parte da microbiota da água, pele, brânquias e intestino dos peixes. Quando há desequilíbrio dos sistemas bactéria hospedeiro-ambiente, desencadeiam epizootias associadas à septicemia hemorrágica em peixes de água doce (COSTA, 2001).

As deteriorações a baixas temperaturas são causadas por bactérias psicotrófilas, que se desenvolvem a 0°C. Na legislação brasileira não é contemplado o limite para esses microrganismos, por esses não constituírem risco para a saúde coletiva, porém os microrganismos psicotrófilos são os principais deterioradores do pescado refrigerado, pois diminuem a vida útil do produto (BORDIGNON et al., 2010).

A análise bacteriológica para se verificar quais e quantos microrganismos estão presentes é fundamental para se conhecer as condições de higiene em que o alimento foi preparado, os riscos que o alimento pode oferecer à saúde do consumidor e se o alimento terá ou não a validade comercial pretendida. Essa análise é indispensável também para verificar se os padrões e especificações bacteriológicos para alimentos, nacionais ou internacionais, estão sendo atendidos adequadamente (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

Muitos métodos e variações de diferentes métodos que podem ser utilizados para detecção quantitativa e qualitativa de microrganismos em alimentos, estão relatados na literatura. Entretanto, é desejável utilizar métodos que tenham sido aprovados por órgãos reguladores. Estes podem ser métodos padrões ou recomendados. Atualmente esses métodos são comumente divididos em métodos convencionais e métodos rápidos (FRANCO; LANDGRAF, 1996; RAY, 1996).

O procedimento a ser empregado é determinado pelo tipo de alimento que está sendo analisado e pelo propósito específico da análise. A escolha pode também depender dos tipos de microrganismos a serem pesquisados em um alimento suspeito de ter causado uma doença (PELCZAR JR. et al., 1997).

O método de contagem de microrganismos em placas é um método geral, que pode ser utilizado para contagem de grandes grupos microbianos, como aeróbios mesófilos e aeróbios psicotróficos, variando-se o tipo de meio, a temperatura e o tempo de incubação (HAJDENWURCEL, 1998; SILVA et al., 1996). Nesta contagem é detectado no peixe, o número de bactérias aeróbias ou facultativas e mesófilas (35-37°C) ou psicotróficas (7°C), presentes tanto sob a forma vegetativa quanto esporulada (HAYES, 1995; SIQUEIRA, 1995).

Por este método, de acordo com Jay (1998) e Swanson et al. (1992), as amostras alimentos são homogeneizadas, diluídas em série, em diluente apropriado, plaqueadas com ou sobre um meio de agar apropriado e incubadas, após o que todas as colônias visíveis são contadas, ou seja, o procedimento se baseia na premissa de que cada célula microbiana presente em uma amostra irá formar uma colônia separada e visível, quando fixada com meio que lhe permita crescer.

Como as células microbianas podem ocorrer em agrupamentos (pares, tétrades, cachos, cadeias entre outros), não é possível estabelecer uma relação direta entre o número de colônias e o número de células. A relação correta é feita entre o número de unidades formadoras de colônias (UFC), que podem ser tanto células individuais como agrupamentos característicos de certos microrganismos, por mililitro ou grama de amostra (SILVA, 1996).

Franco; Landgraf (1996) relataram que essa metodologia é certamente a mais utilizada nos laboratórios de análise de alimentos, pois diferentes grupos de microrganismos podem ser enumerados de acordo com o meio de cultura e/ou as condições de incubação (tempo, temperatura e atmosfera) empregadas.

Segundo International Commission on Microbial Specifications for Foods - ICMSF (ICMSF, 1986) o número de microrganismos aeróbios mesófilos (contagem em placa) encontrado em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos mais comumente utilizados, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os

processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação sobre a alteração incipiente dos alimentos, sua provável validade comercial, a falta de controle no descongelamento dos alimentos ou desvios na temperatura de refrigeração estabelecida.

Ao avaliar a qualidade da espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo durante 28 dias, Rodrigues (2008) obtiveram resultados para a Contagem de bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM) e Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas (CBHAP), respectivamente os valores de 2,70 log UFC/g a 5,10 log UFC/g e < 1,0 log UFC/g a 9,40 log UFC/g. Verificou que as contagens bacteriológicas estiveram dentro de limites da legislação como aceitáveis para consumo até o 18º dia de estocagem. Portanto, sugeriu com base nos resultados que a validade comercial é de 15 a 18 dia.

Chytiri et. al (2004) pesquisaram a bacteriologia de trutas cultivadas de piscicultura, evisceradas e estocadas em gelo e tiveram como resultado as 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 de armazenamento. 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 ICMSF (1986) para número de mesófilas contadas a 30°C.

Martinez-Valdivieso et al. (1996) estudaram a bacteriologia do híbrido cachama, cruzamento realizado na Venezuela de *Colossoma macropomum* e *Piaractus brachypomus*, procedente de piscicultura e armazenado em gelo, e concluíram que a validade comercial é de 18 dias.

2.9 MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUALIDADE

Métodos físico-químicos que quantifiquem as alterações e os produtos derivados da atividade enzimática endógena e bacteriana têm sido desenvolvidos e empregados na avaliação do frescor do pescado. Tais métodos se tornam especialmente úteis quando apresentam correlação com as alterações sensoriais ou microbiológicas.

Muitos índices químicos para controle de qualidade de peixes, moluscos e crustáceos estão baseados nas alterações quantitativas ou qualitativas de compostos da fração nitrogenada não protéica do músculo (LAPA-GUIMARÃES et al., 2005).

2.9.1 Determinação de pH

Depois da morte do peixe, as quantidades de glicogênio decrescem e ocorre acúmulo de ácido láctico, cuja concentração determina o pH do músculo do peixe. O processo de decomposição quase sempre altera a concentração de íons-hidrogênio. Os íons livres são quantificados pela determinação do pH em um processo eletrométrico. A concentração dos íons hidrogênio é quase sempre alterada quando se processa a decomposição hidrolítica, oxidativa ou fermentativa de seu músculo (HUSS, 1998).

O pH do peixe, logo após sua captura, apresenta geralmente uma redução. Com a morte, o processo de respiração para e instala-se processo de degradação do glicogênio por via glicolítica ou amilolítica, produzindo o ácido láctico (OGAWA; MAIA, 1999).

A medida eletrométrica de pH é um método que determina a acidez de um produto alimentício é uma determinação direta e simples. As determinações do pH são importante principalmente para o peixe por ser este um alimento classificado de baixa acidez e onde as bactérias que causam alterações no pescado são ativadas em pH elevados. As medições de pH não devem ser utilizadas individualmente como índice de frescor, pois certamente poderá induzir a falsas avaliações. No entanto, os valores obtidos geralmente acompanham paralelamente as análises químicas, as avaliações sensoriais, as bioquímicas e as microbiológicas. Quanto mais elevado o pH, maior atividade bacteriana (OGAWA; MAIA, 1999).

Rodrigues (2008) ao pesquisar o pH da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com pele e sem pele, cultivada, eviscerada e estocada em gelo, durante 28 dias, obteve o valor de pH em amostras com pele de 5,9 no primeiro dia de estocagem até 7,29 no 28º dia, enquanto em amostras sem pele o pH foi de 5,80 para 7,38 e ambas apresentaram-se dentro do permitido pela legislação até o 18º dia de estocagem.

Nair et al. (1971) ao pesquisarem a carpa indiana (*Cirrhina mrigala*) observaram que o pH possuíam valores praticamente constante entre 6,3 e 6,5 durante 36 dias de estocagem em gelo.

2.9.2 Bases Voláteis Totais (BVT)

As Bases Voláteis Totais (BVT) são formadas pelo amoníaco (amônia), trimetilamina, dimetilamina e metilamina. O composto mais acentuado é o amoníaco produzido principalmente pelas enzimas endógenas e de origem bacteriana (SIKORSKI, 1994).

A concentração de BVT é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a decomposição do peixe devido a sua simplicidade analítica e razoável concordância com o estado de frescor (CONTRERAS, 1994).

Peixes marinhos e peixes de água doce, de acordo com Contreras (1994) quando armazenados em gelo apresentam evolução de BVT diferentemente. Na comparação entre essas espécies observou-se que 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 das espécies. Esse limite internacional foi adotado pelo Governo Brasileiro através do RIISPOA (BRASIL, 1980).

Assim, diferente dos peixes de água salgada, os peixes de água doce geralmente apresentam baixos valores de BVT porque o OTMA está ausente ou aparece em pequenas quantidades (BERAQUET; LINDO, 1985; CONTRERAS, 1994).

A determinação de BVT em pescados, embora seja largamente utilizada, é causa de controvérsia entre os pesquisadores, principalmente quanto ao estabelecimento de limites de aceitação do produto. Segundo Ogawa e Maia, (1999) para peixes em excelente estado de frescor, o teor de BVT atinge 5 a 10 mg por 100 g carne.

Um valor próximo de 30mg por 100g tem sido indicado como mostrado compatível com outros parâmetros de avaliação, e alguns países, como Alemanha, Austrália e Japão adotam oficialmente este valor como limite

máximo tolerável para a comercialização (SIKORSKI, 1994). No Brasil, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento também estabelece o valor de 30mg/100g como limite máximo de BVT para pescado fresco, exceto para elasmobrânquios (BRASIL, 1997). Mujica (2000) que estudou a formação de BVT em cação (*Prionace glauca*) comentou que parece problemático estender a adoção deste valor para todas as espécies de peixe, independentemente do conhecimento da sua composição. Na Comunidade Européia (C.E.) foram estabelecidos valores limites maiores que a legislação brasileira, sendo 35mg de BNV e 12mg de TMA por 100g de músculo de peixes nas diretivas 95/149/EEC e 91/493/EEC, respectivamente (RUIZ CAPILAS; MORAL, 2001).

Para o tambaqui de cultivo, as BVT encontradas durante 44 dias de estocagem possuíam valores entre 5,85 a 36,63 mgN/100g (ALMEIDA, 2006). 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, sendo que a média dos valores foi de 16 mg N/100g.

As variações na concentração de BVT em crómida verde (*Eetroplus suratensis*), espécie de pescado de água doce estudada por Lakshmanan et al. (1996) possuíam um comportamento crescente ao longo do período do experimento, no entanto, o limite de 30mgN/100g não foi atingido mesmo após 20 dias armazenado em gelo.

Scherer et al. (2004) estudando o efeito do gelo clorado sobre parâmetros químicos e microbiológicos da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), encontraram valores de BVT, variando de 7,0 a 9,0 mg/100g de músculo e com pouca variação ao longo do período de armazenagem de 20 dias em gelo.

2.9.3 Oxidação lipídica

As reações de oxidação de gorduras no organismo humano têm sido associadas a diversos estados patológicos e doenças (KEHRER, 1993).

Contudo, a ingestão de alimentos que contém produtos da oxidação lipídica também representa risco toxicológico crônico ao ser humano (KUBOW, 1992).

Nos peixes, a quantidade de lipídeos é variável, mas em geral, peixes fluviais e lacustres apresentam tendência de ter maior quantidade de lipídeo do que os peixes marinhos (CONTRERAS, 1994). Os lipídeos dividem-se em dois grupos: o triacilglicerol e os fosfolipídios e colesterol.

Os lipídeos nos peixes sofrem duas grandes alterações: lipólise e autooxidação. Dos dois processos, a oxidação é o mais importante por estar ligado não só a aspectos sensoriais (odor e sabor a ranço), como também ao decréscimo do valor nutricional do peixe. Por apresentar ácidos graxos altamente insaturados, mais numerosos do que nos lipídeos de outros alimentos, a fração lipídica do peixe e seus produtos é mais rapidamente oxidada e as reações são mais complexas do que em outros tipos de alimentos (BRUM, 2004).

A oxidação lipídica ocorre basicamente em três etapas: iniciação, propagação e terminação. A fase de iniciação começa quando o átomo de hidrogênio adjacente à dupla ligação do ácido graxo insaturado por ação da luz e calor forma-se um radical livre que reage com o oxigênio atmosférico para formar um radical peróxido instável, o qual pode tornar a liberar um ácido graxo insaturado para a formação de um hidroperóxido e de um novo radical livre. Este novo radical livre prossegue a oxidação e contribui para as reações em cadeia aumentarem cada vez mais a oxidação da gordura (SHAIDI, 1995). Na terminação, os hidroperóxidos formados cada vez em maiores quantidades, decompõem-se em substâncias como aldeídos, cetonas, alcoóis, hidrocarbonetos e ácidos; os quais são os reais responsáveis pela rejeição do alimento devido ao ranço (BRUM, 2004).

Assim, na primeira fase de oxidação se formam os peróxidos, como estes compostos são inodoros e insípidos, deve ser, portanto, detectados quimicamente antes que a rancidez seja detectada sensorialmente. Os peróxidos se oxidam a aldeídos e cetonas, que possuem odor e gosto desagradáveis a ranço (FERRARI, 1993).

Love (1992) relatou que o sabor indesejável observado 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 pode ocasionar problemas na qualidade com relação à oxidação da gordura.

O desenvolvimento da oxidação das gorduras em peixes depende da temperatura de estocagem. 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 validade comercial do peixe (ARO et al., 2005; AUBOURG, 1999; AUBOURG; UGLIANO, 2002; AUBOURG et al. 2005; JESUS, 1999;).

Visto que Kanner (1994) enumerou as diversas consequências nutricionais da oxidação lipídica: destruição parcial dos ácidos graxos insaturados essenciais linoléico e linolênico; destruição parcial de outros lipídios insaturados, a vitamina A, carotenóides e tocoferóis; destruição parcial da vitamina C (co-oxidação); formação de produtos secundários da oxidação lipídica (malonaldeído e outros compostos) e compostos de Maillard, capazes de reagir com biomoléculas (especialmente proteínas), diminuindo a absorção destas; irritação da mucosa intestinal por peróxidos, que provoca diarreia e diminui a capacidade de absorção; e formação de lipídios oxidados que são antagonistas de diversos nutrientes, como tiamina, pantotenato de cálcio, riboflavina, ácido ascórbico, vitamina B12, tocoferóis, vitamina A, proteínas, lisina e aminoácidos sulfurados.

Dentre os métodos disponíveis para detectar a oxidação dos lipídeos, o índice de peróxido faz a medida na primeira fase, a de indução. No índice de peróxido é avaliado o ranço oxidativo que determina, em mols por 1000 g de amostra, todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio; devido à sua ação fortemente oxidante, os peróxidos orgânicos formados no início da rancificação, atuam sobre o iodeto de potássio, liberando o iodo que será titulado com tiosulfato de sódio em presença de amido, como indicador (MORETTO; FETT, 1998). Conforme os mesmos autores, este é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Segundo Malacrida (2003) nos óleos não deve ultrapassar o valor de 10 meq/1000g de amostra. Estes valores são indicativos de baixa possibilidade de deterioração oxidativa.

Outro método para avaliar o ranço em peixe é o índice de acidez que avalia o grau de hidrólise (ranço hidrolítico) parcial dos glicerídeos, através da

quantidade de ácidos graxos livres. Não é uma constante ou característica, mas, sim, uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza da gordura, com o processamento e com as condições de conservação da gordura (MORETTO; FETT, 1998). Então o método foi definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em um grama de óleo ou gordura. A decomposição dos lipídeos é acelerada por aquecimento e pela luz e a rancidez é quase sempre acompanhada por formação de ácidos graxos livres (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Por fim o valor do ácido tiobarbitúrico (TBA) poderá ser utilizado na fase de propagação. Sendo avaliado o ranço oxidativo devido a formação de um composto resultante da reação do TBA com aldeído malônico ou seus isômeros, formados durante a oxidação (GOMES et al., 2003). Porém, a mensuração do TBA não se correlaciona de forma adequada com as análises sensoriais. Osawa et al. (2005) revisaram vários métodos para determinação do TBA, bem como os valores do índice TBA com relação à análise sensorial. Foi constatado que para peixes congelados, com 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. Ahn; Lutz, 1996; Lei; Van Beek, 1992 e Shahidi, 1995 relataram que os valores de TBA variam bastante, pois dependem do perfil de ácidos graxos e das limitações dos testes. O nível de TBARS é muito importante para a avaliação sensorial de um produto e pode afetar a escolha do consumidor

Dal Bosco et al. (2007) estudaram quarenta truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss L.*) criadas em piscicultura para determinar o ranço oxidativo durante a cinco dias de armazenamento a 2° C, sob contínua luz fluorescente branca. Comprovaram uma boa qualidade no primeiro dia de estocagem por uma baixa quantidade de teor lipídeos e colesterol (4,2% e 37 mg/100 g, respectivamente). Após três dias de estocagem, houve ranço oxidativo (2,7 mg de MDA /kg) que comprometeu a qualidade do produto. O perfil do lipídico mudou e houve oxidação e diminuição de EPA e DHA.

Perez-Alonzo et al. (2003) mostraram que a espécie *Brama brama* armazenada em gelo sofreu danos por hidrólise e oxidação lipídica após 19 dias de armazenamento.

O efeito sobre as propriedades sensoriais e químicas do peixe de água doce truta (*Onchorynchus mykiss*) inteira e filetada armazenada em gelo, foi estudada por Chytiri et al. (2004). Os valores de ácido tiobarbitúrico (TBA) da truta não eviscerada aumentou lentamente durante 18 dias, atingindo o valor final de 16,21 mg MA / g enquanto que para as amostras de trutas filetadas o valor final foi de 19,41 mg MA/g no 18º dia de estocagem. Na avaliação sensorial utilizando a escala de frescor, as trutas foram consideradas impróprias no 18º dia.

Estudos realizados para avaliar a ação de compostos antioxidantes, vitamina E, na estabilidade de filés congelados e refrigerados de truta por Jittinandana et al. 2006). Os pesquisadores 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. Na utilização do óleo de milho e do óleo de soja na dieta com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) foi de peixes jovens foram obtidas 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).

2.10 MEDIDAS FÍSICAS DE QUALIDADE

Segundo Kader et al. (2001), as novas exigências do mercado obrigam a instrumentalizar os diferentes parâmetros de qualidade que compõem determinado produto de uma forma mais simples e prática, de acordo com os interesses dos produtores, comerciantes e consumidores.

A possibilidade de medir as propriedades qualitativas permite supervisionar, normalizar e tipificar a qualidade dos produtos, de modo a conduzir a uma maior valorização econômica dos produtos (RUIZ-ALTISENT; UBIERNA, 1996).

As medidas instrumentais são preferidas, pois reduzem as variações introduzidas pela análise sensorial e possuem uma linguagem comum entre os demais interlocutores (BOURNE, 2002).

2.10.1 Textura instrumental

As propriedades texturais de um alimento são um grupo de características físicas relacionadas com a estrutura do mesmo, que são avaliadas pelo tacto e relacionadas com a deformação, desintegração e fluidez, quando se submete a uma força (BOURNE, 2002).

A textura dos alimentos é fundamentalmente uma propriedade sensorial que pode ser quantificada sem a reduzirmos à sua componente mecânica (STAMPANONI; NOBEL, 1991).

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).

Quando a textura é mensurada, quantificada e descrita pela análise sensorial (subjetiva) através de julgadores treinados, envolve tempo substancial, dispêndio de dinheiro, e freqüentemente, baixa reprodutibilidade. Os métodos instrumentais (objetivos) são mais fáceis de realizar, padronizar e reproduzir, e fornecem ótimos resultados quando correlacionados com os parâmetros sensoriais de textura (SZCZESNIAK, 1987).

A análise da textura deve refletir as características mecânicas do alimento quando submetido a força definida, a avaliação pode ser realizada por métodos subjetivos objetivos. 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 texturômetro, onde a amostra é submetida a uma sonda que medirá o perfil da textura (BOTTA, 1991).

No estudo de textura instrumental, a determinação do perfil de textura (TPA – Texture Profile Analysis) pode ser realizada por ensaios em um texturômetro. O teste mede as características mecânicas manifestadas pela reação do alimento a uma força que simula a compressão do alimento entre os dentes molares durante a mastigação (FOX et al., 2000). Nesta avaliação, a amostra deve ser submetida a dois ciclos de compressão. Através da curva

resultante, os seguintes parâmetros podem ser determinados segundo Van Vliet, 1991:

- Dureza TPA “TPA hardness”: é a força necessária para atingir uma dada deformação.
- Coesividade TPA “TPA cohesiveness”: é a força necessária para que o dispositivo usado na compressão se descole da amostra.
- Elasticidade TPA “TPA springiness”: é a velocidade com que um material deformado volta à sua condição original após ser retirada a força deformante.
- Adesividade TPA “TPA adhesiveness”: é a quantidade de força requerida para simular o trabalho necessário que sobreponha as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície de contato alimentício.
- Mastigabilidade TPA “TPA chewiness”: é a energia requerida para mastigar um sólido até o ponto de ser engolido.

Entretanto, 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 (Hallier et. al., 2007; Morkore; Einen, 2003; Perez-Won et al. 2006;).

Em trabalho de revisão feito por Hyldig; Nielsen (2001) mostraram 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, época do ano, tamanho e estado nutricional. Os fatores *pós-mortem* 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 Sigurgisladdottir et al. (1999), 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 carne de bovino e carne de frango devido a estrutura do tecido conjuntivo ser mais frágil.

Jain et. al. (2007) fizeram um estudo dos parâmetros de textura na espécie *Labeo rohita* estocada em gelo durante oito dias e observaram uma redução acentuada na dureza após o quinto dia. Os valores variaram entre 869 a 956 g nos primeiros cinco dias e 487 a 659 g 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 aparelho texturômetro (20 kg) e principalmente o tempo aplicado para o teste de compressão/penetração. Porém nos estudos com o pirarucu a tendência foi a mesma para o peixe inteiro e nos filés, e isso aconteceu tanto em relação a textura como em relação ao pH.

Dunajski (1980), explicou que a textura do músculo do peixe é afetada pela espécie, idade, tamanho e estado nutricional. Nos fatores pós-morte incluem condições de *rigor mortis*, glicólise, temperatura de estocagem, temperatura de cozimento, pH e presença de NaCl.

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

O amolecimento *pos mortem* de tecidos dos peixes muitas vezes resulta em baixa produtividade e diminuição da qualidade do produto. Por isso, Kubitzka et al. (2000) estudaram perfis proteolíticos de trutas armazenadas por 5 dias em gelo, correlacionando a ligação entre as proteínas, intensidades das bandas e a firmeza dos filés de truta. Portanto as catepsinas D, B e L foram afetadas, respectivamente, 10, 9 e 4 das 17 bandas de proteínas correlacionando com firmeza, e as mudanças induzida pela catepsina D foram desfavoráveis à firmeza. Isto implica que a catepsina D é provável que seja envolvido na mudança textural de trutas, devido ao colapso da estrutura muscular.

Fen et al. (2011) selecionaram os cinco tipos de peixes de água doce (*Ctenopharyngodon idellus*, *Carassius auratus cuvieri*, *Molitrix Hypophthalmichthys*, *Cyprinus carpio Linn* e *Amblycephala Megalobrama*) mais populares na província de Hubei para realizar a análise instrumental da textura, utilizando as variáveis dureza, elasticidade adesividade, e

mastigabilidade em relação à nutrição dos peixes. Os autores indicaram que a medida que aumentava o peso dos peixes, aumentava a elasticidade da musculatura. As medições de textura foram positivamente correlacionadas com o teor de água na musculatura do peixe e negativamente correlacionada com teor de gordura do peixe. A maior variação e correlação foram entre a dureza e elasticidade muscular.

2.10.2 Cor instrumental

Um dos componentes mais importantes da carne e da gordura é a cor. A cor é criticamente avaliada pelos consumidores, e é frequentemente a base fundamental da aceitação ou até mesmo a rejeição do produto. O consumidor usa como atributo para qualidade e frescor. No momento de compra é o atributo que mais impressiona (CROSS et al., 1986).

O consumidor escolhe um alimento pela sua aparência, a qual engloba a cor, forma, tamanho e o aspecto. Dessas características, a cor, embora subjetivo, é o atributo de maior influência, exercendo papel decisivo no momento da escolha do alimento a ser consumido e está diretamente correlacionado com a aceitação de um alimento (BLOUKAS et al., 1999).

A coloração da carne, resultante da presença de vários pigmentos, pode ser influenciada por fatores biológicos, como crescimento da carga microbiana, alterações do pH do músculo, oxidação lipídica, temperatura muscular, umidade relativa, condições visuais, como iluminação e raios ultravioletas (Cichoski; Terra, 1996). A cor da carne pode variar ainda, em função da despesca. Caso o animal esteja muito estressado momentos antes do abate, haverá consumo excessivo do glicogênio muscular, o que acarretará uma pequena queda do pH post mortem dos músculos. (GASPERLIN et al., 2000).

Ela possui três dimensões qualitativamente possíveis de determinar. A primeira delas é o que determina exatamente a cor (“Hue”) e pelo qual se pode distinguir famílias de cores (verde, amarelo azul, etc). É o resultado de diferentes impulsos de comprimento de onda na retina, produzindo a sensação de cor. A segunda é a luminosidade (“Value”) da cor, ou seja, está é a qualidade que se faz distinguir cores claras e cores escuras. E finalmente a

saturação (“Chroma”), que é a força ou intensidade de uma cor, ou seja, é o que faz distinguir cores fortes de cores fracas, também conhecidas como intensidade da cor ou saturação (AMSA, 1995).

Segundo Heidrick et al., (1994), por causa da uniformidade do espaço de cores L^* , a^* , b^* e da facilidade do uso de colorímetros, este sistema é o mais utilizado em mensurações de cores em carnes. Embora o sistema L^* , a^* , b^* localize um único ponto na cor do corte cárneo, o valor de L^* tem sido bastante útil na determinação da intensidade do clareamento (aumento do valor de L^*) ou escurecimento (diminuição do valor de L^*) das carnes, o valor de a^* tem sido útil na determinação das modificações em características da cor vermelha e o valor b^* determina as modificações em características da cor amarela, no caso verifica se houve a rancificação gordura.

Existem equipamentos que fazem a avaliação objetiva da cor, através de parâmetros bem definidos. A medição objetiva da cor das carnes pode ser utilizada por várias razões como: dar suporte para avaliações visuais descritivas, como base para aceitação ou rejeição de um produto, para documentar e avaliar a deterioração no decorrer do tempo de estocagem ou exposição, e para estimar a proporção dos vários estados químicos na composição da carne. Entretanto, a razão mais importante de se utilizar medições objetiva da cor é a de auxiliar as observações visuais e fornecer evidências imparciais dos efeitos de tratamento que podem ser estatisticamente analisados (AMSA, 1995).

O método colorimétrico de reflectância mede as coordenadas de vários sistemas de quantificação de cor. Utilizado para produtos sólidos, mas também pode medir líquido Utiliza iluminantes normalizados, que simulam a luz do dia – D65 (inclui a região UV) e C (sem a região UV), A (luz incandescente). Esse método pode relacionar-se com as coordenadas do sistema CIE Lab. Sistema CIELAB apresenta coordenada retangular, onde L^* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100) claro e escuro; a^* é uma coordenada da cromaticidade que define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos; b^* é uma coordenada da cromaticidade que define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos. (MINOLTA, 1993).

Foi avaliada por Nickell; Bromage (1998) a eficiência da pigmentação na carne e as variações da cor em diferentes tempos no desenvolvimento da truta arco-íris alimentadas com astaxantina. Houve grandes variações na cor filé independentemente do tempo. As variações eram significativamente mais elevadas no músculo dorsal, em comparação às outras regiões. O desenvolvimento inicial das cores foi maior na região próxima da linha lateral do que na região dorsal.

Mao et al. (1998) pesquisaram o efeito de diferentes concentrações de K^+ e Na^+ sobre a cor da pele de goraz (*Pagrus major*) e sobre os movimentos de melanossomos em melanóforos. Concluíram que a solução que contém 300 mmol / L de KCl é útil para manter a cor da pele de goraz e melhorar o seu valor comercial.

Christiansen et al., 2008 estudaram o grau de pigmentação no músculo de salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.) que foram alimentados com dietas oito fortificados com 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150 e 200 mg de astaxantina kg^{-1} e uma dieta controle não suplementado de 3 a 21 meses foi avaliada utilizando diferentes métodos. Uma análise colorimétrica foi utilizado para medir a composição cor dos filetes instrumentalmente. O fator de luminosidade (L^*), a cromaticidade vermelho / verde (a^*), a cromaticidade amarela / azul (b^*) e da saturação C^* das leituras colorimétricos e as pontuações de cartão de cor foram comparados com as análises químicas. A concentração de astaxantina na carne variou de 1 a 10 mg kg^{-1} ea aparência visual dos filetes variaram de cor branca amarelada para vermelho. O instrumento não foi capaz de detectar diferenças na concentração de astaxantina em níveis acima de astaxantina 3-4 mg kg^{-1} , utilizando o método apresentado diretamente sobre o filé. O instrumento pode ser útil para a rejeição grupos de salmão com pigmentação pobre. Houve uma boa regressão pontuação da cor e a concentração de astaxantina média na carne ($R^2= 0,992$). A variação da cor através do colorímetro proporcionou uma melhor predição da concentração de astaxantina em níveis elevados na carne do salmão.

Pavlidis et al. (2006) estudaram o efeito do tempo de armazenamento na coloração da pele das espécies de peixes *Pagrus pagrus*, *Pagrus caeruleostictus* e *Dentex gibbosus* criados em cativeiro e capturados. Estatisticamente a região ventral foi mais brilhante do que a região dorsal para

todas as espécies. O conteúdo de melanina da pele e conteúdo de carotenoides apresentou diferenças significativas entre os pagrus e as espécies do gênero *Dentex* que pode explicar as diferenças observadas na cromaticidade padrão. O tempo de armazenamento em gelo afetou levemente a tonalidade na área da pele dorsal para todos os peixes e também houve uma diminuição da cor acentuada do dia 3 ao dia 7, tanto na dorsal quanto na região ventral da pele.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ARTIGO 1: QUALITY INDEX METHOD (QIM) DEVELOPED FOR PACU
Piaractus mesopotamicus AND DETERMINATION OF ITS SHELF LIFE

Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus*
and determination of its shelf life

A. Borges ¹*, C. A. Conte-Junior², R. M. Franco ², M. Q. Freitas ²

1 Graduate program on Veterinary Hygiene and Technological Processing of Animal-Origin Products. Federal Fluminense University (UFF), School of Veterinary Medicine, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 – Niterói, Brazil.

2 Professor of the Department of Food Technology. School of Veterinary Medicine. UFF, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 - Niterói/RJ, Brasil.

* Corresponding author.

A. Borges

Address: Alameda Engenheiro João Corner, 294. 24744-770. São Gonçalo/RJ/Brasil.

E-mail adress: alexandreborges_vet@yahoo.com.br

Abstract

The study aimed to develop the Quality Index Method (QIM) for assessing the sensory quality of gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus*, assess the sensory, physical, chemical and bacteriological changes that occur during the storage period and determine the best quality assessment parameters, proposing acceptance limits for the species. The quality index (QI) of the developed QIM scheme increased linearly over the storage period, with the demerit score varying from 0 to 32, indicating a shelf life of 11 days. The QIM scheme efficiently assessed pacu quality, and loss of sensory quality correlated well with storage time. Relation of the results of analyses, mainly bacteriological analysis and QIM, suggests that gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* is fit for consumption until the 11th day of storage.

Keywords: *Piaractus mesopotamicus*; QIM; shelf life; proximate composition.

1. Introduction

Brazil has potential for aquaculture because of its extensive coast and plentiful continental waters. In 2004, 1.25 million tons of fish were produced, where 38% was farmed (Boscardin, 2008). Fish farming in Brazil grew significantly and today Brazil produces 64.2% of the total South American and 18.4% of the total global production (Brazil, 2010). In this context, the interest in raising and selling native Brazilian fish has grown in the last decades, totaling 64,625 tons in 2009 (Brazil, 2010), which represents an increase of 336% in a little over five years due to more intensive management practices.

Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae), is one of the most promising species for Brazilian fish farming because of its fast growth rate, easy adaptation to artificial feeding and great consumer acceptance. It can also be raised for recreational fishing. Originating in the Prata and Pantanal basins (Borghetti, Ostrensky & Costell, 2003; Pai et al., 2000), it is the second most cultivated fish species in Brazil (Urbinati & Gonçalves, 2005). They also mature early and adapt to artificial feeding, factors that facilitate successful cultivation (Ostrensky & Soto, 2008, Jomori, Carneiro, Malheiros & Portela, 2003). Because of this potential, the species is being used in increasingly intensive production systems, intrinsic to the fish farming activity (Urbinati & Gonçalves, 2005).

However, there are few scientific papers addressing issues related to food of technology of the pacu. Szenttamásy et al. (1993) researched the processing of pacu grown in tanks piscicultura. They concluded, through the sensory analyzes of processed products for which the pacu canned and pacu smoked was accepted by most tasters who classified it as a product, respectively, of excellent taste and good taste.

The changes that occur after this fresh-water species is fished and placed in ice need to be known, so that pacu farmers can decide the best time to fish and sell. This information will allow producers to have a stock, keeping the fish refrigerated in ice or walk-in coolers to avoid losses and increase the commercial availability of this species. Hence, a quality index method - QIM (Costell, 2002) that scores sensory attributes is interesting for this purpose.

The objective of the present study is to determine the shelf life of gutted, raw ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* using sensory, physical, chemical and bacteriological analyses and develop a QIM scheme.

2. Material and Methods

Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) in grow-out tanks were caught with a trawl at a fish farm located in a municipality of the state of Rio de Janeiro, Brazil, using the criteria required to minimize the animals' stress. Samples of pacu, a total of 166 fish weighing 2 ± 0.1 Kg were obtained in the months: september, october and november 2010. For sensory analysis the two first lots were used for training of panelists, totaling 80 fish and the 3rd lot was used for the protocol IQ, totaling 80 fish. Bacteriological, physical and chemical analyses were conducted for lots and taken the average of the results. In each lots the samples were subjected to bacteriological (1 fish), physic and chemical (1 fish) analyses.

The samples were removed from the dorsal musculature of one single fish, and was half of the amount collected from the sampling unit of the muscular portion and inner half of the sampling unit muscle outer portion, forming a mixture was homogenized sample unit would be that day. Each homogenized sample was analyzed in duplicate and then means them made.

The fact described above occurred in 3 different lots and the means taken after obtaining the final result.

The fish were submitted to a depuration period of 24 h and, immediately after capture, were desensitized, manually gutted and rinsed. The depuration was used of ponds for fish that remain fasting or special food under running water, according to the methodology Pillay (1974). Next, they were placed inside isothermal boxes with 1 kg of ice for every kg of fish and covered with a fine plastic film for protection. They were sent to a sensory analysis laboratory, where they were then placed inside containers with 1 kg of ice for every 2 kg of fish. They were stored in home refrigerators with a mean temperature of 0.5 ± 0.5 °C until the sensory, bacteriological, physical and chemical analyses. The individual fish samples were kept in ice for 17 days. The ice was replaced daily.

2.1 Bacteriological analyses

For the bacteriological analyses, sterile forceps and scissors were used for removing portions of different regions of the same fish's muscle, totaling 10 g, in accordance with the methodology [ICMSF, 1986](#). Next, each portion was transferred to a sterile stomacher envelope (Seward, model 80, New York, 2008) along with 90 mL of 0.1% w/v saline peptone water (110582 buffered peptone broth and sodium chloride, Frankfurter, Germany). This solution was then used for preparing other sterile solutions for bacteriological analyses.

The flesh samples were analyzed twice, both for aerobic mesophilic heterotrophic bacteria count (AMHBC) and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria count (APHBC), as recommended by [Cousin, Jay & Vasavada \(2001\)](#). At the end of the incubation period, the agar plates with dilutions that allowed the best CFU counts were selected, that is, those with 25 and 250 CFU ([Swanson, Petran, & Hanlin, 2001](#)).

This procedure was repeated every other day for 17 days. Depending on the day, the CFU were counted in agar plates with different dilutions. All analyses were made in triplicate.

2.2 Physical and chemical analyses

All physical and chemical analyses were repeated every other day for 17 days. All analyses were made in triplicate.

The following determinations were done as recommended by the AOAC (2000): pH by a digital potentiometer (Digmed DM 22 equipped with a glass electrode calibrated with buffer solutions 4 and 7), total volatile basic nitrogen (TVB-N) in muscle by the microdiffusion (mg TVB-N per 100 g), and acidity index (AI) and peroxide index (PI).

Thiobarbituric acid-reactive substances (TBA) were determined as suggested by [Tarladgis et al., 1960](#). The results are expressed as mg of malonaldehyde per kg of muscle (mg MA per Kg).

2.3 Proximate composition

Proximate composition was determined the beginning (day 01) and end (day 11) of pacu's shelf life. Five samples were used each analyses day.

Moisture was determined by placing a sample in an incubator at 105°C and weighting until its weight became constant (AOAC, 2000). The ethereal extract composition was determined by Soxhlet extraction using ethyl ether as solvent, as recommended by AOAC (AOAC, 2000). Protein content was determined by total nitrogen with the Kjeldahl method, using the factor 6.25 for calculating total protein (AOAC, 2000). Ash was determined by incinerating the sample in a muffle at 550° C (AOAC, 2000). All analyses were made in triplicate.

2.4 Quality Index Method (QIM)

QIM assessment was done as recommended by Martinsdóttir et al. (2001), Sveinsdottir, Hyldig & Martinsdittir (2003), Hyldig & Green-Petersen (2004).

Eighty fish with a mean weight of 2 kg, totaling 160 kg, were used for training the panelists during a total of ten sessions, each lasting approximately 1 hour. The raw fish stored in ice for 01, 04, 08, 13 and 17 days was presented individually on a tray with a light-colored bottom.

The semi-trained panel that participated in QIM development consisted of 8 people, 1 man and 7 women, who were selected according to their interest and availability for participating in the panel and to not being allergic to fish.

The sensory attributes were determined in sessions under laboratory conditions. All panelists were seated at a sterilized table with good lighting shining on the fish. The room temperature was kept at 20° C. The panelists were asked to use masks, gloves and bonnet. The fish samples were removed from the ice 30 minutes before the session started, observed and registered by two leaders with experience in sensorial analysis. The panelists were allowed to interact under the guidance of panel leaders to obtain the most appropriate descriptions the sensory schemes available for pacu and these were discussed. By consensus, the panelists selected the attributes that best characterized the sensory characteristics of the samples.

After training for 2 months with 2 distinct lots a team of 8 trained panelists, one man and seven women, proceeded to final evaluation. Quality Index (QI) protocol was created and used for analyzing the samples during the

third lot for the fresh-water species pacu (*Piaractus mesopotamicus*), gutted and stored in ice. For QI, were used four repeat and were evaluated by every panelist in each of the different storage times. The samples were stored in ice for 01, 06, 11, 13 and 17 days and presented on a tray with a light-colored bottom. These trays were coded by randomly-chosen 3-digit numbers. Eight trained panelists participated in the sensory assessment of the pacu samples using cards (QI protocol) with the following quality attributes: general appearance, eyes, gills, abdomen, flesh, caudal fin, pelvic fin and dorsal fin. Each panelist analyzed the samples individually and recorded his/her score for each parameter of the QI protocol.

2.5 Statistical analysis

Descriptive measures expressed as means and standard deviation were used for the bacteriological, physical and chemical parameters. The bacteriological data were expressed as log CFU/g. The Student's t-test for dependent variables was used on the physical and chemical data.

QIM data were submitted to linear regression with storage time, and the correlation coefficient (R) was calculated. Additionally, partial least squares (PLS) regression was used for determining the uncertainty associated with QIM prediction and the sensory attributes relevant for its development. All statistical treatment was done by the software Statistical Analysis System for Windows version 9.2 2008 - SAS Institute, Inc. (SAS, North Carolina, EUA) and XLSTAT for Windows version 2012.5 (Adinsoft, Paris, France.).

3. Results and Discussion

3.1 Quality Index Method

The resulting QI protocol has 8 quality attributes and 16 parameters for the quality assessment of ice-stored pacu (Table 1). The parameters were scored from 0 to 1, 0 to 2 or 0 to 3, depending on the characteristic. The sum of the protocol scores totaled 32 demerit points, where 4 points regarded the general appearance, 5 regarded the eyes, 6 regarded the gills, 6 regarded the abdomen, 3 regarded the flesh, 3 regarded the caudal fin, 3 regarded the pelvic fin and 2 regarded the dorsal fin.

Table 1. QIM scheme for assessing gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Quality attributes	Parameter		Score
APPEARANCE	ZOOGLEA	With zooglea	0
		No zooglea	1
	SKIN	With mucus	0
		No mucus	1
	FLESH	Firm; Godet signal (-)	0
	FIRMNESS	Slightly soft	1
		Godet signal (+)	2
		Absence of a white spot	0
		Small white spot	1
	EYES	PUPIL	Large white spot shading most of it
Clear			0
Cloudy			1
Protuberant, convex			0
GILLS	SHAPE	Flat, plane	1
		Concave; sunk	2
	COLOR	From red to wine-colored	0
		Inside = Red with brown borders	1
		Brown	2
	ODOR	Brown with some faded parts	3
		Neutral; typical of fish	0
		Ammoniacal	1
Rancid		2	
ABDOMEN (internally)	COLOR	Unpleasant (Rancid + Rotten)	3
		Light pink	0
		Light pink, whitish	1
		Pink + light yellow	2
	Pearly	3	
	ODOR	Neutral; typical of fish	0
Ammoniacal		1	

		Rancid	2
		Unpleasant (Rancid + Rotten)	3
FLESH	FIRMNESS	Firm, compact	0
		Soft; "crumbling"	1
	COLOR	Pinkish	0
		Peach	1
		Beige	2
CAUDAL FIN	MOISTURE	Totally moist	0
		Dry on the edge	1
		Totally dry	2
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
PELVIC FIN	Moisture	Totally moist	0
		Dry on the edge	1
		Totally dry	2
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
DORSAL FIN	ELASTICITY	Elastic	0
		Inelastic	1
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
Total QIM score			0 - 32

The parameters of the pacu protocol are similar to those created by [Massa, Palacios, Paredi & Crupkin \(2005\)](#) for the Patagonian flounder (*Paralichthys patagonicus*), where 12 parameters total 32 points. At rejection (7th day), the fish had received a total of 18 demerit points, 56.2% of the maximum score. Different results were obtained for cuttlefish, whose QIM adds up to 29 demerit points divided into 04 attributes and 13 parameters ([Sykes et al., 2009](#)), and for *Merluccius merluccius*, whose QIM consists of 8 parameters totaling 19 demerit points ([Baixas-Nogueras et al., 2003](#)).

[Vaz-Pires & Seixas, \(2006\)](#) developed a protocol for *Sepia officinalis* and *Illex coindetti*; 8 parameters were used for assessing the first species, which was rejected on the tenth day of storage with 17 demerit points. Nine

parameters were used for assessing the quality of the second species, which was considered unfit for consumption on the ninth day, with 16 demerit points. Both species reached the maximum score when they were deemed unfit for consumption because of their sensory characteristics. [Teixeira et al. \(2009\)](#) created a protocol for *Micropogonias furnieri* consisting of 11 parameters and 22 demerit points, which were reached on the 14th day of storage, considered the limit time for safe consumption. [Sykes et al. \(2009\)](#) used 13 parameters for assessing the species *Sepia officinalis* and determined that 8 days was the maximum period for storage in ice.

The different results may be explained by a gamut of physical changes and chemical reactions that occur in each species due to the action of enzymes and microorganisms. For fresh fish, the primary changes may stem from bacterial metabolism and growth, resulting in possible biochemical changes and formation of toxic compounds, gas, unpleasant mucus and smell, oxidation of lipids and pigments, bad taste and aroma, and in the formation of compounds with adverse biological effects or discoloration ([Huis in't Veld, 1996](#)). Therefore, QIM stands out because it is specific for each species, making it more reliable ([Olafsdóttir et al., 1997](#)). Assessment methods must be judicious since there are numerous fish species and each species has its own deterioration process, as do different individuals of the same species and different parts of the same individual ([Ogawa & Maia, 1999](#)).

[Figure 1](#) show the QI of ice-stored pacu during the storage period, which may be understood as the sum of the scores given to each sensory characteristic on each day of storage. On the first and last days of storage (days 1 and days 17), pacu got a QI of 1.9 and 28.4, respectively. The linear behavior of the QI is statistically significant ($p < 0.01$). The scores given by the trained panelists show that gutted pacu has a high freshness status (at 0 to 1 days of ice storage) obtaining a QI of 0 to 2; at 2 and 6 days of ice storage, the mean QI is 7, and after 13 days the QI exceeds 26. Note that the mean scores of day 17 are similar ([Figure 1](#)) the results appear that the demerit points reached the limit on 13th day, when members of the panel rejected the samples, making it unfit sensory pacu from the 13th day. Therefore the evaluators consider the samples of 13 and 17 similar and also these days the bacteriological limit was exceeded

and the fish can be considered as unfit for consumption, according to the citations ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009.

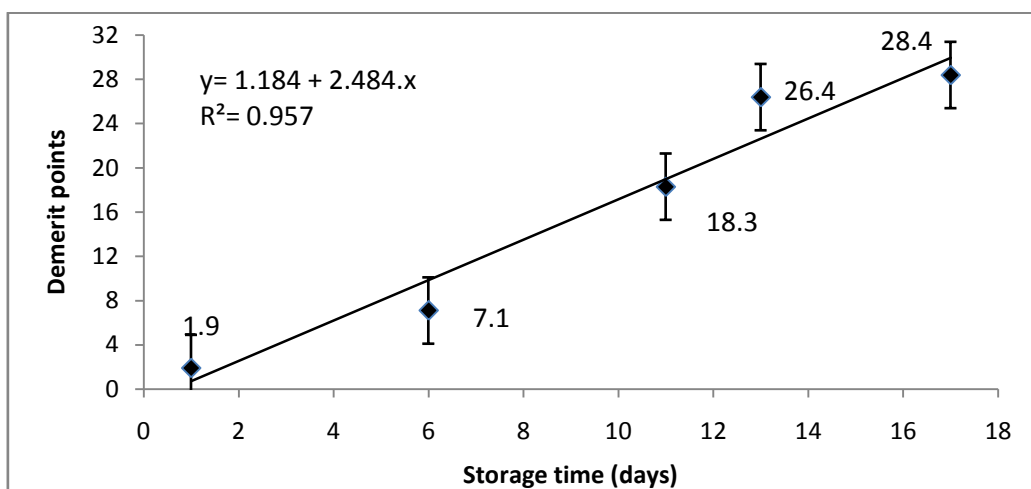
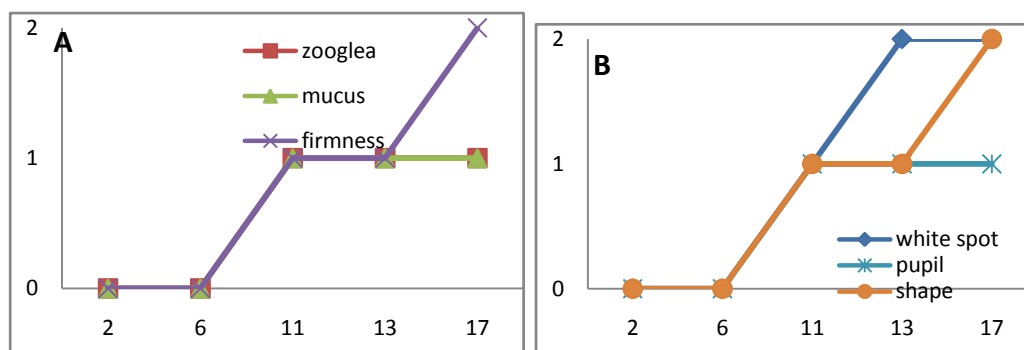


Figure 1. Linear correlation between QIM and the 32 demerit points for gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus*. Bars represent the daily standard deviation.

Figure 2 shows the behavior of all parameters during the storage period. Generally, all quality attributes behave similarly during the storage period, without great changes. However, a closer analysis shows that the attributes flesh firmness and gill color (Figures 2C and 2E) change faster and that the attributes pelvic fin color, caudal fin elasticity and pupils (Figures 2G, 2H and 2B, respectively) change more slowly. It is interesting to note that odor, considered the attribute that most changes during the storage period. These odors that varied in this study gradually at different days of storage those were neutral, ammoniacal, rancid and unpleasant.



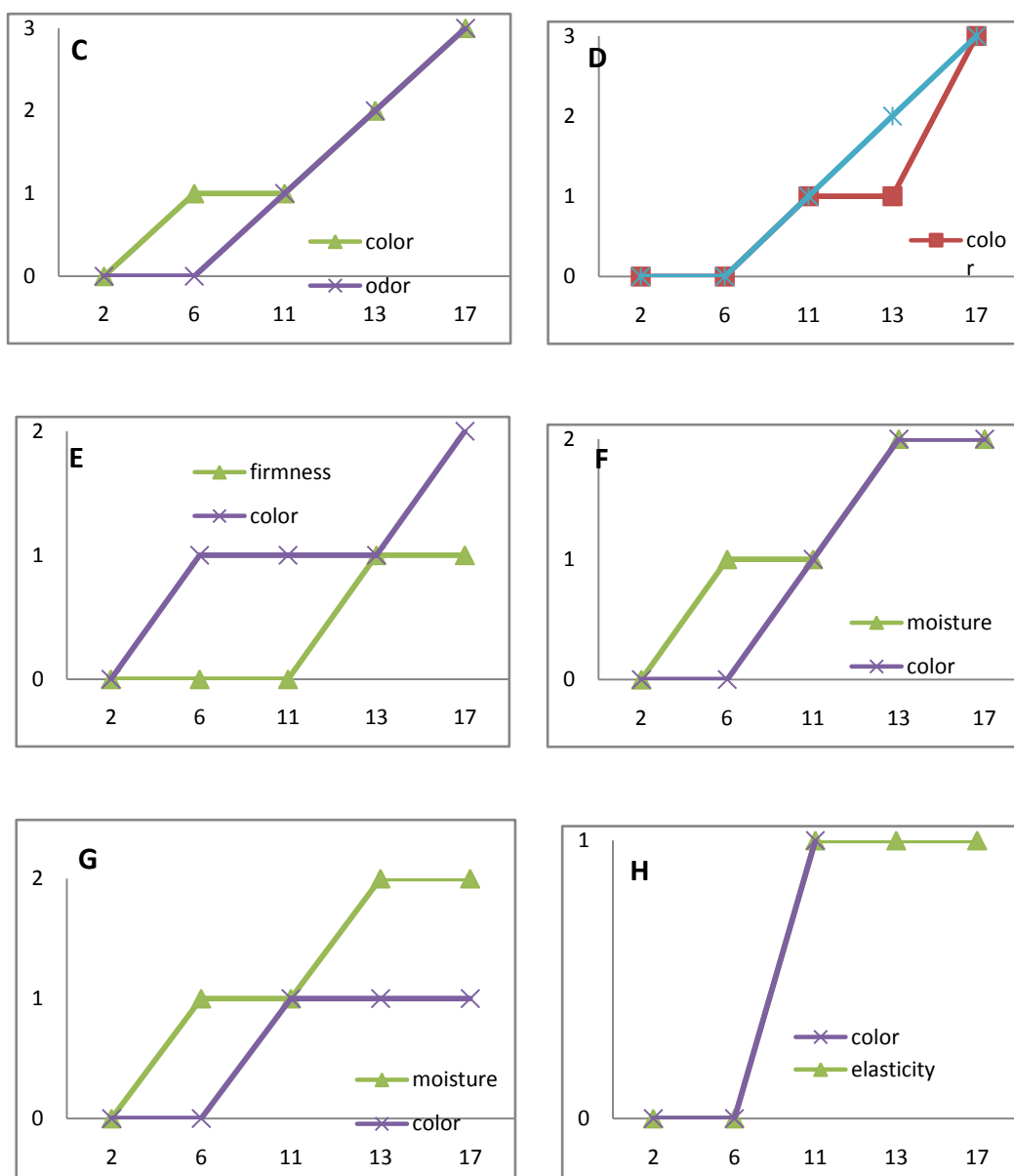


Figure 2. The mean demerit scores given on different storage days for each quality attribute of gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*): (A) appearance; (B) eyes; (C) gills; (D) abdomen; (E) flesh; (F) caudal fin; (G) pelvic fin; (H) dorsal fin.

Therefore, all the parameters of the QI protocol developed for gutted, ice-stored pacu tended to increase with storage time and were highly correlated (Figure 1, $R^2=0.957$). The QI can be expressed by equation $y = 1.184 + 2.484 \cdot \text{days}$, indicating a good adjustment for the experimental data.

3.3. PLS regression

Once the QI protocol was ready, PLS regression was used for correlating the QIM quality parameters of gutted, ice-stored pacu. The standard error

associated with the prediction of storage time during QIM development was then calculated and showed that quality parameters have positive and negative importance in its development. According to Figure 3, this error was estimated to be approximately one day (1.184), and the predicted and measured parameters are similar from the statistical point of view ($p < 0.05$). An equal correlation coefficient ($R^2 = 0.957$) was found by linear regression between QI and storage time. Sykes et al. (2009) developed a QIM for the species *Sepia officinalis*, performed PLS regression for the quality attributes listed in the QI protocol and found similar results to those of the present study, given that the standard error was also of 1 day, with an error value of 0.987.

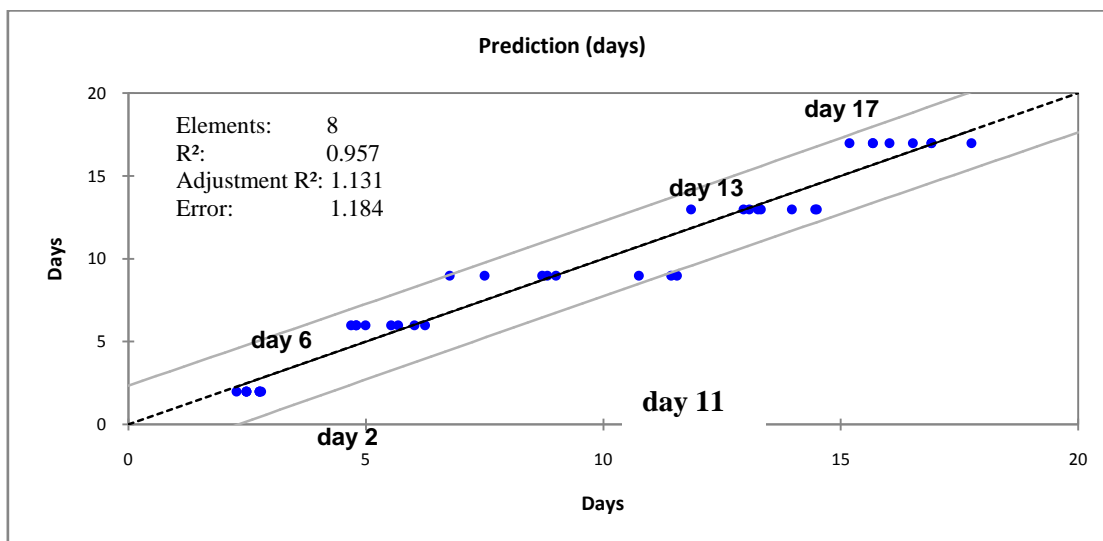


Figure 3. Partial least squares (PLS) regression of QIM with 32 demerit points versus the predicted scores. Traced lines represent 95% regression confidence limits.

In Figure 3 it is observed the panelists disagreed more on the eleven day of storage, because on this day the opinion of the panelists were more dispersed and agreed more between days 2 and 6. Similar results were obtained by Sveinsdottir, Hyldig & Martinsdittir (2003), in Atlantic salmon (*Salmo salar*) gutted and stored on ice, which attribute the IQ scores of the more heterogeneous the individual variation in speed deterioration of fish.

Attributes with a variable importance in the projection (VIP) greater than 1.0 are relevant to the model (Donadoni, Fumi, Vanoni & Porrett, 2012). So, In Figure 4, the quality attributes relevant to the QIM scheme were: flesh firmness, spot on pupil, eye shape, gill color and odor, abdominal color and odor and pelvic fin moisture and color. The quality attributes lows relevant to the QIM were: zooglea, skin mucus, pupil clearness, muscle firmness and color, caudal fin moisture and color and dorsal fin elasticity and color.

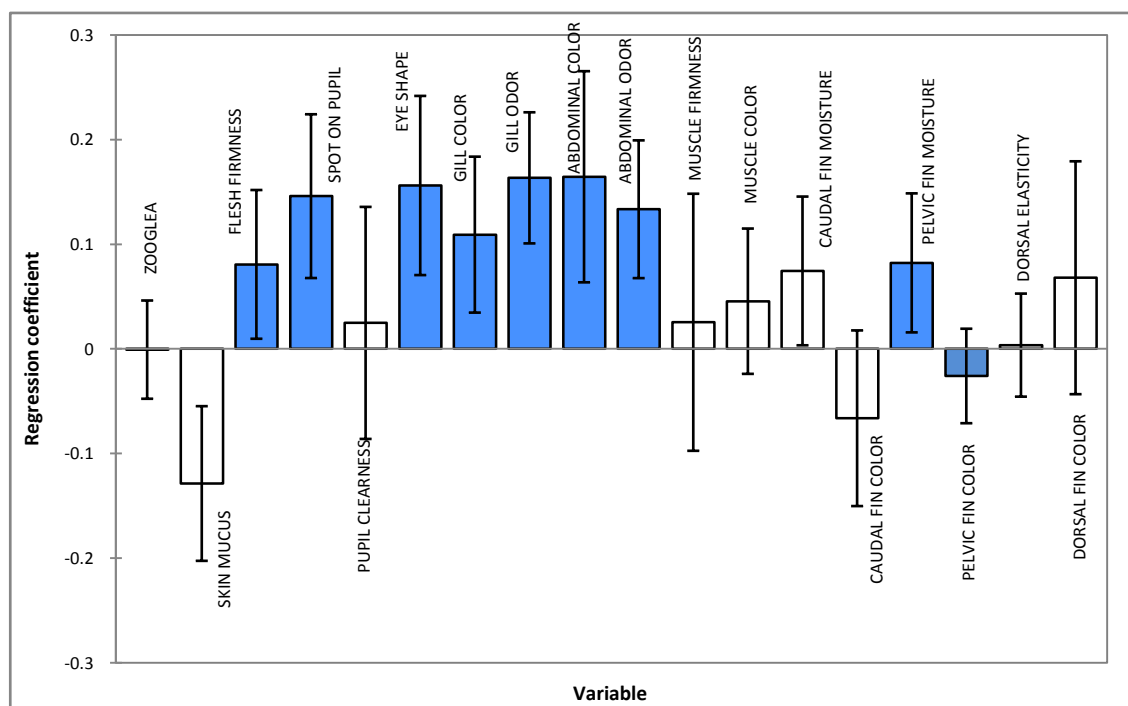


Figure 4. Partial Least Regression coefficient regression for QIM parameters developed for gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*), with a 95% regression confidence. (Blue = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms low significant contribution to QIM scheme).

In particular, the quality attributes gill odor, spot on pupil, abdominal odor and color and shape eye have the highest VIPs (1.14, 1.13, 1.10, 1.09 and 1.07 respectively) indicating their greater influence on the model. Indeed, consumers assess fish freshness by odor and appearance, which are directly responsible for the different sensory changes during the ice storage of pacu.

Given the objective of associating quality attributes with pacu's QIM scheme, PLS regression indicates that the freshness of gutted, ice-stored pacu has a good negative correlation with the demerit scores of the QI protocol

developed in this study. The QIM is relatively fast and can be used very efficiently by salesmen and consumers. The objective of the method is to obtain a linear correlation between sensory quality expressed as the sum of the demerit points and ice storage time, thereby predicting the shelf life of the study fish. Therefore, making a relationship with the results of analysis of AMHBC e APHBC with the results of QIM this study, the shelf life of pacu gutted and stored in ice is 11 days,.

3.4) Shelf life

The shelf life of a product is a function of the stability of its intrinsic attributes and the environmental conditions to which the product is exposed. One way of estimating shelf life is by modeling the attributes on the conditions that are closer to reality, and for this purpose, objective and subjective experimental procedures are used in order to find a mathematical function that correlates the attributes with time. These procedures may require a long study period until a function is found that better fits the real conditions. However, the freshness of the fish may be assessed by biochemical, bacteriological and sensory parameters that compare conditions during a certain period with those of freshly-caught fish.

The graph in [Figure 5](#) shows the proportional increase of the variables related to the shelf life of gutted, ice-stored pacu as a function of storage time.

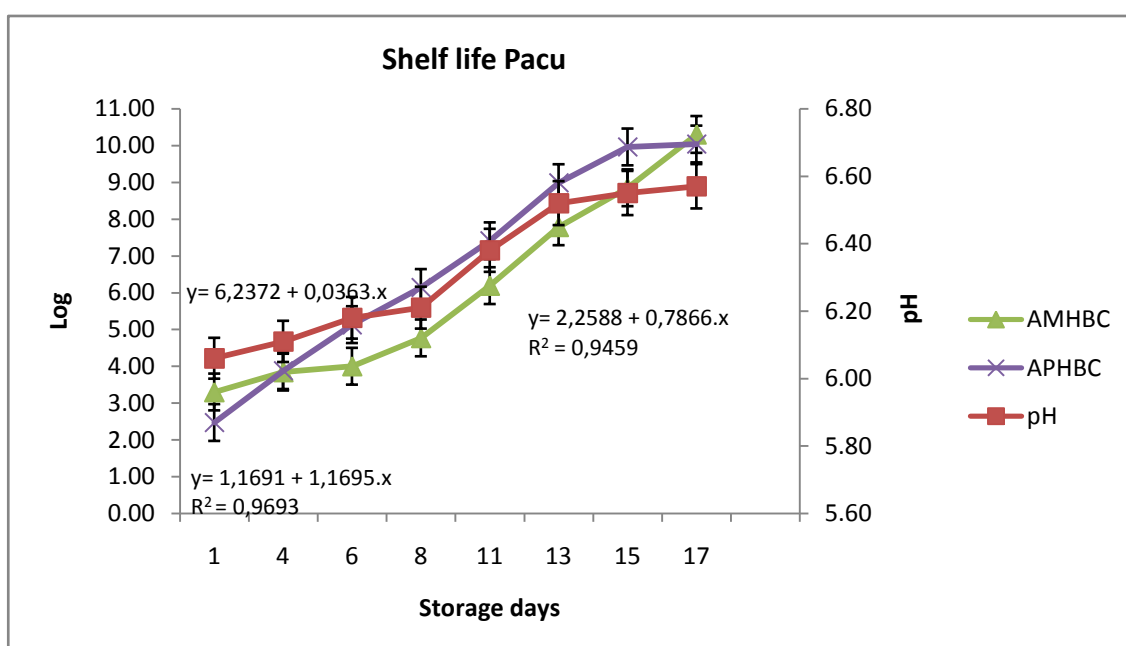


Figure 5. Variation of pH, aerobic mesophilic heterotrophic bacterial count (AMHBC), aerobic psychrotrophic heterotrophic bacterial count (APHBC) over gutted, ice-stored pacu's (*Piaractus mesopotamicus*) shelf life. Vertical bars represent daily standard deviations. Longer vertical line on day 13 represents extrapolation of the shelf life.

The mean pH of gutted pacu flesh increased from 6.06 to 6.57 over the 17 days of ice storage. After the death of the fish decreases the amount of glycogen and accumulation of lactic acid occur, whose concentration determines the pH of the fish's muscle. The decomposition process often alters the hydrogen-ion concentration. The concentration of hydrogen ions is almost always changed when processing the hydrolytic decomposition, oxidation or fermentation of your muscle. The higher the pH, the greater the bacterial activity and these microbial processes cause sensory changes (appearance taste, texture and odor) undesirable in fish (Ogawa & Maia, 1999, Huss, 1998).

The results for the TVB-N, acid value, peroxide index and TBA during the 17 days of storage in ice ranged, respectively, from 8.82 to 18.90 mg TBV-N/100g, 0.01 to 0.09, 0.1 to 0.35 and 0 to 0.1653 mg MA/Kg. The values of TVB-N is considered low because in freshwater fish production is low (Ogawa & Maia, 1999). The pacu had little lipid content in the muscle (Table 3), it explains the low value of the analyzes related to rancidity.

Huss (1993) explains that the determination of the population of mesophilic and psychrotrophic viable may be useful for assessing the efficiency of procedures for preserving fish. These groups of bacteria are used to evaluate bacteriologically food, with the objective to estimate their sanitary quality and provide the probable term of the product. The Food Agriculture Organization (FAO, 1997) recommends the use Aerobic Plate Count (APC) for the fresh fish (stored in ice), and is useful to measure the conditions of raw materials and the temperature versus time profile during storage and distribution. Therefore the literature (ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) recommends for the population of aerobic microorganisms grown on APC for fresh fish for human consumption must not exceed 10^7 CFU, which does not cause harm to humans.

Flesh from freshly-caught gutted pacu samples had a mean aerobic psychrotrophic heterotrophic bacterial count of 2.47, reaching 10.04 log on the 17th day of storage. The mean aerobic mesophilic heterotrophic bacteria count on the flesh of gutted pacu on day 01 was 3.30, and it increased steadily until the 17th day of storage, reaching 10.30 log. However, the limit stipulated by literature (ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) was reached on pacu flesh by aerobic mesophilic and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria on the 13th day, with counts of 7.79 log and 8.99 log, respectively.

The mean results obtained for the study samples on days 01 and 17 were significantly different. In conclusion, gutted, ice-stored pacu was fit for consumption until the 11th day of storage, since the bacterial counts were below the limits established by the literature.

Because of its particularities and higher moisture content, fish are more susceptible to enzymatic, oxidative and microbiological changes, making them more perishable. Therefore, to maintain quality and increase shelf life, it is important to keep fish in hygienic conditions and cold, close to the melting point of ice, which will reduce the growth rate and metabolic activity of decay-related microorganisms (Huss, 1998).

3.5) Proximate composition

The proximate composition is the percentage of moisture, protein, lipids and ash. Balance among these components and variability after death influence fish quality, an important factor for the industry and consumers. The Tukey's test (Table 2) shows that moisture, protein and lipid contents vary significantly between the beginning and end of the storage period ($p < 0.05$). Ash content did not vary significantly according to the Tukey's test ($p > 0.05$) during the shelf life of gutted, ice-stored pacu.

Table 2. Mean scores of the proximate composition (moisture, protein, ash and lipids) of gutted, ice-stored pacu on day 01 and day 11 of its shelf life.

Day	1 ^o day	11 ^o day
	Weight g/100 g	Weight g/100 g
Moisture ¹	75.51 ^a ± 0.88	70.04 ^b ± 2.34
Protein ¹	20.58 ^a ± 0.87	25.08 ^b ± 1.76
Ash ¹	2.42 ^a ± 0.07	1.91 ^a ± 0.13
Lipids ¹	1.89 ^a ± 0.88	3.04 ^b ± 0.11
Total	100.92 ± 0.67	100.04 ± 1.08

¹ Means on the same line followed by the same letters are not significantly different according to the Tukey's test ($p > 0.05$).

The moisture content of pacu muscle decreases over its shelf life, the protein and lipid contents increase and ash content remains constant. Higher protein and lipid contents stem from the reduction in moisture content, not from an increase in the absolute amount of proteins and lipids in the samples. Hence, it does not evidence possible changes in the quality of these proteins and lipids stemming from the concentration and aggregation of molecules during storage, which may result in lower solubility and extraction of its fractions. Some authors such as Bertram and Andersen, 2004, Ruan and Chen et al., 2008, Aursand et al., 2009, Carneiro et al., 2013, using Nuclear Magnetic Resonance has shown that the water molecule has different performance depending on the matrix and extrinsic factors.

The proximate composition (total protein, fat, moisture and ash) of pacu day 1 was similar to that reported by, [Szenttamásy et al. \(1993\)](#), [Contreras-Guzemán \(1994\)](#) and [Guinazi et al. \(2006\)](#). However it was not found in the literature surveys conducted between the beginning and end of the proximate composition for freshwater species.

4. Conclusions

A QIM scheme for pacu was proposed in the present study. It can potentially be used for the sales of this fish.

The shelf life of gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* according to bacteriological analysis and results of QIM is 11 days, period in which it is fit for consumption.

References

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Gaithersburg, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Aursand, I.G., Veliyulin, E., Böcker, U., Ofstad, R., Rustad, T. and Erikson, U. 2009. Water and salt distribution in Atlantic salmon (*Salmo salar*) studied by low-field ¹H NMR, ¹H and ²³Na MRI and light microscopy: Effects of raw material quality and brine salting. *J. Agric. Food Chem.* 57, 46–54.

Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, T., Nunes, M. L. & Vidal-Carou, M. C. (2003). Development of quality index method to evaluate freshness in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). *Journal of Food Science*, 68, 1067-1071.

Bertram, H. C., & Andersen, H. J. (2004). Applications of NMR in meat science. *Review Article Annual Reports on NMR Spectroscopy*, 53, 157 e 202.

Borghetti, N. R. B., Ostrensky, A. & Borghetti, J. R. (2003). *Aquicultura: uma visão sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo*. Curitiba: Federação das Indústrias do Paraná – FIEP, (Chapter 2).

Boscardin, N. R. (2008). A produção aquícola brasileira. In Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (Eds.), *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer* (pp. 27 – 72). Brasília: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO.

BRASIL (2010). *Produção pesqueira e aquícola: Estatística 2008 e 2009*. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. Brasília. Available at: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2010/setembro/2a-semana/embrapapesca-e-aquicultura-completa-um-ano/>>. Accessed: 01/12/2012.

Carneiro, C. S., Mársico, E. T., Ribeiro, R. O. R., Conte-Junior, C. A., Álvares, T. S., Jesus, E. F. O. (2013) Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF ¹H NMR) *Food Science and Technology*, 50, 401-407.

Contreras - Guzmán, E. S. (1994). Composição química de peixes brasileiros de água doce. In: Contreras - Guzmán, E. S. (Ed.), *Bioquímica de pescado e*

derivados. (pp 59-70). Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em agronomia, medicina veterinária e agronomia - FUNEP.

Costell, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food Quality and Preference*, 13, 341–353.

Cousin, M. A.; Jay, J. M. & Vasavada, P. C. (2001). Psychrotrophic microorganisms. In: Dowens, F. P. & Ito, K. (Eds.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods* (pp 159- 164). Washington: American Public Health Association - APHA.

Donadoni, G., Fumi, M. D., Vanoni, L. & Porretta, S. (2012). Hedonic responses to cheese in preschoolers. *Journal of Sensory Studies*, 27, 176–187.

FAO (1997). Traditional microbiological quality control. In Huss, H. H. (Ed.), *Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros*. Documento tecnico de pesca 334. (Chapter 4). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768S/T1768S00.HTM>. Accessed: 01/12/2012.

Guinazi, M., Moreira, A. P. B., Salaro, A. L., Castro, F. A. F., Dadalto, M. & Pinheiro-Sant’Ana, H. M. (2006). Composição química de peixes de água doce frescos e estocados sob congelamento. *Acta Science Technology*, 28, 119-124.

Huis in’t Veld (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 1-18.

Huss, H. H. (1993). *Assurance of seafood quality*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Chapter 3).

Huss, H. H (1998). *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO, (Chapter 4 and chapter 6).

Hyldig G. & Green-Petersen D. M. (2004). Quality index method. An objective tool for determination of sensory quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13, 71–80.

ICMSF (International Commission on Microbial Specifications for Foods) (1986). *Microorganisms in Foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications* (2th ed.). New York: Blackwell Scientific Publications, (Chapter 17).

Jomori, R. K., Carneiro, D. J., Malheiros, E. B. & Portella, M. C. (2003). Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. *Journal aquaculture*, 222, 277-287.

Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Lutén J. B., Schelvis-Smit R. & Hyldig, G. (2001). *Reference manual for the fish sector: sensory evaluation of fish freshness*. The Netherlands: QIM Eurofish.

Massa, A. E., Palacios, D. L., Paredi, M. E. & Crupkin, M. (2005). Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry*, 29, 570-590.

Ogawa, M. & Maia, E. L. (1999). *Manual da Pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Varela, (Chapter 5 and chapter 11).

Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I. M., Henahan, G., Nielsen, J. & Nielsen, H. (1997) Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 258-265.

Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (2008). *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília-DF: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, (Chapter 6).

Pai, V. D., Pai-Silva, M. D., Carvalho, E. D., Fujihara, C. Y., Gregório, E. A. & Curi, P. R. (2000). Morphological, histochemical and morphometric study of the myotomal muscle tissue of the pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei). *Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series*. 29, 283-289.

Pillay, T.V.R. (1974). Aquaculture and fishery products development. In Kreuzer, R. & Surrey, W. B. (Eds.) *Fishery products* (pp 250 – 253). Rome: Fishing News (Books) Ltd.

RUAN, R.R. and CHEN, P.L. 1998. *Water in Foods and Biological Materials: A Nuclear Magnetic Resonance Approach*, Technomic Publishing Co., Lancaster, PA.

Sykes, A. V., Oliveira, A. R., Domingues, P. M., Cardoso, C. M., Andrade, J. P. & Nunes, M. L. (2009). Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Food Science and Technology*. 42, 424-432.

Sveinsdottir, K., Hyldig, G. & Martinsdttir, E. (2003). Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, 14, 237-245.

Swanson, K. M. J., Petran, R. L. & Hanlin, J. H. (2001). Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In: Dowens, F. P. & Ito, K. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods, 4^o ed. (pp 53-62). Washington: American Public Health Association - APHA.

Szenttamásy, E. R., Barbosa, S. M. V. B., Oetterer, M., & Moreno, L. A. M. (1993). Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Science agrarian*, 50, 303-310.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. & Dugan, L. A. (1960). distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 403.

Teixeira M. S., Borges A., Franco R. M., Clemente, S. C. S. & Freitas, M. Q. (2009). Método de Índice de Qualidade (MIQ): protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). *Revista Brasileira Ciência Veterinária*. 16, 83-88.

Urbinati, E. C. & Gonçalves, F. D. (2005). Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: In: Baldisserotto, B. & Gomes, L. C. (Eds.) *Espécies nativas para piscicultura no Brasil* (225-255). Santa Maria: editora UFSM.

Vaz-Pires, P. & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control*, 17, 942–949.

3.2 ARTIGO 2: QUALITY INDEX METHOD (QIM) FOR THE HYBRID
TAMBACU (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) AND THE
CORRELATION AMONG ITS QUALITY PARAMETERS

Quality Index Method (QIM) for the hybrid tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) and the correlation among its quality parameters

A. Borges ^{1*}; C. A. Conte-Junior²; R. M. Franco ²; M. Q. Freitas ²

¹ Post-graduate program in Veterinary Hygiene and Technological Processing of Animal-Origin Products. Fluminense Federal University (UFF), School of Veterinary Medicine, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 – Niterói, Brazil.

² Professor of the Department of Food Technology. School of Veterinary Medicine UFF, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 - Niterói/RJ, Brazil.

Abstract

The objective of this study was to develop a Quality Index Method (QIM) scheme for assessing the sensory quality of the gutted, ice-stored hybrid tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), correlating the results with the physical, chemical and bacteriological changes that occur during the storage period, suggest the best parameters for quality assessment and propose limits of acceptance for this species. Principal component analysis (PCA) was used for interpreting physical, chemical and bacteriological quality parameters and partial least squares (PLS) regression was used for correlating the QIM attributes. The resultant QIM scheme has a total of 26 demerit points, where 0 indicates total freshness. This study suggests that gutted tambacu is fit for human consumption during the first 11 days of ice storage, period in which it may be consumed without ill health effects.

Keywords: tambacu; *Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*; QIM; shelf life; quality.

1. Introduction

Tambacu is a hybrid species obtained by crossing *Colossoma macropomum*, females, known as tambaqui, and *Piaractus mesopotamicus* males, known as pacu (Baldisserotto & Gomes, 2005). Tambacu combines desirable characteristics of both species, such as pacu's resistance to cold and sturdiness, and tambaqui's fast growth (Baldisserotto & Gomes, 2005; Dairiki, Baldessin, Pena & Cirino, 2010). It is considered an economically important species for Brazilian aquaculture and is widely appreciated by fish-farmers because of its fast growth and weight gain, and greater resistance to stress and parasitic diseases than the parent species (Dairiki, Baldessin, Pena & Cirino, 2010).

An effective sensory assessment model called Quality Index Method (QIM) is currently being used for determining fish freshness. QIM provides scores to the appearance of some of the animal's characteristics, such as skin, eyes, gills and skin mucus, and to flesh odor and texture (Martinsdóttir et al., 2001; Nunes, Batista & Cardoso, 2007). The method has been developed for many fish species, such as *Litopenaeus vannamei* (Oliveira et al., 2009), *Sepia officinalis* (Sykes, 2009), *Micropogonias furnieri* (Teixeira et al., 2009), *Mullus barbatus* (Özyurt, Kulley, Özukütük & Özogul, 2009); *Megalobrama amblycephala* (Song et al., 2011); *Boops boops*, L. (Bogdanovic, Simat, Frka-Roic & Markovic, 2012); and *Engraulis anchoita* (Massa, Manca, & Yeannes, 2012), among others.

These assessment studies must be associated with physical, chemical and bacteriological analyses. When associated with other analytical methods, texture and color analyses may be important tools in shelf life studies.

Quality parameters can be transformed by principal component analysis (PCA) to provide a small number of linear combinations (principal components or factors) of a set of variables that retain as much information of the original variables as possible.

Hence, the objective of this study was to estimate the shelf life of the freshwater species tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), gutted and ice-stored, by correlating physical, chemical, sensory and bacteriological analyses, and to develop a Quality Index Method (QIM) scheme to assess the freshness of this species.

2. Material and methods

2.1 Sample collection and storage

Tambacus (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) in grow-out tanks were caught with a trawl at a fish farm located in a municipality of the state of Rio de Janeiro, Brazil, using the criteria required to minimize the animals' stress. Samples of tambacu, a total of 297 fishes with aged 8 to 10 months, weighing 2 ± 0.1 Kg were obtained in the following months: July, August and September 2010. For sensory analysis the two first lots were used for training of panelists, totaling 192 fishes and the 3rd lot was used for the protocol IQ, totaling 96 fishes. For bacteriological, physical and chemical analyses were conducted analyses in 3 lots and taken the average of the results. In each lots the samples were subjected to bacteriological (1 fish), physic (1 fish) and chemical (1 fish) analyses.

The fish were submitted to a depuration period of 24 h and, immediately after capture, were desensitized, manually gutted and rinsed. The depuration was used of ponds for fish that remain fasting or special food under running water, according to the methodology Pillay (1974). Next, they were placed inside isothermal boxes with 1 kg of ice for every kg of fish and covered with a fine plastic film for protection. They were sent to a sensory analysis laboratory, where they were then placed inside containers with 1 kg of ice for every 2 kg of fish. They were stored in home refrigerators with a mean temperature of 0.5 ± 0.5 °C until the sensory, bacteriological, physical and chemical analyses. The individual fish samples were kept in ice for 16 days. The ice was replaced daily.

2.2 Bacteriological analyses

For the bacteriological analyses, sterile forceps and scissors were used for removing portions of different regions of the same fish's muscle, totaling 10 g, in accordance with the methodology ICMSF (1986). Next, each portion was transferred to a sterile stomacher envelope (Seward, model 80, New York, 2008) along with 90 mL of 0.1% w/v saline peptone water (110582 buffered peptone broth and sodium chloride, Frankfurter, Germany). This solution was then used for preparing other sterile solutions for bacteriological analyses.

The bacteriological analyses were repeated twice for the muscle samples, both for the aerobic mesophilic heterotrophic bacteria count (AMHBC) and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria count (APHBC), as recommended by Cousin, Jay & Vasavada (2001). At the end of the incubation period, the agar plates with dilutions providing the best colony-forming unit (CFU) counts were selected, that is, those with 25 and 250 CFU (Swanson, Petran & Hanlin, 2001).

Bacteriological analyses were done on storage days 01, 04, 07, 11, 13 and 16.

2.3 Physical and chemical analyses

All physical and chemical analyses were done on storage days 01, 04, 07, 11, 13 and 16.

The following determinations were done as recommended by the AOAC (2000): pH by a digital potentiometer (Digmed DM 22 equipped with a glass electrode calibrated with buffer solutions 4 and 7), total volatile basic nitrogen (TVB-N) in muscle by the microdiffusion (mg per 100 g), and acidity index (AI) and peroxide index (PI).

Thiobarbituric acid-reactive substances (TBA) were determined as suggested by Tarladgis, Watts, Younathan & Dugan. (1960). The results are expressed as mg of malonaldehyde per kg of muscle (mg MA per Kg).

For the instrumental determination of muscle color and glossiness, the color parameters L^* (luminosity varies from 0 (black) to 100 (white)), a^* ($-a$ = green; $+a$ = red) and b^* ($-b$ = blue, $+b$ = yellow) were used, previously calibrated for a white tile pattern using the colorimeter CR 400/410 (Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan). Two fragments of tambacu muscle fillet with a diameter of 50 mm were cut, wrapped in foil and stored in ice. The readings were done as recommended by Macagnano et al. (2005): the fillets were exposed to room air for 30 minutes and the surfaces of the two sides of each slice were then read twice, totaling four readings. The color and glossiness of the fillets were given by the means of these readings.

Instrumental texture profile analyses (TPA) were repeated three times using the TA-XT Express texturometer - Texture Technologies Corp. (Stable Micro System Ltda, Vienna Court, United Kingdom). Tambacu samples with 20 mm diameter and 20 mm length were submitted to TPA Bourne (2002) to determine hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and resilience, which were automatically calculated by the software Texture Expert ®. The TPA settings were: a) pretest speed = 1.0 mm/sec; b) test speed = 1.0 mm/sec; c) posttest speed = 1.0 mm/sec; d) the samples were compressed 40%, totaling 9.6 mm; e) contact force = 5.0gf. The study probe was the SMS P/36. All measurements were done under room temperature after the samples had been exposed to room air for 30 minutes.

2.4 Sensory analysis

2.4.1 Quality Index Method (QIM)

QIM was administered as recommended by by Martinsdóttir et al. (2001), Sveinsdottir, Hyldig & Martinsdittir (2003), Hyldig & Green-Petersen (2004).

The trained panel consisted of nine individuals, 4 men and 5 women, not allergic to fish, selected according to their interest and availability for participating in the assessment. The panelists were trained using two fishes from each storage period. The training consisted of sixteen group sessions lasting on average 1 hour, using a total of 192 fishes. The raw fish weighing 2 ± 0.1 Kg (total of 384 Kg) stored in ice for 01, 04, 07, 11, 13 and 16 days were assessed individually in trays with a light-colored bottom. The sensory attributes were assessed under laboratory conditions: all panelists were seated at a sterilized table with good lighting shining on the fish. The room temperature was around 20°C. All panelists were asked to use masks, gloves and bonnet. The samples were removed from the ice 30 minutes before the start of each session. The panelists were allowed to interact under the guidance of two leaders with experience in sensorial analysis. The panelists were allowed to interact under the guidance of panel leaders to obtain the most appropriate descriptions the sensory schemes available for tambacu and these were discussed. By consensus, the panelists selected the attributes that best characterized the sensory characteristics of the samples.

After a two-month training period with two distinct lots, nine trained panelists, 4 men and 5 women, used a third lot for developing a QI protocol for the hybrid freshwater tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), gutted and stored in ice, using cards (QI protocol) containing the following parameters: general appearance, appearance of head, eyes, abdomen and gills. For QI protocol, were used four fishes from each period storage in four repeats (sessions) and was evaluated by every panelist in each of the different storage times. The samples were stored in ice for 01, 04, 07, 11,

13 and 16 days and presented on a tray with a light-colored bottom. These trays were coded by randomly-chosen 3-digit numbers. For the final QIM analysis, 96 fishes weighing 2 ± 0.1 kg (totaling 24 kg) with different storage times were used. Each panelist analyzed the samples individually and recorded his/her assessment of each QI protocol parameter.

2.5 Statistical analysis

Descriptive measures expressed as means and standard deviations were used for the bacteriological, physical and chemical parameters. Bacteriological data were expressed as log CFU/g.

Multivariate principal component analysis (PCA) on correlation matrix was used for the quality attributes pH, TVB-N, AMHBC, APHBC, peroxide index (PI), acidity index (AI) and TBA; for the instrumental color parameters L^* , a^* and b^* ; for the instrumental texture parameters hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and resilience; and for the QIM scheme parameters. PCA used the mean score of each quality attribute. A covariance matrix was used for analyzing quality attributes (Y) and storage times (X).

Partial least squares (PLS) regression was used for determining the sensory attributes in the QIM scheme that were most positively and negatively valued by the panelists.

All statistical treatments were done by the software Statistical Analysis System for Windows, version 9.2 2008 - SAS Institute, Inc. (SAS, North Carolina, EUA) and XLSTAT for Windows, version 2012.5 (Adinsoft, Paris, France.).

3) Results and Discussion

3.1 Quality Index Method (QIM)

The final protocol consisted of five quality attributes and 11 parameters (Table 1). The parameters received scores ranging from 0 to 1, 0 to 2 and 0 to 3 depending on the characteristic. The sum of the scores totaled 26 demerit points, distributed as follows: general appearance (7), eyes (7), head (2), abdomen (5) and gills (5).

Table 1. Quality Index Method (QIM) scheme for assessing gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*)

Quality attribute	Parameter	Characteristic	Demerit points	
GENERAL APPEARANCE	SKIN	Glossy	0	
		Partially glossy	1	
		Loss of glossiness	2	
		With mucus (zooglea)	0	
		No mucus (zooglea)	1	
		Silver lateral line on the caudal area	0	
		Dark lateral line on the caudal area	1	
		Red lateral line on the caudal area	2	
		FIRMNESS	Firm	0
		FIRMNESS	Slightly tender	1
EYES	PUPIL	Tender, with <i>Godet</i> signal	2	
		Absence of a white spot	0	
		Small white spot	1	
	IRIS	Large white spot	2	
		Green	0	
		Light yellow	1	
	SHAPE	Orange	2	
		Protuberant, convex	0	
		Flat, plane	1	
	HEAD	EYE BALL	Sunk, concave	2
Intact			0	
Detached			1	
UNDERSIDE COLOR		Pinkish	0	
		Salmon	1	
ABDOMEN (internally)	COLOR	Red	2	
		Light pink	0	
		Pearl	1	
		Beige	2	
GILLS	ODOR	Neutral	0	
		Characteristic of freshwater fish	1	
		Ammoniacal	2	
		Putrid	3	

Continuation of Table 1: Quality Index Method (QIM) scheme for assessing gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*).

COLOR	Deep red	0
	Dark brown	1
	Pale brown. Some parts colorless	2
	Neutral; Characteristic of freshwater fish	0
	Ferrous; blood	1
	Algae	2
	Putrid	3
Total QIM Score		0 - 26

The developed tambacu protocol has a maximum of 26 demerit points, which is close to the protocols for the species *Rhombus laevis*, *Solea vulgaris* and *Scophthalmus maximus* cited by Martisdóttir et al. (2001), with a maximum of 28 demerit points. Additionally, its parameters are similar to those developed by Sant'ana et al. (2011) for blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*), which consisted of 10 parameters with a maximum score of 29 points, and to those developed by Sykes et al. (2009) for cuttefish (*Sepia officinalis*), whose QIM has a maximum of 29 demerit points divided into four attributes and 13 parameters. Different results were obtained for sea bream (*Sparus aurata*, L.), whose QIM consisted of eight quality parameters and a maximum score of 15 demerit points (Simat et al., 2011).

QIM stands out because it is species-specific and reliable, according to Olafsdóttir et al. (1997). Many authors (Randal, Burggren & French, 2002; Samaranayaka and Li-Chan, 2007; Di Cicco, Tozzini, Rossi & Cellerino, 2011; Zheng et al., 2012) stated that autolysis processes include substances that characterize fish deterioration, changing its sensory characteristics and thereby increasing the importance of studies that correlate its parameters. The wide diversity of freshwater and saltwater fish species has been known for decades, so the biochemical changes specific to each species are also subject to individual characteristics.

Figure 1 shows the quality index (QI) of ice-stored tambacu, which may be understood as the sum of the scores given to each of its sensory characteristics on each storage day. On the first storage day (day 01), tambacu received a QI = 0 and on the sixteenth storage day, a QI = 22.4, when the storage period was terminated. Its QI presented a statistically significant linear behavior ($p < 0.01$). Based on the scores given by the trained panelists (Table 1), totally fresh gutted tambacu (with 0 or 1 days of ice storage) should have a QI of 0; after 2 to 4 days of ice storage, the mean QI should be of 3.4; and after 12 days or more of ice storage, the QI should exceed 15.7.

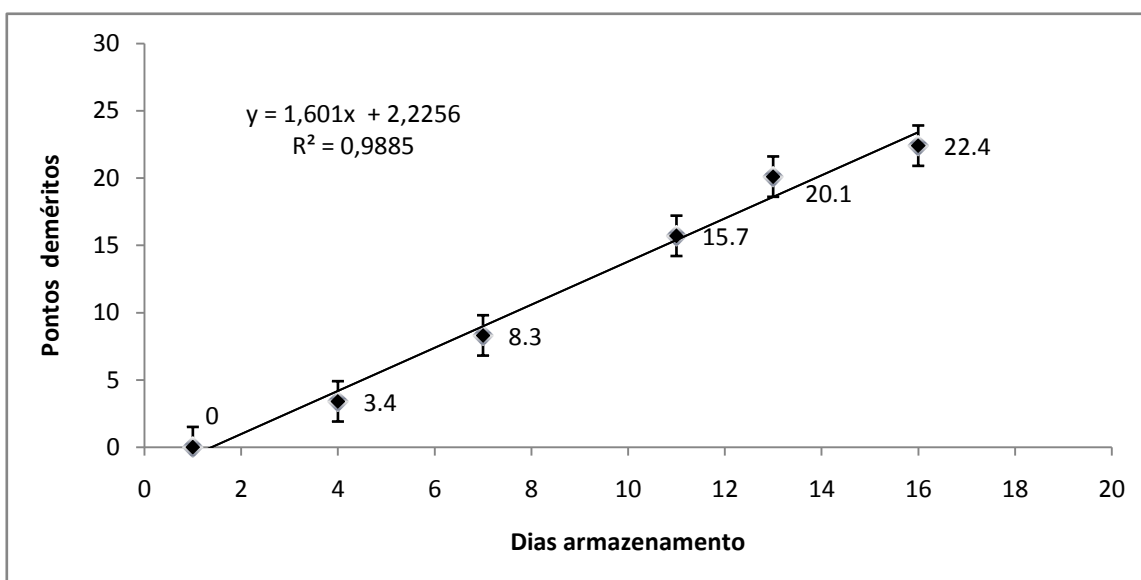


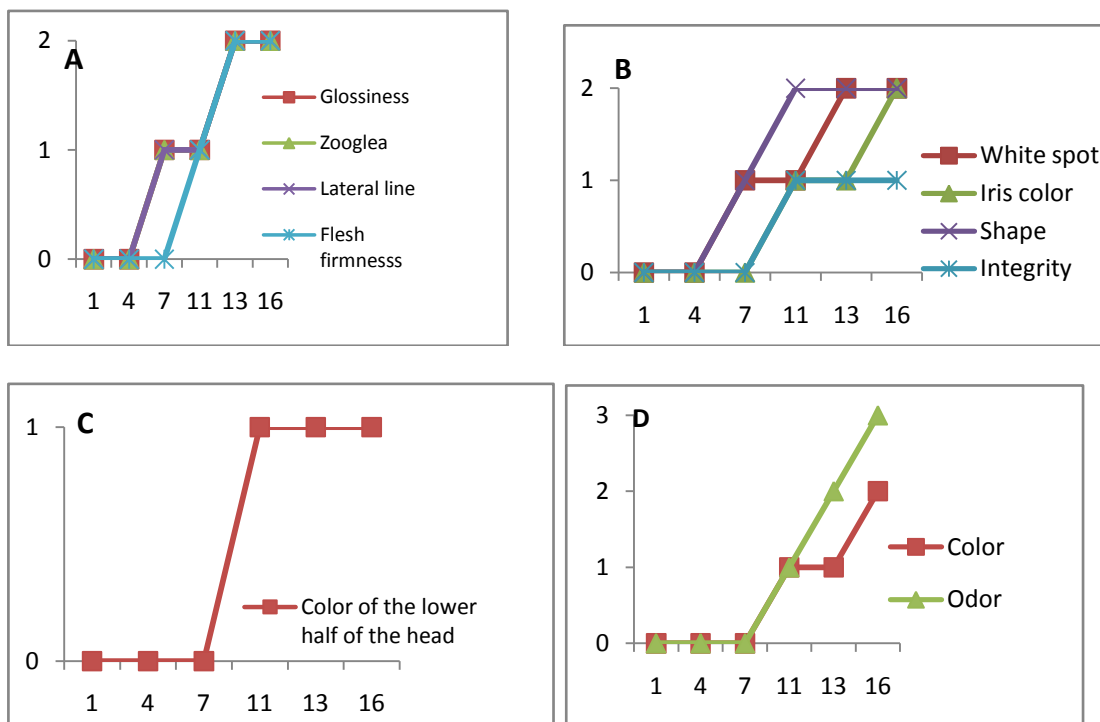
Figure 1. Linear correlation between the Quality Index Method (QIM) and the demerit points developed for gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*). Bars represent the daily standard deviation.

Note that the mean scores for 13 and 16 days of ice storage are close (Figure 1), demonstrating that it was harder for the panelists to distinguish the respective samples. These results show that the most important sensory changes occurred during this period, since the panelists began to reject the samples from 13 or more days of ice storage, when was observed the points

demerit reached the maximum in most parameters, making it unfit sensory tambacu from the 13th day. Therefore the evaluators consider the samples of 13 and 16 similar.

Therefore, Figure 1 show that the parameters included in the QI protocol for tambacu tend to increase linearly with ice storage time, presenting a high coefficient of determination ($R^2 = 0.961$). Its progress can be expressed by the equation $y = 1.601x + 2.226$, indicating a good adjustment to the experimental data.

Figure 2 shows the progress of all parameters during the storage period. Generally, all quality attributes progress similarly over the storage period, with a steady ascending behavior. However, closer analysis shows that the attributes eye shape (Figure 2B), abdominal odor (Figure 2D) and gill odor (Figure 2E) progressed faster and the attributes flesh firmness (Figure 2A), eye intactness (Figure 2B), head color (Figure 2C) and abdominal odor (Figure 2D) remained stable for many days before they started to change.



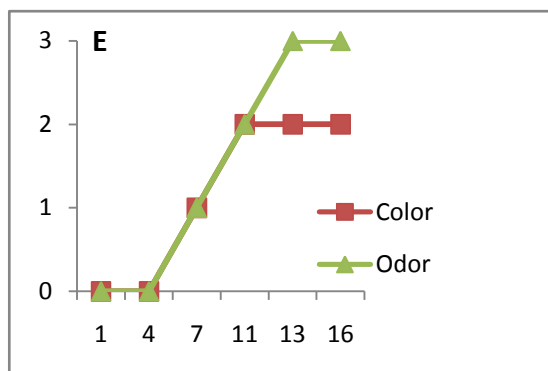


Figure 2. The mean demerit points according to length of ice storage in days for each quality attribute of the tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*): (A) general appearance; (B) eyes; (C) head; (D) abdomen; (E) gills

3.2. PLS regression

PLS regression provided the standard error of the shelf life predicted by QIM and identified the quality parameters that were important for tambacu's QIM (Boulesteix & Strimmer, 2006). Figure 3 shows that this error was estimated to be of approximately one day (1.057), given that the predicted and measured parameters are statistically similar ($p < 0.05$), and that the coefficient of determination ($R^2 = 0.961$) for the linear regression between QI and ice storage time is good. Cyprian et al. (2008) developed a QIM for the freshwater fish known as arctic char (*Salvelinus alpinus*). They used PLS regression, which was also calculated during six days of ice storage. The quality attributes in the QI protocol of the present study were similar to those of the said study, as were the statistical results. The said researchers found a high linear correlation between quality attributes and storage time ($R^2 = 0.97$), and a standard error of one day, with a value of 1.48.

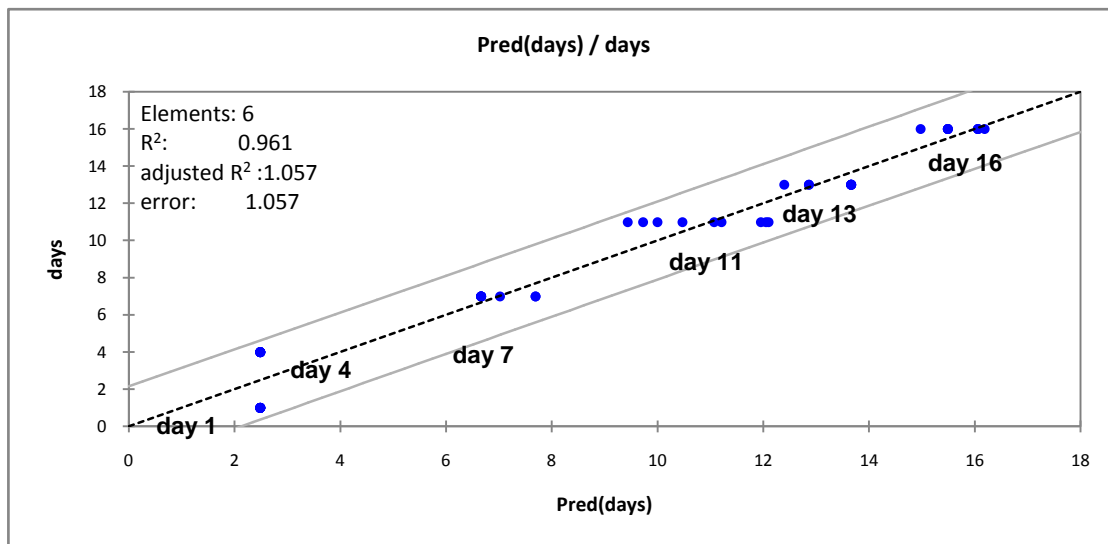


Figure 3. Partial least squares (PLS) regression for QIM with 26 demerit points versus the predicted values. The upper and lower lines represent the 95% confidence limits for the regression

There was greater disagreement among the panelists on the 11th day of ice storage, and greater agreement during the first seven days of ice storage. Similar results were obtained by Sveinsdottir et al. (2002), in Atlantic salmon (*Salmo salar*). These researchers concluded that there was a variation in the QI protocol obtained by different panelists. The variation increased with storage time, indicating that the panelists were in better agreement when analyzing very fresh salmon with the QIM scheme at the beginning of storage compared to the not-so-fresh salmon at later stages.

Attributes with a variable importance in the projection (VIP) greater than 1.0 are relevant to the model (Donadini, Fumi, Vanoni & Porrett, 2012). So, In Figure 4, the quality attributes relevant to the QIM scheme were: eye shape, lateral line, gill color, skin glossiness, white spot on pupil, iris color, flesh firmness, gill odor and abdomen, eyeball integrity and abdomen color. The quality attributes lows relevant to the QIM were: zooglea and color of the lower half of the head and.

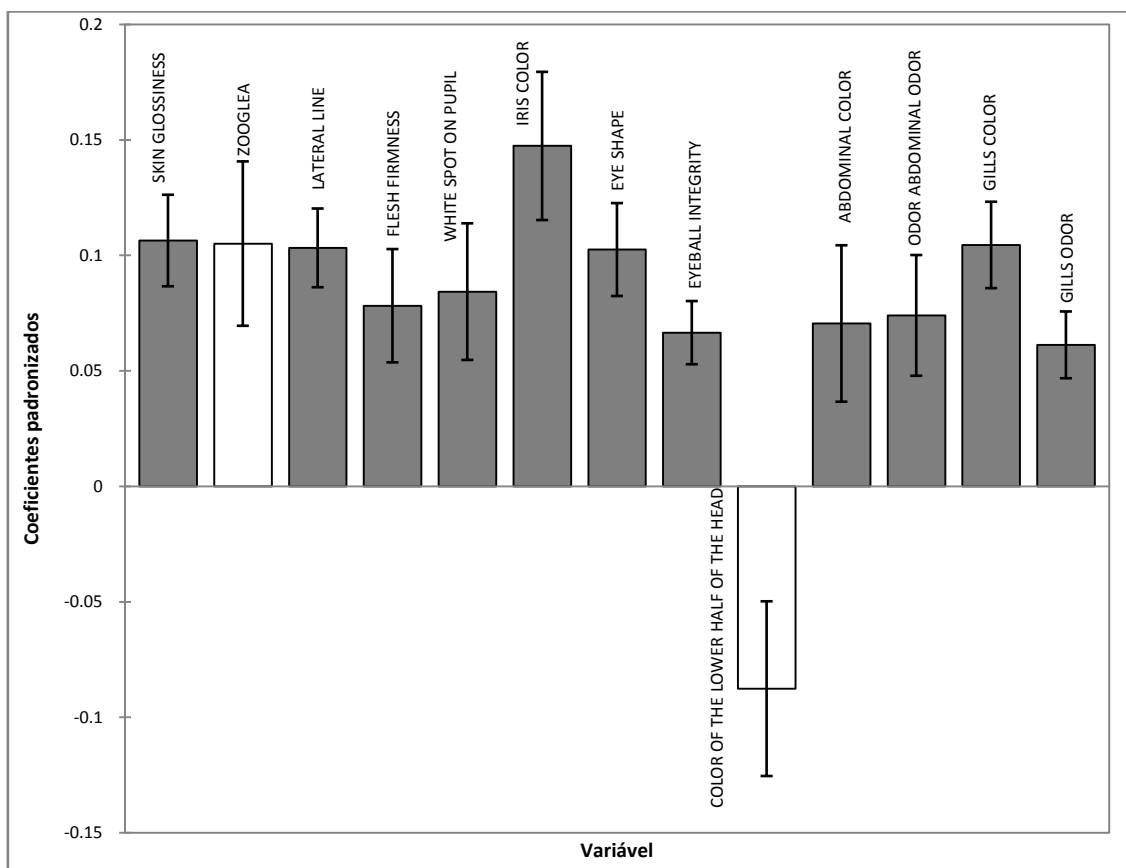


Figure 4. Partial Least Regression coefficient regression for QIM parameters developed for gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), with a 95% regression confidence. (Gray = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms low significant contribution to QIM scheme)

Specifically, the attributes eye shape, color of the lateral line, gill color, skin glossiness and white spot on pupil presented the highest VIP values (1.155, 1.153, 1.151, 1.150 and 1.114, respectively), indicating greater importance in the model proposed for tambacu.

Based on the association among the quality parameters listed in tambacu's QIM, represented graphically by PLS regression, one can infer that the freshness of gutted, ice-stored tambacu has a good negative correlation with the demerit scores of the QI protocol. Therefore, the methodology

developed in this study contains precise descriptions of quality parameters, and is a safe and quick tool for measuring tambacu's sensory changes and estimating its remainder shelf life.

3.3 Correlations between sensory, bacteriological, physical and chemical analyses

Principal component analysis (PCA) can be used for graphing the changes in tambacu's quality and the relationship among its characteristics or parameters. However, PCA in this study included the correlation of the following variables: all of QIM's quality parameters (A1 – A13), pH, TVB-N, instrumental color parameters L^* , a^* and b^* , instrumental texture parameters hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and resilience, acidity index (AI), peroxide index (PI), TBA, and mesophilic (AMHBC) and psychrotrophic (APHBC) bacterial counts. PCA used the mean values. Five principal components (PC) were obtained. However, only the first two PCs were studied because they presented an important variation.

Figure 5A shows the PCA results for the variables used for tambacu quality assessment, and Figure 5B shows the correlation of the samples for the different storage times (days 01, 04, 07, 11, 13 and 16). In PCA, the quality parameters are graphed as vectors and the samples as dots. The first principal component (PC1) explained 87.69% of the total variability and the second principal component (PC2) explained 5.32% of the total variability.

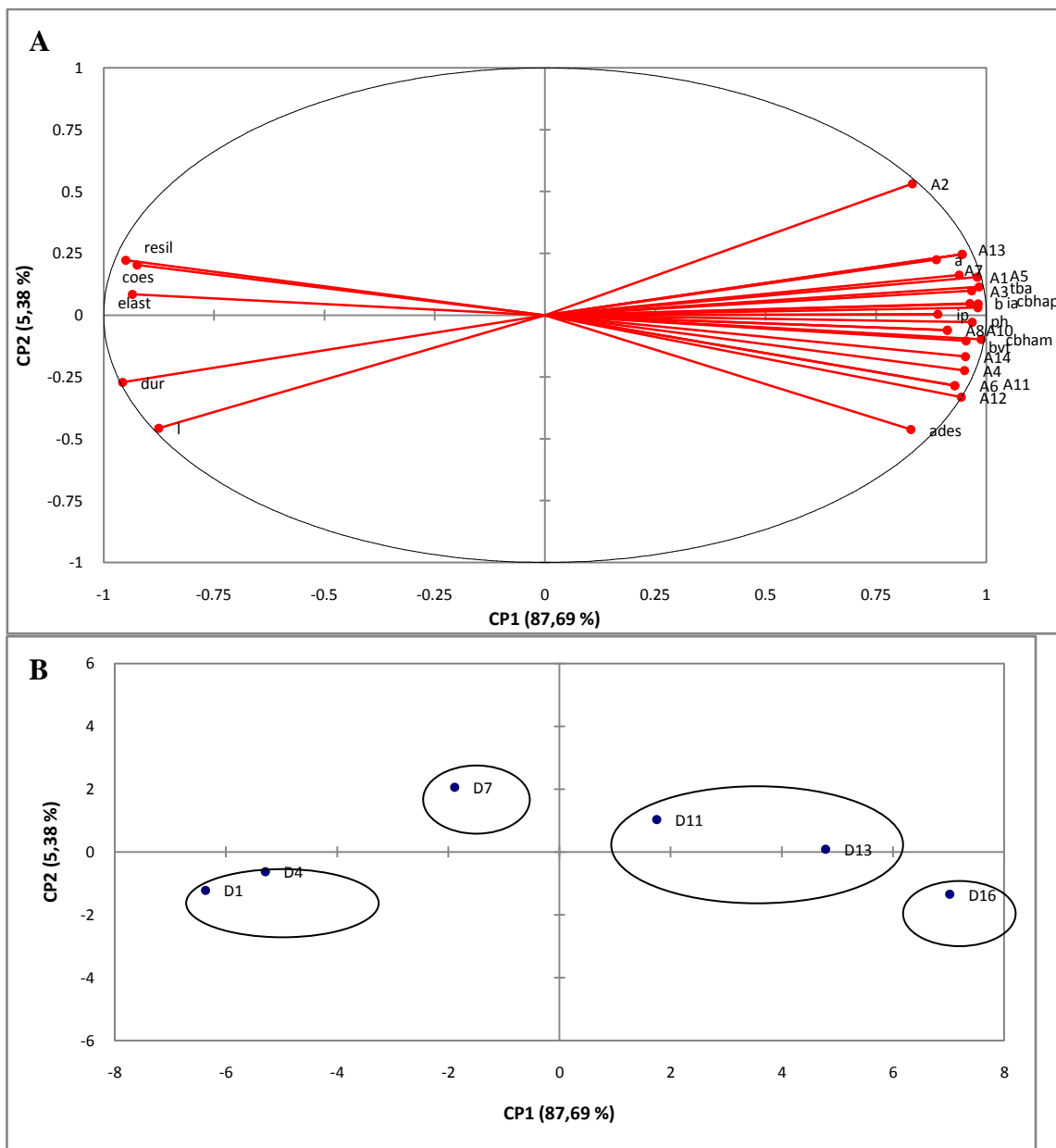


Figure 5. Principle component analysis of the study quality parameters of gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*): (A) A1 – A13 represent the Quality Index parameters as follows: glossiness, zooglea, lateral line, flesh firmness, white spot on the pupil, iris color, eye shape, eyeball integrity, color of the lower half of the head, abdominal color, abdominal odor, gill color and gill odor; ph = pH; tvb = TVB-N; l* = glossiness; a*; b*; hard = hardness; adhe = adhesiveness; sprin = springiness; cohe = cohesiveness; resil = resilience; ai = acidity index; pi = peroxide index; tba = TBA; AMHBC = aerobic mesophilic heterotrophic bacterial count and APHBC = aerobic psychrotrophic heterotrophic bacterial count. (B) DI = day 01, DIV = day 04, DVII = day 07, DXI = day 11, DXIII = day 13 and DXVI = day 16

When the correlations between the dependent variables and PC1 are investigated, variables with values greater than 95% ($p < 0.05$) stood out. Namely, the quality attributes color of the lateral line, white spot on pupil, gill odor, pH, TVB-N, instrumental color b^* , acidity index, TBA, AMHBC and APHBC were more important, with loadings of 0.967, 0.979, 0.952, 0.968, 0.953, 0.962, 0.981, 0.983, 0.988 and 0.980, respectively.

In PCA, vector length corresponds to the relative importance of each quality parameter for sample differentiation, that is, long vectors suggest parameters with greater variations. However, Figure 5A shows that all vector lengths are similar, meaning that their importance for differentiating the samples was also similar.

The distances between the samples show their degree of similarity. Therefore, Figure 5A obtained by PCA shows that the relative positions of the vectors also provide important information. Hence, vectors that are close indicate attributes that are probably linearly correlated. QIM's quality parameters (A1 – A13), pH, TVB-N, instrumental color parameters a^* and b^* , adhesiveness, acidity index, peroxide index, TBA, and mesophilic (AMHBC) and psychrotrophic (APHBC) bacterial counts confirm the existence of a positive linear correlation of PC1. However, PC1 also has vectors that are negatively correlated, namely the quality attributes resilience, springiness, hardness and instrumental glossiness I^* .

Bogdanovic et. al. (2012) performed PCA on the parameters of bogue's (*Boops boops*, L) QI protocol and found that the vectors were very close, showing linear correlation and a certain degree of similarity.

Figure 5B shows the formation of four groups of samples. Storage days 01 and 04 are in the negative CP1 and CP2 quadrants. It is possible that the samples with this storage time have similar quality attributes, reflecting their freshness. The sample of storage day 07 is located in the negative CP1 quadrant and positive CP2 quadrant. This means that this sample is different from the other ones, including those of storage days 01 and 04, and is not

considered fresh. The samples of storage days 11 and 13 are in the positive CP1 and CP2 quadrants, indicating that they are similar to each other and different from the other ones. Finally, the samples of storage day 16 are in the positive CP1 quadrant and negative CP2 quadrant, indicating their difference from the other samples.

Figure 5A and Figure 5B and the respective loadings show that quality attributes of the samples of storage days 01 and 04 that most stood out were flesh hardness (-0.957) and instrumental glossiness (-0.876). The attributes that most stood out for the sample of storage day 07 were resilience (-0.950), springiness (-0.935) and cohesiveness (-0.925). The attributes of the samples of storage days 11 and 13 that most stood out were TBA (0.983), acidity index (0.980), peroxide index (0.890), instrumental colors a^* (0.887) (red) and b^* (0.962) (yellow), APHBC (0.980), white spot on the pupil (0.979), lateral line (0.967), gill color (0.945) and eye shape (0.945). Finally, the attributes that most stood out for the sample of storage day 15 were APHBC (0.988), pH (0.968), TVB-N (0.953), gill odor (0.952), abdominal odor (0.943), flesh firmness (0.952), iris color (0.928), eyeball integrity (0.911), color of the lower half of the head (0.911), and adhesiveness (0.829).

The PCA of Figure 5B is compared with the study data. None of the quality attributes of gutted, ice-stored tambacu changed between storage days 01 and 04. The changes began on storage day 07. However, the mean pH (6.15 to 6.77), TVB-N (8.82 to 18.90 mg per 100 g), AMHBC (2.65 to 10.47 log UFC/g) and APHBC (2.30 to 10.37 log UFC/g) of tambacu's flesh increased significantly ($p < 0.05$) between storage days 0 and 16.

When the fish is stored in ice, this suffers bacterial and enzymatic action, resulting in the formation of various nitrogen compounds and changes in the concentration of hydrogen ions. The content of TVB-N is indicative of the degree of conservation of the fish as it is directly proportional to the product of this deterioration and determination of pH is an important factor in assessing the quality of fish that the higher the pH, the greater the bacterial activity. Those

processes cause sensory changes (appearance taste, texture and odor) undesirable in fish.

The Food Agriculture Organization (FAO, 1997) recommends the use Aerobic Plate Count (APC) for the fresh fish (stored in ice), and is useful to measure the conditions of raw materials and the temperature versus time profile during storage and distribution. The determination of the population of mesophilic and psychrotrophic viable may be useful for assessing the efficiency of procedures for preserving fish. These groups of bacteria are used to evaluate bacteriologically food, with the objective to estimate their sanitary quality and provide the probable term of the product. Therefore the literature (ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) recommends for the population of aerobic microorganisms grown on APC for fresh fish for human consumption must not exceed 10^7 CFU, which does not cause harm to humans.

The limit stipulated by literature (ICMSF, 1986; FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) was reached on tambacu flesh by aerobic mesophilic and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria on the 13th day, with counts of 8.00 log and 8.14 log, respectively. In conclusion, gutted, ice-stored pacu was fit for consumption until the 11th day of storage, since the bacterial counts were below the limits established by the literature, the same shelf life found in the correlation of PLS in QIM this study. The results of shelf life is the same as that found by Özyurt, Kuley, Özküyük & Özogul (2009) for gutted, ice-stored red mullet (*Mullus barbatus*) according to sensory, physical, chemical and bacteriological analyses.

The results found by this study are in agreement with Huss (1997), who claims that fish deterioration, especially in low temperatures, is caused mainly by psychrotrophic bacteria, which causes a complex combination of biochemical, physical, chemical and bacteriological processes. However, the said author also states that the sensory properties of ice-stored fish correlates with these bacterial counts. Typical bacterial growth as the fish deteriorates has

a classic curve defined by stages of loss of quality, represented by changes in taste, odor, appearance, texture and color.

3.3.1 Pearson's correlation

Pearson's coefficient of correlation was also used for measuring the correlation between various quality attributes of gutted, ice-stored tambacu, namely pH, TVB-N, instrumental color and texture parameters, acidity index, peroxide index, TBA, mesophilic bacterial count (AMHBC) and psychrotrophic bacterial count (APHBC). Fifteen significant positive correlations ($p < 0.05$) were found for the QI attributes and 20 were found for the attributes pH, TVB-N, instrumental color and texture parameters, acidity index, peroxide index, TBA, mesophilic bacterial count (AMHBC) and psychrotrophic bacterial count (APHBC) of gutted, ice-stored tambacu. However, there are important correlations that explain the demerit points of certain attributes.

There was a positive correlation between abdominal odor and AMHBC (0.97). This shows that the metabolites produced by increasing numbers of mesophilic bacteria are probably responsible for the fish's putrid abdominal odor, reducing its sensory quality. However, there were no significant correlations between tambacu's lipid rancidification parameters (AI, PI and TBA) and gill and abdominal odor. This means that tambacu's eventual offensive odor is related to the formation of compounds stemming from the protein degradation caused by AMHBC (Huss & Ababouch, 2004), and not because of lipid rancidification.

Negative correlations were found between flesh firmness and instrumental cohesiveness (-0.96) and resilience (-1.00). This confirms that fresh fish flesh is firm (negative Godet sign) but loses firmness over the storage period (positive Godet sign). Thus, flesh cohesiveness and resilience increase with storage period. On the other hand, the correlations between flesh firmness and instrumental springiness, adhesiveness and hardness were not significant.

AMHBC and APHBC are significantly correlated ($p < 0.05$) with pH (1.00 and 0.99, respectively), TVB-N (0.98 and 0.96, respectively), color b^* (0.98 and 0.99, respectively) and acidity index (0.96 and 0.97, respectively). AMHBC and APHBC are also significantly correlated with each other (0.98). These correlations indicate that as the bacterial load increases, so does pH and TVB-N, the color attribute b changes (tending to yellow), and the peroxide index increases, indicating the oxidative rancidification of the fish's unsaturated fats.

These facts are in agreement with a study done by Ozogul et al. (2005), where they assessed the freshness of ice-stored European eel (*Anguilla anguilla*) using chemical, sensory and bacteriological processes. The authors concluded that the sensory analysis of European eel correlates with the bacteriological analysis, that is, as the bacterial counts increase, the chemical parameters also increase, reducing the panelists' acceptance of the fish.

There were significant negative Pearson correlations ($p < 0.05$) between instrumental springiness and pH (-0.98), TVB-N (-0.99), color b^* (-0.98), AMHBC (-0.96) and APHBC (-0.97). This means that as AMHBC, APHBC, pH and TVB-N increase, tambacu's springiness decreases. Moreover, there is also a negative correlation between instrumental hardness and APHBC, that is, psychrotrophic bacteria tenderize tambacu's flesh. The results confirm those described by Hyldig & Nielsen (2001) who associated fish flesh texture with pH. While the pH is at its lowest, the fish's flesh remains firm and springy. As the pH rises, the flesh becomes tenderer and less hard, juicy and springy.

4 Conclusions

The developed QIM scheme for tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) with a maximum of 26 demerit points effectively assesses its freshness, which is correlated with ice storage time.

The quality parameter analyses and especially the correlations among them showed that gutted, ice-stored tambacu (*Colossoma macropomum* X

Piaractus mesopotamicus) is fit for human consumption for 11 days, period in which it may be consumed without ill health effects.

References

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Gaithersburg, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Baldisserotto, B. & Gomes, L.C. (2005). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. (2th ed.). Santa Maria: UFMS, (Chapter 11).

Bogdanovic T., Simat V., Frka-Roic A. & Markovic K. (2012). Development and application of Quality Index Method scheme in a shelf life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*, L.). *Journal Food Science*, 0, 51-58.

Boulesteix, A. L. & Strimmer, K. (2006). Partial least squares: a versatile tool for the analysis of high-dimensional genomic data. *Briefings bioinformatics*, 8, 32-44.

Bourne M. C. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. (2th ed.). New York: Academic Press, (Chapter 5).

Cousin, M. A.; Jay, J. M. & Vasavada, P. C. (2001). Psychrotrophic microorganisms. In: Dowens, F. P. & Ito, K. (Eds.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods* (pp 159- 164). Washington: American Public Health Association - APHA.

Cyprian, O. O., Sveinsdóttir, K., Magnússon, H. & Martinsdóttir, E. (2008). Application of Quality Index Method (QIM) scheme and effects of short-time temperature abuse in shelf life study of fresh water artic char (*Salvelinu alpinus*). *Journal Aquatic Food Production Technology*, 17, 303-321.

Dairiki, J. K., Baldessin Junior, I., Pena, S. V. & Cyrino, J. E. P. (2010). *Manual técnico de extensão Pacu e tambacu*. (2th ed.). Piracicaba: ESALQ, (Chapter 4).

Di Cicco, E., Tozzini, E. T., Rossi, G. & Cellerino, A. (2011). The short-lived annual fish *Nothobranchius furzeri* shows a typical teleost aging process reinforced by high incidence of age-dependent neoplasias. *Experimental Gerontology*. 46, 249-256.

Donadoni, G., Fumi, M. D., Vanoni, L. & Porretta, S. (2012). Hedonic responses to cheese in preschoolers. *Journal of Sensory Studies*, 27, 176–187.

FAO (1997). Traditional microbiological quality control. In Huss, H. H. (Ed.), *Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros*. Documento tecnico de pesca 334. (Chapter 4). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768S/T1768S00.HTM>. Accessed:01/12/2012.

Huss, H. H. (1997). *Quality assurance of fishery products*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Chapter 3).

Huss, H. H.; Abadouch, L. & Gram, M, L. (2004). *Assessment and management of seafood safety and quality*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Chapter 6).

Hyldig, G. & Nielsen, D. (2001). A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *Journal Texture Studies*, 32, 219–242.

ICMSF (International Commission on Microbial Specifications for Foods) (1986). *Microorganisms in Foods. 2. Sampling for microbiological analysis:*

Principles and specific applications (2th ed.). New York: Blackwell Scientific Publications, (Chapter 17).

Macagnano, A., Careche, M., Herrero, A., Paolesse, R., Martinelli, E., Pennazza, G.; Carmona, P.; D'Amico, A. & Di Natale, C. (2005). A model to predict fish quality from instrumental features. *Sensors and Actuators B*, 111, 293–298.

Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Luten J. B., Schelvis-Smit R., Hyldig, G. (2001). *Reference manual for the fish sector: sensory evaluation of fish freshness*. The Netherlands: QIM Eurofish.

Massa, A. E., Manca, E. & Yeannes, M. I. (2012). Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. *Food Science and Technology International*, 18, 339-351.

Nunes, M. L.; Batista, I. & Cardoso, C. (2007). *Aplicação do Índice de Qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado*. Lisboa: IPIMAR, (Chapter 2).

Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschlager, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I. M., Henehan, G., Nielsen, J. & Nielsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 258-265.

Oliveira, V. M., Freitas, M. Q., Clemente, S. C. & Mársico, E. T. (2009). Método do Índice de Qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. *Ciência Rural*, 29, 60-71.

Özogul Y., Özyurt G., Özogul F., Kuley E. & Polat A. (2005). Freshness assessment of european eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemist*, 92, 745-751.

Özyurt G., Kuley E., Özkütük, S. & Özogul F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food Chemist*, 114, 505-510.

Pillay, T.V.R. (1974). Aquaculture and fishery products development. In Kreuzer, R. & Surrey, W. B. (Eds.) *Fishery products* (pp 250 – 253). Rome: Fishing News (Books) Ltd.

Randal, D.; Burggren, W. & French, K. (2002). *Eckert Animal Physiology*. New York: W. H. Freeman and Company, (Chapter 8).

Sant'Ana L. S., Soares S. M. & Vaz-Pires P. (2011). Development of a Quality Index Method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *Food Science and Technology*, 44, 2253-2259.

Samaranayaka, A. G.P. & Li-chan, E. C. Y. (2007). Autolysis-assisted production of fish protein hydrolysates with antioxidant properties from Pacific hake (*Merluccius productus*). *Food Chemistry*, 107, 768-776.

Simat, V., Bogdanovic´, T., Elj, M. K., Soldo, A. & Mars´ic´-Lucˇ, J. (2011). Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). *Journal Applied Ichthyology*, 28, 95–101.

Song Y., Liu L., Shen H., You J. & Luo Y. (2009). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22, 608-615.

Sveinsdóttir K.; Martinsdóttir E., Hyldig G., Jørgensen B. & Kristbergsson K. (2002). Application of Quality Index Method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, 67, 1570-1579.

Swanson, K. M. J., Petran, R. L. & Hanlin, J. H. (2001). Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In: Downes, F. P. & Ito, K. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods, 4^o ed. (pp 53-62). Washington: American Public Health Association - APHA.

Sykes A. V., Oliveira A. R., Domingues P. M., Cardoso C. M., Andrade J. P, Nunes M. L. (2009). Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Food Science and Technology*, 42, 424-432.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. & Dugan, L. A. (1960). distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 403.

Teixeira, M. S., Borges, A., Franco, R. M., Clemente, S. C. S. & Freitas, M. Q. (2009). Método de Índice de Qualidade (MIQ): protocolo sensorial para corvina (*M. furnieri*). *Revista Brasileira Ciência Veterinária*, 16, 83-88.

Zheng, J., Wu, H. T., Zhu, B. W., Dong, X. P., Zhang, M. M. & Li, Y. L. (2012). Identification of antioxidative oligopeptides derived from autolysis hydrolysates of sea cucumber (*Stichopus japonicus*) guts. *European Food Research and Technology*, 234, 895-904.

ARTIGO 3: QUALITY INDEX METHOD (QIM) AND QUANTITATIVE
DESCRIPTIVE ANALYSIS (QDA) OF TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

Quality Index Method (QIM) and Quantitative Descriptive Analysis (QDA) of Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Correlation between QIM and QDA for Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

A. Borges ^{1*}; C. A. Conte-Junior²; M. Q. Freitas ²

¹ Post-graduate program in Veterinary Hygiene and Technological Processing of Animal-Origin Products, Fluminense Federal University (UFF), School of Veterinary Medicine, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 – Niterói, Brazil.

² Professor of the Department of Food Technology, School of Veterinary Medicine, UFF, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 - Niterói/RJ, Brazil.

* Corresponding author.

A. Borges

Address: Alameda Engenheiro João Corner, 294. 24744-770. São Gonçalo/RJ/Brasil.

E-mail address: alexandreborges_vet@yahoo.com.br

Abstract

Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and the Quality Index Method (QIM) were developed and used for assessing the sensory quality of gutted tambaqui (*Colossoma macropomum*) stored in ice for 18 and 22 days, respectively. Partial least squares regression (PLS regression) and principal component analysis (PCA) were used for interpreting the QIM and QDA results, respectively. Multivariate factor analysis (MFA) was used for correlating the QIM and QDA attributes. Total QIM score varied from zero (maximum freshness) to 37. The QIM, QDA, and their correlations showed that undesirable tambaqui attributes became more evident after 18 days of ice storage. This study suggests that gutted tambaqui is fit for human consumption during the first 18 days of ice storage, period in which it may be consumed without ill health effects.

Practical applications

The Quality Index Method (QIM) and Quantitative Descriptive Analysis (QDA) are two descriptive analysis methods used for the sensory assessment of foods. Various QIM have been developed to assess many commercially important fish, and QDA provides a complete description of the sensory characteristics of the cooked meat. The combination of these two methods provided a sensory profile of tambaqui and revealed the sensory changes that occur during different ice storage periods. Tambaqui, a native Brazilian species, was chosen because of its noble meat, high commercial value, interest in farming the species, and great consumer acceptance. In addition to establishing an 18-day shelf life for gutted, ice-stored tambaqui, the QIM and QDA for tambaqui are of great interest to the national and international freshwater fish markets.

Key words: Tambaqui; *Colossoma macropomum*; QIM; QDA; shelf life

Introduction

In the last decades, excessive fishing and reduced commercial fish stocks encouraged aquaculture, and freshwater fish farming began to gain prominence in the Brazilian agroindustry. *Colossoma macropomum*, known as tambaqui, is a commercially-valuable, freshwater fish native of the Amazon River basin. There has been a growing interest in the cultivation of this species, mainly because of its great consumer acceptance, and consequently, potential consumer demand (Goulding and Carvalho, 1982; Goulding, 1993; Araújo-Lima and Goulding, 1998). According to data from the fishing statistics bulletin issued by Brazilian Ministry of Fish and Aquaculture, 54,313.1 tons of tambaqui were farmed in Brazil in 2010, representing 24.6% of the Brazilian production of farmed, freshwater fish (Brasil 2012).

Raw fish can be objectively assessed by the Quality Index Method (QIM), which uses demerit scores ranging from 0 to 2 or 0 to 3 to assess each fish attribute. The total demerit score tends to increase over the ice storage period, generating a Quality Index (QI). The method aims to establish a linear correlation between the sensory quality of the fish, expressed as demerit score, and the ice storage period, resulting in its shelf life (Hydilig & Nielsen, 1997). This method has been used for various fish species: *Sepia officinalis*, L. (Sykes et al., 2009), *Micropogonias furnieri* (Teixeira et al., 2009), *Litopenaeus vannamei* (Oliveira et al., 2009), *Mullus barbatus* (Özyurt et al., 2009), *Upeneus moluccensis* (Özyurt et al., 2009), *Megalobrama amblycephala* (Song et al., 2011), *Pagellus bogaraveo* (Sant'ana, 2011), and *Boops boops*, L. (Bogdanovic et al., 2012), among others.

For a quantitative descriptive analysis (QDA), panelists are selected and trained to assess and score the sensory attributes of a fish, including its appearance, odor, taste, and texture. The scores are then statistically analyzed. The QDA is an important quality control tool in the food processing industry (Stone and Sidel, 2004). This method has been adapted to many fish species: *Salmo salar* (Sveinsdottir et al., 2002; Sveinsdottir et al., 2003), *Micropogonias furnieri* (Borges et al., 2007), hybrid striped bass *Morone saxatilis* X *Morone chrysops* (Nielsen and Green, 2007), *Pangasius hypophthalmus* (Phan and

Nguyin, 2012), and *Caiman crocodilus yacare* (Canto et al., 2012), among others.

The objective of this study was to develop a QIM protocol and perform a QDA to assess the sensory characteristics of gutted tambaqui (*Colossoma macropomum*) stored in ice for different periods.

2. Material and Methods

2.1 Sample acquisition and storage

Tambaquis (*Colossoma macropomum*) from the grow-out tanks of a fish farm located in a municipality of the state of Rio de Janeiro, Brazil, were carefully caught with a trawl to minimize their stress. The experiment was performed in two phases. The QIM was developed during the first phase using three lots of tambaqui, caught in September, October, and November 2011. Each lot consisted of 112 fish aged 08 to 10 months, weighing 2 ± 0.1 Kg, totaling 336 fish. The first and second lots were used for training the panelists and the third lot was used for filling out the Quality Index (QI). The QDA was performed during the second phase of this study with twelve cooked tambaqui. The fish aged 08 to 10 months and weighing 2 ± 0.1 Kg were caught in the months of March and May 2012.

The fish underwent a depuration period of 24 hours and immediately after the capture, they were desensitized, manually gutted, and rinsed. The depuration period consisted of keeping the fish in flowing-water tanks for 24 hours, either fasting or eating special food, as recommended by Pillay (1974). They were then placed in isothermal boxes with 1 kg of ice for every kg of fish and covered with a fine plastic film for protection. They were sent to the university's sensory analysis laboratory, where they were placed inside containers with 1 kg of ice for every 2 kg of fish. They remained stored in home refrigerators with a mean temperature of 0.5 ± 0.5 °C) until the sensory and analytical analyses were done. The fish were kept in ice for 22 and 18 days, respectively, for the QIM and QDA assessments. The ice was replaced daily.

2.2 Quality Index Method (QIM)

A QIM protocol was developed for assessing the samples, as recommended by Martinsdóttir et al. (2001), Sveinsdottir et al. (2003), and Hyldig and Green-Petersen, (2004).

A trained panel of five men and seven women, totaling 12 individuals, not allergic to fish were selected based on their interest in and availability for participating in the assessment.

Two fish from each storage period were used for training the panelists. The training consisted of sixteen 1-hour group sessions, using a total of 224 fish. The raw fish with a mean weight of 2.0 ± 0.1 kg (total of 18 kg) stored in ice for 01, 03, 08, 13, 18, 20 and 22 days were assessed individually in trays with a light-colored bottom.

The fish were assessed under laboratory conditions: all panelists were seated at a sterilized table with good lighting shining on the fish. The room temperature was about 20° C. All panelists were asked to use masks, gloves, and bonnet. The samples were removed from the ice 30 minutes before the start of each session. First, two experienced leaders assessed the quality attributes of the fish and recorded their findings. The remainder panelists were then allowed to examine the fish and interact with each other while doing so. They were supervised by the abovementioned leaders, who provided the usual attributes used for this type of fish quality assessment. By consensus, the panelists selected the attributes that best described the sensory changes that occurred from one storage period to the next.

After a training period of two months, the panelists developed the Quality Index (QI) for tambaqui. The QI was then filled out over four sessions using the third lot of tambaqui. Each fish was assessed four times, totaling 112 fish weighing 2.0 ± 0.1 Kg (224 Kg). The QI included the following parameters: general appearance, eyes, gills, abdomen, fins, muscle texture, and muscle color. Samples stored in ice for 01, 04, 08, 13, 18 and 22 days were assessed

in trays with a light-colored bottom coded with random three-digit numbers. Each panelist analyzed the samples individually and recorded his/her score for each QI parameter.

2.3 Quantitative Descriptive Analysis (QDA)

Eight trained, regular fish consumers used the QDA developed by Stone and Sidel (2004) to assess the sensory profile of each sample. The QDA includes a recruitment questionnaire, preselection using the triangle test for savory taste, panelist training and selection, and assessment of the test product by sensory analysis panelists.

The samples were cooked under controlled conditions. They were seasoned, wrapped in foil, and roasted in an electric oven at 300°C. The roasting time was determined by the weight of the sample. Samples weighing 2000g were roasted for 1 hour. Once cooked, the samples were filleted.

The training consisted of six 1-hour sessions. During these sessions, the panelists chose words to describe the sensory characteristics of the fish and developed an assessment form with the attributes and respective definitions. Each attribute was put on a 15 cm strip of paper with one reference item on each end. Every time an attribute was examined, the panelist would decide if the attribute resembled the first or second item on the strip and to what degree (intensity score). The closer a mark was placed to the item, the more the attribute of the fish resembled the characteristic of the item. This assessment form was developed by consensus during a meeting with all panelists. Once the panelists chose the attributes and items (Table 1), they held another six 1-hour sessions to create a terminology, using terms that ranged from “None” to “Strong” for each attribute.

Table 1. Sensory attributes (n = 16) of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the terms used in the Quantitative Descriptive Analysis

Category	Attribute	Attribute description	Reference
Appearance	Flesh color	Color ranges from white to yellow during the storage period, not including dark flesh.	LIGHT-COLORED: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) fillet cooked for 5 minutes. YELLOW: peeled potato (<i>Solanum tuberosum</i>).
	Glossiness	Light reflectivity.	NONE: Atlantic cod (<i>Gadus morhua</i>) shred cooked in the microwave oven for 2 minutes. VERY: European squid (<i>Loligo vulgaris</i>) rings cooked for 10 minutes.
Aroma	Characteristic of freshwater fish	Bland aroma characteristic of freshwater fish.	NONE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) fillet cooked for 5 minutes. STRONG: roasted dehydrated tambaqui after 1 day of ice storage.
	Sweet	Sweet aroma.	NONE: bottled water at room temperature. STRONG: fennel tea (<i>Foeniculum vulgare</i>) sachet (2g) diluted in 500 ml of water.

Continuation of Table 1: Sensory attributes (n = 16) of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the terms used in the Quantitative Descriptive Analysis.

	Greasy	Greasy aroma.	NONE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) fillet cooked for 5 minutes. STRONG: fat removed from cooked tambaqui.
Taste	Characteristic of freshwater fish	Strong taste of freshwater fish during mastication.	NONE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) steamed for 5 minutes. STRONG: roasted depurated tambaqui after 1 day of ice storage.
	Earthy	Earthy taste during mastication.	NONE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) steamed for 5 minutes. STRONG: roasted, not depurated tambaqui after 1 day of ice storage.
	Bitter	Bitter taste in the back of the tongue during mastication.	NONE: bottled water at room temperature. STRONG: green tea (<i>Camellia sinensis</i>) sachet (2g) made in 100 ml of water and diluted with another 100 ml of water.

Continuation of Table 1: Sensory attributes (n = 16) of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the terms used in the Quantitative Descriptive Analysis.

Sweet	Sweet taste during mastication.	NONE: bottled water at room temperature. STRONG: fennel tea (<i>Foeniculum vulgare</i>) sachet (2g) done with 100 ml of water and diluted with another 100 ml of water.
Earthy aftertaste	Earthy taste after swallowing.	NONE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) cooked for 5 minutes. STRONG: roasted, not deperated tambaqui after 1 day of ice storage.
Bitter aftertaste	Bitter taste after swallowing.	NONE: bottled water at room temperature. STRONG: green tea (<i>Camellia sinensis</i>) sachet (2g) done with 100 ml of water and diluted with another 100 ml of water.
Sweet aftertaste	Sweet taste after swallowing.	NONE: bottled water at room temperature. STRONG: fennel tea (<i>Foeniculum vulgare</i>) done with 100 ml of water and diluted with another 100 ml of water.

Continuation of Table 1: Sensory attributes (n = 16) of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) and the terms used in the Quantitative Descriptive Analysis.

Texture	Tenderness	Strength necessary to take a bite.	LITTLE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) cooked for 5 minutes. VERY: smooth-hound (<i>Mustelus mustelus</i>) fillet cooked for 5 minutes.
	Juiciness	Amount of moisture in the meat released during mastication.	LITTLE: cod (<i>Gadus morhua</i>) shred cooked in the microwave oven for 2 minutes. VERY: Canned blackfin tuna (<i>Thunnus atlanticus</i>).
	Elasticity	The ability of the bite to return to its original shape after it was pressed by the incisors or molars.	LITTLE: Alaska pollock (Theragra chalcogramma) cooked for 5 minutes. VERY: squid (<i>Loligo vulgaris</i>) rings cooked for 10 minutes.
	Cohesiveness	Tendency of the bite to stick together as it is masticated.	LITTLE: squid (<i>Loligo vulgaris</i>) rings cooked for 10 minutes. VERY: Canned blackfin tuna (<i>Thunnus atlanticus</i>).

During the training, each panelist assessed and tasted 25 grams of each cooked samples after an ice storage period of 01, 10 and 18 days. They were served on individual, disposable plates at a temperature of 40°C, along with a cup of water. The panelists were shown how to assess the samples using the reference items they had chosen. General appearance, taste, odor, and texture were discussed openly among the panelists, moderated by one leader. The QDA was performed under laboratory conditions, with the panelists seated at a sterilized table with good lighting shining on the samples and reference items. The room temperature was roughly 20°C and the panelists were instructed to use gloves and bonnets.

Before the final QDA, the panelists' assessments were tested for consistency. At the end of the training period, analysis of variance (ANOVA) was used for determining the consistency of the assessment made by each panelist, by comparing the scores he or she gave to each attribute. Each panelist repeated the assessment four times, totaling twelve tests per panelist. After this phase, eight panelists, four men and four women aged from 21 to 32 years, were selected to compose the final sensory assessment panel.

The final assessment was done in individual booths with white lighting. The samples were served at 40°C on disposable plates. Cream crackers and bottled water at room temperature were provided for the panelists to cleanse their palates between servings. The QDA was performed by trained panelists and repeated six times by panelist, using the assessment form and 15 cm scales they had developed during the training sessions.

2.4 Statistical analysis

Partial least squares (PLS) regression was used for analyzing the QIM data and determining which sensory attributes presented the most striking changes during the storage period.

Principal component analysis (PCA) was used for analyzing the mean scores of each QDA attribute, and a covariance matrix was used for analyzing the attributes (Y) as a function of ice storage period (X).

Analysis of variance (ANOVA) was used before the final QDA assessment for assessing panelist consistency, that is, their ability to distinguish between the samples, their intra-panelist agreement, and their inter-panelist agreement. The panelists selected for the final assessment were those who obtained significant F sample values (≤ 0.50) and F intra-panelist agreement (≥ 0.05) (Damásio and Costell, 1991). ANOVA was also used for analyzing the intensity scores given to each QDA attribute in random blocks for each sensory attribute. It tested the variation sources of the panelists, storage period, and effect of storage period effect. The means were then compared by the Tukey test. The significance level for all tests was set at 5% ($p < 0.05$).

Multiple factor analysis (MFA) was used for correlating the QIM and QDA variables. This analysis is used when one wishes to summarize a large amount of data into latent variables, which represent shared variance (Bakke et al., 2008).

All statistical analyses were done by the programs Statistical Analysis System (SAS) for Windows version 9.2 2008 - *SAS Institute, Inc. (SAS, North Caroline, EUA)* and XLSTAT for Windows version 2012.5 (Adinsoft, Paris, France).

3. Results and Discussion

The QI protocol (Table 2) for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) contains 9 quality attributes and 18 parameters. The parameter scores ranged from 0 to 1, 0 to 2, or 0 to 3, depending on the characteristic. The protocol has a maximum demerit score of 37 points, distributed as follows: 8 demerit points for general appearance; 8 for eyes; 2 for the head; 6 for the gills; 5 for the abdomen; 2 for the muscle; 2 for the caudal fin; 2 for the pelvic fin; and 2 for the dorsal fin.

Table 2. Quality Index Method for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Quality attribute	Parameter	Characteristics	Demerit points	
GENERAL APPEARANCE	SKIN	Intense glossiness	0	
		Less intense glossiness	1	
		No glossiness	2	
			Lateral line dark to silver	0
			Lateral line brown	1
			Lateral line reddish	2
		ZOOGLA	Zooglea	0
			No zooglea	1
		SCALES	Well pigmented. Uniform colors.	0
			Pale colors, similar to honeycomb	1
	FLESH	Firm; Godet signal (-)	0	
	FIRMNESS	Slightly soft	1	
		Godet signal (+)	2	
EYES	PUPIL	Black and translucent	0	
		Black and opaque (dark)	1	
		From gray to white	2	
			Absence of white spot	0
			Small white spot	1
			Large white spot, on most of it	2
		IRIS	Green	0
			Yellow to golden	1
			Orange to red	2
		SHAPE	Convex	0
	Flat		1	
	Concave		2	
HEAD	COLOR	Lower head: light salmon	0	
		Lower head: pearl	1	
		Lower head: yellow	2	

Continuation of Table 2: Quality Index Method for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*).

GILLS	COLOR	From red to wine	0
		Browning from the edges to the inside	1
		Totally brown	2
		Pale brown	3
	ODOR	Neutral; typical of fish	0
		Iron-like; blood	1
		Ammoniacal	2
		Unpleasant (rancid/putrid)	3
ABDOMEN (internally)	COR (ribs)	Light pink	0
		Pearl	1
		Beige	2
	ODOR	Neutral; typical of fish	0
		Iron-like; blood	1
		Ammoniacal	2
		Unpleasant (rancid/putrid)	3
	MUSCLE	COLOR	From pink to salmon
From peach to beige			1
Grayish brown			2
CAUDAL FIN	MOISTURE	Totally moist	0
		Drying from the edges	1
	COLOR	Clear colors	0
		Pale colors	1
PELVIC FIN	MOISTURE	Totally moist	0
		Drying from the edges	1
	COLOR	Clear colors	0
		Pale colors	1
DORSAL FIN	ELASTICITY	Elastic	0
		Inelastic	1
	COLOR	Clear colors	0
		Pale colors	1
Total QIM Score			0 - 37

Figure 1 shows the QI for tambaqui as a function of storage period, which may be understood as the sum of the scores attributed to each sensory characteristic at each study storage period. On the first storage day (day 01), tambaqui received a total score of QI=1.4, and on day 22, when it was consolidated end of the storage, the total score was QI=34.0. The total score versus storage period curve was significantly linear ($p < 0.01$).

The total scores for storage days 20 and 22 were similar (Figure 1), showing that from storage day 20, it became harder for the panelists to differentiate the samples. The total demerit score reached a maximum value on storage day 20, day in which the team of trained panelists rejected the samples and deemed tambaqui no longer fit for human consumption. Therefore, the samples from days 20 and 22 are considered the same. A similar finding was reported by Wünnenberg and Oehlenschläger (2008) when they investigated the influence of season on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): they found that the shelf lives for fall and winter differed by two days, being 14 and 16 days, respectively. However, it was challenging for the panelists to distinguish the samples stored for 14 days from those stored for 16 days.

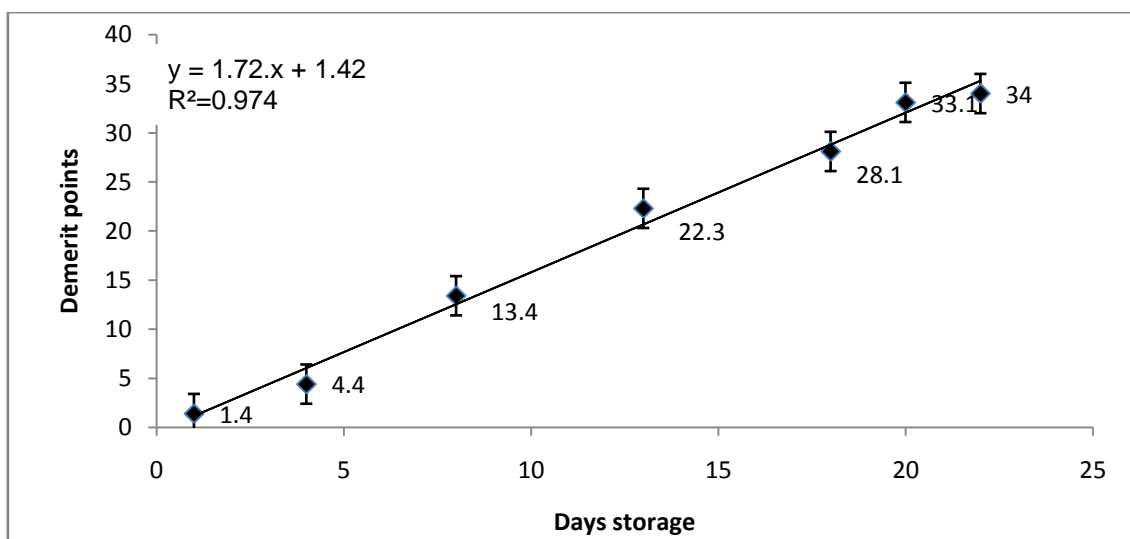
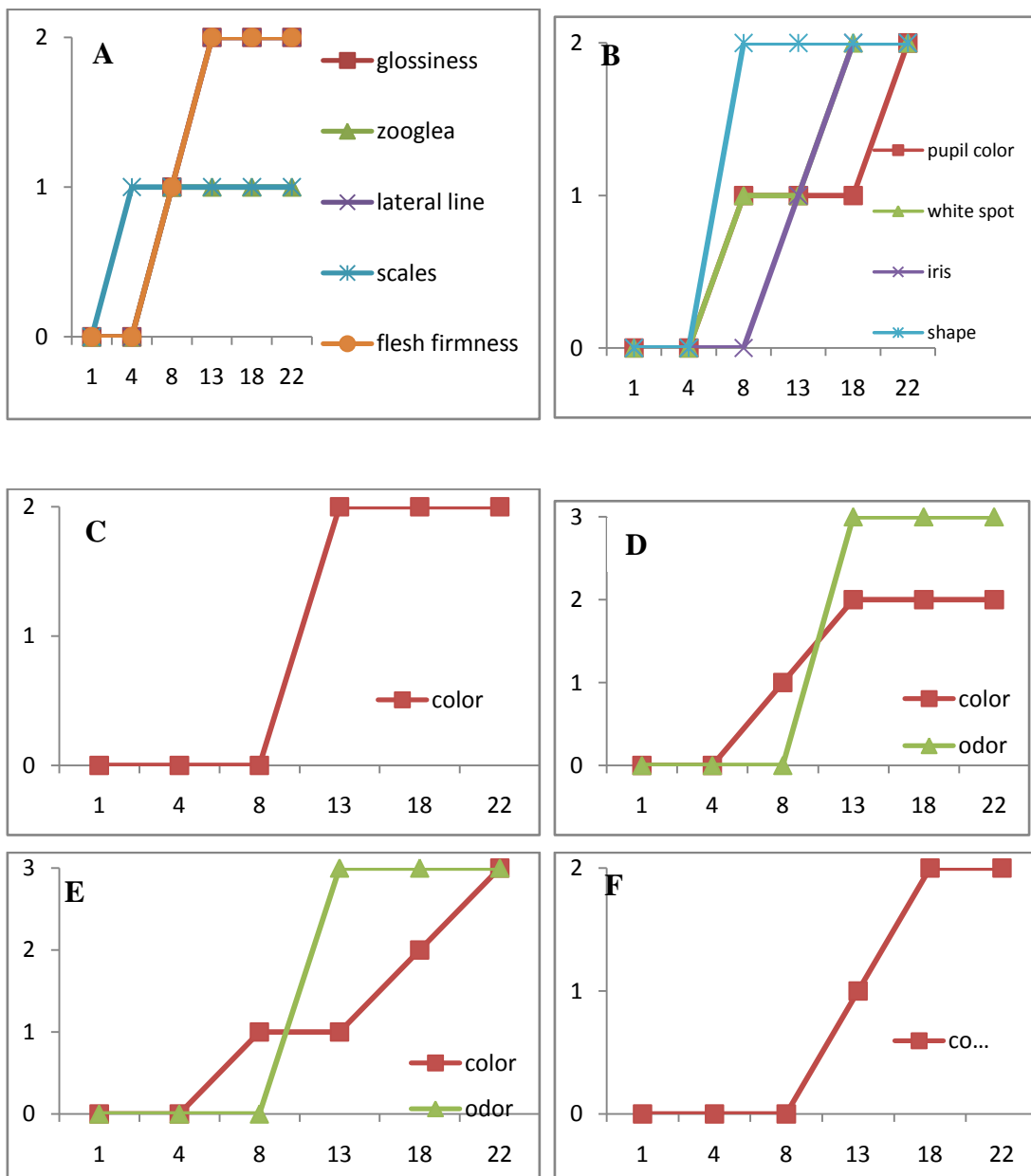


Figure 1. Linear correlation between total Quality Index Method score and storage period in days for tambaqui (*Colossoma macropomum*). Bars represent the daily standard deviation

Figure 2 shows how all parameters varied during the storage period. In general, all quality attributes presented a similar and steady variation during the storage period, without much oscillation. The results were similar to those described by Massa et al. (2005) and Sant'Anna et al. (2011), who developed QIM for the species *Paralichthys patagonicus* and *Pagellus bogaraveo*, respectively, and found that the demerit scores for all attributes increased steadily during the storage period.



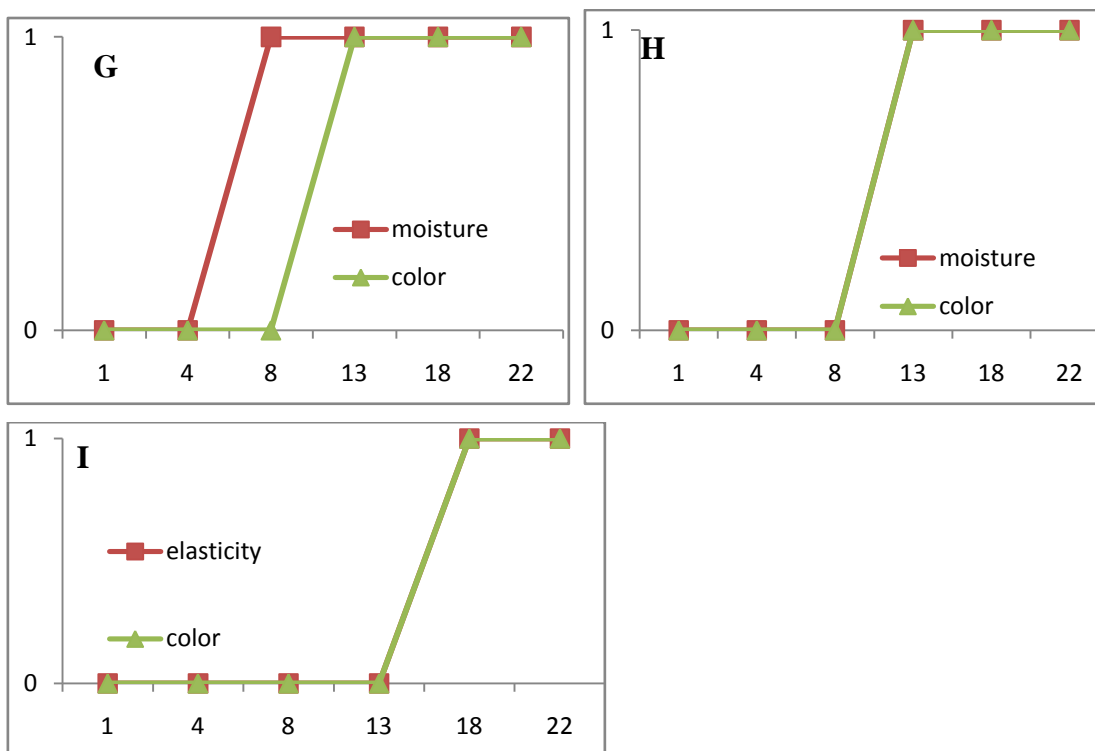


Figure 2. Mean demerit points as a function of ice storage days for each quality attribute of tambaqui (*Colossoma. Macropomum*): (A) general appearance; (B) eyes; (C) head; (D) gills; (E) abdomen; (F) muscle; (G) caudal fin; (H) pelvic fin; (I) dorsal fin.

3.1. PLS regression

PLS regression was used for calculating the standard error associated with the predicted shelf life of gutted, ice-stored tambaqui and for identifying the relevant positive and negative QIM parameters (Boulesteix & Strimmer, 2006).

According to figure 3, this error was estimated to be of roughly one day (1.42). The predicted and measured parameters were statistically similar ($p < 0.05$), and a good coefficient of determination ($R^2 = 0.974$) was found by linear regression between QI and ice storage period. The demerit scores of the QI parameters tended to increase linearly with ice storage period. The increase can be expressed by the equation $y = 1.72.x + 1.42$, indicating a good adjustment of the experimental data. In Argentina, Massa et al. (2012) developed a QIM for ice-stored Argentine anchoita (*Engraulis anchoita*) using PLS to correlate the total demerit score, whose increase was expressed by the

equation $IQ = 2.55x \text{ days in ice} + 1.76$, obtaining a coefficient of determination (R^2) of 0.98. Therefore, their results were similar to those of the present study regarding the high linear correlation between the total demerit score and storage period

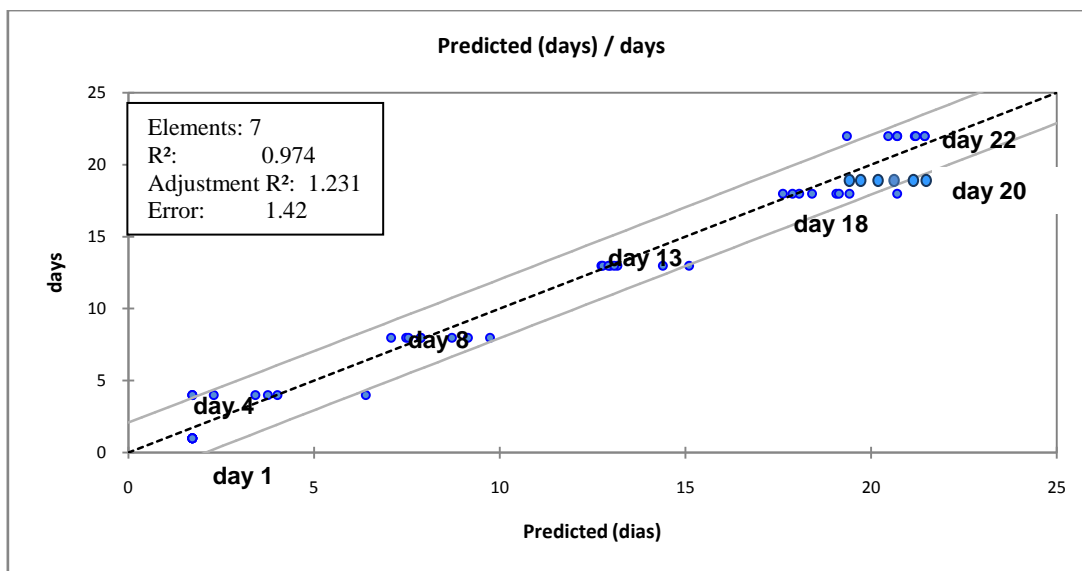


Figure 3. Partial least squares regression for the Quality Index Method with a total of 37 demerit points and the predicted values. Lines represent the 95% regression confidence.

Figure 4 shows the standardized coefficients for the QIM for tambaqui, with a confidence interval of 95%. A variable importance in the projection (VIP) greater than 1.0 indicated which quality attributes were important in the model (Donadoni et al., 2012), namely: skin glossiness, lateral line, gill odor, abdominal odor, color of the underside of the head, white spot on the pupil, pupil color, flesh firmness, gill color, abdominal color, caudal fin color, and iris color. The less important attributes were: moisture of the caudal and pelvic fins, muscle color, elasticity of the dorsal fin, eye shape, color of the pelvic and dorsal fins, zooglea, and scale pigmentation.

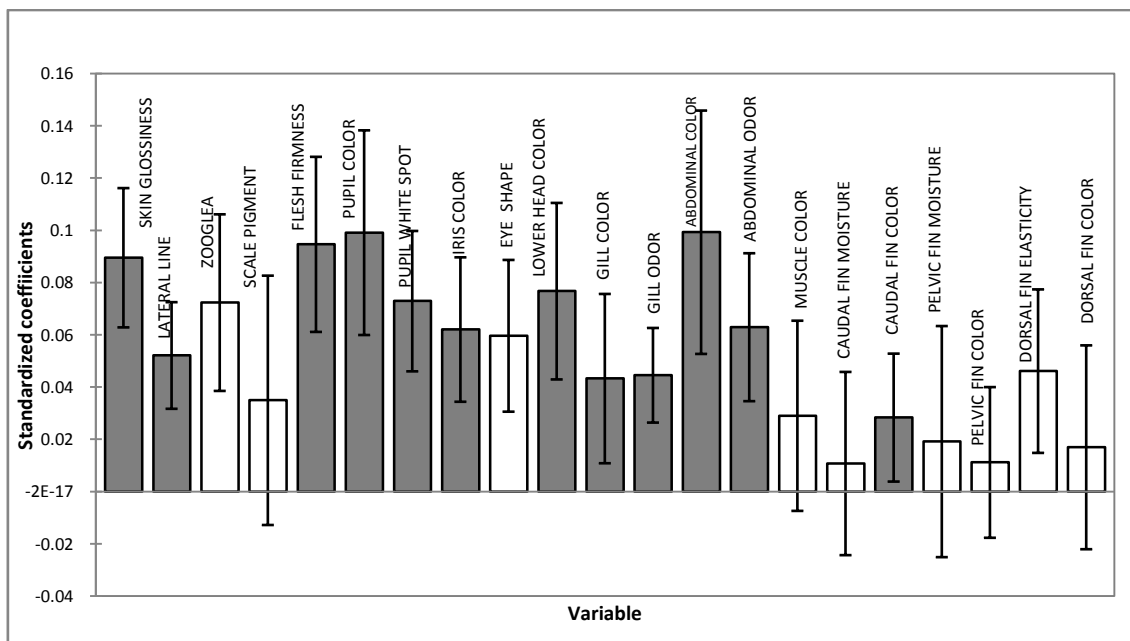


Figure 4. Partial least squares regression coefficient for the Quality Index Method (QIM) parameters developed for gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*), with a 95% regression confidence. (Gray = descriptor terms that contribute positively to QIM; white= descriptor terms that contribute little to QIM)

The attributes skin glossiness, color of the lateral line, gill odor, color of the underside of the head, and white spot on the pupil had the highest VIP (1.119, 1.060, 1.060, 1.060 and 1.058, respectively), indicating their greater influence in the model proposed for tambaqui. These factors include the most important sensory characteristics (appearance and odor). These results indicate that consumers select fish based on their appearance, which includes shape, odor, and aspect. They are the most influential attributes and play a decisive role in consumer's selection.

3.2 Quantitative Descriptive Analysis (QDA)

The trained sensory panel of eight panelists proposed 16 sensory attributes to describe the appearance, odor, taste, and texture of cooked tambaqui (*Colossoma macropomum*) meat after the fish was gutted and stored in ice for 18 days. Table 3 shows the attribute definitions, their mean intensities,

and the ANOVA schemes used for testing the effects of the sources of variation (panelist, storage time, and their interaction) on the QDA attributes that varied significantly over time ($p < 0.05$).

Table 3. Means and standard deviation of the intensity on a scale from 0 to 15 of the Quantitative Descriptive Analysis sensory attributes of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Sensory attribute	Day 1	Day 10	Day 18
Flesh color	9.2 (\pm 1.5) ^a	12.6 (\pm 1.5) ^b	12.8 (\pm 1.4) ^b
Glossiness	6.4 (\pm 2.2) ^a	4.7(\pm 2.4) ^b	3.3 (\pm 0.5) ^c
Typical freshwater fish aroma	10.6 (\pm 4.0) ^a	7.9 (\pm 1.0) ^b	6.0 (\pm 1.0) ^c
Sweet aroma	2.4 (\pm 1.6) ^a	3.3 (\pm 1.0) ^b	3.5 (\pm 1.2) ^b
Greasy aroma	8.7 (\pm 2.4) ^a	8.5 (\pm 1.1) ^a	6.9 (\pm 3.2) ^b
Typical freshwater fish taste	12.6 (\pm 1.1) ^a	8.0 (\pm 1.2) ^b	6.2 (\pm 1.0) ^c
Earthy taste	8.2 (\pm 2.1) ^a	7.1 (\pm 2.1) ^b	6.8 (\pm 2.5) ^b
Bitter taste	3.2 (\pm 0.9) ^a	4.3 (\pm 1.3) ^b	8.6 (\pm 0.8) ^c
Sweet taste	2.6 (\pm 1.0) ^a	3.6 (\pm 0.6) ^b	3.9 (\pm 0.8) ^b
Earthy aftertaste	6.3 (\pm 1.9) ^a	5.9 (\pm 0.8) ^b	5.6 (\pm 2.1) ^b
Bitter aftertaste	3.9 (\pm 0.8) ^a	2.4 (\pm 0.7) ^b	2.3 (\pm 0.8) ^b
Sweet aftertaste	1.0 (\pm 0.6) ^a	2.6 (\pm 1.0) ^b	2.8 (\pm 1.5) ^b
Tenderness	11.4 (\pm 0.9) ^a	13.8 (\pm 0.8) ^b	14.6 (\pm 1.0) ^c
Juiciness	10.8 (\pm 2.7) ^a	10.6 (\pm 1.2) ^a	8.4 (\pm 1.3) ^b
Elasticity	2.3 (\pm 0.7) ^a	2.3 (\pm 0.9) ^a	1.1 (\pm 0.7) ^b
Cohesiveness	3.0 (\pm 0.9) ^a	3.0 (\pm 0.9) ^a	2.0 (\pm 0.4) ^b

^{a,b,c} Means on the same line with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

The attributes aroma and taste typical of freshwater fish and sweet aroma are inversely proportional, that is, in fresh tambaqui (day 01), the aroma and taste typical of freshwater fish are evident, but these sensory characteristics become less evident as storage period increases. The opposite

happens with sweet aroma, sweet taste, and sweet aftertaste, which are not very noticeable in fresh tambaqui but increase over storage time. The same happens with the attributes bitter taste, earthy taste, and earthy aftertaste: in fresh tambaqui, the bitter taste is unnoticeable, while the earthy taste is very noticeable. As the storage period increases, the bitter taste becomes noticeable, while the earthy taste loses intensity until it becomes almost unnoticeable. These results are in agreement to those found by Alasalvar et al. (2001) and Lougovois et al. (2003) for gilt-head bream (*Sparus aurata*); by Pons-Sánchez-Cascado (2005) for European anchovy (*Engraulis encrasicolus*); and by Borges et al. (2007) for whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*).

Changes in flesh color, including yellowing, are probably due to the oxidation of unsaturated fatty acids. According to Huss (1997), at first the oxidation produces peroxides, which do not affect taste but may brown or yellow fish flesh.

Tamassia and Zamparetti (1987) explain that off-flavors stem from substances produced by cyanophycean algae (2-methylisoborneol and geosmin) that are either absorbed through the gills or ingested. In this study, off-flavors for the attributes earthy taste and earthy aftertaste in cooked tambaqui decreased over the storage period, indicating that the amount of these substances present in the flesh decreased over the storage period. Huss (1997) reported that as the storage period increases, the amount of bacteria on the flesh also increases, especially those of the genus *Pseudomonas*, which are responsible for the sweet aroma and taste. In this study, the panelists also noticed an increasingly sweet aroma and taste, and decreasingly earthy taste. The decrease in greasy taste would be associated with fatty acid oxidation, and the increase in bitter taste would be associated with the presence of hypoxanthine, a product of nucleotide catabolism (HUSS, 1998).

3.2.1. Principal Component Analysis (PCA) of QDA

The covariance matrix of the mean sensory attribute scores of tambaqui's QDA for the study storage periods pointed out two principal components (PC) that explain 100% of the variation between samples, that is, 90.74% for PC1 and 9.26% for PC2.

Figures 5A and 5B shows the sensory maps of the gutted, ice-stored tambaqui samples and attributes, respectively.

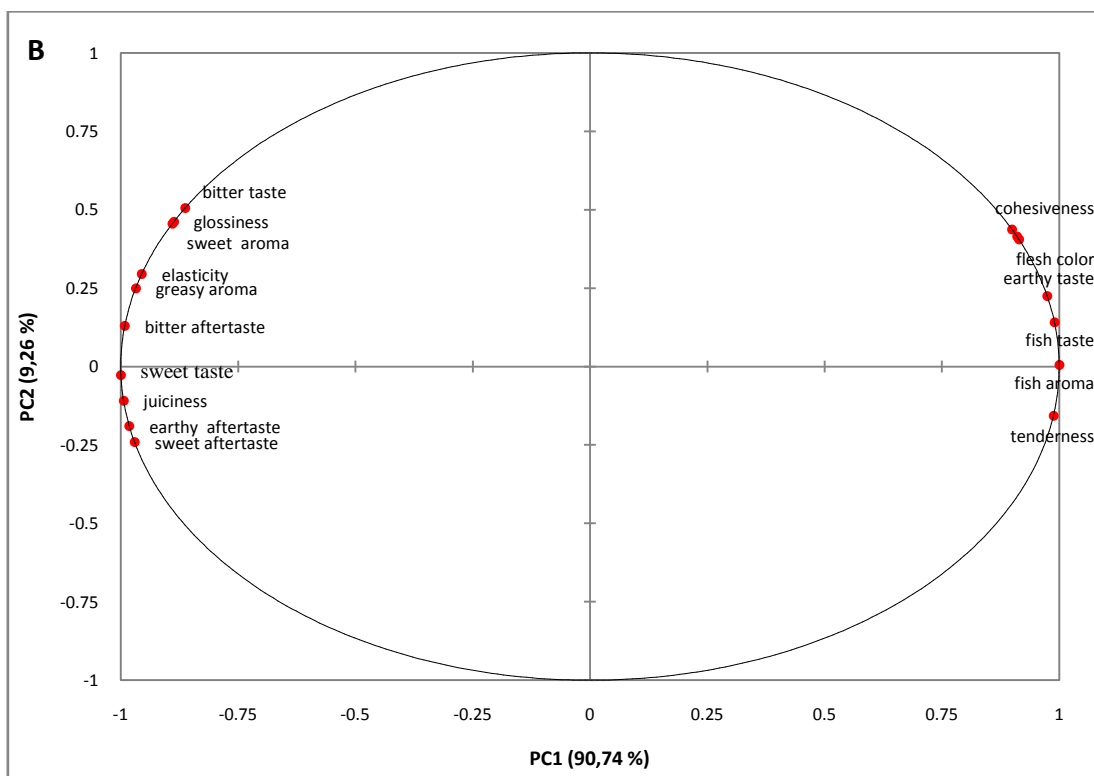
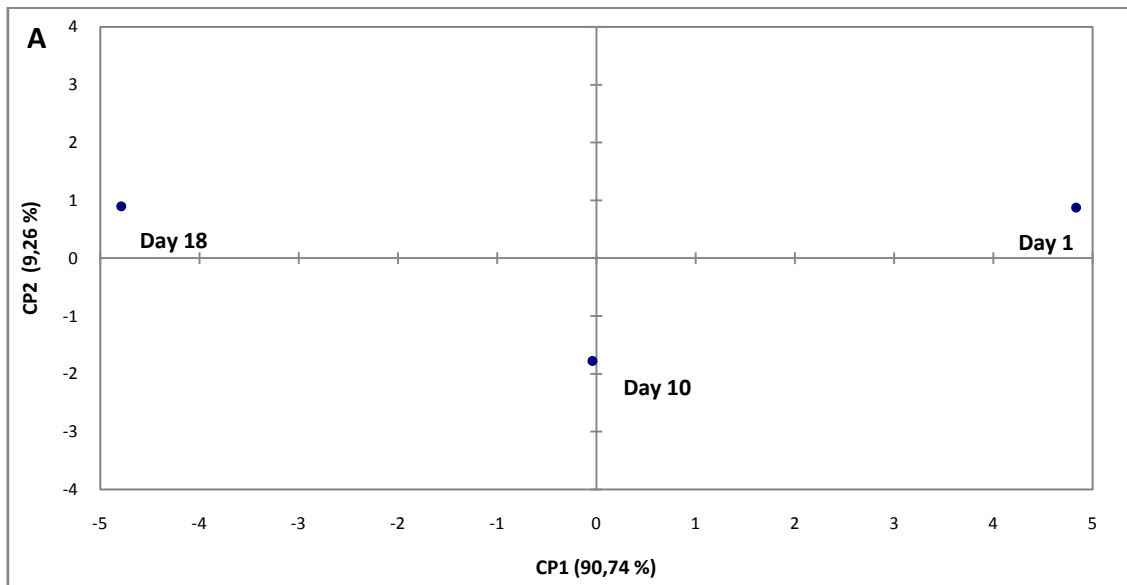


Figure 5. Sensory map of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) samples (A) and attributes (B) according to the Quantitative Descriptive Analysis

When the correlation between the dependent variables and PC1 is associated, variables with a value smaller than 95% ($p < 0.05$) helped to identify the important attributes. The positive attributes according to PC1 and their loadings were: sweet aroma (1.000), taste (0.974) and aroma (0.990) of freshwater fish, and tenderness (0.992). The negative PC1 attributes that stood out the most were juiciness (-0.991), bitter aftertaste (-0.992), earthy aftertaste (-0.981), greasy aroma (-0.971), sweet aftertaste (-0.970), sweet aroma (-0.890), sweet taste (-1.000), and elasticity (-0.961).

Phan & Nguyen (2012) performed a QDA for cooked catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillet and found that there is a strong correlation between taste-related variables and texture-related variables (elasticity, firmness and cohesiveness), which were the most relevant attributes for the dependent variables. In the present study, a high correlation was found among the dependent variables aroma, taste, and texture (tenderness and elasticity). However, appearance and color contributed little to the sensory quality of tambaqui, which is similar to the findings for catfish.

The quadrants of Figure 5A show that the samples were dispersed, forming three groups: day 01 samples are in the positive PC1 and positive PC2 quadrant. Although the samples are very fresh, they are statistically different.

When Figure 5A is compared with 5B, the day 01 sample has the following salient attributes and respective loadings: typical freshwater fish taste (0.974), flesh color (0.914), and cohesiveness (0.899). In the day 10 sample, the most salient attributes are: sweet taste (-0.987), earthy aftertaste (-0.982), sweet aftertaste (-0.971), and juiciness (-0.994). In the day 18 sample, bitter aftertaste (-0.992), greasy aroma (-0.968), elasticity (-0.955), glossiness (-0.887), and bitter taste (-0.863) are the most salient attributes. Therefore, the attributes that differ significantly ($p < 0.05$) were those with a loading greater than 0.95.

This correlation shows that on storage day 01, tambaqui has a typical taste of freshwater fish. As the storage period increases, new tastes emerge, such as sweetness. Finally, as the fish spoils, unpleasant (putrid) odors prevail, which were accompanied by an increasingly bitter taste.

3.3 Multiple Factor Analysis (MFA) between QDA and QIM

The present study used multiple factor analysis (MFA) to determine how much one variable influences another.

MFA was used for correlating the attributes of gutted, ice-stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) twice: for QDA (cooked samples) and QIM (raw samples). Two principal components (PC) were obtained from the mean scores of the sensory attributes listed in the QDA and QIM forms for all the study storage periods (day 01, day 10, and day 18). The two first PC explain 100% of the variation between the samples, that is, 91.25% for PC1 and 8.75% for PC2. In other words, the first axis is highly correlated with the variables of two QDA and QIM groups.

Together, QIM, QDA, and the MFA correlation between the variables pointed out the most important attributes, that is, the variables that exceeded 95% ($p < 0.05$). The QIM attributes that stood out and the respective loadings were: color of the caudal fin (1.000), iris color (1.000), pupil color (1.000), glossiness (0.992), and moisture of the pelvic fin (0.990). The QDA attributes that stood out and the respective loadings were: flesh color (1.000), earthy aftertaste (1.000), sweet aroma (0.991), tenderness (0.991), and greasy aroma (0.982).

Figures 6A shows the groups representing the QDA and QIM results, and 6B shows the QDA and QIM variables for different storage periods. The spatial separation between samples reflects how much they differ.

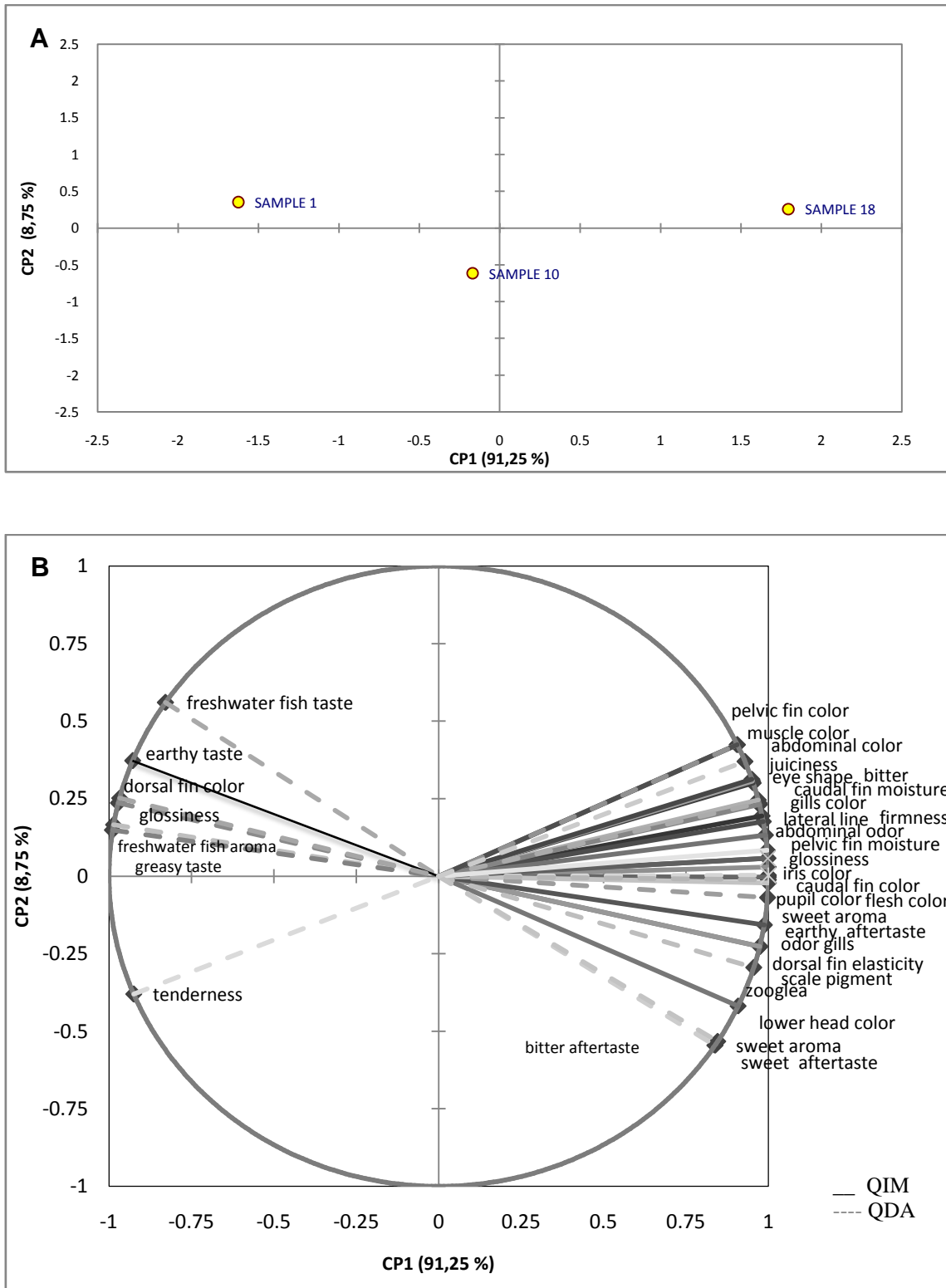


Figure 6. Multiple factor analysis (MFA) map. Groups representing the Quantitative Descriptive Analysis and Quality Index Method for gutted tambaqui (*Colossoma macropomum*) samples after different ice storage periods (A) and the respective attributes (B)

Figure 6A shows that three groups formed, representing the samples after different storage periods. They were obtained from the matrix containing the QDA and QIM attributes listed in columns. The day 01 samples are in the negative PC1 and positive PC2 quadrant. Samples stored on this day are considered fresh samples. The day 10 samples are in the negative PC1 and negative PC2 quadrant, and the day 18 samples are in the positive PC1 and positive PC2 quadrant. The three groups of samples are far from each other, indicating their considerable differences.

Together, Figures 6A and 6B indicate the QDA attributes that are intense on day 01: typical freshwater fish taste and odor, greasy taste, glossiness, and earthy taste. The most distinguishing QIM attribute on storage day 01 is tambaqui's dorsal fin; for day 10, the most distinguishing QDA attribute is flesh tenderness; for day 18, the most distinguishing QDA attributes are: juiciness, bitter taste, bitter aftertaste, and flesh color; and the most distinguishing QIM attributes are: color of the dorsal and pelvic fins, muscle color, abdominal color and odor, caudal fin color and moisture, eye shape, gill color, pelvic fin moisture, lateral line, flesh firmness, glossiness, iris color, and pupil color. As the storage period increases, the following spoilage signs become more evident: loss of texture, changes in taste and odor, changes in the appearance of the skin and eyes, and changes in color.

Figure 7 shows a clear spatial separation between the samples stored for 01 day and those stored for 18 days: they are on opposite ends of PC1, forming two groups. The correlation between QDA and QIM is 0.94 for all the study data. This means that these two protocols have similar characteristics. However, in PC2, day 01 and day 18 samples are also separated, indicating that there are some differences between QDA and QIM. Figure 7 also shows the formation of a third group consisting of day 10 samples. They remain close in PC1 and even closer in PC2. Additionally, they are clearly separated from the other groups, at an intermediate spatial location. The correlation between the QDA and QIM of the day 10 samples, and consequently, their greater spatial proximity, suggests a smaller variation between these protocols.

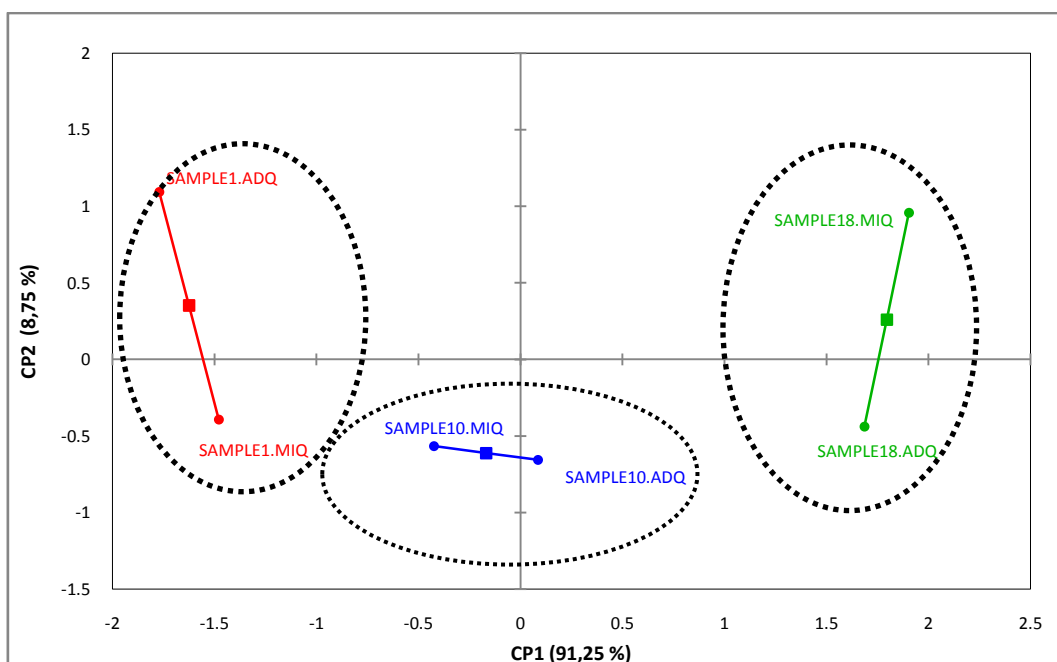


Figure 7. Correlation between partial axes and Multiple Factor Analysis (MFA) regression

The results of the present study are in agreement with studies done by Rødboten et al. (2009) who concluded that color has a small impact on the quality of cooked salmon (*Salmo salar L.*). In the present study, MFA shows that the attributes color of the muscle, abdomen, gills, and dorsal, pelvic and caudal fins are more evident on the last storage day. On the other hand, this finding challenges the paradigm of using the fish's color to determine its quality. The changes pointed out by the panelists are negative changes stemming from postmortem mechanical loss of pigment cells and pigment oxidation, which are evidenced by loss of color intensity.

MFA of gutted, ice-stored tambaqui stored for different periods shows the existence of a correlation between QDA and QIM. The changes in appearance and odor observed in the QIM were accompanied by changes in taste, texture, and odor observed in the QDA of cooked tambaqui. These sensory characteristics suggest that the shelf life of gutted, ice-stored tambaqui is 18 days. Nielsen and Green (2007) developed a QIM protocol and performed the QDA for hybrid striped bass. The statistical correlations of their analyses have shown that the shelf life of ice-stored hybrid striped bass is 14 days.

Sveinsdottir et al. (2002) developed a QIM and performed a QDA for ice-stored salmon (*Salmo salar*) over a period of 24 days. They found a high correlation between QDA and QIM and established a shelf life of 20 days for ice-stored salmon.

4 Conclusions

The QIM protocol developed for tambaqui (*Colossoma macropomum*) has a total of 37 demerit points and can effectively assess freshness, and correlate freshness with ice storage period.

The terms chosen by the panelists for tambaqui's (*C. macropomum*) QDA were validated statistically.

Both the QDA and QIM showed that undesirable characteristics became significantly more intense after 18 days of ice storage. Based on the strong correlations between the QDA and QIM attributes, gutted, ice-stored tambaqui (*C. macropomum*) is fit for human consumption until 18 days, posing no health risk for consumers.

References

ALASALVAR, C., TAYLOR, K. D. A., ÖKSÜZ, A., GARTHWAITE, T., ALEXIS, M. N. and GRIGORAKIS, K. 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. Food Chem. Saf. 72, 33-40.

ARAÚJO-LIMA, C. A. and GOULDING, M. 1998. Rainforest Alliance. In. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Vol. I, (Sociedade Civil Mamirauá, ed.). Pp 82-91, CNPq, Brasília).

BAKKE, H. A., LEITE, A. S. M. and SILVA, L. B. 2008. Multivariate statistics: factorial analysis application. Revista Gestão Industrial. 04, 01-14.

BAYARRI, S., CARBONELL, E. X., BARRIOS and COSTELL, E. 2011. Impact of sensory differences on consumer acceptability of yoghurt and yoghurt-like products. *Int. Dairy J.* 21,111-118.

BOGDANOVIC, T., SIMAT, V., FRKA-ROIC, A. and MARKOVIC, K. 2012. Development and application of Quality Index Method scheme in a shelf life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*, L.). *J. Food Sci.* 0, 51-58.

BORGES, A., TEIXEIRA, M. S., FREITAS, M. Q., FRANCO, R. M., MÁRSICO, E. T. and São Clemente, S. C. 2007. *Rev. Cent. Cienc. Rurais (Univ. Fed. St. Maria)*. 37, 259-264.

BOULESTEIX, A. L. and STRIMMER, K. 2006. Partial least squares: a versatile tool for the analysis of high-dimensional genomic data. *Briefings Bioinf.* 8, 32-44.

BRASIL. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2012. MPA. Chapter 8 Aquicultura. Ministério da Pesca e Aqüicultura: Brasília. available at: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%20da%20pesca%20completo2.pdf>. (Accessed on december 12, 2012).

CANTO, A. C. V. C. S., LIMA, B. R. C. C. , CRUZ, A. G., LÁZARO, C. A., FREITAS, D. G. C., FARIA, J. A. F., TORREZAN, R., FREITAS M. Q. and SILVA, T. P. J. 2012. Effect of high hydrostatic pressure on the color and texture parameters of refrigerated Caiman (*Caiman crocodilus yacare*) tail meat. *Meat Sci.*, 91, 255–260

DAMÁSIO, M. H. and COSTELL E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: generación de descptores e selección de catadores. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 31, 165-178.

DONADONI, G., FUMI, M. D., VANONI, L. and PORRETTA, S. 2012. Hedonic responses to cheese in preschoolers. *J. Sens. Stud.* 27, 176–187.

GOULDING, M. and CARVALHO, M. L. 1982: Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae) an important Amazonian food fish. *Arq. Zool.* 1, 107 - 133.

GOULDING, M. 1993: Flooded forests of the Amazon. *Sci. Am.* 1, 113 – 120.

HUSS, H. H. 1997. Aspectos da qualidade associados ao pescado. In *Garantia da qualidade dos produtos da pesca*, vol. I, (H. H. Huss ed.). Pp 52-70, FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Rome.

HUSS, H. H. 1998. Cambios en la calidad y duracion en almacen del pescado enfriado. In *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*, vol I, (H. H. Huss ed.). Pp 43-51, FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Rome.

HYDILG, G., and NIELSEN, J. 1997. A rapid method for quality management. In: *Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action — Evaluation of Fish Freshness*, vol I (Hydilig, G., and Nielsen, J. eds.). Pp 297–305, Nantes Conference, Paris.

HYLDIG, G. and GREEN-PETERSEN, D. M. B. 2004. Quality Index Method An Objective Tool for Determination of Sensory Quality. *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 13, 71-80.

LOUGOVOIS, V.; KYRANAS, E. and KYRANA, V. 2003. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Res. Int.* 36, 551–560.

MARTINSDÓTTIR E., SVEINSDÓTTIR K., LUTEN J. B., SCHELVIS-SMIT R. and HYLDIG, G. 2001. Sensory evaluation of fish freshness. In reference

manual for the fish sector, (QIM Eurofish ed.). Pp 42-56, QIM Eurofish, The Netherlands: .

MASSA, A. E., PALACIOS, D. L., PAREDI, M. E. and CRUPKIN, M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). J. Food Biochem, 29, 570–590.

MASSA, A. E., MANCA, E. and YEANNES, M. I. 2012. Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. Food Sci. Technol. Int. (London, U. K.). 18, 339-351.

NIELSEN D and GREEN D. 2007. Developing a quality index grading tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) based on the Quality Index Method:. Int. J. Food Sci. Technol. 42, 86-94.

OLIVEIRA V. M., CLEMENTE S. C. S. , MÁRSICO E. T. and FREITAS M. Q. 2009. Método do Índice de Qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. Rev. Univ. Rural, Ser. Cienc. Exatas Terra. 29, 60-71.

ÖZYURT G., KULEY E., ÖZKÜTÜK S. and ÖZOGUL F. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Food Chem. Saf. 114, 505-510.

PHAN, U.T.X. and NGUYEN, D.H. 2012. Flavor of cooked catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets as prediction from raw fresh and frozen-to-thawed. J. Sens. Stud. 27, 12-25.

PILLAY, T.V.R. 1974. Aquaculture and fishery products development. In Fishery products (Kreuzer, R. and Surrey, W. B. Eds.). Pp 250-253, Fishing News (Books) Ltd, Rome.

PONS-SÁNCHEZ-CASCADO, S.; VIDAL-CAROU, M. C.; NUNES, M. L. and VECIANANOGUÉS, M. T. 2005. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control*. *17*, 564–569.

RØDBOTTEN, M., LEA, P. and UELAND, O. 2009. Quality of raw salmon fillet as a predictor of cooked salmon quality. *Food Quality and Preference*. *20*, 13–23.

SANT'ANA, L. S., SOARES, S. and VAZ-PIRES, P. 2011. Development of a Quality Index Method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *LWT*. *44*, 2253-2259.

SONG Y, LIU L, SHEN H, YOU J and LUO Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*. *22*, 608-615.

STONE H. and SIDEL J. L. 2004. Descriptive analysis. In *Sensory Evaluation Practices*, Third edition., (Elsevier ed.). Pp 201-246, Academic Press, California.

SVEINSDOTTIR, K., MARTINSDOTTIR, G., HYLDIG, B., JØRGENSEN B. and KRISTBERGSSON K. 2002. Application of Quality Index Method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Food Sci.* *67*, 1570 – 1579.

SVEINSDOTTIR, K.; HYLDIG, G. and MARTINSDOTTIR, E. 2003. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*. *14*, 237-245.

SYKES, A. V., OLIVEIRA, A. R., DOMINGUES, P. M., CARDOSO, C. M., ANDRADE, J. P. & NUNES, M. L. 2009. Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed

Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. Food Sci. Technol. 42, 424-432.

TAMASSIA, S. T. J. and ZAMPARETTI, A. S. 1987. Justificativas e Sugestões para a Criação de Carpas em Santa Catarina, vol. I, (EMPASC ed.). Pp 01-16, Empresa Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina , Florianópolis.

TEIXEIRA, M. S., BORGES, A., FRANCO, R. M., CLEMENTE, S. C. S. and FREITAS, M. Q. 2009. Método de Índice de Qualidade (MIQ): protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). Revista Brasileira Ciência Veterinária. 16, 83-88.

WÜNNENBERG A and OEHLENSCHLÄGER J. 2008. Untersuchungen zur saisonalen Abhängigkeit der Haltbarkeit von Zuchtforellen (*Onchorhynchus mykiss*) während der Eislagerung mittels der Qualitäts-Index-Method (QIM) an Ganzfisch und Sensorik gegarter Filetproben. Archiv für Lebensmittelhyg. 59, 221-226.

3.4 ESTUDO SENSORIAL DA CARNE COZIDA DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*), DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO SEU HÍBRIDO TAMBACU EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO

Estudo sensorial da carne cozida do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido tambacu eviscerados e estocados em gelo

Study sensory of cooked, gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), and their hybrid offspring tambacu

Alexandre Borges*¹, Bianca Gonçalves Medina², Carlos Adam Conte-Junior³,
Mônica Queiroz de Freitas³

Resumo

Este estudo teve como objetivo realizar o teste de aceitação sensorial e a análise de textura instrumental da carne do pacu, tambaqui e o seu híbrido tambacu eviscerados e estocados em gelo. Os testes de aceitação e textura instrumental foram realizados na carne cozida dos peixes previamente estocadas em gelo por 01, 05 e 10 dias para pacu e tambacu e estocado por 01, 10 e 18 dias para tambaqui. Para todas as espécies, as análises sensoriais foram realizadas com 120 consumidores habituais de peixe. Para análise estatística dos resultados foram realizados ANOVA com delineamento em blocos casualizados. Na interpretação estatística, não ocorreu diferença significativa ($p > 0,05$) na aceitação dos consumidores entre os três períodos de estocagem analisados para todos os peixes. Os resultados da textura instrumental dos atributos elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência não variaram significativamente ($p > 0,05$) e ocorreu variação dos atributos dureza e adesividade para todas as espécies de peixes estudadas nos diferentes períodos de estocagem. Os consumidores de peixe deste experimento apresentaram neofobia alimentar. Conclui-se que os três peixes eviscerados e estocados em gelo mantiveram as características sensoriais aceitáveis até o 10^o dia para tambacu e pacu, e até o 18^o dia para o tambaqui.

Palavra-chave: *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, tambacu, aceitação sensorial, neofobia alimentar, textura instrumental.

Abstract

The objective of this study was to test the acceptance and instrumental texture of the flesh of gutted pacu, tambaqui, and their hybrid offspring tambacu stored in ice. The acceptance and instrumental texture tests were performed on the cooked flesh of the fish stored in ice for 01, 05, and 10 days for pacu and tambacu; and 01, 10, and 18 days for tambaqui. A total of 120 regular fish consumers performed the sensory analyses of all three species. The statistical analysis consisted of analysis of variance (ANOVA) for randomized block design. Storage period did not affect the degree of acceptance of any of the three fish ($p>0.05$). The instrumental texture results for the attributes springiness, cohesiveness, chewiness, and resilience did not vary significantly ($p<0.05$) but hardness and adhesiveness varied between storage periods for all three fish. The fish consumers in this study presented food neophobia. In conclusion, gutted, ice-stored tambacu and pacu maintained acceptable sensory characteristics over 10 days of ice storage, and tambaqui over 18 days of ice storage.

Keywords: *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, tambacu, sensory acceptance, foodneophobia, instrumental texture

INTRODUÇÃO

A rápida expansão da piscicultura no Brasil está diretamente ligada a sua rentabilidade. O consumo de peixes é um dos segmentos alimentícios de mais rápido crescimento no Brasil, tendo tido uma taxa de crescimento de 9% nos últimos seis anos, ultrapassando as outras proteínas de origem animal (Brasil, 2012). Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (Brasil, 2012), entre os peixes nativos brasileiros que está tendo maior interesse na piscicultura merece destaque o grupo popularmente conhecido peixes redondos que são: tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seu híbrido tambacu, que juntos representam 24,6% da produção nacional.

Para aperfeiçoar a qualidade sensorial dos produtos alimentícios é importante avaliar a aceitação dos consumidores e posteriormente identificar

como as características sensoriais dos produtos influenciam a preferência (Schlich e McEvan, 1992). A análise de aceitação possibilita a obtenção de informações importantes, refletindo o grau com que os consumidores gostam ou não de um determinado produto. Entre os métodos sensoriais existentes para medir a aceitação e preferência de um grupo de provadores, o que utiliza escala hedônica de nove pontos é o mais aplicado, devido à sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados. Com isso é possível transformar dados subjetivos em objetivos e obter informações importantes do mercado consumidor de um determinado produto (Stone e Sidel, 2004).

A análise da textura deve refletir as características mecânicas do alimento quando submetido à uma força definida, a avaliação pode ser realizada por métodos subjetivos e métodos objetivos. 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 texturômetro, onde a amostra é submetida a uma sonda que medirá o perfil da textura (Botta, 1991). Assim, a análise instrumental da textura vem sendo utilizada 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).

Há poucos estudos na literatura sobre o teste de aceitação e a textura instrumental em peixe dulcícola. Entretanto, não foram encontrados trabalhos que fazem relação entre o teste de aceitação dos consumidores e a textura instrumental da carne cozida de peixes. Destaca-se na piscicultura nacional de peixe dulcícola o cruzamento de diferentes espécies de peixes para a obtenção de híbridos. Neste sentido, proceder à exploração das propriedades da escala de neofobia alimentar, definida como um traço de personalidade manifesta pela falta de vontade em experimentar novos alimentos, se faz necessária para o conhecimento do mercado consumidor frente às novas espécies de peixes produzidas pelo cruzamento industrial. Além desse fato, observa-se que consumidores que vivem em locais próximos ao mar têm maior disponibilidade de peixe marinho e conseqüentemente não consomem habitualmente peixe de água doce, o que reintera a necessidade do estudo em neofobia alimentar.

Neste contexto, o presente estudo objetiva determinar a qualidade da carne cozida das espécies dulcícola tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e do híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), logo após a captura e em diferentes tempos de estocagem em gelo, a partir da aceitação sensorial e da análise de textura instrumental, além do estudo de neofobia alimentar em consumidores habituais de peixe.

Material e métodos

Os peixes pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) procedentes dos tanques de engorda foram despescados com rede de arrasto, em piscicultura localizada no estado do Rio de Janeiro com critérios adequados para minimizar o estresse dos animais. Foram coletados, para cada espécie, 6 exemplares, com idade entre 08 e 10 meses e peso médio de $2,0 \pm 0,1$ Kg, totalizando 18 peixes; sendo destinados para análises sensorial e instrumental de textura.

Os peixes foram submetidos a uma etapa de depuração de 24 h, e imediatamente após a despesca foram insensibilizados, eviscerados manualmente e lavados. O processo de depuração foi usado nos peixes em tanques em que permaneceram em jejum ou mantidos com alimentação específica para tal sob água corrente, de acordo com a metodologia Pillay (1974). Em seguida foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo, na proporção de 1 Kg de gelo para 1 Kg de peixe recobertos com uma fina película de filme plástico de proteção e encaminhados ao Laboratório de Análise Sensorial, onde foram acondicionados em recipientes contendo gelo, na proporção de 1 Kg de gelo para 2 Kg de peixe. Tais recipientes eram mantidos em refrigerador doméstico (temperatura média $0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) para os procedimentos analíticos sensoriais e instrumentais da textura, sendo o gelo em escama substituído diariamente.

As amostras foram preparadas, envolvidas em folha de papel alumínio e cozidas em forno elétrico a uma temperatura de 300°C . Assim sendo o cozimento foi realizado com peixes pacu e tambacu estocados em gelo por 01, 05 e 10 dias de acordo com a validade comercial estipulada, respectivamente,

por Borges et al. (2011a) e Borges et al. (2011b); e estocado por 01, 10 e 18 dias para tambaqui de acordo com a validade comercial estipulada por Borges et al. (2012).

O teste de aceitação foi realizado com a carne previamente cozidas e sem a pele utilizando 120 consumidores habituais para cada espécie estudada. Os julgadores não treinados eram compostos de 29% do sexo feminino e 71% do sexo masculino, com idades variando entre 19 e 58 anos. O teste foi realizado sob condição laboratorial em cabine individual provida de luz branca. Os julgadores receberam uma ficha para avaliação do sabor, aroma, textura e impressão global, em escala hedônica estruturada de 9 pontos que variam entre os termos hedônico “gostei extremamente” (9) e “desgostei extremamente” (1) de acordo com a metodologia de Stone e Sidel (2004). Também foi distribuído aos julgadores um questionário no qual preencheram os traços de apetência alimentar, em escala de neofobia alimentar de 5 pontos, variando desde “discordo plenamente” (5) a “concordo plenamente” (1). O questionário utilizado neste trabalho foi de acordo com a versão elaborada por Pliner e Hobden (1992). As fichas preenchidas pelos provadores foram organizadas e a classificação dada pelos julgadores foi transformada em valores numéricos para análise estatística dos resultados.

O perfil de textura instrumental foi realizado com as amostras cozidas sob a mesma condição do teste de aceitação, proveniente dos peixes estocados também nos mesmos períodos de tempo. As análises foram realizadas no texturômetro TA-XT Express – Texture Technologies Corp. (Stable Micro System Ltda, Vienna Court, Reino Unido) em triplicata, onde as amostras (20 mm de diâmetro, 20 mm de espessura) foram submetidas a uma Análise de Perfil de Textura (TPA) de acordo com a metodologia de Bourne (2002), para o cálculo dos parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência empregou-se o programa Texture Expert ®. As condições utilizadas foram: a) Velocidade pré-teste = 1,0 mm/seg; b) Velocidade do teste = 1,0 mm/seg; c) Velocidade pós-teste = 1,0 mm/seg; d) A distância que o dispositivo comprimiu a amostra foi de 9,6 mm, equivalente a 40% de compressão; e) Força de contato = 5,0g; f) O probe utilizado foi o SMS P/36. Todas as medidas foram feitas em temperatura ambiente aproximadamente 25°C.

Medidas descritivas, expressa por média foram utilizadas para os parâmetros da análise sensorial e da textura instrumental, na qual foram realizados análise de variância (ANOVA) com delineamento em blocos casualizados. Para o teste de comparação entre médias, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Todos os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se os programas Statistical Analysis System (SAS) for Windows versão 9.2 2008 - SAS Institute, Inc. (SAS, North Caroline, EUA) e XLSTAT for Windows versão 2012.5 (Adinsoft, Paris, France).*

Resultados e discussão

As tabelas 1, 2 e 3 representam as análises estatísticas da avaliação sensorial, respectivamente do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerados e cozidos, pelo teste de comparação entre médias onde foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1: Escores médios e desvio padrão da aceitação sensorial quanto ao sabor, aroma, textura e impressão global do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 05	Dia 10
Aroma	6,53 ^a (0,88)	6,05 ^a (0,82)	5,93 ^a (0,98)
Sabor	6,50 ^a (1,01)	5,95 ^a (0,99)	5,86 ^a (0,89)
Textura	7,01 ^a (1,00)	6,53 ^{ab} (1,12)	6,05 ^b (1,08)
Impressão global	6,61 ^a (0,92)	6,36 ^a (0,81)	6,01 ^a (0,78)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 2: Escores médios e desvio padrão de aceitação sensorial quanto ao aroma, sabor, textura e impressão global nas amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) eviscerado, cozido e estocado por 1, 10 e 18 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 10	Dia 18
Aroma	6,13 ^a (1,01)	6,05 ^a (0,98)	6,03 ^a (0,88)
Sabor	6,41 ^a (1,1)	6,35 ^a (0,82)	6,32 ^a (0,93)
Textura	6,74 ^a (0,84)	6,50 ^a (1,00)	6,49 ^a (0,99)
Impressão global	6,50 ^a (0,96)	6,37 ^a (0,91)	6,29 ^a (0,99)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 3: Escores médios de aceitação sensorial quanto ao aroma, sabor, textura e impressão global nas amostras de tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 05	Dia 10
Aroma	5,96 ^a (0,98)	5,65 ^a (0,88)	5,53 ^a (0,88)
Sabor	6,10 ^a (0,97)	5,91 ^a (0,89)	5,43 ^a (0,91)
Textura	6,76 ^a (1,02)	6,56 ^a (0,96)	6,00 ^b (0,93)
Impressão global	6,41 ^a (1,05)	6,13 ^a (0,99)	5,68 ^a (0,91)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

As amostras do pacu eviscerado e cozido obtiveram escore de aceitação entre 5 e 7 para os atributos testados nos dias 01, 05 e 10 de estocagem em gelo, indicando que a opinião dos provadores variaram entre os termos

“indiferente” e “gostei moderadamente” para os atributos de aroma, sabor, textura e impressão global. Para o tambaqui eviscerado e cozido, o escore de aceitação foi de 6 para todos os atributos nos dias 01, 10 e 18 de estocagem em gelo, indicando como termo “gostei ligeiramente”. Enfim, nas amostras do híbrido tambacu eviscerado e cozido, as pontuações dadas pelos julgadores variaram de 5 a 6 para todos os atributos, mostrando a avaliação desses julgadores entre os termos: “indiferente” e “gostei ligeiramente”. Portanto, a partir desses resultados, concluiu-se que as espécies de peixe em estudo apresentaram pouca variação em todos os atributos estudados e obtiveram uma “boa” aceitação pelos julgadores.

Resultado equivalente ao obtido por Barbosa et al. (2008) que testaram a aceitação sensorial em escala hedônica de 9 pontos em espécie de água doce tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e obtiveram a média dos escores de aceitação de 7,1, na qual está situado no termo hedônico “gostei moderadamente”, indicando que tal produto apresenta boa aceitação. Outra concordância entre resultados desta pesquisa é que os julgadores não constataram “gosto de terra” nos resultados obtidos na análise sensorial devido ao processo de depuração imposto ao peixe antes da despesca.

Segundo Ploeg e Body (1992), a maior causa do aparecimento de *off flavor* em pescado é a geosmina (GEO) que é excretada na água por algas azuis-verdes e por actinomicetos. Entretanto a prática de depuração é recomendada na literatura (Pillay (1974), Lovell (1976); Martin (1988), Ayroza (1995) Kubtiza (2000), Borges et al. (2011c), particularmente se o peixe for criado em sistemas semi-intensivos e em tanques-rede. Este autores relatam ainda que o melhor método para eliminar o *off flavor* adquirido devido a ingestão de certos tipos de algas é a utilização do processo de depuração.

Pode-se observar que não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o tambaqui em todos os atributos nos diferentes dias de estocagem. Em relação ao pacu e tambacu somente o atributo textura teve diferença significativa ($p<0,05$) em diferentes períodos de estocagem, sendo que para os atributos sabor, odor e impressão global não houve diferença significativa ($p>0,05$). Tais resultados demonstram que os julgadores não treinados consideraram as três espécies de peixes dulcícolas aptas para consumo durante todos os diferentes períodos de estocagem estudados.

Nota-se que o atributo textura é o item que apresenta maior pontuação em relação aos outros. Esse fato corrobora com a pesquisa feita por Hyldig e Nielsen (2001) que relataram um estudo de mercado entre consumidores de salmão norueguês nesta pesquisa 75% dos compradores consideraram a textura deste peixe como atributo de qualidade de maior destaque.

Este resultado é semelhante ao observado por Rodrigues (2008) na qual apresentou em seus resultados médios de aceitação sensorial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não ter ocorrido diferença significativa ($p > 0,05$) entre os três períodos de estocagem analisados.

As alterações nas características sensoriais de odor, sabor, aparência e textura do peixe cozido estão associadas ao crescimento de microrganismo existentes no peixe e também são eles que originam os sabores e odores indesejáveis (Huss, 1995). Deduz-se, através da associação dessa afirmativa com os dados sensoriais desse experimento, que a conservação em gelo e a pré-lavagem dos peixes mantiveram as características sensoriais de peixe fresco durante o tempo avaliado no presente estudo.

Na tabela 4 apresenta-se a média e o desvio padrão (DP) de resposta para cada item do questionário de neofobia alimentar e na figura 1 os dados estão demonstrados em forma de gráfico box plot.

Tabela 4: Análise descritiva dos itens, com média e Desvio Padrão (DP), do questionário neofobia alimentar

Questão	N	Intervalo de respostas*	Média (DP)
1. Constantemente aprovo alimentos novos e diferentes.	120	1 - 5	2,4 (1,0)
2. Não confio em alimentos novos.	120	1 – 5	3,8 (0,9)
3. Se eu não sei o que tem um alimento, não irei experimentar.	120	1 - 5	2,9 (1,2)
4. Gosto de alimentos de diferentes países.	120	1 – 5	2,1 (0,9)

Continuação da tabela 4: Análise descritiva dos itens, com média e Desvio Padrão (DP), do questionário neofobia alimentar.

5. É estranho comer alimentos de culturas diferentes.	120	1 - 5	3,6 (1,1)
6. Em jantares festivos, provo novos tipos de alimentos.	120	1 - 5	1,9 (0,9)
7. Tenho medo de comer alimentos que nunca comi antes.	120	1 - 5	3,6 (1,0)
8. Eu sou muito exigente a respeito dos tipos de alimentos que irei comer.	120	1 - 5	2,8 (1,1)
9. Eu como quase tudo.	120	1 - 5	2,4 (1,2)
10. Gosto de experimentar novos restaurantes de culturas diferentes.	120	1 - 5	2,0 (0,9)

* As respostas foram dadas numa escala de 5 pontos de “concordo plenamente a “discordo completamente”.

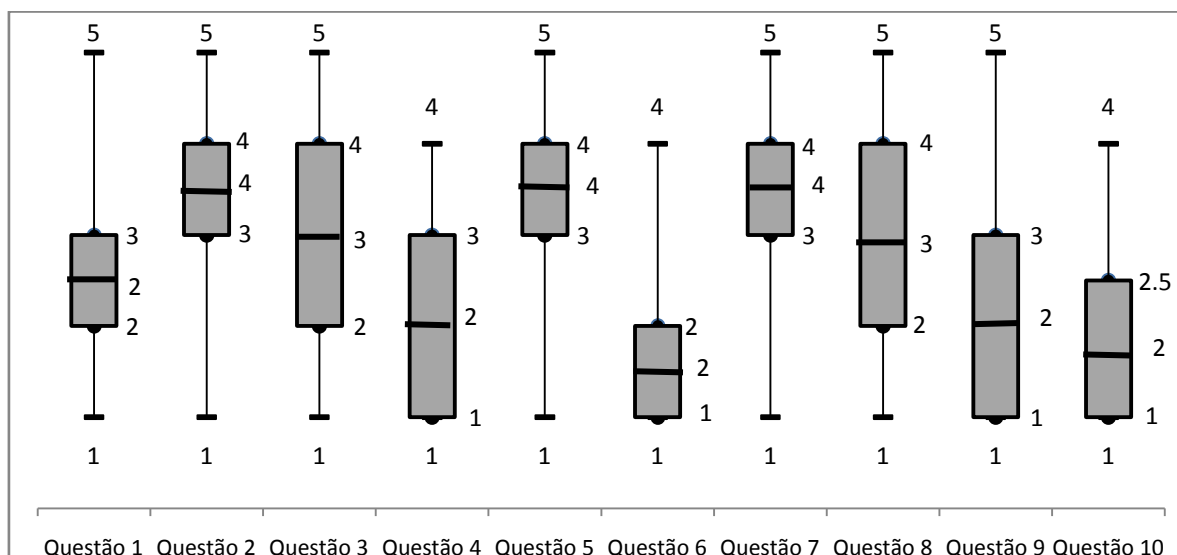


Figura 1: Gráfico box plot das respostas dadas ao questionário neofobia alimentar numa escala de 5 pontos

Várias definições para a neofobia alimentar têm surgido ao longo dos anos através de diversos autores. A neofobia tem, assim, sido definida como um traço de personalidade manifesta pela falta de vontade em experimentar novos alimentos (Pliner, 1994), o “medo do novo” e, a recusa/tendência para rejeitar novos alimentos (Benton, 2004; Viana et al. 2008). O medo de experimentar novos alimentos leva à rejeição por esses mesmos alimentos e a uma restrição da variedade no mercado local (Falciglia et al., 2004).

Para proceder à exploração das propriedades da escala de neofobia alimentar realizou-se uma análise descritiva dos itens. Esta análise contempla a determinação das respostas às alternativas de cada item.

Ao observar a Tabela 4 verifica-se que não existe nenhum item com escore elevado (maior que 4) como alternativa de resposta. Os 120 consumidores, em média, discordaram das seguintes questões: “constantemente provo alimentos novos e diferentes”, “gosto de alimentos de diferentes países”, “em jantares festivos, provo novos tipos de alimentos”, “eu como quase tudo” e “gosto de experimentar novos restaurantes de culturas diferentes”. O questionário teve em média como resposta “concordo” para as seguintes perguntas: “não confio em alimentos novos”, “é estranho comer alimentos de culturas diferentes” e “tenho medo de comer alimentos que nunca comi antes”. Por fim, teve em média como resposta “nem concordo e nem discordo” as seguintes indagações: “se eu não sei o que tem um alimento, não irei experimentar” e “eu sou muito exigente a respeito dos tipos de alimentos que irei comer”. Observa-se na figura 1 que os consumidores variaram menos em suas respostas nas questões 1, 2, 5 e 7 cujo tema central se relaciona a novo alimento e a alimento de cultura diferente.

A neofobia alimentar é um fenômeno complexo, em que muitas variáveis estão relacionadas. Portanto, com os dados obtidos por meio deste questionário de neofobia alimentar verifica-se que houve diferença entre a facilidade ou não em aceitar novos alimentos. A maioria das respostas ao questionário de fobia alimentar indicou que haverá repulsa de novos alimentos quando esses forem oferecidos à população estudada.

Fato semelhante com a pesquisa feita por Choe e Cho (2011), nas quais investigaram as atitudes dos consumidores em experimentar novos alimentos não tradicionais da Coreia e aplicaram o questionário neofobia alimentar. Como

resultado, a população experimental foi menos propensa a ter experiências com novos alimentos não tradicionais.

Portanto, deduz-se com essas pesquisas realizadas que os alimentos neofóbicos estão relacionados negativamente com a familiaridade e introdução de novos alimentos num determinado lugar. Uma das muitas variáveis que têm alguma influência sobre o nível de neofobia alimentar é status socioeconômico daquela população (Filipe, 2011).

Os métodos instrumentais são utilizados para avaliar as propriedades mecânicas dos alimentos, e, de um modo geral, a modificação (força) aplicada na amostra deve ser relacionada à característica que melhor define os parâmetros de textura para aquele alimento específico. A avaliação da textura do alimento é um fator importante, devido ao fato deste atributo ser considerado primário para o julgamento da qualidade pelos consumidores. Nem sempre a mensuração física do alimento é percebida com precisão pelos sentidos humanos (Bourne, 2002).

As tabelas 5, 6 e 7 representam as análises estatísticas da textura instrumental da carne cozida, respectivamente do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerados, pelo teste de comparação entre médias onde foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto à dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 05	Dia 10
Dureza	3237,10 ^a (16,00)	3185,80 ^a (22,34)	2550,00 ^b (43,65)
Adesividade	-16,62 ^a (1,01)	-6,63 ^b (0,59)	-2,42 ^b (0,31)
Elasticidade	0,40 ^a (0,01)	0,40 ^a (0,01)	0,38 ^a (0,01)
Coesividade	0,35 ^a (0,01)	0,33 ^a (0,02)	0,31 ^a (0,01)
Mastigabilidade	509,91 ^a (22,4)	496,67 ^a (36,1)	487,54 ^a (34,54)
Resiliência	0,11 ^a (0,03)	0,10 ^a (0,01)	0,10 ^a (0,01)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 6: Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto à dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) eviscerado cozido e estocado por 1, 10 e 18 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 10	Dia 18
Dureza	2139,43 ^a (34,89)	1362,90 ^b (22,09)	1234,58 ^b (39,56)
Adesividade	-14,36 ^a (0,98)	-14,13 ^a (1,03)	-6,17 ^b (0,78)
Elasticidade	0,55 ^a (0,01)	0,54 ^a (0,01)	0,51 ^a (0,01) ^a
Coesividade	0,35 ^a (0,02)	0,34 ^a (0,01)	0,33 ^a (0,03)
Mastigabilidade	338,12 ^a (21,78)	327,90 ^a (18,98)	313,48 ^a (31,34)
Resiliência	0,12 ^a (0,01)	0,11 ^a (0,01)	0,10 ^a (0,01)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 7: Escores médios e desvio padrão da textura instrumental quanto a dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência nas amostras de tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) eviscerado cozido e estocado por 1, 5 e 10 dias em gelo

Atributo	Dias de estocagem		
	Dia 01	Dia 05	Dia 10
Dureza	1602,72 ^a (12,04)	1527,70 ^a (23,76)	804,93 ^b (32,56)
Adesividade	-28,65 ^a (0,98)	-8,92 ^b (0,88)	-1,41 ^b (0,78)
Elasticidade	0,43 ^a (0,01)	0,43 ^a (0,01)	0,41 ^a (0,01)
Coesividade	0,38 ^a (0,01)	0,35 ^a (0,01)	0,33 ^a (0,01)
Mastigabilidade	236,52 ^a (14,93)	217,90 ^a (23,54)	213,18 ^a (34,65)
Resiliência	0,11 ^a (0,01)	0,10 ^a (0,01)	0,10 ^a (0,01)

* Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Tukey ($p > 0,05$).

Observa-se nas tabelas 5, 6 e 7 que as médias dos atributos elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência não diferiram significativamente ($p > 0,05$) em função dos diferentes tempos de estocagem, para todas as espécies de peixes estudadas. O mesmo foi observado nos atributos elasticidade, coesividade e resiliência.

Todas as espécies estudadas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para atributos dureza e adesividade em função do tempo de estocagem, para todas as espécies estudadas. Na análise de perfil de textura instrumental dureza é definida como a força necessária para a compressão da amostra e a adesividade como o quanto o produto se mantém aderido após uma compressão. No pacu, tambacu e tambaqui observou-se uma redução dos valores de dureza na carne cozida proveniente do peixe com 10 dias de estocagem, sendo que no tambaqui esta não se diferenciou estatisticamente da carne obtida do peixe estocado por 18 dias. No pacu e no tambacu observou-se a redução da adesividade da carne cozida dos peixes com 5 dias de estocagem, tais resultados não variaram estatisticamente dos obtidos no dia 10

de estocagem. A adesividade da carne cozida do tambaqui somente apresentou redução de seus valores no peixe com 18 dias de estocagem.

Não foram encontrados na literatura trabalho que correlaciona a textura instrumental de peixe com os diferentes períodos de estocagem em gelo. Uma característica única do músculo do peixe é o seu baixo teor de tecido conjuntivo que responde por desintegração fácil da carne no cozimento. Assim, as fibras musculares são os principais elementos de textura em carne de peixe cozido (Dunajsky, 1980). Deng (1981) estudou o efeito da atividade de protease alcalina e a desnaturação de proteínas em mudanças de textura no músculo de peixe durante o cozimento. Observou que as interações proteína-proteína em soluções actomiosina aumentaram com o aumento da temperatura. A taxa de interações proteína-proteína aumentou drasticamente à medida que a temperatura aumentou. Entretanto, neste mesmo estudo o pesquisador constatou que quando a musculatura do peixe foi sendo aquecida em diferentes temperaturas, ocorreu o amolecimento progressivo da mesma. Concluiu que o amolecimento devido ao aquecimento da carne de peixe e a atividade da protease alcalina (hidrólise) mascaram o efeito de desnaturação de proteínas.

Pesquisas feitas por Busconi et al. (1989), Ando et al. (1992) e Verrez-Bagnis (1997) provaram que durante o armazenamento em gelo algumas proteínas miofibrilares degradam, também há desintegração das fibras de colágeno, mas não ocorre nenhuma alteração na estrutura dos elementos contráteis. Veland e Torrissen (1999) encontraram efeitos significativos de temperatura e o grau de deformação da amostra: quanto maior for a temperatura de cozimento da carne do peixe menor será a força utilizada no texturômetro.

Conclusões

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) eviscerados e estocados em gelo obtiveram uma boa aceitação pelos julgadores não treinados e indicaram que essas três espécies de peixes mantiveram praticamente inalterada a aceitação sensorial junto ao mercado

consumidor até o 10^o dia para tambacu e pacu, e até o 18^o dia para o tambaqui.

A análise de textura instrumental indicou que para as três espécies de peixes, sob as condições estudadas, se mantiveram inalterados os atributos elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência até o 10^o dia para tambacu e pacu, e até o 18^o dia de estocagem para o tambaqui, e que o declínio da dureza da carne foi observada no dia 10 de estocagem

A grande maioria das respostas no questionário de fobia alimentar indicou que houve repulsa a novos alimentos pelo grupo de consumidores habituais de peixe estudado.

Referências

ANDO, M., TOYOHARA, H. SAKAGUCHI, M. *Post-mortem* tenderization of rainbow trout muscle caused by the disintegration of collagen fibres in the pericellular connective tissue. *Nippon Suisan Gakkaishi*, v.58, p. 567-570, 1992.

AYROSA, L.M.S. Manejo e tratamento pós-colheita de peixes de água doce destinados à salga e defumação. SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE SALGA E DEFUMAÇÃO DE PESCADO, 11. 1995, Guarujá. Anais (CD), 1995. p. 25-50.

BARBOSA, A. C. B., CARNEIRO, P. L. S., MALHADO, C. H. M., AFFONSO, P. R. A. M., CARNEIRO, J. C. S., ROCHA, L. G., CARNEIRO, J. D. S. Desempenho e Avaliação Sensorial de Duas Linhagens de Tilápia do Nilo, *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.10, n.1, p. 5008-59, 2008.

BARROSO, M.; CARECHE, M.; BARRIOS, L., BORDERIAS, A. J. Frozen hake fillets quality as related to texture and viscosity by mechanical methods, *J. Food Sci.*, v.63, n. 5, p. 793-796, 1998.

BENTON, D. Role of Parents in the Determination of the Food Preferences of Children and the Development of Obesity, *Int. J. Obes.*, v. 28, p. 858-869, 2004.

Botta, J.R. Instrument for non-destructive texture measurement of raw Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillet, J. Food Sci., v. 56, p. 962-964, 1991.

BORGES, A., MEDINA, B. G., FRANCO, R. M., FREITAS, M. Q., SÃO CLEMENTE, S. C. Determinação do prazo comercial do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado sob gelo, com base na análise bacteriológica e determinação de pH, Rev.Hig. Alim., v. 25, n. 194/195, p. 683-685, 2011a.

BORGES, A., MEDINA, B. G., FREITAS, M. Q., FRANCO, R. M., MÁRSICO, E. T., LÁZARO C., SÃO CLEMENTE, S. C. Shelf life of eviscerated tambacu *Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum* under different times to storage in temperature of $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, World Aquaculture 2011, 6., 2011, Natal. Anais (CD), 2011b. p. 232.

BORGES, A., FREITAS, M. Q., MEDINA, B. G., LÁZARO C., SÃO CLEMENTE, S. C. Study of shelf life of pacu *Piaractus mesopotamicus* deputed and not deputed, 6., 2011, Natal. Anais (CD), 2011c. p. 248.

BORGES, A., FRANCO, R. M., MÁRSICO, E. T., FREITAS, M. Q. Determinação do prazo comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* eviscerado e estocado sob gelo, XXIII Congresso Panamericano de ciências veterinárias, 10., 2012, Cartagena. Anais (CD), 2012. p. 126.

Bourne M. C. (ed.). Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd ed. London: Academic Press, 2002. 416 p.

BRASIL. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2012. Ministério da Pesca e Aqüicultura (MPA). Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%E1rio%20da%20pesca%20completo2.pdf> (acessado em março 2013), 2012.

BUSCONI, L., FOLCO, E. J., MARTONE, C. B., SANCHEZ, J. J. *Postmortem* changes in cytoskeletal elements of fish muscle. *J. Food Biochem.*, v. 13, p. 443-451, 1989.

CHOE, J. Y., CHO, M. S. Food neophobia and willingness to try non-traditional foods for Koreans, *Food Quality and Preference*, v. 22, n. 1, p. 671–677, 2011.

DENG, J. C. Effect of temperatures on fish alkaline protease, protein interaction and texture quality, *J. Food Sci.*, v. 46, n. 1, p. 62-65, 1981.

DUNAJSKI, E. Texture of fish muscle, *J. Texture Studies*, v. 10, p. 301-318, 1979.

FALCIGLIA, G., PABST, S., COUCH, S. E GOODY, C. Impact of Parental Food Choices on Child Food Neophobia, *Children's Health Care*, v. 33, n. 3, p. 217-225, 2004.

FILIPE, A. P. P. S. P. Neofobia alimentar e hábitos alimentares em crianças pré-escolares e conhecimentos nutricionais parentais. Lisboa, 2011. 98 f. Dissertação (mestrado integrado em psicologia) – Faculdade de psicologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.

HUSS, H. H. (ed.). Fisheries technical paper 348: Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 193p.

HYLDIG, G., NIELSEN, D. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *J. Texture Stud.* v. 32, p. 219–242. 2001.

KUBITZA, F. (ed.). Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. São Paulo: Degaspari, 2000. 289p.

LOVELL, R. T. Flavor problems in fish culture. FAO: TECHNICAL CONFERENCE ON AQUACULTURE, 5., 1976, Kyoto. Proceedings "Advances in aquaculture", 1976. p. 9.

MARTIN, R. E. Seafood products- technology and research in the U.S. Food Technol., v.42, n.3, p. 58-62, 1988.

PILLAY, T. V. R. Aquaculture and fishery products development. In KREUZER, R., SURREY, W. B. (eds.). Fishery products. Rome: Fishing News (Books) Ltd, 1974. p. 250-253.

PLINER, P. Development of Measures of Food Neophobia in Children. Appetite, v. 23, p. 147-163, 1994.

PLINER, P., E. K. HOB DEN. Development of a Scale to Measure the Trait of Food Neophobia in Humans. Appetite, v. 19, p. 105-120, 1992.

PLOEG, M.V.D.; BODY, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue-green algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. J. World Aquacult. Soc., v.22, p.207-216, 1992.

RODRIGUES, T. P. Estudo de critérios para avaliação da qualidade da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo. Niterói, 2008. 116 f. Tese (Doutorado em medicina veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

SCHLICH, P.; McEwan, J. A. Cartografie des Preferences. Un outil statistique pour l'industrie agro-alimentaire. Sciences des Aliments, v. 12, p. 339-355, 1992.

STONE, H., SIDEL, J. L. (ed.). Sensory evaluation practices. Londres: Academic Press. 2004. 311p.

VELAND, J. O., TORRISSEN, O. J. The texture of Atlantic salmon (*Salmon salar*) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner-Bratzler shear test. *J. Sci. Food Agric.*, v. 79, p. 1737-1746, 1999.

VERREZ-BAGNIS, V. Post mortem denaturation of fish muscle proteins - changes in some myofibrillar, intermediate filament and costarneric proteins. In OLAFSDOTTIR, G., LUTEN, P., DALGAARD, P., CARECHE, M., VERREZ-BAGNIS, V., MARTINSDOTTIR, E. AND K. HEIA, (eds.). *Methods to Determine the Freshness of Fish in Research and Industry*. Paris: International Institute of Refrigeration, 1997. p. 229-237.

VIANA, V., SANTOS, P. E GUIMARÃES, M. Comportamentos e Hábitos Alimentares em Crianças e Jovens: Uma Revisão da Literatura. *Psicologia, Saúde & Doenças*. v. 9, n. 2, p. 209-231, 2008.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se, a partir dos resultados de Método de Índice de Qualidade aplicado em pacu, índice de qualidade variando de 0 a 32 e intervalos aceitáveis para consumo humano de 0 a 26. Para o tambacu, o índice de qualidade varia de 0 a 26 e o período aceitável para consumo encontra-se no intervalo de 0 a 15. No tambaqui o índice de qualidade altera de 0 a 37 e o escore aceitável para o consumo varia de 0 a 28.

Baseado na correlação entre as propriedades sensoriais da Análise Descritiva Quantitativa e Método de Índice de Qualidade, conclui-se que o tambaqui (*C. macropomum*) quando eviscerado e mantido em gelo mantém as características adequadas para consumo até o 18º dia de armazenamento, podendo ser consumido sem risco para a saúde do consumidor.

Com base nas correlações realizadas entre os resultados do experimento, utilizando como critério os escores do Índice de Qualidade, análises bacteriológicas e físico-químicas do pacu *Piaractus mesopotamicus* eviscerado e conservado em gelo, foi definido a validade comercial para 11º dia, podendo ser consumida sem risco para a saúde do consumidor.

Entre as amostras recém capturadas e as amostras no fim do prazo comercial do pacu *Piaractus mesopotamicus* eviscerado e conservado em gelo, o teor de umidade foi reduzido, o percentual proteico e o teor de lipídeos elevou-se e o teor de cinzas manteve-se praticamente constante. O aumento do teor de proteína e lipídeos é um reflexo na diminuição da umidade das amostras e não de um aumento absoluta da quantidade de proteínas e lipídeos. Portanto, não foi evidenciado se houve alteração na qualidade dessas proteínas e dos lipídeos, devido à concentração e agregação de moléculas causadas pela estocagem, podendo resultar em uma menor solubilidade e extração de suas frações. Dessa forma, o tempo de armazenagem sob gelo deve ser considerado por causar alterações no mesmo.

Baseado nos resultados das diversas análises de parâmetros de qualidade, e principalmente a correlação entre as análises conclui-se que o tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), quando

eviscerado e mantido em gelo mantém as características adequadas para consumo até o 11º dia de armazenamento.

Em relação com o teste de aceitação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) eviscerados e estocados em gelo foram considerados aceitáveis pelos julgadores não treinados, e com indicação de que essas três espécies de peixes mantiveram praticamente inalterada a aceitação sensorial junto ao mercado consumidor até o 11º dia para tambacu e pacu, e até o 18º dia para o tambaqui.

A análise de textura instrumental foi indicativa que para as três espécies de peixes, sob as condições estudadas, se mantiveram inalterados os atributos elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência até o 10º dia para tambacu e pacu, e até o 18º dia de estocagem para o tambaqui, e que o declínio da dureza da carne foi observada no dia 10 de estocagem

Na grande maioria das respostas no questionário de fobia alimentar foi observado indicou que houve repulsa a novos alimentos pelo grupo de consumidores habituais de pescado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D. H., S.; LUTZ, D J. S.; Effects of dietary α -linolenic acid on the fatty acid composition, storage stability and sensory characteristics of pork loin. *Meat Science*. v. 43, p. 291–299. 1996.

ALBUQUERQUE, W.F; ZAPATA, J.F; ALMEIDA, R.S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 35, n. 2, p. 264 - 271. 2004.

ALMEIDA, G. S. C. *Suplementação dietética de vitamina C, desenvolvimento e sanidade do Pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887)*. Piracicaba, 2003. 47f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações pos mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. *Revista Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1288-1283, 2006.

AMSA – American Meat Science Association. *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evolution, and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat*. Chicago. National Live Stock and Meat Board. 1995, 56 p.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 31, n. 3, p.1059-1069, 2002.

ARO, T. L; LARMO, P. S.; BACKMAN, C. H.; KALLIO, H. P.; TAHVONEN, R. L. Fatty acids and fat-soluble vitamins in salted herring (*Clupea harengus*) products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n. 5, p.1482-1488. 2005.

ASCHE, F.; TVERAS, S. On the Relationship Between Aquaculture and Reduction Fisheries. *Journal of agricultural economics*, v. 55, n. 2, p. 245-265, 2004.

ASTM. American Society for Testing and Materials. *Guidelines for the selection and training of sensory panel members – STP 758*. Philadelphia, p. 89, 1981.

AUBOURG, S. P. Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. *Food Research International*, v, 32, n.7, p. 497-502, 1999.

AUBOURG, S. P., UGLIANO M. Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *European Food Research and Technology*, v. 215, n.2, 2002, p. 91-95.

AUBOURG, S. R, RODRIGUEZ A, GALLARDO J. M. Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): effect of catching season and commercial presentation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 107, n. 5, 2005, p. 316-323.

BALDISSEROTO, B; GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. 470 p.

BARJA, J.L.; ESTEVES, A.T. *Patologia en acuicultura*. Espanha: Caicyt. 1988. 550 p.

BARROSO, M; CARECHE, M; BARRIOS, L.; BORDERIAS, A.J. Frozen hake fillets quality as related to texture and viscosity by mechanical methods. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 5, p.793-796, 1998.

BATISTA, G. M. *Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo*. Manaus, 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.

BATISTA, V. S.; ISSAC, V. J.; VIANA, J. P. *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: ProVárzea Manaus. , 2004, 152 p.

BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas *post mortem* em pescado. *Boletim do ITAL*, v. 22, p. 169-192, 1985.

BICUDO, A. J. A. *Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887): proteína, energia e aminoácidos*. Piracicaba, 2008. 103 f. 2008. Tese (Doutorado), Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

BLOUKAS, J. G.; ARVANITOYANNIS, I. S.; SIOPI, A. A. Effect of natural colourants and nitrites on colour attribute of frankfurters. *Meat Science*, v. 52, n. 3, p. 257-265, 1999.

BOGDANOVIC, T., SIMAT, V., FRKA-ROIC, A. and MARKOVIC, K. Development and application of Quality Index Method scheme in a shelf life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*, L.). *Journal Food Science* v. 0, p. 51-58. 2012.

BORDIGNON, A. C.; SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em „V” do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Acta Scientiarum*. v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BORGES, A.; TEIXEIRA, M. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E. T. and São Clemente, S. C. . *Revista Ciências Rurais*, v. 37, p. 259-264. 2007.

BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. *Aquaculture*, v. 61, p. 93 – 101, 1993.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. *Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo*. Curitiba. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA), 2003. 128 p.

BOTTA, J.R. Instrument for non-destructive texture measurement of raw Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillet. *Journal. Food Science*. v. 56, p. 962-964, 1991.

BOURNE M. C. *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2^o ed. London. Academic Press. 2002. 416 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *Regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA*. Brasília, p.166. Brasília, DF, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Portaria 185 de 13 de maio de 1997, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado)*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). *Consumo Per Capita Aparente de Pescado no Brasil 1996-2009*. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/folder%20consumo%20de%20pescado%202009%202.pdf>. Acesso em dezembro 2012. Brasília. DF. 2010.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%20da%20pesca%20completo2.pdf>. (acesso em dezembro 2012). Brasília. DF. 2012.

BREMNER, H. A. A convenient easy-to-use system for estimating the quality of chilled seafoods. *Fish Processing Bull.*, v. 7, p. 59-70. 1985.

BRITTO, E. N.; LESSI, E.; CARDOSO, A. L. *et al.* Deterioração bacteriológica do jaraqui, *Semaprochilodus* spp. capturado no estado do Amazonas e conservado em gelo. *Acta Amazonas*, v.37, p.457-464, 2007.

BRUM, A. A. S. *Métodos de extração e qualidade da fração lipídica*. Piracicaba, 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BURKERT, D.; ANDRADE, D. R.; SIROL, R. N. et al. Rendimento do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.7, p.1137-1143, 2008.

CAMPUS M, BONAGLINI E, CAPPUCCINELLI R, PORCU MC, TONELLI R, ROGGIO T. Effect of modified atmosphere packaging on Quality Index Method (QIM) scores of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) at low and abused temperatures. *Journal Food Science*, v. 76, n. 3, p. 185-191. 2011

CANTO, A. C. V. C. S.; LIMA, B. R. C. C.; CRUZ, A. G., LÁZARO, C. A., FREITAS, D. G. C., FARIA, J. A. F., TORREZAN, R., FREITAS M. Q.; SILVA, T. P. J. Effect of high hydrostatic pressure on the color and texture parameters of refrigerated Caiman (*Caiman crocodilus yacare*) tail meat. *Meat Science*, v. 91, p. 255–260. 2012.

CARDOSO, E. S. Geografia e pesca: aportes para um modelo de gestão. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 14, p. 79 – 88. 2001.

CHAMBERS, E.; BAKER WOLF, M. *Sensory testing methods*. West Conshohocken. ASTM, 1996. 9 p.

CHRISTIANSEN, R.; STRUKSNÆS, G.; ESTERMANN, R.; TORRISSEN; J. O. Avaliação da cor de carne em salmão do Atlântico, *Salmo salar* L. *Aquicultura Pesquisa*, v. 26, n. 5, p. 311-321, 2008.

CHYTIRI, S.; CHOULIARA, I.; SAVVAIDIS, I.N.; KONTOMINAS, M.G. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, v. 21, n. 2, p.157-165. 2004.

CICHOSKI, A. J.; TERRA, N. N. Características sensoriais em carne. *Higiene Alimentar*, v.10, n. 46, p. 32-43, 1996.

CONTRERAS, G. E. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

CONNEL, J.J. *Control of fish quality*. London. Fishing News (books) Ltd. 1995. 235 p.

COSTA, A.B. A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 889 p.

CROSS, H.R.; DURLAND, P.R.; SEIDEMAN, S.C. *Muscle as food*. 3.ed. Clay Center: Meat Animal Research Center, 1986. 456 p.

CYPRIAN OO, SVEINSDÓTTIR K, MAGNÚSSON H, MARTINSDÓTTIR E. Application of Quality Index Method (QIM) scheme and effects of short-time

temperature abuse in shelf life study of fresh water arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Journal Food Production Technology*, v. 17, p. 303-321. 2008.

DAIRIKI, J. K.; BALDESSIN JUNIOR, I.; PENA, S. V.; CYRINO, J. E. P. *Manual Técnico de Extensão pacu e tambacu*. Piracicaba. Editora ESALQ. 2010. 11 p.

DAL BOSCO, A.; MUGNAI, C.; MOURVAKI, E.; CASTELLINI, C. Effet d'un accès au pâturage sur le profil des acides gras et le niveau de TBARs de la viande de lapin. Proc. 12èmes *Journal Recherche Cunicole*, v. 1, p. 195-198, 2007.

DUNAJSKI, E. Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, v. 10, n. 4, p. 301-318, 1980.

DUTCOSKY, S. D. *Análise Sensorial de Alimentos*. 2ª ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 246 p.

EL-KEST, S. E.; MARTH, E. H. Freezing *Listeria monocytogenes* and other microorganisms: a review. *Journal of Food Protection*. v. 55, p. 639-648, 1992.

ELVEVOLL, E. O. Barstad H.; Breimo, E. S.; Brox J.; Eilertsen, K. E. et al. Enhanced incorporation of n-3 fatty acids from fish compared with fish oils. *Lipids*. v. 41, n. 12, pp 1109-1114. 2006.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)*. Rome, p. 112, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>. Acesso em dezembro 2012.

FEN, ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES et al. Propriedades de textura de peixes de água doce e sua correlação com componentes nutricionais. *Journal of food science*, v. 11, p 38-41, 2011.

FERNANDES, J. B. K.; Nascimento, D. C. N.; Sakomura, N. K.; Siqueira, J. C. et al. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.246-253, 2000.

FERRARI, S. F. *Ecological differentiation in the Callitrichidae*. In: A. B. RYLANDS (Ed.). *Marmosets and Tamarins: Systematics, behaviour and ecology*. New York: Oxford University Press, 1993. p. 314-328.

FLANDRIN, J.L.; MONTANARI, M. *História da alimentação*. São Paulo: Estação Liberdade.1998. 1023 p.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSweeney, P. L. H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg. Aspen, 2000. 587 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia de alimentos*. São Paulo.

Atheneu. 1996. 182 p.

GASPERLIN, L.; ZLENDER, B.; ABRAM, V. Colour of normal and high pH beef heated to different temperatures as related to oxygenation. *Meat Science*, v. 54, p. 391-398, 2000.

GOMES, M. P.; CUNHA, M. S.; ZALMON, I. R. Spatial and temporal variations of diurnal ichthyofauna on surf-zone of São Francisco do Itabapoana beaches, Rio de Janeiro state, Brazil. *Brazilian Archiv. Biology Technoogy*, v. 46, n. 4, p. 653-664, 2003.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae) an important Amazonian food fish. *Arquiv Zoology*, v. 1, p. 107 - 133. 1982.

GOULDING, M. Flooded forests of the Amazon. *Science Amazon*, v.1, p. 113 – 120. 1993.

GURGEL, J. J. S.; FREITAS, J. V. F. Sobre a composição química de doze espécies de peixes de valor comercial dos açudes do Nordeste brasileiro. *Boletim Técnico do DNOCS*, v. 30, n. 1, p. 45-57, 1972.

HAJDENWURCEL, J.R. *Atlas de microbiologia de alimentos*. São Paulo. Fonte Comunicações e Editora. 1998. 66 p.

HALLIER, A.; CHEVALLIER, S.; SEROT, T.; PROST, C. Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v., 87, n. 5, p. 814-823, 2007.

HAYES, P.R. *Food microbiology and hygiene*. 2.ed. New York. Chapman and Hall. 1995. 516 p.

HEIDRICH, H.D.; GRUNER, J.; VASKE, T.R. *Manual da Patologia Bovina*. São Paulo. Varela. 1994, 310 p.

HENRIQUES, A. S.; KING, S. C.; MEISELMAN, H. L. Consumer segmentation based on food neophobia and its application to product development. *Food Quality and Preference*, v. 20 p. 83–91. 2009.

HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS IV, E.; GALLARDO, I. M.; ALVES. L. R. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, v. 17, n. 6, p. 522-526, 2006.

HUSS, H. H. *Garantia da qualidade dos produtos da pesca. Documento Técnico sobre a Pesca. Nº. 334*. Roma, FAO, 1997. 176 p.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y câmbios de su calidad. Doc. Tec. De Pesca n. 348*. Roma. FAO. 1998. 202 p.

HYDILG, G.; NIELSEN, J. *Methods to determine the freshness of fish in research and industry: Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action Evaluation of Fish Freshness*. Paris: Nantes Conference, 1997, p. 574.

HYLDIG, G.; NIELSEN, D. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, v., 32, n. 3, p. 219-242, 2001.

ICMSF-International Commission on Microbiological Specification for Foods. *Microorganisms in Food. Sampling for Microbiological Analysis: Principle and Scientific Application*. 2 ed. Canadá. 1986, p 181-196.

JAIN D., PATHARE P. B., MANIKANTAN M. R. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *Journal of Food Engineering*, v. 81, n. 2, p. 336-340, 2007.

JAKOBI, M.; BUZZO, A. A.; RISTORI, C. A.; TAVECHIO, A. T.; SAKUMA, H.; PAULA, A. M. R; GELLI, D. S. Observações Laboratoriais sobre Surto Alimentares de *Salmonella* sp. Ocorridas na Grande São Paulo, no período de 1994 a 1997. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.58, n. 1, p. 47-51, 1999.

JAY, J. M. *Modern food microbiology*. 5.ed. Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998. 661p.

JESUS R. S. *Estabilidade de "minced fish" de peixes amazonicos durante o congelamento*. São Paulo, 1999. 105 f. Tese (Doutorado) - Faculdade Ciências Farmacêuticas ,USP, São Paulo, 105 p.

JITTINANDANA, S.; KENNEY, P. B.; SLIDER, S. D.; HANKINS, J. A. Effect of high dietary vitamin E on lipid stability of oven-cooked and hot-smoked trout fillets. *Journal of Food Science*, v. 71, n. 3, p. 130–136, 2006.

KADER, A. A.; BEN-ARIE, R.; PHILOSOPHHADAS, S. Quality assurance of harvested horticultural perishables. Proceedings of the Fourth International Conference on Postharvest Science. *Acta-Horticulturae*, v. 553, n. 1, p. 51-55, 2001.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. *Meat Science*, v.36, n.1/2, p.169-189, 1994.

KEHRER, J.P. Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *Critical Reviews in Toxicology*, v.23, n.1, p. 22, 1993.

KEHRIG, H. A. *Estudo Comparativo dos Níveis de Concentração de Mercúrio Total em Corvinas (*Micropogonias furniere*) de Quatro Estuários Brasileiros*. Rio de Janeiro, 1992. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do RJ, Rio de Janeiro, 1992.

KHAN, N. N., Gupta, P. A. K.; Raheer, G. A.; Chakraborty, D. et al. Effect of Artificial Diet and Culture Systems on Sensory Quality of Fried Fish Flesh of Indian Major Carps. *Pakistan Journal Zoology*, v. 43, n. 6, p. 1177-1182, 2011.

KNAAPILA, A.; TUORILA, H.; SILVENTOINEN, K.; KESKITALO, K.; KALLELA, M.; WESSMAN, M.; PELTONEN, L.; CHERKAS, L. F.; SPECTOR, T. D.; PEROLA, M. Food neophobia shows heritable variation in humans. *Physiology and Behavior*, v. 91, n.5, p. 573–578. 2007,

KUBTIZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: F. Kubtza. 2000. 285 p.

KUBOW, S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. *Free Radical Biology and Medicine*, v.12, n.1, p. 63-81, 1992.

LAKSHMANAN, P. T.; Shamsi, D.; Doganata, Y.; Unuvar, M. et al. Nucleotide degradation and quality changes in mullet (*Liza corsula*) and pearlspot (*Etroplus suratensis*) in ice and at ambient temperatures. *Food Control*, v.7, n.6, p.277-283, 1996.

LAPA-GUIMARÃES, J. FELÍCIO, P. E.; CONTRERAS, E. S. G. Chemical and microbial analyses of squid muscle (*Loligo plei*) during storage in ice. *Food Chemistry*, v. 91, n. 3, p. 477-483, 2005.

LARMOND, E. *Laboratory methods for sensory evaluation of food*. Ottawa. Food Research Institute Canada Department of Agriculture, 1987. 73 p.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Gaithersburg. Aspen Publishers, 1999. 827 p.

LEI, S.; VAN BEEK G. Influence of activity and dietary energy on broiler performance, carcass yield and sensory quality. *Brazilian Poultry Science*, v. 38, p. 183-189, 1992.

LIMA, C. A. R. M. A.; GOMES, L. C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. 349 p.

LOVE, M. R. *Fish processing technology*. Macbeth: Blackie Academic & Professional, 1992. 97 p.

LUTEN, J. B.; MARTINSDÓTTIR, E. *QIM: a European tool for fish freshness evaluation in the fishery chain. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action "Evaluation of Fish Freshness"*, p. 287–296. Nantes Conference, Paris, 1997.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R.; ZUANON, J. A. S.; FARIA, R. H. S. Rendimento e composição centesimal de filés *in natura* e pré-cozidos em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaum). *Acta Scientiarum*, v.24, n.4, p.1191-1195, 2002.

MAGALHÃES, A. L. T. *Efeito de substitutos da sacarose nas características reológicas e sensoriais de doce aerado tipo "Marshmallow", formulado com suco de goiaba (Psidium guajava L.)*. Campinas, 1996. 129 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

MAIA JR, W. M. *Distância das variações liminológicas em sistemas de criação de peixes*. Campina Grande, 2003. 118 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

MALACRIDA, C. R. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê – óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. *Brazilian Journal Food Technology*. v.6, n.2, p. 245-249, 2003.

MAO, J.; WU, G.; SMITH, M. F., MCCAULEY, T. C.; CANTLEY, T. C. et al. Skin Color Control of the Red Sea Bream (*Pagrus major*). *Food Science and Technology*, v. 31, n. 1, p. 27–32, 1998.

MARTÍNEZ-VALDIVIESO, R.; AQUILERA, N.; BELLO, R.A. Microbiological dynamics and physicalchemical changes in biological fish silage processed with lactic thermophile cultures *Lactobacillus delbruckii* spp *bulgaricus* and *Streptococcus salivarius* spp *thermophilus*. Bello R., Lima-dos-Santos, C. A (eds). Third Expert Consultation on Fishery Product Technology in Latin America, Polamar, Venezuela, 21-25 Mar, n.. 538, 1996, p. 109-14.

MARTINSDÓTTIR, E.; Sveinsdottir, K., Luten, J.B., Schelvis-Smit, R., Hyldig, G.. *Sensory evaluation in research of fish freshness. Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the final meeting of the concerted action "Evaluation of Fish Freshness"*, pp 306-312. Nantes Conference, Paris, 1997.

MASSA, A. E., MANCA, E. and YEANNES, M. I. Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. *Food Sci. Technol. Int.*, v. 18, p. 339-351. 2012.

MINOLTA. *Precise color communication*. Japan. Minolta Camera Co. 1993. 49 p.

MOHAMAD, R.; AHMAD, M. F.; ABIDIN, A. Z. Z.; MOHAMAD, R. Consumer acceptance and purchase intent of fresh water fish. *Food Technology Research*, v. 3. P. 156 – 164, 2011.

MORAES, M.A.C. *Métodos para avaliação sensorial dos alimentos*. 8. ed. Campinas. UNICAMP, 1993. 93 p.

MORETTO, E.; FETT, R. *Definição de óleos e gorduras tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos*. São Paulo. Varela, 1998. 144 p.

MORKORE, T.; EINEN, O. 2003. Relating Sensory and Instrumental Texture Analyses of Atlantic Salmon. *Journal of Food Science*, v. 68, n. 4, p. 1492-1497, 2003.

MOSKOWITZ, H. R. Base size in product testing: A psychophysical viewpoint and analysis. *Food Quality and Preference*, v.8, p. 247–255, 1997.

MUJICA, P. I. C. Vida útil do cação (*Prionace glauca*) armazenado sob refrigeração e otimização dos métodos microbiológico e sensoriais de avaliação da qualidade. Campinas, 2000. 132 f. Tese (doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2000.

NAIR, K. V., S. N.; YOGANARASIMHAN, K. R.; KESHAVAMURTHY, Z. M. Studies on some South Indian market samples of Ayurvedic drugs--I. *Ancient Science Life*, v. 2, p. 71-78. 1971.

NICKELL, D. C.; BROMAGE, N. R. The effect of timing and duration of feeding astaxanthin on the development and variation of fillet colour and efficiency of pigmentation in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, v. 169, p. 233–246, 1998.

NIELSEN, J. GALLAHAN, W. E.; NEWBERGER, F. *Development of methods for quality index of fresh fish*. Netherlands. FAR Meeting Noordwijkerhout. 1992. 136 p.

NIELSEN D; HYLDIG G; LARSEN E. Eating quality of fish – a review. *Journal Aquatic Food Production Technology*. 2002, v. 11, p. 125-149. 2002

NIELSEN, D.; HYLDIG, G.; NIELSEN, J.; NIELSEN, H.H. 2005. Liquid holding capacity and instrumental and sensory texture properties of herring (*Clupea harengus* L.) related to biological and chemical parameters. *Journal of Texture Studies*, v.36, n. 2, p.119-138, 2005.

NIELSEN D.; GREEN D. Developing a quality index grading tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) based on the Quality Index Method. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42, p. 86-94. 2007.

NOOJUY N, BOONPRAB K. Quality Index Method (QIM) and its related indexes for meder's mangrove crab (*Neopisesarma Mederi*, H. Milne Edwards 1853) stored in ice. *Kmitl Science Journal.*, v. 8, n. 2, p. 52-59. 2008

OLIVEIRA, V. M. *Estudo da qualidade do camarão branco do pacífico (Litopenaeus vannamei), inteiro e descabeçado, estocado em gelo*. Niterói, 2005. 121 f. Tese (Doutorado em medicina veterinária) – Faculdade de veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

OLIVEIRA V. M., FREITAS M. Q., CLEMENTE S. C. S., MÁRSICO E. T. Método do Índice de Qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus*

vanname) cultivado. *Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida*, v. 29, p. 60-71, 2009.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. *Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Livraria Varela. 1999. 430 p.

O'MAHOONY, M. Sensory measurement in food science: fitting methods to goals. *Food technology*, v. 49, p. 72 – 82, 1995.

OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.; GONÇALVES, L.G.G. Teste de TBA Aplicado a Carnes e Derivados: Métodos Tradicionais, Modificados e Alternativos Química Nova. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 28, N. 4, p.655-663. 2005.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A.; CHAMMAS, M.A. *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: Infopesca, 2008. 304 p.

ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F. 2004. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP. *Europ Food Reearch Technology*, v. 219, p. 211-216.

ÖZYURT G., KULEY E., ÖZKÜTÜK S. and ÖZOGUL F. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food Chemisch*, v. 114, p. 505-510. 2009.

PAVLIDIS, M.; PAPANDROULAKIS, N.; DIVANACH, P. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. *Aquaculture*, v. 258, p. 211–219, 2006.

PELCZAR JR, M.J; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. 2.ed. São Paulo. McGraw-Hill, 1997. p.372-397.

PEREZ- ALONSO, F.; ARIAS, C.; AUBORG, S. P. Lipid deterioration during chilled storage of Atlantic pomfret (*Brama brama*). *Journal of lipid science and technology*, v. 105, p. 661-667. 2003.

PEREZ-WON, M.; BARRAZA, M.; CORTES, F.; MADRID, D.; CORTES, P.; ROÇO, T.; OSÓRIO, F.; TABILO-MUNIZAGA, G. Textural characteristics of frozen blue asquat lobster (*Cervimunida johni*) tails as measured by instrumental and sensory methods. *Journal of Food Process Engineering*, v. 29, n. 5, p. 519-531, 2006.

PETRERE, M. JR. River Fisheries in Brazil: a review. *Regulated Rivers: Research and Management*, v. 4 p.1-16, 1989.

PHAN, U.T.X.; NGUYEN, D.H. Flavor of cooked catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets as prediction from raw fresh and frozen-to-thawed. *Journal Sensory Studies*, v.27, p. 12-25. 2012.

PLINER, P.; HOB DEN, K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, v. 19, p. 105–120, 1992.

PLINER, P.; SALVY, S.J. *The psychology of food choice*. Oxfordshire: CABI Publishing., 2006. 127 p..

POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Mapa de preferência: Uma ponte entre marketing e P&D. In: Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto II, 2000. São Carlos: Anais. p. 96-102.

PORTELA C. D. G. *Tecnologia pós-despesca dos camarões de água doce Macrobrachium rosenbergii e Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, 2009. 111 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

PORTO, M. S. A. *Indicadores de estresse em peixes da Amazônia: sensibilidade em face do tipo de estressor*. Manaus, 2005. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal L Amazônia, Manaus, 2005.

POULTER, N.H.; L. NICOLAIDES. Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. *Journal Food Technology*. v. 20, p. 451-465. 1985

RAY, B. *Fundamental food microbiology*. Boca Raton. CRC Press, 1996. 516 p.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*, São Paulo. Editora Edgard Blücher. 2004. 196 p.

RODRIGUES T. P. *Estudo de critérios para avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) cultivada; eviscerada e estocada em gelo*. Niterói, 2008. 104 f. Tese (doutorado em medicina veterinária) – Faculdade de veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

ROZIN, P. *Why we eat what we eat: the psychology of eating*. Washington DC: American Psychological Association., 1994. 489 p.

RUIZ-ALTISENT, M.; UBIERNA, C. Propriedades cualitativas de las frutas para el consumidor. Qué se puede medir hoy? *Fruticultura Profesional*, v. 77, p. 48-54, 1996.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, E. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, v. 34, p. 441-447, 2001.

SAINT-PAUL, U.; SOARES, M. G. Ecomorphological adaptation to oxygen deficiency in amazon floodplain by Serrasalmid fish of the genus *Mylossoma*. *Journal of Fish Biology*., v. 32, p. 231-236, 1988

SALES, R. O.; SALES, A. M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. *Ciência Agrônômica*, v.21, p. 27-30, 1990.

SANT'ANA, L.S. *Influência da Fonte Lipídica da dieta e da Adição de Antioxidant in vivo na Composição em ácidos graxos de filés de Pacu (P. mesopotamicus) cultivados*. São Paulo, 1998. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1998.

SANT'ANA L. S., SOARES S.M., VAZ-PIRES P. Development of a Quality Index Method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *Food Science Technology*. v. 44, p. 2253-2259. 2011

SAPKOTA A; SAPKOTA A. R.; KUCHARSKI, M.; BURKE J.; MCKENZIE S.; WALKER P.; LAWRENCE R. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. *Environment International*. V. 34, p.1215-26. 2008

SCHERER, R.; AUGUSTI, P. R.; LAZARRI, R.; LIMA, R. L.; NETO, J. R. Efeito do gelo clorado sobre parâmetros químicos e microbiológicos da carne de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Ciência Tecnologia Alimentos*. v. 24, n.4, 2004.

SHAI, F. *Stability of fats and oils*. In: Latin American Congress and Exhibit On Fats And Oils Processing, 6., 1995, Campinas. Proceedings... Campinas: Sociedade Brasileira de Óleos e Gorduras, 1995.

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURGISLADOTTIR, M. S.; TORRISSEN, O. et al. Textural Properties of Raw Salmon Fillets as Related to Sampling Method. *Journal of food science*, v. 64, n. 1, p. 334- 342, 1999.

SIKORSKI, Z. E. *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Zaragoza: Acribia. 1994. 329 p.

SILVA, N. *Novos métodos de análise microbiológica de alimentos*. Campinas. Editora ITAL. 1996. p. 23.

SILVA, A.F.; MINIM, V. P.; CHAVES, J. B. P.; STRINGHETA, P. C.; RIBEIRO, M. M. Avaliação do gosto amargo da bebida de café (*Coffea arábica*, L.) orgânico por meio da análise tempo intensidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.3, p.468-472, 2004.

SILVA, J. R. *Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques rede no reservatório de Itaipu*. Santa Maria, 2008. 142 p. (Dissertação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SILVA K. B. *Avaliação do frescor e vida útil da lagosta (Panulirus argus), pré-cozida e armazenada sob refrigeração*. Recife, 2009. 98 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Recife, 2009.

SILVA S.C. Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial. Niterói, 2010. 102 f. Dissertação (mestrado em medicina veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói 2010.

SIQUEIRA, R.S. *Manual de microbiologia de alimentos*. Brasília. EMBRAPA - SPI. 1995. 159 p.

SONG Y; LIU L; SHEN H; YOU J; LUO Y. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, v. 22: p. 608-615. 2011.

STAMPANONI, C. R; NOBEL, A. C. The influence of fat, acid and salt on the perception selected taste and texture attributes of cheese analogs: a scalar study. *Journal of Texture Studies*, v.22, p. 367-380, 1991.

STONE, H., SIDEL, J. L. *Sensory evaluation practices*. Londres: Academic Press. 2004. 311 p.

SVEINSDÓTTIR K, MARTINSDÓTTIR E, HYLDIG G, JØRGENSEN B, KRISTBERGSSON K. Application of Quality Index Method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal Food Science*. v. 67, n. 4, p. 1570-1579. 2002.

SVEINSDOTTIR, K.; HYLDIG, G.; MARTINSDTTIR, E. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference.*, v.14, p. 237-245. 2003.

SYKES A. V.; OLIVEIRA A. R.; DOMINGUES P. M.; CARDOSO C. M.; ANDRADE, J. P.; NUNES M. L. Assessment of european cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Food Science Technology*. v. 42, p.424-432. 2009

SWANSON, K.M.J.; BUSTA, F.F.; PETERSON, E.H.; JOHNSON, M.G. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washigton DC: American Public Health Association, 1992, 1123 p.

SZCZESNIAK, A. S. (1987). *Food acceptance and nutrition*. Washigton DC: Academic Press, 1987, 985 p.

TAYLOR; FRANCIS. *Quality Index Methods: Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis*.England: CRC press, 2010, 928 p.

TEIXEIRA, R. D.; MADRID, R. M. *O Mercado de Pescado em Brasília. Montevideo: infopesca*,1998. 106 p.

TEIXEIRA M. S.; BORGES A.; FRANCO R. M.; CLEMENTE, S. C. S.; FREITAS, M.Q. Método de Índice de Quaidade (MIQ): protocolo sensorial para

corvina (*Micropogonias furnieri*). *Revista Brasileira Ciências Veterinária*. v. 16, p. 83-88. 2009.

TOPPE, J. *Consumo de pescado, riesgos e beneficios: una perspectiva nutricional*. 15ª Reunión de La Red Panamericana de Inspección, Control de Calidad y Tecnología de Productos Pesqueros, Guayaquil, Ecuador, 2008.

TUORILA, H.; LAHTEENMAKI, L.; POHJALAINEN, L.; LOTTI, L. Food neophobia among the Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*, v. 12, p. 29–37, 2001.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora UFSM. 2005. 470 p.

VAN VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. *International Dairy Federation Bulletin*, v. 1, n. 268, p. 5-15, 1991.

VISALBERGHI, E. *Behavioral Aspects of Feeding: Basic and Applied Research on Mammals*. Chur. Harwood Academic Publication. 1994. 705 p.

WÜNNENBURG A, OEHLENSCHLÄGER J. Untersuchungen zur saisonalen Abhängigkeit der Haltbarkeit von Zuchtforellen (*Onchorhynchus mykiss*) während der Eislagerung mittels der Qualitäts-Index-Method (QIM) an Ganzfisch und Sensorik gegarter Filetproben. *Archiv für Lebensmittelhyg*, v. 8, n. 59, p. 221-226. 2008

YEH, L.L.; KIM, K. O.; CHOMPREEEDA, P.; RIMKEEREE, H.; YAU, N. J. N.; LUNDAHL, D. S. Comparison in use of the 9-point hedonic scale between Americans, Chinese, Koreans, and Thai. *Food Quality and Preference*, v.9, n.6, p. 413-419, 1998.

ZORRO, A.; GOMES, J.; PINTO, P.; RODRIGUES, A. L. Determinação da lipoperoxidação em óleo alimentar. *Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária*. v. 5, p. 39-42, 2012

7 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE 1: RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PACU
(*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 15 DIAS

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15
pH	R1	6,05	6,07	6,17	6,23	6,37	6,5	6,54
	R2	6,07	6,11	6,19	6,21	6,4	6,54	6,56
	R3	6,06	6,15	6,18	6,19	6,37	6,52	6,55
	MÉDIA	6,06	6,11	6,18	6,21	6,38	6,52	6,55
	DESV. PADRÃO	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
BVT	R1	10,71	10,8	10,84	11,24	12,6	12,36	12,6
	R2	6,3	8,1	13,1	13,86	13,86	15,12	15,75
	R3	9,45	9,45	13,86	12,7	13,23	14,1	15,12
	MÉDIA	8,82	9,45	12,60	12,60	13,23	13,86	14,49
	DESV. PADRÃO	2,27	1,35	1,57	1,31	0,63	1,40	1,67
Log Mesofilo	R1	3,31	3,98	4	5	5,04	8,15	10,25
	R2	3,34	3,84	3,90	4,96	6,61	7,92	8,30
	R3	3,25	3,70	4,10	4,35	6,92	7,30	8,00
	MÉDIA	3,30	3,84	4,00	4,77	6,19	7,79	8,85
	DESV. PADRÃO	0,05	0,14	0,10	0,36	1,01	0,44	1,22
Log Psicrotífico	R1	2,1	3,48	4,68	5,32	7,93	9,16	10,04
	R2	2,47	4,38	5	6,71	7,35	8,86	9,88
	R3	2,84	3,78	5,71	6,39	6,95	8,95	9,96
	MÉDIA	2,47	3,88	5,13	6,14	7,41	8,99	9,96
	DESV. PADRÃO	0,37	0,46	0,53	0,73	0,49	0,15	0,08
UMIDADE	R1	76,66					66,57	
	R2	75,07					71,08	
	R3	75,67					69,89	
	MÉDIA	75,80					69,18	
	DESV. PADRÃO	0,80					2,34	
PROTEÍNA	R1	19,76					27,74	
	R2	21,38					24,38	
	R3	20,00					25,13	
	MÉDIA	20,38					25,75	
	DESV. PADRÃO	0,87					1,76	
CINZAS	R1	1,92					2,06	
	R2	1,85					1,85	
	R3	1,93					1,94	
	MÉDIA	1,90					1,95	
	DESV. PADRÃO	0,04					0,11	
LIPÍDEOS	R1	2,42					3,19	
	R2	2,55					2,93	
	R3	2,47					3,12	
	MÉDIA	2,48					3,08	
	DESV. PADRÃO	0,07					0,13	

APÊNDICE 1 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15
ÍNDICE ACIDEZ	R1	0,01	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,055
	R2	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07
	R3	0,01	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
	MÉDIA	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
	DESV. PADRÃO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
ÍNDICE PERÓXIDO	R1	0,1	0,5	0,8	0,5	0,2	0,1	0,35
	R2	0,1	0,5	0,8	0,5	0,50	0,4	0,25
	R3	0,1	0,5	0,8	0,5	0,50	0,4	0,3
	MÉDIA	0,1	0,50	0,80	0,50	0,40	0,30	0,30
	DESV. PADRÃO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,05
TBA	R1				0,0608	0,29873	0,0646	0,1512
	R2				0,1209	0,1055	0,1731	0,2281
	R3				0,0967	0,1175	0,1154	0,1856
	MÉDIA				0,0928	0,1739	0,1177	0,1883
	DESV. PADRÃO				0,03	0,11	0,05	0,04
L	R1	69,36	67,42	66,2	63,66	60,77	61,29	60,53
	R2	69,47	67,78	66,49	63,31	61,69	60,37	60,02
	R3	69,62	67,71	66,55	63,31	61,02	60,44	59,69
	MÉDIA	69,48	67,64	66,41	63,43	61,16	60,70	60,08
	DESV. PADRÃO	0,13	0,19	0,19	0,20	0,48	0,51	0,42
a*	R1	2,83	2,79	2,58	1,55	1,07	0,97	0,67
	R2	2,45	2,29	2,21	2,28	1,06	0,99	0,95
	R3	2,19	2,00	2,23	1,96	1,08	0,83	0,99
	MÉDIA	2,49	2,36	2,34	1,93	1,07	0,93	0,87
	DESV. PADRÃO	0,32	0,40	0,21	0,37	0,01	0,09	0,17
b*	R1	9,35	13,93	14,07	14,32	15,2	15,2	14,5
	R2	11,72	14,07	14,15	14,51	14,61	14,61	15,22
	R3	12,32	14,63	14,65	14,82	14,98	15,01	15,37
	MÉDIA	11,13	14,21	14,29	14,55	14,93	14,94	15,03
	DESV. PADRÃO	1,57	0,37	0,31	0,25	0,30	0,30	0,47
DUREZA (cru)	R1	1959,77	1724,92	2288,52	1454,48	1236,34	1431,93	1211,47
	R2	1936,34	1720	1648,49	1440,23	1488,84	1208,09	1474,07
	R3	1940,09	1727,8	1306,15	1450,76	1441,34	1344,22	1261,77
	MÉDIA	1945,40	1724,24	1747,72	1448,49	1388,84	1328,08	1315,77
	DESV. PADRÃO	12,59	3,94	498,65	7,39	134,19	112,79	139,38
ADESIVIDADE (cru)	R1	-66,31	-47,67	-48,55	-42,39	-34,26	-29,19	-36,72
	R2	-39,86	-44,33	-43,45	-44,33	-45,64	-44,63	-37,18
	R3	-40,83	-40	-40	-42,28	-40,1	-37,18	-37,1
	MÉDIA	-49,00	-44,00	-44,00	-43,00	-40,00	-37,00	-37,00
	DESV. PADRÃO	15,00	3,85	4,30	1,15	5,69	7,72	0,25

APÊNDICE 1 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15
	R1	0,5	0,55	0,4	0,49	0,46	0,45	0,38
ELASTICIDADE (cru)	R2	0,46	0,44	0,44	0,39	0,44	0,40	0,46
	R3	0,45	0,42	0,48	0,44	0,42	0,41	0,36
	MÉDIA	0,47	0,47	0,44	0,44	0,44	0,42	0,40
	DESV. PADRÃO	0,03	0,07	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05
COESIVIDADE (cru)	R1	0,4	0,36	0,25	0,3	0,22	0,3	0,32
	R2	0,35	0,36	0,35	0,35	0,38	0,35	0,36
	R3	0,36	0,36	0,45	0,4	0,45	0,4	0,4
	MÉDIA	0,37	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36
	DESV. PADRÃO	0,03	0,00	0,10	0,05	0,12	0,05	0,04
RESILIÊNCIA (cru)	R1	0,18	0,15	0,15	0,11	0,11	0,08	0,12
	R2	0,14	0,15	0,13	0,15	0,14	0,15	0,14
	R3	0,13	0,15	0,14	0,13	0,14	0,16	0,13
	MÉDIA	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
	DESV. PADRÃO	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,01
DUREZA (cozido)	R1	2341,19		1843,41		1880,01		
	R2	2764,62		3388,91		3176,17		
	R3	4605,48		4325,02		3195,32		
	MÉDIA	3237,10		3185,78		2750,50		
	DESV. PADRÃO	299,41		1253,21		753,93		
ADESIVIDADE (cozido)	R1	-46,14		-20,65		-0,54		
	R2	-11,65		-9,28		-0,26		
	R3	-9,47		-19,96		-1,06		
	MÉDIA	-22,42		-16,63		-0,62		
	DESV. PADRÃO	20,57		6,37		0,41		
ELASTICIDADE (cozido)	R1	0,47		0,4		0,38		
	R2	0,39		0,4		0,48		
	R3	0,37		0,4		0,31		
	MÉDIA	0,41		0,40		0,39		
	DESV. PADRÃO	0,04		0,00		0,09		
COESIVIDADE (cozido)	R1	0,29		0,3		0,3		
	R2	0,39		0,33		0,35		
	R3	0,37		0,36		0,28		
	MÉDIA	0,35		0,33		0,31		
	DESV. PADRÃO	0,05		0,03		0,04		
RESILIÊNCIA (cozido)	R1	0,09		0,08		0,11		
	R2	0,06		0,12		0,12		
	R3	0,09		0,13		0,10		
	MÉDIA	0,08		0,11		0,11		
	DESV. PADRÃO	0,02		0,03		0,01		

APÊNDICE 2 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15
ÍNDICE ACIDEZ	R1	0,1	0,2	0,2	0,8	0,85	1,25	1,25
	R2	0,02	0,20	0,60	0,60	0,60	1,25	1,25
	R3	0,06	0,20	0,40	0,40	0,65	1,25	1,25
	MÉDIA	0,06	0,20	0,40	0,60	0,70	1,25	1,25
	DESV. PADRÃO	0,04	0,00	0,20	0,20	0,13	0,00	0,00
ÍNDICE PERÓXIDO	R1	0,1	0,2	1,2	1,4	2	4,4	3,2
	R2	0,1	0,2	0,8	1,2	1,20	4,4	3,2
	R3	0,1	0,2	1	1	1,00	4,4	3,2
	MÉDIA	0,1	0,20	1,00	1,20	1,40	4,40	3,20
	DESV. PADRÃO	0,00	0,00	0,20	0,20	0,53	0,00	0,00
TBA	R1				0,1527	0,3898	0,4145	0,4337
	R2				0,1287	0,2067	0,2784	0,2792
	R3				0,1419	0,2831	0,3190	0,3377
	MÉDIA				0,1411	0,2932	0,3373	0,3502
	DESV. PADRÃO				0,01	0,09	0,07	0,08
L	R1	60,4	60,37	58,01	52,34	53,81	52,67	51,87
	R2	66,45	60,50	59,69	53,33	52,89	51,13	52,32
	R3	66,32	61,47	59,48	52,79	50,86	53,01	52,59
	MÉDIA	64,39	60,78	59,06	52,82	52,52	52,27	52,26
	DESV. PADRÃO	3,46	0,60	0,92	0,50	1,51	1,00	0,36
a*	R1	1,56	3,34	3,14	4,09	4,88	5,33	6,11
	R2	1,02	3,55	3,70	3,37	3,72	4,85	4,69
	R3	1,68	3,07	3,78	3,22	4,42	3,44	3,30
	MÉDIA	1,42	3,32	3,54	3,56	4,34	4,54	4,70
	DESV. PADRÃO	0,35	0,24	0,35	0,47	0,58	0,98	1,41
b*	R1	8,69	8,67	9,12	8,83	9,85	10,15	10,95
	R2	7,17	8,97	9,30	9,90	9,95	10,01	10,72
	R3	8,14	7,59	9,06	9,95	9,63	10,23	10,94
	MÉDIA	8,00	8,41	9,16	9,56	9,81	10,13	10,87
	DESV. PADRÃO	0,77	0,73	0,12	0,63	0,16	0,11	0,13
DUREZA (cru)	R1	1635,53	1527,69	1485,1	1231,36	1178,64	1001,61	1098,09
	R2	1580,01	1530,77	1439,38	1222,43	1188,84	1180,7	1091,43
	R3	1550,98	1541,23	1432,09	1245,9	1180,32	1139,41	1054,77
	MÉDIA	1588,84	1533,23	1452,19	1233,23	1182,60	1107,24	1081,43
	DESV. PADRÃO	42,96	7,10	28,73	11,85	5,47	93,78	23,33
ADESIVIDADE (cru)	R1	-38,26	-38,5	-39,8	-39,12	-39,2	-36,45	-34,72
	R2	-40,64	-40,61	-39,41	-40,15	-40,1	-39,71	-38,64
	R3	-41,1	-40,89	-40,79	-40,73	-40,7	-40,84	-40,64
	MÉDIA	-40,00	-40,00	-40,00	-40,00	-40,00	-39,00	-38,00
	DESV. PADRÃO	1,52	1,31	0,71	0,82	0,75	2,28	3,01

APÊNDICE 2 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15
ELASTICIDADE (cru)	R1	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46
	R2	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45
	R3	0,49	0,48	0,49	0,47	0,46	0,46	0,44
	MÉDIA	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45
	DESV. PADRÃO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
COESIVIDADE (cru)	R1	0,52	0,51	0,51	0,51	0,47	0,35	0,36
	R2	0,38	0,38	0,4	0,4	0,40	0,37	0,36
	R3	0,45	0,4	0,38	0,38	0,39	0,36	0,36
	MÉDIA	0,45	0,43	0,43	0,43	0,42	0,36	0,36
	DESV. PADRÃO	0,07	0,07	0,07	0,07	0,04	0,01	0,00
RESILIÊNCIA (cru)	R1	0,19	0,19	0,16	0,14	0,13	0,13	0,13
	R2	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
	R3	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,13	0,13
	MÉDIA	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
	DESV. PADRÃO	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
DUREZA (cozido)	R1	2425,84		1830,11		1137,42		
	R2	1171,73		1225,85		556,27		
	R3	1210,62		1527,98		721,16		
	MÉDIA	1602,73		1527,98		804,95		
	DESV. PADRÃO	886,79		302,13		299,50		
ADESIVIDADE (cozido)	R1	-39,07		-10,09		-2,11		
	R2	-26,74		-7,77		-0,74		
	R3	-20,17		-8,93		-1,41		
	MÉDIA	-28,66		-8,93		-1,42		
	DESV. PADRÃO	9,60		1,16		0,69		
ELASTICIDADE (cozido)	R1	0,4		0,37		0,48		
	R2	0,42		0,45		0,28		
	R3	0,47		0,41		0,53		
	MÉDIA	0,43		0,41		0,43		
	DESV. PADRÃO	0,03		0,04		0,13		
COESIVIDADE (cozido)	R1	0,39		0,34		0,37		
	R2	0,36		0,36		0,32		
	R3	0,42		0,35		0,33		
	MÉDIA	0,39		0,35		0,34		
	DESV. PADRÃO	0,03		0,01		0,03		
RESILIÊNCIA (cozido)	R1	0,07		0,13		0,07		
	R2	0,13		0,10		0,13		
	R3	0,10		0,13		0,10		
	MÉDIA	0,10		0,12		0,10		
	DESV. PADRÃO	0,03		0,02		0,03		

APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15	17	19	22
ÍNDICE ACIDEZ	R1	0,02	0,04	0,1	0,24	0,36	0,45	0,5	0,65	0,9	0,95
	R2	0,02	0,04	0,06	0,24	0,36	0,45	0,60	0,75	0,90	0,98
	R3	0,02	0,04	0,08	0,24	0,36	0,45	0,70	0,70	0,90	0,92
	MÉDIA	0,02	0,04	0,08	0,24	0,36	0,45	0,60	0,70	0,90	0,95
	DESV. PADR.	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,05	0,00	0,03
ÍNDICE PERÓXIDO	R1	0,01	0,01	0,04	0,08	0,16	0,16	0,16	0,1	0,06	0,1
	R2	0,01	0,01	0,04	0,08	0,16	0,16	0,16	0,06	0,05	0,16
	R3	0,01	0,01	0,04	0,08	0,16	0,16	0,16	0,08	0,04	0,1
	MÉDIA	0,0	0,01	0,04	0,08	0,16	0,16	0,16	0,08	0,05	0,12
	DESV. PADR.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03
TBA	R1				0,107	0,10531	0,1551	0,2293	0,4554	0,4977	0,5123
	R2				0,0798	0,0998	0,1692	0,2519	0,3237	0,3260	0,3049
	R3				0,0799	0,0895	0,1458	0,2535	0,3603	0,3673	0,3783
	MÉDIA				0,0889	0,0982	0,1567	0,2449	0,3798	0,3970	0,3985
	DESV. PADR.				0,02	0,01	0,01	0,01	0,07	0,09	0,11
L	R1	66,81	63,99	63,03	60,99	60,94	59	58,23	57,6	57,6	54,45
	R2	65,85	64,32	61,05	60,24	59,99	57,62	57,51	57,46	56,99	53,62
	R3	64,74	64,80	61,53	61,53	59,97	57,29	56,70	56,51	56,29	54,08
	MÉDIA	65,80	64,37	61,87	60,92	60,30	57,97	57,48	57,19	56,96	54,05
	DESV. PADR.	1,04	0,41	1,03	0,65	0,55	0,91	0,77	0,59	0,66	0,42
a*	R1	3,83	2,03	2,59	1,54	1,37	1,69	1,3	1,46	0,84	1,04
	R2	3,84	2,75	1,84	2,01	1,81	1,07	1,23	0,46	1,38	1,12
	R3	3,43	2,72	1,36	2,06	2,28	1,11	1,31	1,59	0,84	0,90
	MÉDIA	3,70	2,50	1,93	1,87	1,82	1,29	1,28	1,17	1,02	1,02
	DESV. PADR.	0,23	0,41	0,62	0,29	0,46	0,35	0,04	0,62	0,31	0,11
b*	R1	14,67	15,19	15,67	15,71	15,81	16,71	16,8	17,63	17,29	20,65
	R2	14,02	15,08	15,07	15,19	15,80	16,78	17,12	17,71	18,21	18,53
	R3	13,13	15,15	15,85	16,11	16,27	16,85	16,90	17,10	17,18	17,79
	MÉDIA	13,94	15,14	15,53	15,67	15,96	16,78	16,94	17,48	17,56	18,99
	DESV. PADR.	0,77	0,06	0,41	0,46	0,27	0,07	0,16	0,33	0,57	1,48
DUREZA (cru)	R1	2838,73	1717,99	1606,92	1570,8	1107,41	1787,24	1231,93	789,24	1350,99	1324,68
	R2	1359,9	1720,8	1667,09	1373,57	1307,41	1231	1460,02	1636,99	1322,67	1305,84
	R3	1223,6	1734,98	1678,12	1476,34	1807,41	1207,41	1388,11	1629,59	1401,66	1398,21
	MÉDIA	1807,41	1724,59	1650,71	1473,57	1407,41	1408,55	1360,02	1351,94	1358,44	1342,91
	DESV. PADR.	895,75	9,11	38,32	98,64	360,56	328,17	116,61	487,33	40,02	48,81
ADESIVIDADE (cru)	R1	-45,08	-46,14	-47,19	-45,9	-46	-49,97	-48,82	-44,87	-45,1	-44
	R2	-46,38	-47,43	-46,38	-47,5	-47,5	-47,5	-49,09	-46,73	-46,45	-47,5
	R3	-46,54	-47,43	-47,43	-47,6	-47,5	-43,53	-49,09	-46,4	-46,45	-46,5
	MÉDIA	-46,00	-47,00	-47,00	-47,00	-47,00	-47,00	-49,00	-46,00	-46,00	-46,00
	DESV. PADR.	0,80	0,74	0,55	0,95	0,87	3,25	0,16	0,99	0,78	1,80

APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO

PARÂMETRO	AMOSTRA/DIA	1	4	6	8	11	13	15	17	19	22	
ELASTICIDADE (cru)	R1	0,51	0,49	0,49	0,52	0,5	0,55	0,48	0,52	0,43	0,41	
	R2	0,48	0,49	0,49	0,46	0,49	0,49	0,47	0,46	0,47	0,40	
	R3	0,48	0,49	0,49	0,49	0,48	0,43	0,46	0,40	0,45	0,48	
	MÉDIA	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,47	0,46	0,45	0,43
	DESV. PAD.	0,02	0,00	0,00	0,03	0,01	0,06	0,01	0,06	0,02	0,04	
COESIVIDADE (cru)	R1	0,62	0,47	0,43	0,53	0,5	0,42	0,46	0,42	0,4	0,27	
	R2	0,48	0,49	0,53	0,45	0,38	0,43	0,46	0,47	0,38	0,43	
	R3	0,55	0,54	0,54	0,49	0,50	0,5	0,43	0,4	0,39	0,35	
	MÉDIA	0,55	0,50	0,50	0,49	0,46	0,45	0,45	0,43	0,39	0,35	
	DESV. PADR.	0,07	0,04	0,06	0,04	0,07	0,04	0,02	0,04	0,01	0,08	
RESILIÊNCIA (cru)	R1	0,22	0,16	0,16	0,16	0,19	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	
	R2	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	
	R3	0,14	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,14	
	MÉDIA	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
	DESV. PADR.	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	
DUREZA (cozido)	R1	1912,23					1303,35				1033,72	
	R2	1966,1					1473,14				1292,93	
	R3	2539,96					1312,21				1377,09	
	MÉDIA	2139,43					1362,90				1234,58	
	DESV. PADR.	38,09					78,04				178,97	
ADESIVIDADE (cozido)	R1	-13,78					-15,2				-8,36	
	R2	-14,63					-16,00				-5,3	
	R3	-14,67					-11,19				-4,85	
	MÉDIA	-14,36					-14,13				-6,17	
	DESV. PADR.	0,50					2,58				1,91	
ELASTICIDADE (cozido)	R1	0,52					0,57				0,45	
	R2	0,57					0,54				0,36	
	R3	0,56					0,51				0,42	
	MÉDIA	0,55					0,54				0,41	
	DESV. PADR.	0,02					0,03				0,05	
COESIVIDADE (cozido)	R1	0,35					0,36				0,32	
	R2	0,36					0,33				0,36	
	R3	0,34					0,33				0,31	
	MÉDIA	0,35					0,34				0,33	
	DESV. PADR.	0,01					0,02				0,03	
RESILIÊNCIA (cozido)	R1	0,12					0,13				0,13	
	R2	0,12					0,14				0,13	
	R3	0,12					0,12				0,1	
	MÉDIA	0,12					0,13				0,12	
	DESV. PADR.	0,00					0,01				0,02	

6.4 APÊNDICE 4: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

JULGADOR:

DATA:

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	AMOSTRA			
			pt			
APARÊNCIA	PELE	Presença Zoogléia	0			
		Ausência Zoogléia	1			
		Presença Limo	0			
		Ausência Limo	1			
	FIRMEZA DA CARNE	Firme; sinal de Godet (-)	0			
		Ligeiramente amolecida	1			
Sinal de Godet (+)		2				
OLHOS	PUPILA	Ausência de um ponto branco	0			
		Pequeno ponto branco	1			
		Grande ponto branco, ocupando maior a parte	2			
		Límpida	0			
		Nevoada	1			
	FORMA	Forma protuberante, convexa	0			
Forma achatada. Plana		1				
Côncava; afundada		2				
BRÂNKIAS	COR	De vermelho a Vinho	0			
		Interno = Vermelho e bordas marrom	1			
		Marrom	2			
		Marrom com algumas partes pálidas	3			
	ODOR	Neutro; Característico de pescado	0			
		Amoniacal	1			
Ranço		2				
Odor desagradável (Ranço + Pútrido)		3				
ABDÔMEN (parte interna)	COR	Rosa claro	0			
		Rosa claro esbranquiçado	1			
		Rosa + amarelo claro	2			
		Perolado	3			
	ODOR	Neutro; Característico pescado	0			
		Amoniacal	1			
Ranço		2				
Odor desagradável (Ranço + Pútrido)		3				
MUSCULATURA	FIRMEZA	Apresenta firme, compacta	0			
		Apresenta amolecida; "desmanchada"	1			
	COR	Rósea	0			
		Pêssego	1			
		Bege	2			
NADADEIRA CAUDAL	UMIDADE	Úmida totalmente	0			
		Ressecada nas pontas	1			
		Ressecada totalmente	2			
	COR	Cores bem nítidas	0			
Há desbotamento das cores		1				
NADADEIRA VENTRAL	Umidade	Úmida totalmente	0			
		Ressecada nas pontas	1			
		Ressecada totalmente	2			

APÊNDICE 4 – CONTINUAÇÃO

NADADEIRA VENTRAL	COR	Cores bem nítidas	0			
		Há desbotamento das cores	1			
NADADEIRA DORSAL	ELASTICIDADE	Com elasticidade	0			
		Perda elasticidade	1			
	COR	Cores bem nítidas	0			
		Há desbotamento das cores	1			
TOTAL DE PONTOS						

6.5 APÊNDICE 5: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

JULGADOR:

DATA:

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS		pt	AMOSTRA		
ASPECTO GERAL	PELE	Brilho		0			
		Brilho menos intenso		1			
		Perda de brilho		2			
		Presença de muco (Zoogléia)		0			
		Ausência de muco (Zoogléia)		1			
		Linha lateral prata na parte caudal		0			
		Linha lateral escura na parte caudal		1			
	Linha lateral vermelha na parte caudal		2				
	FIRMEZA DA CARNE	Firme		0			
		Ligeiramente amolecida		1			
Amolecida, com sinal de <i>Godet</i>			2				
OLHOS	PUPILA	Ausência de ponto branco		0			
		Pequeno ponto branco		1			
		Grande ponto branco		2			
	ÍRIS	Coloração latão		0			
		Coloração Amarela claro		1			
		Coloração Laranja		2			
	FORMA	Protuberante, convexa		0			
		Achatada, plana		1			
		Afundada, côncava		2			
	GLOBO OCULAR	Integro		0			
Com descolamento			1				
CABEÇA	COR DA PARTE INFERIOR	Rósea		0			
		Salmão		1			
		Vermelho		2			
ABDÔMEN (INTERNO)	COR	Rosa claro		0			
		Pérola		1			
		Bege		2			
	ODOR	Neutro		0			
		Característico peixe água doce		1			
		Amoniacal		2			
Pútrido		3					
BRÂNQUIAS	COR	Vinho		0			
		Marrom escuro		1			
		Marrom pálido. Algumas partes sem cor		2			
	ODOR	Neutro; Característico peixe água doce		0			
		Ferroso; sangue		1			
		Algas		2			
		Pútrido		3			
TOTAL DE PONTOS							

6.6 APÊNDICE 6: FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

JULGADOR:

DATA:

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	pt	AMOSTRA		
ASPECTO GERAL	PELE	Brilho intenso	0			
		Brilho menos intenso	1			
		Perda de Brilho	2			
		Linha lateral de tom escuro a prata	0			
		Linha lateral tom castanho	1			
		Linha lateral tom avermelhado	2			
		Presença Zoogléia	0			
		Ausência Zoogléia	1			
	ESCAMAS	Bem pigmentadas. Cores uniformes	0			
		Cores esmaecidas. Aparecendo favos	1			
	FIRMEZA DA CARNE	Firme; sinal de Godet (-)	0			
		Ligeiramente amolecida	1			
Sinal de Godet (+)		2				
OLHOS	PUPILA	Coloração preta e translúcida (transparente)	0			
		Coloração preta e opaca (escuro)	1			
		Coloração de cinza ao branco	2			
		Ausência ponto branco	0			
		Pequeno ponto branco	1			
		Grande ponto branco, ocupando maior a parte	2			
	ÍRIS	Coloração verde	0			
		Coloração do amarelo ao dourado	1			
		Coloração do laranja ao vermelho	2			
	FORMA	Convexa	0			
		Plana	1			
		Côncava	2			
CABEÇA	COR	Coloração inferior salmão claro	0			
		Coloração inferior perola	1			
		Coloração inferior amarelo	2			
BRÂNQUIAS	COR	De vermelho ao vinho	0			
		Marrom se inicia da borda para o interior	1			
		Marrom totalmente	2			
		Marrom pálido	3			
	ODOR	Neutro; Característico de pescado	0			
		Ferroso; sangue	1			
		Amoniacal	2			
		Odor desagradável (Ranço/ Pútrido)	3			
ABDÔMEN (parte interna)	COR (costela)	Rosa claro	0			
		Pérola	1			
		Bege	2			
	ODOR	Neutro; Característico de peixe	0			
		Ferroso; sangue	1			
		Amoniacal	2			
		Odor desagradável (Ranço/ Pútrido)	3			
MUSCULATURA	COR	De rosa a salmão	0			
		Do pêssego ao bege	1			
		Marrom acinzentado; rósea amarronzada	2			
NADADEIRA CAUDAL	UMIDADE	Úmida totalmente	0			
		Ressecamento a partir das pontas	1			
	COR	Cores bem nítidas	0			
		Cores desbotadas	1			

APÊNDICE 6 – CONTINUAÇÃO

NADADEIRA VENTRAL	UMIDADE	Totalmente úmida	0			
		Ressecamento a partir das pontas	1			
	COR	Cores bem nítidas	0			
		Cores desbotadas	1			
NADADEIRA DORSAL	ELASTICIDADE	Com elasticidade	0			
		Perda elasticidade	1			
	COR	Cores bem nítidas	0			
		Cores desbotadas	1			
TOTAL DE PONTOS						

6.7 APÊNDICE 7: QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES PARA PARTICIPAR DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES

Você já deve ter ouvido falar de degustadores profissionais de vinhos que diferenciam safras de vinhos diferentes apenas pelo odor. O que torna esses degustadores capazes de tal façanha é principalmente o treinamento que eles recebem.

Neste momento, o Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Veterinária / UFF necessita formar uma equipe treinada de degustadores. O produto será carne do Tambaqui, que é uma espécie de peixe de água doce mais consumida da Região Norte do país.

Se você deseja participar da equipe de degustadores, por favor, preencha este formulário e retorne-o o quanto antes, ao discente Alexandre Borges (alexandreborges_vet@yahoo.com.br) ou a aluna de graduação do 9º período Bianca Gonçalves Medina. Se tiver qualquer dúvida ou necessitar de algo, não hesite em nos contatar.

Então, vamos lá!

Nome:

Faixa etária: () 15-20 () 20-30 () 30-40 () 40-50 () 50-60

Endereço:

Telefone residencial: _____ Celular: _____

1. Existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Quais?

2. Indique o quanto você aprecia carne de peixe:

() Gosto muito; () Gosto; () Nem gosto / Nem Desgosto; () Desgosto; () Desgosto muito.

3. Cite alimentos e ingredientes que você desgosta muito:

4. Cite um alimento que seja crocante:

5. Cite um alimento que seja suculento:

6. Cite um alimento que seja cremoso:

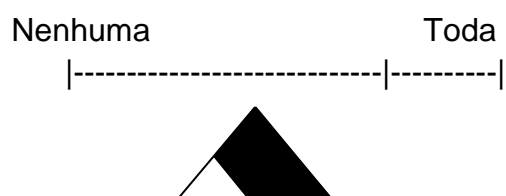
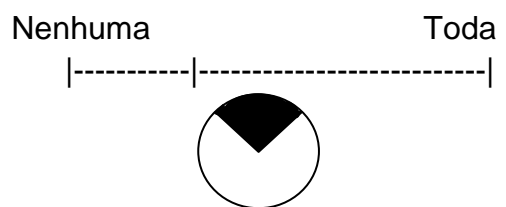
APÊNDICE 7 – CONTINUAÇÃO

7. Você é capaz de citar um alimento que grude nos dentes ao ser mastigado?
8. Se a receita pede manjeriço e não tem disponível, com o que você pode substituí-lo?
9. Por que as pessoas frequentemente sugerem a adição de açúcar ao molho de tomate?
10. Qual é a melhor palavra ou palavras para descrever o queijo tipo mussarela derretido?
11. Descreva alguns sabores perceptíveis na língua:
12. Ordene numericamente todos os alimentos abaixo de acordo com a intensidade de dureza. O alimento menos duro deverá ser identificado pelo número 1 e mais duro pelo número 5:
- | | |
|---------------------|-----|
| Amendoim torrado | () |
| Azeitona | () |
| Cenoura crua | () |
| Clara de ovo cozida | () |
| Queijo prato | () |
13. Ordene numericamente todos os itens abaixo de acordo com a viscosidade. O item menos viscoso deverá ser identificado pelo número 1 e o mais viscoso pelo número 4:
- | | |
|--------------------|-----|
| Água | () |
| Creme de leite | () |
| Leite achocolatado | () |
| Leite condensado | () |
14. Especifique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. Explique, por favor:
15. Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso positivo, explique, por favor:
16. Você está tomando alguma medicação que poderia influir sobre a sua capacidade de perceber odores ou sabores? Em caso positivo, explique, por favor:

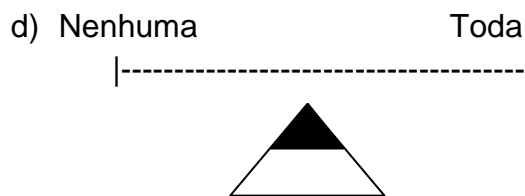
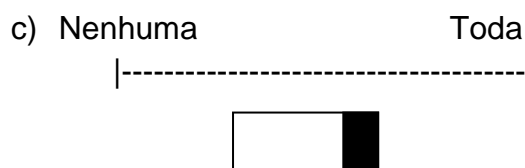
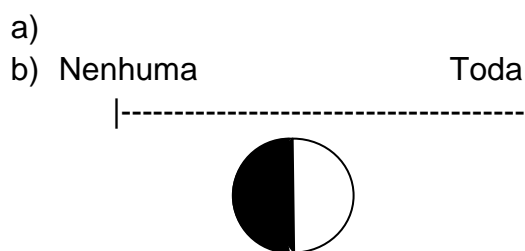
APÊNDICE 7 – CONTINUAÇÃO

17. Marque na linha acima de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar):

Exemplos:



Agora é a sua vez:



Obrigado por sua colaboração!

Alexandre Borges

6.8 APÊNDICE 8: FICHA DO TESTE TRIANGULAR UTILIZADA PARA SELEÇÃO DE DEGUSTADORES PARA PARTICIPAR DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

Nome:	Sexo:	Idade:
Você está recebendo 3 amostras codificadas. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e indique a amostra diferente.		
_____	_____	_____
Comentários: _____		

6.9 APÊNDICE 9: FICHA DE AVALIAÇÃO PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO

LISTA DE ATRIBUTOS

Degustador:

Código da amostra: _____

APARÊNCIA

- Cor da carne

Clara

Amarela

|_____|

- Brilho

Nenhum

Muito

|_____|

AROMA

- Característico de peixe de água doce

Nenhum

Forte

|_____|

- Doce

Nenhum

Forte

|_____|

- Gordura

Nenhum

Forte

|_____|

SABOR

DURANTE A MASTIGAÇÃO

- Característico de peixe de água doce

Nenhum

Forte

|_____|

- Terra

Nenhum

Forte

|_____|

APÊNDICE 9 – CONTINUAÇÃO

- Amargo

Nenhum Forte
|_____|

- Doce

Nenhum Forte
|_____|

RESIDUAL

- Terra

Nenhum Forte
|_____|

- Amargo

Nenhum Forte
|_____|

- Doce

Nenhum Forte
|_____|

TEXTURA

- Maciez

Pouca Muita
|_____|

- Suculência

Pouca Muita
|_____|

- Elasticidade

Pouca Muita
|_____|

- Coesividade

Pouca Muita
|_____|

6.10 APÊNDICE 10: FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO UTILIZADA PARA ANÁLISE SENSORIAL DO DO PACU, (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) E TAMBACUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADOS E ESTOCADOS EM GELO

NOME: _____ SEXO: _____ IDADE: _____

No. AMOSTRA: _____

Por favor, avalie a amostra utilizando as escalas abaixo. Marque a posição que melhor reflita seu julgamento em relação à característica discriminada no alto de cada escala.

AROMA (NO VIDRO)	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
Gostei Extremamente	Gostei Extremamente	Gostei Extremamente	Gostei Extremamente
Gostei Muito	Gostei Muito	Gostei Muito	Gostei Muito
Gostei Moderadamente	Gostei Moderadamente	Gostei Moderadamente	Gostei Moderadamente
Gostei Ligeiramente	Gostei Ligeiramente	Gostei Ligeiramente	Gostei Ligeiramente
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Desgostei Ligeiramente	Desgostei Ligeiramente	Desgostei Ligeiramente	Desgostei Ligeiramente
Desgostei Moderadamente	Desgostei Moderadamente	Desgostei Moderadamente	Desgostei Moderadamente
Desgostei Muito	Desgostei Muito	Desgostei Muito	Desgostei Muito
Desgostei Extremamente	Desgostei Extremamente	Desgostei Extremamente	Desgostei Extremamente

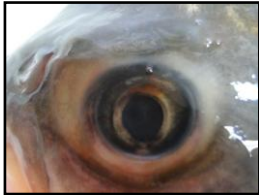







6.11 APÊNDICE 11: QUESTIONÁRIO NEOFOBIA ALIMENTAR DISTRIBUÍDO ENTRE OS CONSUMIDORES HABITUAIS DE PEIXE, DURANTE O TESTE DE ACEITAÇÃO

NOME: _____ SEXO: _____ IDADE: _____

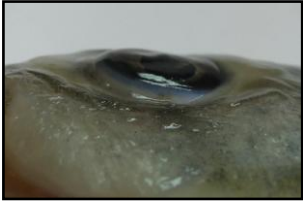
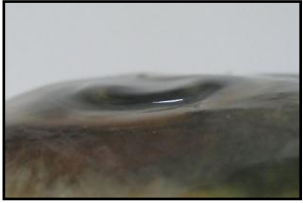






Este questionário apresenta várias afirmativas sobre a forma como as pessoas reagem perante alimentos novos e diferentes. Leia cada uma delas e assinale com uma cruz a opção que lhe parecer mais próxima a sua realidade.

		CONCORDO PLENAMENTE	CONCORDO	NEM CONCORDO NEM DISCORDO	DISCORDO	DISCORDO COMPLETAMENTE
1	Estou constantemente disposto a provar alimentos novos e diferentes.					
2	Não confio em alimentos novos.					
3	Se eu não sei o que tem em um alimento, não vou experimentar.					
4	Gosto de alimentos de diferentes lugares.					
5	Alimentos de cultura diferentes me parecem estranhos para comer.					
6	Nas refeições, tento um novo tipo de alimento.					
7	Tenho medo de comer alimentos que nunca comi antes.					
8	Eu sou muito particular sobre os tipos de alimentos que irei comer.					
9	Como quase nada quando estou diante de novos alimentos.					
10	Gosto de experimentar novos restaurantes de cultura diferente.					











6.12 APÊNDICE 12: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 17 DIAS

	Escore zero	Escore 1	Escore 2
Ponto branco na pupila	 Ausência	 Pequeno ponto	 Grande ponto
Cor da musculatura	 Rósea	 Pêssego	 Bege
Nadadeira caudal	 Cores bem nítidas	 Desbotamento das cores	

6.13 APÊNDICE 13: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 16 DIAS

	Escore zero	Escore 1	Escore 2
Forma olho			
	Convexa	Plana	Concavo
Globo ocular			
	Íntegro	Com descolamento	
Cor Iris			
	Verde	Amarelo claro	Laranja

6.14 APÊNDICE 14: EVOLUÇÃO DOS PARÂMETROS CONTIDOS NO MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) DO TAMBQUI (*Colossoma macropomum*) EVISCERADO E ESTOCADO EM GELO POR 22 DIAS

	Escore zero	Escore 1	Escore 2	Escore 3
Cor Brânquias	 Vermelho	 Marrom + vermelho	 Marrom totalmente	 Marrom claro
Cor inferior cabeça	 Salmão	 Pérola	 Amarelo	
Cor abdômen	 Rosa claro	 Pérola	 Bege	

6.15 APÊNDICE 15: ARTIGO 1 PUBLICADO





Food Research International

Available online 16 July 2013

In Press, Accepted Manuscript — Note to users

Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life ☆

Open Access Article

- [A. Borges^a](#)  , [C.A. Conte-Junior^b](#), [R.M. Franco^b](#), [M.Q. Freitas^b](#)
- ^a Graduate program on Veterinary Hygiene and Technological Processing of Animal-Origin Products, Federal Fluminense University (UFF), School of Veterinary Medicine, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340, Niterói, Brazil
- ^b Department of Food Technology, School of Veterinary Medicine, UFF, Rua Vital Brasil, 64, 24230-340 - Niterói/RJ, Brasil
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.012>, [How to Cite or Link Using DOI](#)
- [Permissions & Reprints](#)

Highlights

- This study was conducted with the *Piaractus mesopotamicus* gutted and stored on ice.
- Shelf life was conducted sensory analysis, bacteriological and physical chemistry.
- The QIM scheme efficiently assessed pacu quality.
- Loss of sensory quality correlated with storage time.
- *Piaractus mesopotamicus* gutted ice-stored fit for consumption until the 11th day.

Abstract

The study aimed to develop the Quality Index Method (QIM) for assessing the sensory quality of gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus*, assess the sensory, physical, chemical and bacteriological changes that occur during the storage period and determine the best quality assessment parameters, proposing acceptance limits for the species. The quality index (QI) of the developed QIM scheme increased linearly over the storage period, with the demerit score varying from 0 to 32, indicating a shelf life of 11 days. The QIM scheme efficiently assessed pacu quality, and loss of sensory quality correlated well with storage time. Relation of the results of analyses, mainly bacteriological analysis and QIM, suggests that gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* is fit for consumption until the 11th day of storage.

Keywords

- *Piaractus mesopotamicus*; QIM; shelf life; proximate composition

1. Introduction

Brazil has potential for aquaculture because of its extensive coast and plentiful continental waters. In 2004, 1.25 million tons of fish were produced, where 38% was farmed (Boscardin, 2008). Fish farming in Brazil grew significantly and today Brazil produces 64.2% of the total South American and 18.4% of the total global production (Brazil, 2010). In this context, the interest in raising and selling native Brazilian fish has grown in the last decades, totaling 64,625 tons in 2009 (Brazil, 2010), which represents an increase of 336% in a little over five years due to more intensive management practices.

Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae), is one of the most promising species for Brazilian fish farming because of its fast growth rate, easy adaptation to artificial feeding and great consumer acceptance. It can also be raised for recreational fishing. Originating in the Prata and Pantanal basins (Borghetti, Ostrensky & Costell, 2003; Pai et al., 2000), it is the second most cultivated fish species in Brazil (Urbinati & Gonçalves, 2005). They also mature early and adapt to artificial feeding, factors that facilitate successful cultivation (Ostrensky & Soto, 2008, Jomori, Carneiro, Malheiros & Portela, 2003). Because of this potential, the species is being used in increasingly intensive production systems, intrinsic to the fish farming activity (Urbinati & Gonçalves, 2005).

However, there are few scientific papers addressing issues related to food of technology of the pacu. Szenttamásy et al. (1993) researched the processing of pacu grown in tanks piscicultura. They concluded, through the sensory analyzes of processed products for which the pacu canned and pacu smoked was accepted by most tasters who classified it as a product, respectively, of excellent taste and good taste.

The changes that occur after this fresh-water species is fished and placed in ice need to be known, so that pacu farmers can decide the best time to fish and sell. This information will allow producers to have a stock, keeping the fish refrigerated in ice or walk-in coolers to avoid losses and increase the commercial availability of this species. Hence, a quality index method - QIM (Costell, 2002) that scores sensory attributes is interesting for this purpose.

The objective of the present study is to determine the shelf life of gutted, raw ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* using sensory, physical, chemical and bacteriological analyses and develop a QIM scheme.

2. Material and Methods

Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) in grow-out tanks were caught with a trawl at a fish farm located in a municipality of the state of Rio de Janeiro, Brazil, using the criteria required to minimize the animals' stress. Samples of pacu, a total of 166 fish weighing 2 ± 0.1 Kg were obtained in the months: september, october and november 2010. For sensory analysis the two first lots were used for training of panelists, totaling 80 fish and the 3rd lot was used for the protocol IQ, totaling 80 fish. Bacteriological, physical and chemical analyses were conducted for lots and taken the average of the results. In each lots the samples were subjected to bacteriological (1 fish), physic and chemical (1 fish) analyses.

The samples were removed from the dorsal musculature of one single fish, and was half of the amount collected from the sampling unit of the muscular portion and inner half of the sampling unit muscle outer portion, forming a mixture was homogenized sample unit would be that day. Each homogenized sample was analyzed in duplicate and then means them made.

The fact described above occurred in 3 different lots and the means taken after obtaining the final result.

The fish were submitted to a depuration period of 24 h and, immediately after capture, were desensitized, manually gutted and rinsed. The depuration was used of ponds for fish that remain fasting or special food under running water, according to the methodology Pillay (1974). Next, they were placed inside isothermal boxes with 1 kg of ice for every kg of fish and covered with a fine plastic film for protection. They were sent to a sensory analysis laboratory, where they were then placed inside containers with 1 kg of ice for every 2 kg of fish. They were stored in home refrigerators with a mean temperature of 0.5 ± 0.5 °C until the sensory, bacteriological, physical and chemical analyses. The individual fish samples were kept in ice for 17 days. The ice was replaced daily.

2.1. Bacteriological analyses

For the bacteriological analyses, sterile forceps and scissors were used for removing portions of different regions of the same fish's muscle, totaling 10 g, in accordance with the methodology ICMSF, 1986. Next, each portion was transferred to a sterile stomacher envelope (Seward, model 80, New York, 2008) along with 90 mL of 0.1% w/v saline peptone water (110582 buffered peptone broth and sodium chloride, Frankfurter, Germany). This solution was then used for preparing other sterile solutions for bacteriological analyses.

The flesh samples were analyzed twice, both for aerobic mesophilic heterotrophic bacteria count (AMHBC) and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria count (APHBC), as recommended by Cousin, Jay & Vasavada (2001). At the end of the incubation period, the agar plates with dilutions that allowed the best CFU counts were selected, that is, those with 25 and 250 CFU (Swanson, Petran, & Hanlin, 2001).

This procedure was repeated every other day for 17 days. Depending on the day, the CFU were counted in agar plates with different dilutions. All analyses were made in triplicate.

2.2. Physical and chemical analyses

All physical and chemical analyses were repeated every other day for 17 days. All analyses were made in triplicate.

The following determinations were done as recommended by the AOAC (2000): pH by a digital potentiometer (Digmed DM 22 equipped with a glass electrode calibrated with buffer solutions 4 and 7), total volatile basic nitrogen (TVB-N) in muscle by the microdiffusion (mg TVB-N per 100 g), and acidity index (AI) and peroxide index (PI).

Thiobarbituric acid-reactive substances (TBA) were determined as suggested by Tarladgis et al., 1960. The results are expressed as mg of malonaldehyde per kg of muscle (mg MA per Kg).

2.3. Proximate composition

Proximate composition was determined the beginning (day 01) and end (day 11) of pacu's shelf life. Five samples were used each analyses day. Moisture was determined by placing a sample in an incubator at 105°C and weighting until its weight became constant (AOAC, 2000). The ethereal extract composition was determined by Soxhlet extraction using ethyl ether as solvent, as recommended by AOAC (AOAC, 2000). Protein content was determined by total nitrogen with the Kjeldahl method, using the factor 6.25 for calculating total protein (AOAC, 2000). Ash was determined by incinerating the sample in a muffle at 550° C (AOAC, 2000). All analyses were made in triplicate.

2.4. Quality Index Method (QIM)

QIM assessment was done as recommended by Martinsdóttir et al. (2001), Sveinsdottir, Hyldig & Martinsdittir (2003), Hyldig & Green-Petersen (2004).

Eighty fish with a mean weight of 2 kg, totaling 160 kg, were used for training the panelists during a total of ten sessions, each lasting approximately 1 hour. The raw fish stored in ice for 01, 04, 08, 13 and 17 days was presented individually on a tray with a light-colored bottom.

The semi-trained panel that participated in QIM development consisted of 8 people, 1 man and 7 women, who were selected according to their interest and availability for participating in the panel and to not being allergic to fish.

The sensory attributes were determined in sessions under laboratory conditions. All panelists were seated at a sterilized table with good lighting shining on the fish. The room temperature was kept at 20° C. The panelists were asked to use masks, gloves and bonnet. The fish samples were removed from the ice 30 minutes before the session started, observed and registered by two leaders with experience in sensorial analysis. The panelists were allowed to interact under the guidance of panel leaders to obtain the most appropriate descriptions the sensory schemes available for pacu and these were discussed. By consensus, the panelists selected the attributes that best characterized the sensory characteristics of the samples.

After training for 2 months with 2 distinct lots a team of 8 trained panelists, one man and seven women, proceeded to final evaluation. Quality Index (QI) protocol was created and used for analyzing the samples during the third lot for the fresh-water species pacu (*Piaractus mesopotamicus*), gutted and stored in ice. For QI, were used four repeat and were evaluated by every panelist in each of the different storage times. The samples were stored in ice for 01, 06, 11, 13 and 17 days and presented on a tray with a light-colored bottom. These trays were coded by randomly-chosen 3-digit numbers. Eight trained panelists participated in the sensory assessment of the pacu samples using cards (QI protocol) with the following quality attributes: general appearance, eyes, gills, abdomen, flesh, caudal fin, pelvic fin and dorsal fin. Each panelist analyzed the samples individually and recorded his/her score for each parameter of the QI protocol.

2.5. Statistical analysis

Descriptive measures expressed as means and standard deviation were used for the bacteriological, physical and chemical parameters. The bacteriological data were expressed as log CFU/g. The Student's t-test for dependent variables was used on the physical and chemical data.

QIM data were submitted to linear regression with storage time, and the correlation coefficient (R) was calculated. Additionally, partial least squares (PLS) regression was used for determining the uncertainty associated with QIM prediction and the sensory attributes relevant for its development. All statistical treatment was done by the software Statistical Analysis System for Windows version 9.2 2008 - SAS Institute, Inc. (SAS, North Carolina, EUA) and XLSTAT for Windows version 2012.5 (Adinsoft, Paris, France.).

3. Results and Discussion

3.1. Quality Index Method

The resulting QI protocol has 8 quality attributes and 16 parameters for the quality assessment of ice-stored pacu (Table 1). The parameters were scored from 0 to 1, 0 to 2 or 0 to 3, depending on the characteristic. The sum of the protocol scores totaled 32 demerit points, where 4 points regarded the general appearance, 5 regarded the eyes, 6 regarded the gills, 6 regarded the abdomen, 3 regarded the flesh, 3 regarded the caudal fin, 3 regarded the pelvic fin and 2 regarded the dorsal fin.

Table 1. QIM scheme for assessing gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

Quality attributes Parameter			Score
APPEARANCE	ZOOGLEA	With zooglea	0
		No zooglea	1
	SKIN	With mucus	0
		No mucus	1
	FLESH FIRMNESS	Firm; Godet signal (-)	0
		Slightly soft	1
Godet signal (+)		2	
EYES	PUPIL	Absence of a white spot	0
		Small white spot	1
		Large white spot shading most of it	2
		Clear	0
		Cloudy	1

Quality attributes Parameter		Score	
	SHAPE	Protuberant, convex	0
		Flat, plane	1
		Concave; sunk	2
GILLS	COLOR	From red to wine-colored	0
		Inside = Red with brown borders	1
		Brown	2
		Brown with some faded parts	3
	ODOR	Neutral; typical of fish	0
		Ammoniacal	1
ABDOMEN (internally)	COLOR	Light pink	0
		Light pink, whitish	1
		Pink + light yellow	2
		Pearly	3
	ODOR	Neutral; typical of fish	0
		Ammoniacal	1
FLESH	FIRMNESS	Firm, compact	0
		Soft; "crumbling"	1
	COLOR	Pinkish	0
		Peach	1
		Beige	2
CAUDAL FIN	MOISTURE	Totally moist	0
		Dry on the edge	1
		Totally dry	2
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
PELVIC FIN	Moisture	Totally moist	0
		Dry on the edge	1
		Totally dry	2
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
DORSAL FIN	ELASTICITY	Elastic	0
		Inelastic	1
	COLOR	Clear colors	0
		Faded colors	1
Total QIM score		0 - 32	

[Table options](#)

The parameters of the pacu protocol are similar to those created by Massa, Palacios, Paredi & Crupkin (2005) for the Patagonian flounder (*Paralichthys patagonicus*), where 12 parameters total 32 points. At rejection (7th day), the fish had received a total of 18 demerit points, 56.2% of the maximum score. Different results were obtained for cuttlefish, whose QIM adds up to 29 demerit points divided into 04 attributes and 13 parameters (Sykes et al., 2009), and for *Merluccius merluccius*, whose QIM consists of 8 parameters totaling 19 demerit points (Baixas-Nogueras et al., 2003).

Vaz-Pires & Seixas, (2006) developed a protocol for *Sepia officinalis* and *Illex coindetti*; 8 parameters were used for assessing the first species, which was rejected on the tenth day of storage with 17 demerit points. Nine parameters were used for assessing the quality of the second species, which was considered unfit for consumption on the ninth day, with 16 demerit points. Both species reached the maximum score when they were deemed unfit for consumption because of their sensory characteristics. Teixeira et al. (2009) created a protocol for *Micropogonias furnieri* consisting of 11 parameters and 22 demerit points, which were reached on the 14th day of storage, considered the limit time for safe consumption. Sykes et al. (2009) used 13 parameters for assessing the species *Sepia officinalis* and determined that 8 days was the maximum period for storage in ice.

The different results may be explained by a gamut of physical changes and chemical reactions that occur in each species due to the action of enzymes and microorganisms. For fresh fish, the primary changes may stem from bacterial metabolism and growth, resulting in possible biochemical changes and formation of toxic compounds, gas, unpleasant mucus and smell, oxidation of lipids and pigments, bad taste and aroma, and in the formation of compounds with adverse biological effects or discoloration (Huis in't Veld, 1996). Therefore, QIM stands out because it is specific for each species, making it more reliable (Olafsdóttir et al., 1997). Assessment methods must be judicious since there are numerous fish species and each species has its own deterioration process, as do different individuals of the same species and different parts of the same individual (Ogawa & Maia, 1999).

[Figure 1](#) show the QI of ice-stored pacu during the storage period, which may be understood as the sum of the scores given to each sensory characteristic on each day of storage. On the first and last days of storage (days 1 and days 17), pacu got a QI of 1.9 and 28.4, respectively. The linear behavior of the QI is statistically significant ($p < 0.01$). The scores given by the trained panelists show that gutted pacu has a high freshness status (at 0 to 1 days of ice storage) obtaining a QI of 0 to 2; at 2 and 6 days of ice storage, the mean QI is 7, and after 13 days the QI exceeds 26. Note that the mean scores of day 17 are similar ([Figure 1](#)) the results appear that the demerit points reached the limit on 13th day, when members of the panel rejected the samples, making it unfit sensory pacu from the 13th day. Therefore the evaluators consider the samples of 13 and 17 similar and also these days the bacteriological limit was exceeded and the fish can be considered as unfit for consumption, according to the citations ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009.

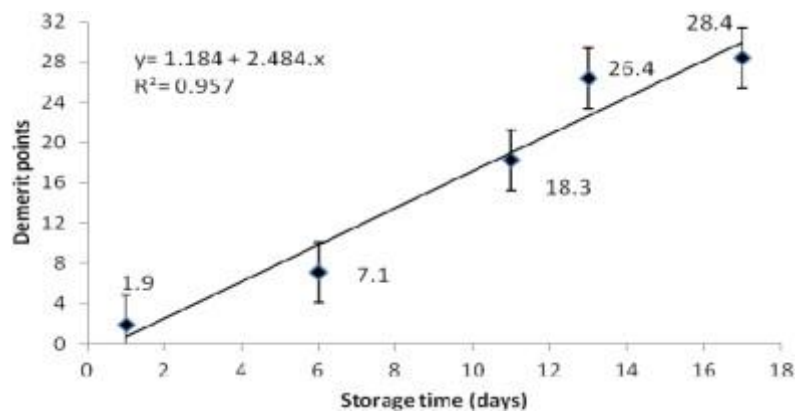


Figure 1. Linear correlation between QIM and the 32 demerit points for gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus*. Bars represent the daily standard deviation.

[Figure options](#)

[Figure 2](#) shows the behavior of all parameters during the storage period. Generally, all quality attributes behave similarly during the storage period, without great changes. However, a closer analysis shows that the attributes flesh firmness and gill color ([Figures 2C and 2E](#)) change faster and that the attributes pelvic fin color, caudal fin elasticity and pupils ([Figures 2G, 2H and 2B](#), respectively) change more slowly. It is interesting to note that odor, considered the attribute that most changes during the storage period. These odors that varied in this study gradually at different days of storage those were neutral, ammoniacal, rancid and unpleasant.

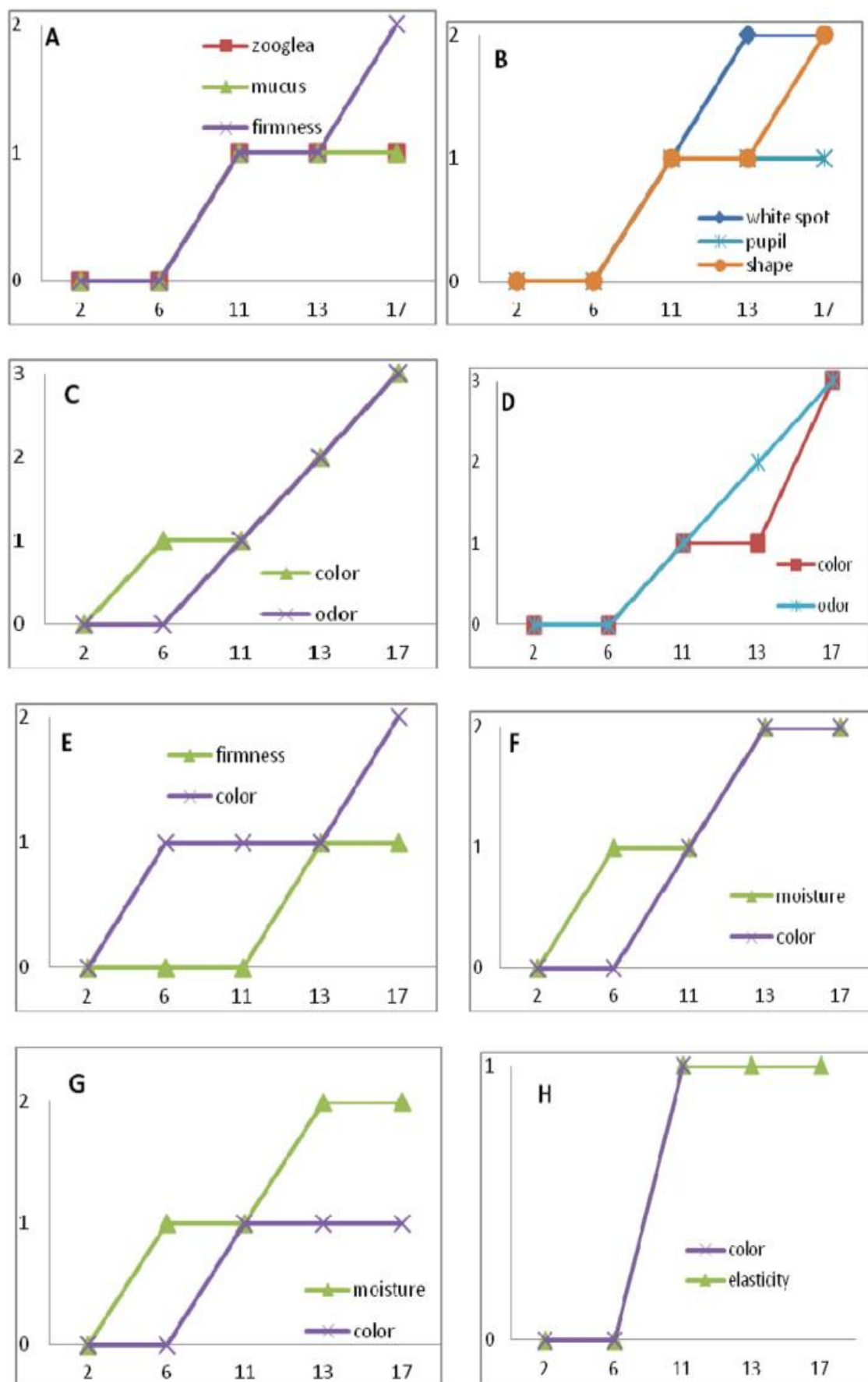


Figure 2. The mean demerit scores given on different storage days for each quality attribute of gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*): (A) appearance; (B) eyes; (C) gills; (D) abdomen; (E) flesh; (F) caudal fin; (G) pelvic fin; (H) dorsal fin.

Figure options

Therefore, all the parameters of the QI protocol developed for gutted, ice-stored pacu tended to increase with storage time and were highly correlated (Figure 1, $R^2=0.957$). The QI can be expressed by equation $y = 1.184 + 2.484 \cdot \text{days}$, indicating a good adjustment for the experimental data.

3.3. PLS regression

Once the QI protocol was ready, PLS regression was used for correlating the QIM quality parameters of gutted, ice-stored pacu. The standard error associated with the prediction of storage time during QIM development was then calculated and showed that quality parameters have positive and negative importance in its development. According to Figure 3, this error was estimated to be approximately one day (1.184), and the predicted and measured parameters are similar from the statistical point of view ($p < 0.05$). An equal correlation coefficient ($R^2 = 0.957$) was found by linear regression between QI and storage time. Sykes et al. (2009) developed a QIM for the species *Sepia officinalis*, performed PLS regression for the quality attributes listed in the QI protocol and found similar results to those of the present study, given that the standard error was also of 1 day, with an error value of 0.987.

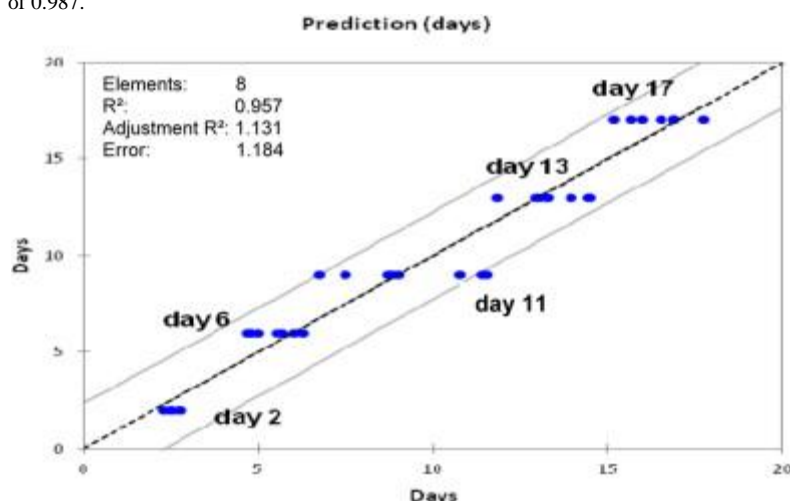


Figure 3. Partial least squares (PLS) regression of QIM with 32 demerit points versus the predicted scores. Traced lines represent 95% regression confidence limits.

[Figure options](#)

In Figure 3 it is observed the panelists disagreed more on the eleven day of storage, because on this day the opinion of the panelists were more dispersed and agreed more between days 2 and 6. Similar results were obtained by Sveinsdottir, Hyldig & Martinsdittir (2003), in Atlantic salmon (*Salmo salar*) gutted and stored on ice, which attribute the IQ scores of the more heterogeneous the individual variation in speed deterioration of fish.

Attributes with a variable importance in the projection (VIP) greater than 1.0 are relevant to the model (Donadoni, Fumi, Vanoni & Porrett, 2012). So, In Figure 4, the quality attributes relevant to the QIM scheme were: flesh firmness, spot on pupil, eye shape, gill color and odor, abdominal color and odor and pelvic fin moisture and color. The quality attributes lows relevant to the QIM were: zooglea, skin mucus, pupil clearness, muscle firmness and color, caudal fin moisture and color and dorsal fin elasticity and color.

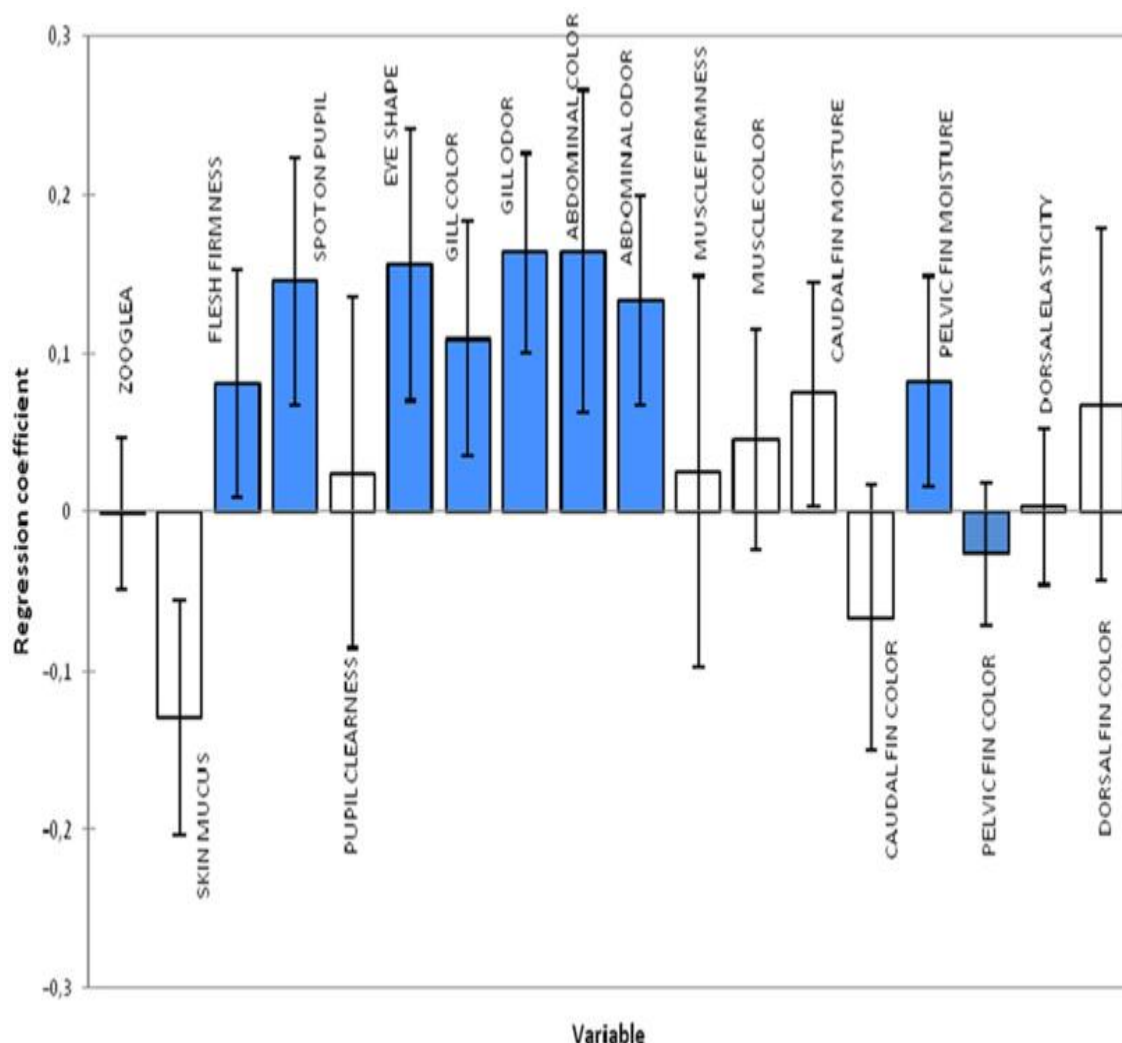


Figure 4. Partial Least Regression coefficient regression for QIM parameters developed for gutted, ice-stored pacu (*Piaractus mesopotamicus*), with a 95% regression confidence. (Blue = descriptor terms that contribute positively to QIM; white = descriptor terms low significant contribution to QIM scheme).

[Figure options](#)

In particular, the quality attributes gill odor, spot on pupil, abdominal odor and color and shape eye have the highest VIPs (1.14, 1.13, 1.10, 1.09 and 1.07 respectively) indicating their greater influence on the model. Indeed, consumers assess fish freshness by odor and appearance, which are directly responsible for the different sensory changes during the ice storage of pacu.

Given the objective of associating quality attributes with pacu's QIM scheme, PLS regression indicates that the freshness of gutted, ice-stored pacu has a good negative correlation with the demerit scores of the QI protocol developed in this study. The QIM is relatively fast and can be used very efficiently by salesmen and consumers. The objective of the method is to obtain a linear correlation between sensory quality expressed as the sum of the demerit points and ice storage time, thereby predicting the shelf life of the study fish. Therefore, making a relationship with the results of analysis of AMHBC e APHBC with the results of QIM this study, the shelf life of pacu gutted and stored in ice is 11 days.

3.4) Shelf life

The shelf life of a product is a function of the stability of its intrinsic attributes and the environmental conditions to which the product is exposed. One way of estimating shelf life is by modeling the attributes on the conditions that are closer to reality, and for this purpose, objective and subjective experimental procedures are used in order to find a mathematical function that correlates the attributes with time. These procedures may require a long study period until a function is found that better fits the real conditions. However, the freshness of the fish may be assessed by biochemical, bacteriological and sensory parameters that compare conditions during a certain period with those of freshly-caught fish.

The graph in [Figure 5](#) shows the proportional increase of the variables related to the shelf life of gutted, ice-stored pacu as a function of storage time. The mean pH of gutted pacu flesh increased from 6.06 to 6.57 over the 17 days of ice storage. After the death of the fish decreases the amount of glycogen and accumulation of lactic acid occur, whose concentration determines the pH of the fish's muscle. The decomposition process often alters the hydrogen-ion concentration. The concentration of hydrogen ions is almost always changed when processing the hydrolytic decomposition, oxidation or fermentation of your muscle. The higher the pH, the greater the bacterial activity and these microbial processes cause sensory changes (appearance taste, texture and odor) undesirable in fish (Ogawa & Maia, 1999, Huss, 1998).

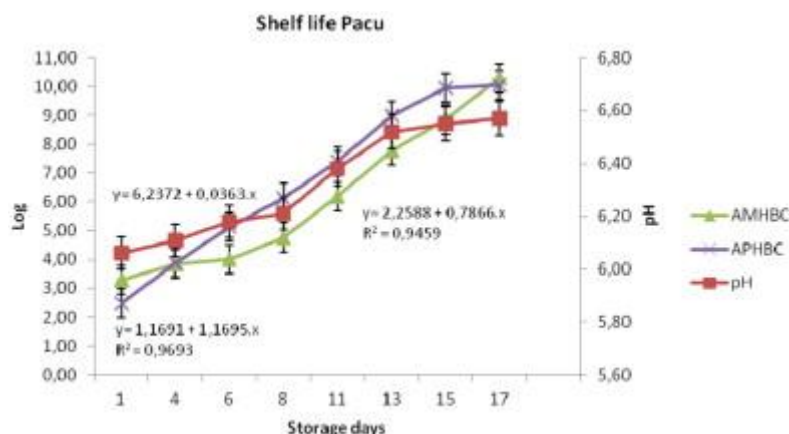


Figure 5. Variation of pH, aerobic mesophilic heterotrophic bacterial count (AMHBC), aerobic psychrotrophic heterotrophic bacterial count (APHBC) over gutted, ice-stored pacu's (*Piaractus mesopotamicus*) shelf life. Vertical bars represent daily standard deviations. Longer vertical line on day 13 represents extrapolation of the shelf life.

[Figure options](#)

The results for the TVB-N, acid value, peroxide index and TBA during the 17 days of storage in ice ranged, respectively, from 8.82 to 18.90 mg TBV-N/100g, 0.01 to 0.09, 0.1 to 0.35 and 0 to 0.1653 mg MA/Kg. The values of TVB-N is considered low because in freshwater fish production is low (Ogawa & Maia, 1999). The pacu had little lipid content in the muscle (Table 2), it explains the low value of the analyzes related to rancidity.

Table 2. Mean scores of the proximate composition (moisture, protein, ash and lipids) of gutted, ice-stored pacu on day 01 and day 11 of its shelf life.

Day	1 ^o day	11 ^o day
Weight g/100 g	Weight g/100 g	
Moisture ¹	75.51 ± 0.88	70.04 ± 2.34
Protein ¹	20.58 ± 0.87	25.08 ± 1.76
Ash ¹	2.42 ± 0.07	1.91 ± 0.13
Lipids ¹	1.89 ± 0.88	3.04 ± 0.11
Total	100.92 ± 0.67	100.04 ± 1.08

¹

Means on the same line followed by the same letters are not significantly different according to the Tukey's test ($p > 0.05$).

[Table options](#)

Huss (1993) explains that the determination of the population of mesophilic and psychrotrophic viable may be useful for assessing the efficiency of procedures for preserving fish. These groups of bacteria are used to evaluate bacteriologically food, with the objective to estimate their sanitary quality and provide the probable term of the product. The Food Agriculture Organization (FAO, 1997) recommends the use Aerobic Plate Count (APC) for the fresh fish (stored in ice), and is useful to measure the conditions of raw materials and the temperature versus time profile during storage and distribution. Therefore the literature (ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) recommends for the population of aerobic microorganisms grown on APC for fresh fish for human consumption must not exceed 10^7 CFU, which does not cause harm to humans.

Flesh from freshly-caught gutted pacu samples had a mean aerobic psychrotrophic heterotrophic bacterial count of 2.47, reaching 10.04 log on the 17th day of storage. The mean aerobic mesophilic heterotrophic bacteria count on the flesh of gutted pacu on day 01 was 3.30, and it increased steadily until the 17th day of storage, reaching 10.30 log. However, the limit stipulated by literature (ICMSF, 1986, FAO, 1997, Teixeira et al., 2009) was reached on pacu flesh by aerobic mesophilic and aerobic psychrotrophic heterotrophic bacteria on the 13th day, with counts of 7.79 log and 8.99 log, respectively.

The mean results obtained for the study samples on days 01 and 17 were significantly different. In conclusion, gutted, ice-stored pacu was fit for consumption until the 11th day of storage, since the bacterial counts were below the limits established by the literature.

Because of its particularities and higher moisture content, fish are more susceptible to enzymatic, oxidative and microbiological changes, making them more perishable. Therefore, to maintain quality and increase shelf life, it is important to keep fish in hygienic conditions and cold, close to the melting point of ice, which will reduce the growth rate and metabolic activity of decay-related microorganisms (Huss, 1998).

3.5) Proximate composition

The proximate composition is the percentage of moisture, protein, lipids and ash. Balance among these components and variability after death influence fish quality, an important factor for the industry and consumers. The Tukey's test (Table 2) shows that moisture, protein and lipid contents vary significantly between the beginning and end of the storage period ($p < 0.05$). Ash content did not vary significantly according to the Tukey's test ($p > 0.05$) during the shelf life of gutted, ice-stored pacu.

The moisture content of pacu muscle decreases over its shelf life, the protein and lipid contents increase and ash content remains constant. Higher protein and lipid contents stem from the reduction in moisture content, not from an increase in the absolute amount of proteins and lipids in the samples. Hence, it does not evidence possible changes in the quality of these proteins and lipids stemming from the concentration and aggregation of molecules during storage, which may result in lower solubility and extraction of its fractions. Some authors such as Bertram and Andersen, 2004, Ruan and Chen et al., 2008, Aursand et al., 2009, Carneiro et al., 2013, using Nuclear Magnetic Resonance has shown that the water molecule has different performance depending on the matrix and extrinsic factors.

The proximate composition (total protein, fat, moisture and ash) of pacu day 1 was similar to that reported by, Szenttamásy et al. (1993), Contreras-Guzemán (1994) and Guinazi et al. (2006). However it was not found in the literature surveys conducted between the beginning and end of the proximate composition for freshwater species.

4. Conclusions

A QIM scheme for pacu was proposed in the present study. It can potentially be used for the sales of this fish.

The shelf life of gutted, ice-stored pacu *Piaractus mesopotamicus* according to bacteriological analysis and results of QIM is 11 days, period in which it is fit for consumption.

5. Uncited references

[AOAC, 2000](#)
[Aursand et al., 2009](#)
[Baixas-Nogueras et al., 2003](#)
[Borghetti et al., 2003](#)
[Boscardin, 2008](#)
[Carneiro et al., 2013](#)
[Costell, 2002](#)
[Cousin et al., 2001](#)
[Donadoni et al., 2012](#)
[Guinazi et al., 2006](#)
[Huss, 1993](#)
[Hyldig and Green-Petersen, 2004](#)
[ICMSF \(International Commission on Microbial Specifications for Foods\), 1986](#)
[Jomori et al., 2003](#)
[Martinsdóttir et al., 2001](#)
[Massa et al., 2005](#)
[Olafsdóttir et al., 1997](#)
[Ostrensky et al., 2008](#)
[Pai et al., 2000](#)
[RUAN and CHEN, 1998](#)
[Sykes et al., 2009](#)
[Swanson et al., 2001](#)
[Szenttamásy et al., 1993](#)
[Teixeira et al., 2009](#)
[Vaz-Pires and Seixas, 2006](#)

References

[AOAC, 2000](#)

AOAC

Official Methods of Analysis

(17th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA (2000)

[Aursand et al., 2009](#)

I.G. Aursand, E. Veliyulin, U. Böcker, R. Ofstad, T. Rustad, U. Erikson

Water and salt distribution in Atlantic salmon (*Salmo salar*) studied by low-field ¹H NMR, ¹H and ²³Na MRI and light microscopy: Effects of raw material quality and brine salting

J. Agric. Food Chem., 57 (2009), pp. 46–54

[View Record in Scopus](#)

|

[Full Text via CrossRef](#)

| Cited By in Scopus (11)

[Baixas-Nogueras et al., 2003](#)

S. Baixas-Nogueras, S. Bover-Cid, T. Veciana-Nogués, M.L. Nunes, M.C. Vidal-Carou

Development of quality index method to evaluate freshness in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*)

Journal of Food Science, 68 (2003), pp. 1067–1071

[View Record in Scopus](#)

|

[Full Text via CrossRef](#)

| Cited By in Scopus (19)

Bertram, H. C., & Andersen, H. J. (2004). Applications of NMR in meat science. *Review Article Annual Reports on NMR Spectroscopy*, 53, 157 e 202.

[Borghetti et al., 2003](#)

N.R.B. Borghetti, A. Ostrensky, J.R. Borghetti

Aquicultura: uma visão sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo

Federação das Indústrias do Paraná – FIEP, Curitiba (2003) (Chapter 2)

[Boscardin, 2008](#)

N.R. Boscardin

A produção aquícola brasileira

A. Ostrensky, J.R. Borghetti, D. Soto (Eds.), *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO, Brasília (2008), pp. 27–72

???

BRASIL (2010). *Produção pesqueira e aquícola: Estatística 2008 e 2009*. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. Brasília. Available at: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2010/setembro/2a-semana/embrapapesca-e-aquicultura-completa-um-ano/>>. Accessed: 01/12/2012.



[Carneiro et al., 2013](#)

C.S. Carneiro, E.T. Mársico, R.O.R. Ribeiro, C.A. Conte-Junior, T.S. Álvares, E.F.O. Jesus

Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR)

Food Science and Technology, 50 (2013), pp. 401–407



Contreras - Guzmán, E. S. (1994). Composição química de peixes brasileiros de água doce. In: Contreras - Guzmán, E. S. (Ed.), *Bioquímica de pescado e derivados*. (pp 59-70). Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em agronomia, medicina veterinária e agronomia - FUNEP.

[Costell, 2002](#)

E. Costell

A comparison of sensory methods in quality control

Food Quality and Preference, 13 (2002), pp. 341–353

[Article](#)



PDF (307 K)

[View Record in Scopus](#)

| [Cited By in Scopus \(31\)](#)

[Cousin et al., 2001](#)

M.A. Cousin, J.M. Jay, P.C. Vasavada

Psychrotrophic microorganisms

F.P. Dowens, K. Ito (Eds.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*, American Public Health Association - APHA, Washington (2001), pp. 159–164

[Donadoni et al., 2012](#)

G. Donadoni, M.D. Fumi, L. Vanoni, S. Porretta

Hedonic responses to cheese in preschoolers

Journal of Sensory Studies, 27 (2012), pp. 176–187

FAO (1997). Traditional microbiological quality control. In Huss, H. H. (Ed.), *Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros*. Documento técnico de pesca 334. (Chapter 4). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768S/T1768S00.HTM>. Accessed: 01/12/2012.

[Guinazi et al., 2006](#)

M. Guinazi, A.P.B. Moreira, A.L. Salario, F.A.F. Castro, M. Dadalto, H.M. Pinheiro-Sant'Ana

Composição química de peixes de água doce frescos e estocados sob congelamento

Acta Science Technology, 28 (2006), pp. 119–124

Huis in't Veld (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview.

International Journal of Food Microbiology, 33, 1-18.

[Huss, 1993](#)

H.H. Huss

Assurance of seafood quality

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (1993) (Chapter 3)

Huss, H. H (1998). *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO, (Chapter 4 and chapter 6).

[Hyldig and Green-Petersen, 2004](#)

G. Hyldig, D.M. Green-Petersen

Quality index method

An objective tool for determination of sensory quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13 (2004), pp. 71–80

[View Record in Scopus](#)

|

[Full Text via CrossRef](#)

| Cited By in Scopus (14)

[ICMSF \(International Commission on Microbial Specifications for Foods\), 1986](#)

ICMSF (International Commission on Microbial Specifications for Foods)

Microorganisms in Foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications

(2th ed.)Blackwell Scientific Publications, New York (1986) (Chapter 17)

[Jomori et al., 2003](#)

R.K. Jomori, D.J. Carneiro, E.B. Malheiros, M.C. Portella

Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors

Journal aquaculture, 222 (2003), pp. 277–287

[Article](#)

|



[PDF \(142 K\)](#)

|

[View Record in Scopus](#)

| Cited By in Scopus (29)

[Martinsdóttir et al., 2001](#)

E. Martinsdóttir, K. Sveinsdóttir, J.B. Luten, R. Schelvis-Smit, G. Hyldig

Reference manual for the fish sector: sensory evaluation of fish freshness

QIM Eurofish, The Netherlands (2001)

[Massa et al., 2005](#)

A.E. Massa, D.L. Palacios, M.E. Paredi, M. Crupkin

Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*)

Journal of Food Biochemistry, 29 (2005), pp. 570–590

[View Record in Scopus](#)

|

[Full Text via CrossRef](#)

| Cited By in Scopus (14)

Ogawa, M. & Maia, E. L. (1999). *Manual da Pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Varela, (Chapter 5 and chapter 11).

[Olafsdóttir et al., 1997](#)

G. Olafsdóttir, E. Martinsdóttir, J. Oehlenschlager, P. Dalgaard, B. Jensen, I. Undeland, I.M. Mackie, G. Henahan, J. Nielsen, H. Nielsen

Methods to evaluate fish freshness in research and industry

Trends in Food Science & Technology, 8 (1997), pp. 258–265

[Article](#)



[PDF \(1014 K\)](#)

|

[View Record in Scopus](#)

| Cited By in Scopus (223)

[Ostrensky et al., 2008](#)

A. Ostrensky, J.R. Borghetti, D. Soto

Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, Brasília-DF (2008) (Chapter 6)

[Pai et al., 2000](#)

V.D. Pai, M.D. Pai-Silva, E.D. Carvalho, C.Y. Fujihara, E.A. Gregório, P.R. Curi

Morphological, histochemical and morphometric study of the myotomal muscle tissue of the pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei)

Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series., 29 (2000), pp. 283–289

Pillay, T.V.R. (1974). Aquaculture and fishery products development. In Kreuzer, R. & Surrey, W. B. (Eds.) Fishery products (pp 250–253). Rome: Fishing News (Books) Ltd.

[RUAN and CHEN, 1998](#)

R.R. RUAN, P.L. CHEN

Water in Foods and Biological Materials: A Nuclear Magnetic Resonance Approach

Technomic Publishing Co., Lancaster, PA (1998)

[Sykes et al., 2009](#)

A.V. Sykes, A.R. Oliveira, P.M. Domingues, C.M. Cardoso, J.P. Andrade, M.L. Nunes

Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods

Food Science and Technology, 42 (2009), pp. 424–432

[Article](#)



[PDF \(420 K\)](#)

[View Record in Scopus](#)

| [Cited By in Scopus \(11\)](#)

Sveinsdottir, K., Hyldig, G. & Martinsdttir, E. (2003). Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*.14, 237-245.



[Swanson et al., 2001](#)

K.M.J. Swanson, R.L. Petran, J.H. Hanlin

Culture Methods for Enumeration of Microorganisms

F.P. Dowens, K. Ito (Eds.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods (4^o ed.), American Public Health Association - APHA, Washington (2001), pp. 53–62

[Szenttamásy et al., 1993](#)

E.R. Szenttamásy, S.M.V.B. Barbosa, M. Oetterer, L.A.M. Moreno

Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Science agrarian, 50 (1993), pp. 303–310

[View Record in Scopus](#)

| [Cited By in Scopus \(4\)](#)

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. & Dugan, L. A. (1960). distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 403.

[Teixeira et al., 2009](#)

M.S. Teixeira, A. Borges, R.M. Franco, S.C.S. Clemente, M.Q. Freitas

Método de Índice de Qualidade (MIQ): protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*)

Revista Brasileira Ciência Veterinária., 16 (2009), pp. 83–88

[View Record in Scopus](#)

| [Cited By in Scopus \(1\)](#)

Urbinati, E. C. & Gonçalves, F. D. (2005). Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In In: Baldisserotto, B. & Gomes, L. C. (Eds.) *Espécies nativas para piscicultura no Brasil* (225-255). Santa Maria: editora UFSM.

1.

[Vaz-Pires and Seixas, 2006](#)

P. Vaz-Pires, P. Seixas

Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*)

Food Control, 17 (2006), pp. 942–949

[Article](#)



[PDF \(153 K\)](#)

[View Record in Scopus](#)

| [Cited By in Scopus \(13\)](#)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works License, which permits non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Corresponding author at: Alameda Engenheiro João Corner, 294. 24744-770, São Gonçalo/RJ, Brasil.

Copyright © 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Note to users: Accepted manuscripts are Articles in Press that have been peer reviewed and accepted for publication by the Editorial Board of this journal. They have not yet been copy edited and/or formatted in the journal house style, and may not yet have the full ScienceDirect functionality, e.g., supplementary files may still need to be added, links to references may not resolve yet etc. The text could still change before final publication.

Although accepted manuscripts do not have all bibliographic details available yet, they can already be cited using the year of online publication and the DOI, as follows: author(s), article title, journal (year), DOI. Please consult the journal's reference style for the exact appearance of these elements, abbreviation of journal names and use of punctuation.

When the final article is assigned to an issue of the journal, the Article in Press version will be removed and the final version will appear in the associated published issue of the journal. The date the article was first made available online will be carried over.