

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

CONSERVAÇÃO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*– Cuvier 1818),
REFRIGERADO EM ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO

JOEL LIMA DA SILVA JUNIOR

MANAUS - AM

2014

JOEL LIMA DA SILVA JUNIOR

CONSERVAÇÃO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*– Cuvier 1818),
REFRIGERADO EM ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO

Antonio José Inhamuns da Silva, Dr.

Orientador

Enilton Fick Coutinho, Dr.

Coorientador:

Tese apresentada ao PPG-CIPET como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável dos Recursos Pesqueiros.

MANAUS - AM

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica

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

J95c Junior, Joel Lima da Silva
Conservação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* – Cuvier 1818), Refrigerado em Atmosfera Modificada com Ozônio / Joel Lima da Silva Junior. 2014
158 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio José Inhamuns da Silva, Dr.
Coorientador: Enilton Fick Coutinho, Dr.
Tese (Doutorado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Tambaqui. 2. Ozônio. 3. Atmosfera Modificada. 4. Índice de Qualidade. 5. Piscicultura. I. Dr., Antonio José Inhamuns da Silva, II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, pela minha existência, pela oportunidade de crescimento espiritual, profissional e pessoal e, por tornar tudo possível.

Meu eterno agradecimento aos meus pais meus pais Joel Lima da Silva e Jannyr Gonçalo da Silva (*In memoriam*), fundamental na minha vida, pelo ensinamento, amor e respeito.

A minha esposa Valnéia Acácio Lima da Silva, aos meus filhos Ruan Acácio Gonçalo da Silva, Heitor Acácio Gonçalo da Silva e Maria Clara Acácio Gonçalo da Silva.

Ao Dr. Antônio José Inhamuns, amigo e orientador pela compreensão, paciência e ensinamentos durante a execução deste estudo.

Ao Dr. Enilton Fick Coutinho, amigo e coorientador, EMBRAPA de Pelotas RS, idealizador deste trabalho, pela compreensão, paciência e ensinamentos durante a execução deste estudo.

Aos amigos, Antônio Fábio Lopes de Souza, laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM, pelo enorme apoio prestado nas análises Físico/químico/Sensorial e Januário dos Santos Gama e Raimundo Felipe da Cruz Filho pelo enorme apoio nas análises microbiológicas.

Aos alunos (as), Magida Ismael Constantino (Aluna/bolsista), Maycon Marinho (aluno colaborador) meus agradecimentos pelo apoio e a ajuda na realização das análises.

A Universidade Federal do Amazonas - UFAM, pela oportunidade de formação profissional.

SIGLAS

LM: Laboratório de Microbiologia.

ICB: Instituto de Ciências Biológicas.

FCA: Faculdade de Ciências Agrárias.

LTP: Laboratório de Tecnologia do Pescado.

UFAM: Universidade Federal do Amazonas.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

ATM: Atmosfera Modificada.

ATC: Atmosfera Controlada.

pH: Potencial de Hidrogênio.

N-BVT: Nitrogênio Bases Voláteis.

MIQ: Método de Índice de Qualidade.

TBA: Ácido Tiobarbitúrico.

IP: Índice de Peróxidos.

SUMÁRIO

Ficha Catalográfica	i
Agradecimentos	ii
Siglas	iii
Sumário	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	viii
Lista de Quadros	xii
Introdução Geral.....	01
Referências Bibliográficas	37
Capítulo I - Conservação de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> – CUVIER 1818) Inteiro, Refrigerado em Câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio.	49
Resumo	50
Abstract	51
Introdução	52
Objetivo	56
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão	66
Conclusões.....	85
Referências Bibliográficas	87
Capítulo II - Conservação de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> – CUVIER 1818) Espalmado, Refrigerado em Câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio.....	95
Resumo	96
Abstract	97
Introdução	98
Objetivo	100
Material e Métodos.....	100
Resultados e Discussões	107
Conclusões.....	130
Referências Bibliográficas	131

Capítulo III - Aplicação do Método do índice de Qualidade – MIQ para Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> – CUVIER 1818) Inteiro e Espalmado, Mantidos Refrigerados com Atmosfera Modificada com Ozônio	138
Resumo	139
Abstract	140
Introdução	141
Objetivos	144
Material e Métodos	144
Resultados e Discussões	148
Conclusões	156
Referências Bibliográficas	157

LISTA DE FIGURAS

Introdução

Figura 01. Produção de pescado (t) nacional em 2010 e 2011 discriminado por região (Fonte: Brasil, 2011).....	4
Figura 02. Produção de pescado (t) da aquicultura continental entre 2009 e 2011 (Fonte: Brasil, 2011).....	6
Figura 03. Consumo per capita aparente comparado à produção de pescado nacional entre 1996 e 2009 (Fonte: Brasil, 2009).....	11
Figura 04. Produção de Tambaqui em piscicultura no período de 1994 a 2009, Fonte: Brasil (2009)	13
Figura 05. Esquema geral do Mecanismo de Autoxidação (Fonte: Santos, 2013)	28

EXPERIMENTO I: Conservação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Inteiro, Refrigerado em câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio

Figura 01. Sistema de cultivo intensivo, fazenda Eldorado com aeradores automáticos (Foto: Silva Junior, 2013).....	56
Figura 02. Rede de multifilamento sem nó utilizado na despesca (Fotos: Silva Junior, 2013)	57
Figura 03. Caixas térmicas apresentando a forma de acondicionamento do pescado para o transporte (Fotos: Silva Junior, 2013).....	58
Figura 04. Caixa plástica utilizada no acondicionamento do tambaqui nas prateleiras de PVC (Fotos: Silva Junior, 2013).....	58
Figura 05. Vista de cima da caixa contendo as amostras de tambaquis Inteiros (Foto: Silva Junior, 2013)	59
Figura 06. Vista interna da câmara fria contendo as prateleiras com as caixas com as amostras (Foto Silva Junior, 2013)	60
Figura 07. Vista frontal do aparelho formador de ozônio, fechado e aberto (Fotos: Silva Junior, 2013)	60
Figura 08. Processo de desinfecção da capela de fluxo laminar e dos equipamentos/materiais utilizados nas análises microbiológicas (Fotos: Silva Junior, 2013)	61

Figura 09. Regiões de corte para análise microbiológica do tambaqui Inteiro (Foto: Silva Junior, 2013)	62
Figura 10. Processo de extração das amostras de diferentes regiões do músculo do tambaqui (Fotos: Silva Junior, 2013).....	62
Figura 11. Pesagem das amostras e semeadura em água peptonada (Fotos: Silva Junior, 2013).....	63
Figura 12. Variação do pH na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.....	75
Figura 13. Evolução do N-BVT na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.....	78
Figura 14. Evolução do TBA na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.....	82
Figura 15. Evolução do Índice de Peróxidos na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera,durante 30 dias.....	84

EXPERIMENTO II: Conservação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Espalmado, Refrigerado em Câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio

Figura 01. Vista superior da caixa contendo as amostras de tambaquis espalmados (Foto: Silva Junior, 2013)	101
Figura 02. Vista interna da câmara fria contendo as prateleiras com as caixas com as amostras, (Foto: Silva Junior, 2013)	102
Figura 03. Vista frontal do processo de desinfecção da capela de fluxo laminar e dos equipamentos/materiais (Foto: Silva Junior, 2013).....	103
Figura 04. Vista das regiões de coletas do tambaqui espalmado (Foto: Silva Junior, 2013)	103
Figura 05. Vista do processo de extração das amostras do músculo (Foto: Silva Junior, 2013).....	104
Figura 06. Vista do processo de pesagem, coleta e semeadura em água peptonada das amostras (Foto: Silva Junior, 2013)	104

Figura 07. Evolução na contagem das bactérias psicrófilas presentes no tambaqui espalmado com e sem atmosfera modificada, acondicionado sob-refrigeração durante os 30 dias.....	108
Figura 08. Evolução da variável pH na musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR).	118
Figura 09. Evolução da variável pH da musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR)	121
Figura 10. Evolução da variável TBA da musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR)	124
Figura 11. Evolução da variável Índice de Peróxidos da musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR).	127

EXPERIMENTO III: Aplicação do Método do índice de Qualidade – MIQ para Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Inteiro e Espalmado, Mantidos Refrigerados com Atmosfera Modificada com Ozônio.

Figura 01. Treinamento dos avaliadores no Laboratório de Tecnologia do Pescado/UFAM (Foto: Joel Lima, 2013)	147
Figura 02. Processo de avaliação do tambaqui espalmado pelo MIQ (Fotos: Joel Lima, 2013).....	147
Figura 03. Evolução dos pontos de demérito na musculatura do tambaqui inteiro, armazenado sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), independente dos tratamentos com e sem modificação da atmosfera com ozônio.....	149
Figura 04. Aspecto geral das amostras de tambaqui inteiro estocado sob refrigeração (Fotos: Joel Lima, 2013).....	151
Figura 05. Comportamento dos valores das médias ajustadas pelas equações de regressão da variável MIQ em tambaqui espalmado, em função do tempo de armazenamento refrigerado (2°C e 75% UR).....	154

Figura 06. Aspecto geral das amostras de tambaqui espalmado estocado sob refrigeração (Fotos: Joel Lima, 2013).....	155
--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Produção total de pescado (t) dos trinta maiores produtores em 2009 e 2010	2
Tabela 02. Produção de pescado (t) da aquicultura dos trinta maiores produtores em 2009 e 2010	3
Tabela 03. Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa continental de 2010 a 2011	5
Tabela 04. Produção total continental e marinha da aquicultura no Brasil no ano de 2011	6
Tabela 05. Produções da aquicultura continental em 2011, por Regiões e Unidades da Federação	7
Tabela 06. Produção de pescado (t) da aquicultura continental por espécie.....	8

Experimento I: Conservação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Inteiro, Refrigerado em câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio.

Tabela 01. Valores da contagem de bactérias psicrófilas em tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)inteiro sob refrigeração com e sem ozônio.....	66
Tabela 02. Valores da contagem de bactérias mesófilas em tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio.....	69
Tabela 03. Valores obtidos da contagem microbiológica do Número Mais Provável em Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio	71
Tabela 04. Análise de <i>Salmonella</i> sp. e <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva em tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio.....	73
Tabela 05. Valores absolutos das médias de pH dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.....	75

Tabela 06. Valores absolutos do N-BVT (mgN/100g)dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.....	78
--	----

Tabela 07. Valores absolutos das análises de TBA dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.....	82
---	----

Tabela 08. Valores absolutos das análises de Índice de Peróxidosdos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio	83
---	----

Tabela 09. Composição Centesimal do tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) inteiro	85
---	----

Experimento II: Conservação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Espalmado, Refrigerado em Câmara Frigorífica com Atmosfera Modificada pelo ozônio

Tabela 01. Valores absolutos da contagem em placa de acordo com os dias de coleta das bactérias psicrófilas em tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração com e sem ozônio	108
---	-----

Tabela 02. Valores absolutos da contagem em placa de acordo com os dias de coleta das bactérias mesófilas em tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração com e sem ozônio	110
---	-----

Tabela 03. Valores obtidos da contagem microbiológica do Número Mais Provável - MNPdo músculode tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, seme com atmosfera modificada com ozônio	113
---	-----

Tabela 04. Análise da presença de <i>Salmonella</i> sp. e <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva na musculatura dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, tratados come sem atmosfera modificada com ozônio	115
---	-----

Tabela 05. Valoresabsolutos das médias de pH dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio	118
--	-----

Tabela 06. Valores absolutos das médias de N-BVT dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio	120
Tabela 07. Valores absolutos das médias de TBA dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio	123
Tabela 08. Valores absolutos das médias de Índice de Peróxidos dos tambaquis (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio	127
Tabela 09. Tabela 09. Composição Centesimal do tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado.....	129

Experimento III: Aplicação do Método do índice de Qualidade – MIQ para Tambaqui (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) Inteiro e Espalmado, Mantidos Refrigerados com Atmosfera Modificada com Ozônio

Tabela 01. Esquema do MIQ para a Avaliação do Frescor de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>), Inteiro, adaptado de Nunes e Batista (2004).....	145
Tabela 02. Método do Índice de Qualidade para a Avaliação de Frescor de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) espalmado, adaptado de Rodrigues (2008).....	146
Tabela 03. Valores médios absolutos das pontuações para otambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> – Cuvier, 1818) inteiro, avaliado pelo Método do Índice de Qualidade (MIQ), armazenados refrigerados.....	148
Tabela 04. Valores médios absolutos das pontuações para otambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> – Cuvier, 1818) espalmado, avaliado pelo Método do Índice de Qualidade (MIQ) durante 28 dias de armazenamento refrigerado	154

LISTA DE QUADROS

Introdução

Quadro 1. Consumo Per Capita Aparente Anual.....	11
---	----

1. INTRODUÇÃO GERAL.

A piscicultura é um meio de exploração animal que mais vem ganhando importância, principalmente, em relação à fonte de proteína para consumo humano (CARTONILHO & JESUS, 2011; PAVANELLI *et al.*, 2002). Desta forma, a piscicultura constitui-se numa alternativa de produção de pescado capaz de reduzir a demanda e diminuir a pressão sobre os recursos naturais, principalmente nas espécies de peixes com maior valor comercial que apresentam sinais de sobre-exploração (SAMPAIO *et al.*, 2010).

Atualmente a piscicultura na Europa Ocidental está fundamentada em produzir pescado em escala industrial (salmão em tanques rede na Noruega) onde os padrões não estão sendo atendidos de acordo com a exigência estipulada pelo consumidor, onde consideram o bem-estar animal e o meio ambiente fatores extremamente relevantes (OZÓRIO *et al.*, 2004). O aumento na demanda de carnes brancas em substituição a carne vermelha, modificou o cenário Europeu, em que produtores converteram as instalações para produção de animais como, bovinos, ovinos, suínos, dentre outros, para a criação de peixes (OZÓRIO *et al.*, 2004; ALMEIDA FILHO *et al.*, 2002).

A produção mundial de pescado, provenientes da pesca extrativista bem como da aquicultura atingiu a marca de 168 milhões de toneladas em 2010 com incremento de 3% em relação a 2009. A China ainda é o maior produtor (BRASIL, 2011; NOMURA, 2010), com a participação de 63,5 milhões de toneladas seguido pela Indonésia, com 11,7 milhões de toneladas, a Índia com 9,3 milhões de toneladas e o Japão com 5,2 milhões de toneladas. A participação brasileira no cenário mundial foi de 1,264.765 toneladas no ano de 2010 ocupando o 19º lugar, caindo uma posição em relação ao ranking geral de 2009 (TABELA...) Em relação a América do Sul, está evidente que os países que são banhados pelo oceano Pacífico são bem superiores a produção brasileira. O Peru apresentou uma produção de 4,4 milhões seguido do Chile com aproximadamente 3,8 milhões de toneladas, (Tabela 1.) (BRASIL, 2011)

TABELA 01. Produção total de pescado (t) dos trinta maiores produtores em 2009 e 2010.

Posição	País	2009		2010	
		Produção	%	Produção	%
1º	China	60.474.939	36,95	63.495.197	37,69
2º	Indonésia	9.820.818	6,00	11.662.343	6,92
3º	Índia	7.865.598	4,81	9.348.063	5,55
4º	Japão	5.465.155	3,34	5.292.392	3,14
5º	Filipinas	5.083.218	3,11	5.161.720	3,06
6º	Vietnã	4.870.180	2,98	5.127.600	3,04
7º	Estados Unidos	4.710.653	2,88	4.874.183	2,89
8º	Peru	6.964.446	4,26	4.354.480	2,59
9º	Rússia	3.949.267	2,41	4.196.539	2,49
10º	Mianmar	3.545.186	2,17	3.914.169	2,32
11º	Chile	4.702.902	2,87	3.761.557	2,23
12º	Noruega	3.486.277	2,13	3.683.302	2,19
13º	Coreia do Sul	3.201.134	1,96	3.123.204	1,85
14º	Tailândia	3.287.370	2,01	3.113.321	1,85
15º	Bangladesh	2.885.864	1,76	3.035.101	1,80
16º	Malásia	1.874.064	1,15	2.018.550	1,20
17º	México	1.773.713	1,08	1.651.905	0,98
18º	Egito	1.092.889	0,67	1.304.795	0,77
19º	Brasil	1.240.813	0,76	1.264.765	0,75
20º	Espanha	1.184.862	0,72	1.221.144	0,72
21º	Taiwan	1.060.986	0,65	1.166.731	0,69
22º	Marrocos	1.176.914	0,72	1.145.174	0,68

Fonte: Brasil (2011).

Em relação à produção aquícola mundial de 2010, a China ainda se mantém como o maior produtor, com aproximadamente 47,8 milhões de toneladas. O Brasil ocupa neste cenário a 17ª posição no ranking mundial com 479.399 toneladas em 2010, mesma posição de 2009. Em relação a América do Sul somente o Chile produziu mais que o Brasil com 713.241 toneladas, sendo a terceira posição ocupada pelo Equador com 271.919 toneladas (Tabela 02).

Tabela 02. Produção de pescado (t) da aquicultura dos trinta maiores produtores em 2009 e 2010.

Posição	País	2009		2010	
		Produção	%	Produção	%
1º	China	45.279.173	61,95	47.829.610	60,59
2º	Indonésia	4.712.847	6,45	6.277.925	7,95
3º	Índia	3.798.842	5,20	4.653.093	5,89
4º	Vietnã	2.589.680	3,54	2.706.800	3,43
5º	Filipinas	2.477.392	3,39	2.545.967	3,23
6º	Coreia do Sul	1.331.719	1,82	1.377.233	1,74
7º	Bangladesh	1.064.285	1,46	1.308.515	1,66
8º	Tailândia	1.416.668	1,94	1.286.122	1,63
9º	Japão	1.243.358	1,70	1.151.080	1,46
10º	Noruega	961.840	1,32	1.008.010	1,28
11º	Egito	705.490	0,97	919.585	1,16
12º	Mianmar	778.246	1,06	850.959	1,08
13º	Chile	881.084	1,21	713.241	0,90
14º	Malásia	472.301	0,65	581.043	0,74
15º	Coreia do Norte	508.350	0,70	508.350	0,64
16º	Estados Unidos	480.273	0,66	495.499	0,63
17º	Brasil	415.649	0,57	479.399	0,61

Fonte: Brasil (2011).

O Brasil está inserido no contexto internacional como um dos países com grande potencial para a piscicultura, decorrente do seu vasto território, suas condições climáticas favorecerem o implemento de cultivo de peixes de água doce.

Apesar de possuir uma costa com mais de 8.000 km e ter um enorme potencial para o desenvolvimento da aquicultura, a produção brasileira atual de organismos aquáticos é muito baixa. O número de produtores de peixes na região Norte está aumentando, e as espécies cultivadas são o tambaqui, o matrinxã e o pirarucu, principalmente (BORGHETTI, 2000).

O aumento da prática da piscicultura induz a prática de métodos mais eficientes e saudáveis de comercialização, resultando na maior confiança do consumidor. A atenção do consumidor está voltada aos atributos nutricionais, à

extensão da vida útil do produto e a segurança (OETTERER *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2005).

A produção de pescado vem crescendo no país, principalmente oriundo das pisciculturas, porém o pescado refrigerado apresenta uma vida útil relativamente pequena, cerca de 10 dias, mas a demanda por produtos frescos é crescente, havendo desta forma a necessidade de aumentar a vida útil por meio de processos combinados que exponham o mínimo possível o produto as condições adversas (SOCCOL & OETTERER, 2003).

A produção de pescado no Brasil em 2011 foi de 1.431.974, 4 toneladas, apresentando um aumento de 13,2% em relação a 2010. A pesca extrativa marinha continua sendo a principal fonte de produção de pescado, com valores de 553.670,0 toneladas (38,7%), seguido pela aquicultura continental 544.490,0 toneladas (38,0%). A região Nordeste ainda registra a maior produção de pescado com 454.216,0 toneladas (31,7%), as regiões Sul, Norte, sudeste e Centro Oeste registraram 336.451, 5 toneladas (23,5%), 326.128,3 toneladas (22,8%), 226.233,3 toneladas (15,8%) e 88.944,5 toneladas (6,25) respectivamente (Figura 01).

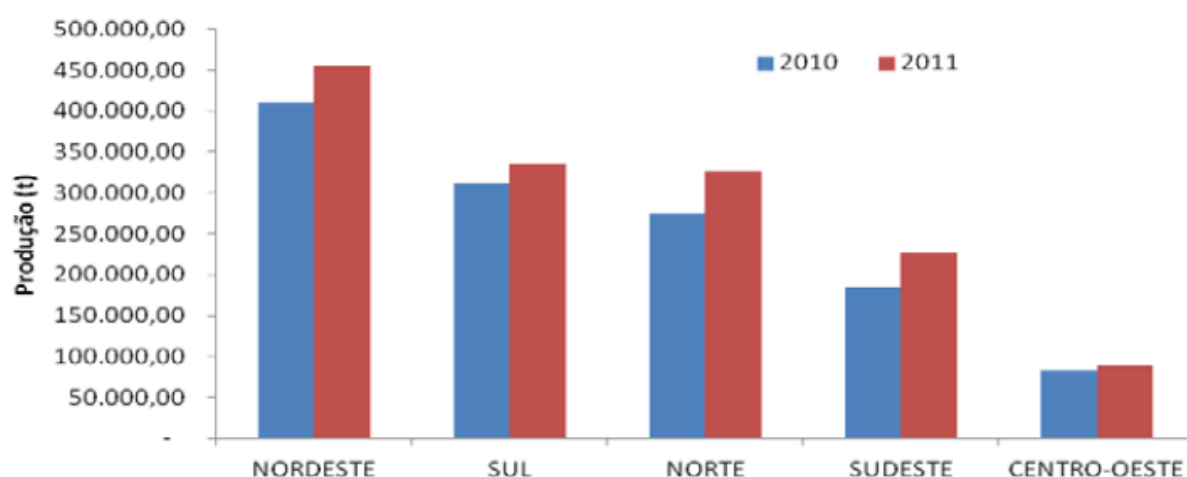


Figura 01. Produção de pescado (t) nacional em 2010 e 2011 discriminado por região (Fonte: Brasil, 2011).

A produção da pesca extrativa continental em 2011 foi de 249.600,2 toneladas, sendo a região Norte manteve-se como o maior produtor desta modalidade, com 137.144,5 toneladas, responsável por 55% da captura total, seguido pela região Nordeste, Sudeste, Centro Oeste e Sul (Tabela 03).

Tabela 03. Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa continental de 2010 a 2011.

Regiões e Unidades da Federação	2010	2011
BRASIL	248.911,4	249.600,2
NORTE	138.726,4	137.144,5
Acre	1.904,2	2.002,8
Amapá	9.854,6	9.891,2
Amazonas	70.896,0	63.743,3
Pará	50.949,0	55.402,7
Rondônia	2.889,0	3.791,3
Roraima	396,9	386,2
Tocantins	1.836,9	1.927,1
NORDESTE	68.783,5	68.700,9
Alagoas	438,7	467,8
Bahia	17.669,9	17.508,4
Ceará	11.635,1	11.307,1
Maranhão	25.944,5	25.743,5
Paraíba	1.927,6	1.976,7
Pernambuco	3.731,7	3.969,1
Piauí	2.131,1	2.300,8
Rio Grande do Norte	4.412,1	4.528,4
Sergipe	892,8	899,1
SUDESTE	23.276,5	24.446,0
Espírito Santo	869,1	882,3
Minas Gerais	9.573,1	9.879,7
Rio de Janeiro	1.250,2	1.366,9
São Paulo	11.584,0	12.317,2
SUL	5.083,7	5.472,2
Paraná	1.711,7	1.697,7
Rio Grande do Sul	2.763,0	3.131,1
Santa Catarina	609,0	643,3
CENTRO-OESTE	13.041,3	13.836,6
Distrito Federal	338,9	375,8
Goiás	1.440,7	1.496,9
Mato Grosso	6.184,6	6.666,6
Mato Grosso do Sul	5.077,0	5.297,4

Fonte: Brasil (2011).

O Panorama da aquicultura brasileira obteve um incremento de 31,1% em relação a 2010, com uma produção de 628.704,3 toneladas. Comparando a produção atual com a do ano de 2009 (415.649,0 toneladas) fica evidente o crescimento do setor, sendo a aquicultura continental responsável pela maior parcela (86,6%) em relação a marinha (13,4%) (Tabela 04).

Tabela 04. Produção total continental e marinha da aquicultura no Brasil no ano de 2011.

AQUICULTURA	2011	
	Produção	%
Total	628.704,3	100
Continental	544.490,0	86,6
Marinha	84.214,3	13,4

Fonte: Brasil, (2011).

A produção aquícola nacional continental aumento significativamente de 2010 para 2011 com incremento de 38% (Figura 02).

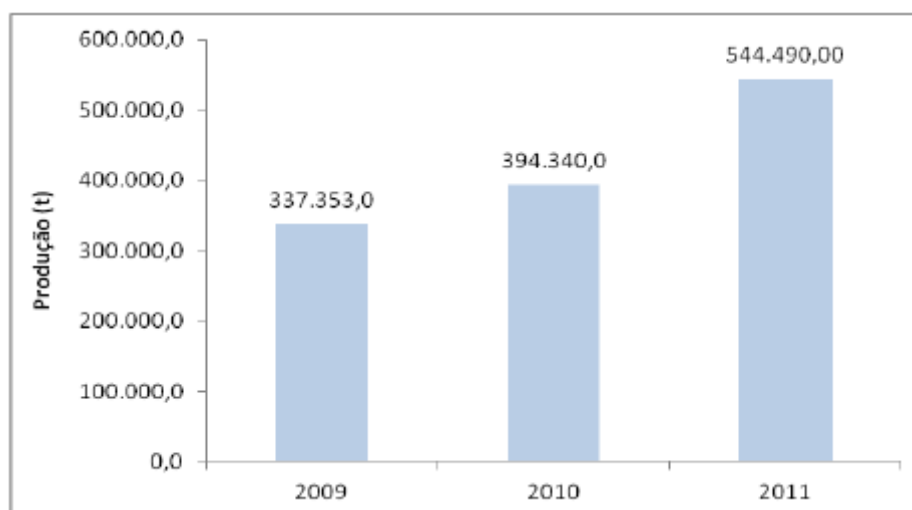


Figura 02. Produção de pescado (t) da aquicultura continental entre 2009 e 2011 (Fonte: Brasil, 2011).

A produção da aquicultura continental por região e unidade da federação ainda mantém a região Sul como a maior produtora de pescado do país com 153,674,5 toneladas (28,2%), seguido das regiões Nordeste, Norte, sudeste e Centro Oeste 24,7%, 17,4%, 15,9% e 13,8% respectivamente (Tabela 05)

Tabela 05. Produções da aquicultura continental em 2011, por Regiões e Unidades da Federação.

Regiões e Unidades da Federação	Produção 2011
BRASIL	544.490,0
NORTE	94.578,0
Acre	5.988,3
Amazonas	27.604,2
Amapá	1.032,0
Pará	10.279,8
Rondônia	12.098,9
Roraima	25.162,9
Tocantins	12.411,8
NORDESTE	134.292,6
Alagoas	6.466,2
Bahia	20.703,6
Ceará	36.066,3
Maranhão	32.238,0
Paraíba	5.846,5
Pernambuco	8.243,3
Piauí	17.000,7
Rio Grande do Norte	3.740,1
Sergipe	3.987,8
SUDESTE	86.837,0
Espírito Santo	11.552,7
Minas Gerais	25.917,9
Rio de Janeiro	5.875,4
São Paulo	43.490,9
SUL	153.674,5
Paraná	73.831,1
Rio Grande do Sul	26.201,5
Santa Catarina	53.641,8
CENTRO OESTE	75.107,9
Distrito Federal	258,4
Goiás	13.647,4
Mato Grosso do Sul	12.453,8
Mato Grosso	48.748,3

Fonte: Brasil, (2011).

A produção aquícola continental por espécie em 2011 apresenta a tilápia e o tambaqui como as espécies mais cultivadas, representando um total de 67,0% da produção nacional de pescado para esta modalidade (Tabela 05).

Tabela 06. Produção de pescado (t) da aquicultura continental por espécie.

Espécie	Produção 2011
TOTAL	544.490,0
Bagre	7.048,1
Carpa	38.079,1
Cascudo	58,0
Curimatã	7.143,1
Jundiá	1.747,3
Matrinxã	5.702,1
Pacu	21.689,3
Piau	4.309,3
Pirarucu	1.137,1
Pirapitinga	9.858,7
Piraputanga	265,0
Pintado	8.824,3
Tambacu	49.818,0
Tambaqui	111.084,1
Tambatinga	14.326,4
Tilápia	253.824,1
Traíra	926,5
Truta	3.277,2
Outros	5.372,2

Fonte: Brasil, (2011)

As pescarias do interior na região norte do Brasil são caracterizadas por vários constrangimentos: o declínio dos estoques naturais, especificamente as espécies de peixes de alto valor de tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas*), Piraíba e Filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), surubins (*Pseudoplatystoma* sp.) e piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*); forte sazonalidade devido aos ciclos naturais hidrológicos (estações seca e chuvosa), resultando em grande variação de preços e a falta de infra-estrutura adequada para transporte e armazenagem. Desta forma, com o resultado do declínio da pesca extrativa e da demanda crescente do mercado doméstico e

internacional de espécies de peixes da Amazônia, a produção aquícola de várias espécies tem sido estimulada. O grande potencial de desenvolvimento da aquicultura na região é baseada na disponibilidade de água, o clima quente todo o ano, a diversidade de espécies nativas de alto valor de mercado com potencial para a aquicultura e o elevado consumo de peixe local (SAMPAIO, *et al.*, 2010).

O Amazonas é o estado que se destaca em 1º lugar na produção extrativista de água doce, com 28% do total produzido no Brasil, porém a contribuição para a aquicultura ainda é pequena (ALMEIDA *et al.*, 2006). As espécies nativas da Amazônia apresentaram um crescimento constante nos últimos anos, com cerca de 30% da produção nacional, destacando-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com 25.272 toneladas, o pacu (*Piaractus mesopotomicus*) em torno de 8.946 toneladas e o piau com 2.472 toneladas. O maior produtor de tambaqui é o Estado do Amazonas, enquanto que de pacu e piau é o Mato Grosso (DIEGUES, 2006).

A piscicultura até meados dos anos 80 era extremamente extrativista, sem atração alguma para mudanças na Amazônia Ocidental, decorrente da abundância dos recursos pesqueiros local. Com o crescimento das cidades, como Manaus, a demanda por peixes nobres teve um aumento considerável fez com que a pesca extrativista não atendesse a demanda por determinadas espécies no mercado local, o que contribuiu para o estímulo e a viabilização da produção em cativeiro (INOUE & BOIJINK, 2011).

Atualmente, a piscicultura no estado do Amazonas é uma área do agronegócio que vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos cinco anos. Este crescimento acompanha uma tendência mundial de profissionalização, o que já ocorre em outras atividades agropecuárias (CAVERO *et al.*, 2009). Como resposta a demanda do mercado local, a piscicultura vem, ano após ano, adquirindo espaço e oferecendo pescado de qualidade à população regional (OLIVEIRA, *et al.*, 2004).

O consumidor em qualquer parte do mundo está com a sua atenção voltada a melhoria da qualidade de vida. Tal necessidade surgiu em decorrência da farta carga de informações obtidas na mídia, onde alerta sobre os riscos de uma alimentação rica em gorduras saturadas, colesterol, açúcares etc. Para se afastar destes empecilhos, mas com uma constante e crescente

necessidade de consumo de carne, as atenções se voltaram para o pescado, pois, é excelente fonte de nutrientes de grande valor biológico e com baixos níveis calóricos, ou seja, mais saudável (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2002).

Métodos agropecuários na Europa, principalmente em relação a produção intensiva, chegaram em níveis críticos, decorrente de fatores relacionados a sanidade, não só para os consumidores, mas também para os governantes. Vários problemas ocorreram nesses últimos anos, promovendo assim, mudanças no comportamento do consumidor, onde se tornaram muito mais exigentes em relação aos métodos de produção mais sustentáveis e mais saudáveis e com menor impacto relacionados ao meio ambiente (OZÓRIO *et al.*, 2004).

De acordo com os dados da FAO (2010) o consumo anual per capita de peixes passou de uma média de 9,9 kg em 1960 para 11,5 kg em 1970, 12,6 kg em 1980 e 14,4 kg em 1990, e chegou a 17,0 kg em 2007. Os dados preliminares para 2008 indicam um novo aumento do consumo anual per capita de até 17,1 kg. Em 2009, como resultado de condições econômicas incertas, a procura manteve-se inalterada e é esperado que o consumo per capita mantenha-se estável. A média do consumo de pescado está em 17,0 Kg/hab/ano no ano de 2008, sendo o consumo per capita da china de 26,7 Kg/hab/ano o maior a nível mundial decorrente do aumento da produção aquícola, na Ásia oriental 30,1 Kg/pessoa/ano, sudeste Asiático 29,8 Kg/hab/ano, Norte da África 10,7 Kg/hab/ano, Oceania com 25,2 kg/hab/ano, América do Norte com 24,0 kg/hab/ano, Europa com 22,2 kg/hab/ano, América Central e Caribe com 9,4 kg/hab/ano e América do Sul com 9,1 kg/hab/ano.

O Consumo Per Capita Aparente de Pescado no país em 2009 foi de 9,03 Kg/hab/ano, com crescimento de 8% em relação ao ano anterior, que foi de 8,36 Kg/hab/ano. Deste total, 69,4% do pescado consumido é produzido no Brasil, e apenas 4% da produção nacional em 2009 foi destinada ao mercado externo conforme QUADRO 1 e a FIGURA 3 (BRASIL, 2011).

Quadro 1. Consumo Per Capita Aparente Anual.

Consumo Per Capita					
Ano	População	Produção Nacional	Exportação Vivo Kg	Total	Kg/Hab/Ano
2009	189.990.983	1.240.813.500	48.974.754	1.716.131.102	9,03
2008	187.885.996	1.156.423.400	60.202.490	1.570.281.189	8,36
2007	185.738.317	1.072.226.000	75.458.932	1.432.057.684	7,71
2006	183.554.255	1.050.808.000	95.635.374	1.336.642.105	7,28
2005	181.341.499	1.009.073.000	115.089.509	1.207.085.449	6,66
2004	179.113.540	1.015.914.000	132.717.354	1.198.111.720	6,69
2003	176.876.443	990.272.000	139.386.710	1.141.959.772	6,46
2002	174.632.960	1.006.869.000	123.184.358	1.180.806.790	6,76
2001	172.385.826	939.756.000	96.380.794	1.169.935.523	6,79
2000	170.143.121	843.376.500	73.917.315	1.142.107.510	6,71
1999	167.909.738	744.597.500	46.179.918	1.032.637.223	6,15
1998	165.687.517	710.703.500	37.065.356	1.121.799.916	6,77
1997	163.470.521	732.258.500	37.359.493	1.183.899.136	7,24
1996	161.247.046	693.172.500	22.941.460	1.228.437.410	7,62

Fonte: BRASIL (2009).

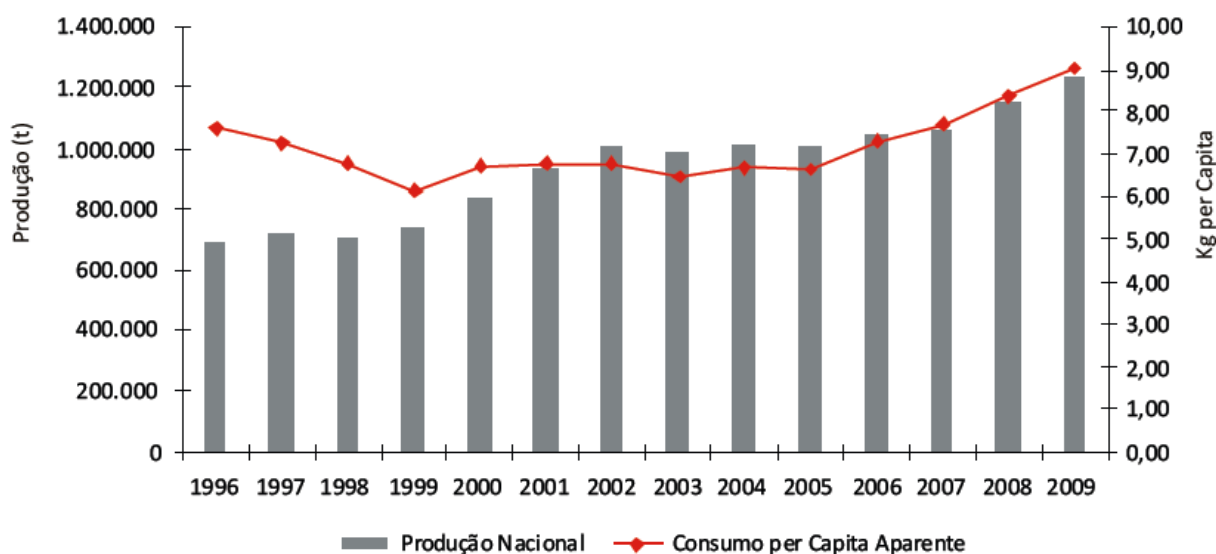


Figura 3: Consumo per capita aparente comparado à produção de pescado nacional entre 1996 e 2009 (Fonte: Brasil, 2009).

De acordo com Brasil (2011) o consumo per capita aparente (CPA) é aferido através do levantamento da produção nacional (PN), incluídas as importações (IMPO) e excluídas as exportações (EXPO), sendo o volume total dividido pela população brasileira (POP), seguindo a equação abaixo:

$$\text{CPA} = (\text{PN} + \text{IMPO} - \text{EXPO}) / \text{POP}$$

A média regional de consumo de pescado chega a 60 kg/hab/ano na Amazônia, (SAMPAIO *et al.*, 2010) 25 kg/hab/ano em Brasília, 20 kg/hab/ano

em São Paulo e 16.4/hab/ano no Rio de Janeiro. O baixo consumo médio de pescado no Brasil está relacionado principalmente com seu alto preço de mercado, comparado com outras fontes de proteína animal, como a carne de boi, de porco e de frango, mais baratas que o peixe. Assim o consumo de carne bovina é de 37,1 kg/hab/ano e a de frango é de 31,2kg/hab/ano (DIEGUES, 2006).

PRODUÇÃO DO TAMBAQUI

Nos anos 80 a pesca do tambaqui da natureza (extrativismo) representava cerca de 80% do total de peixes desembarcados no mercado de Manaus-AM, sendo que a sua participação no ano de 2003 reduziu para 12,2%. Tal decréscimo no desembarque nos últimos anos indica provável sobre pesca, fato que impulsionou estudos de sua auto-ecologia e produção em confinamento (OLIVEIRA *et al.*, 2004). O tambaqui inclui-se entre os peixes com maior potencial para a piscicultura, pela sua alta apreciação decorrente da sua excelente musculatura e de sua importância para a região de origem (CAVERO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Segundo Gomes *et al.* (2010), atualmente o tambaqui é criado em todos os estados da Brasileiros, sendo o principal peixe da região amazônica, decorrente da fácil aquisição dos juvenis, bom potencial de crescimento, alta produtividade e rusticidade. A criação do tambaqui em sistema semi-intensivo vem apresentando ótimos resultados na região Norte do Brasil. Na região Sudeste a produção do pescado é muito alta assim como na região Norte, chegando a atingir 10 ton/ha/ano.

A espécie em destaque para o cultivo na região amazônica é o tambaqui (*Colossoma macropomum*- Cuvier 1818, Characidae, Serrasalminae), por ser originário do rio Amazonas e pela facilidade para adaptar-se aos ambientes de cultivo, sendo assim, a principal espécie cultivada (CARTONILHO & JESUS, 2011).

O tambaqui é considerado uma das espécies com enorme potencial para a região amazônica, sendo que a sua criação em confinamento vem aumentando no país, sendo responsável em 2003 por 11,5% do mercado nacional (OLIVEIRA *et al.*, 2004), atualmente é a terceira espécie mais

produzida nacionalmente, perdendo para a tilápia (*Tilapia rendali*) e para a carpa (*Cyprinus carpio*) (CRESCÊNCIO, 2005).

A produção de tambaqui tem apresentado contínuo crescimento, sendo que, em 1994 a produção era de 8 mil toneladas e em 2009 chegou a marca de 46 mil toneladas. Entre os anos de 2003 e 2009 a produção de tambaqui cresceu 123%, com uma taxa média anual de 14% indo de 20.833/t para 46.454/t, respectivamente. Entre os anos de 2007 e 2008 o crescimento foi de 27% saindo de 30.598,5/t para 38.833,1/t. De 2008 para 2009 houve um aumento um pouco menor que nos anos anteriores na ordem de 20% atingindo assim 46.454/t. Desta forma o tambaqui contribui com 14% do pescado proveniente da piscicultura continental, conforme apresentado na Figura 4 (BRASIL, 2009).

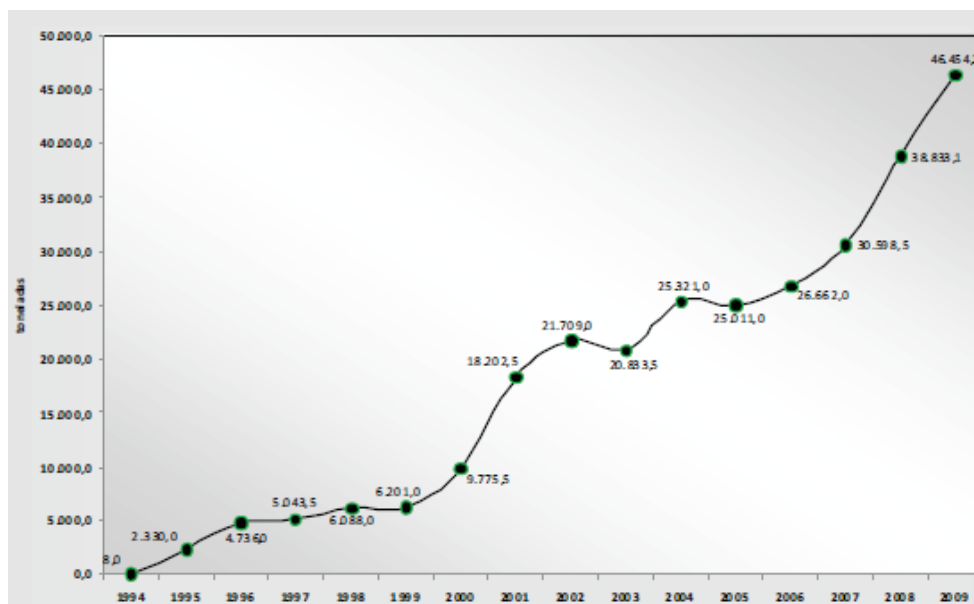


Figura 4. Produção de Tambaqui em piscicultura no período de 1994 a 2009, Fonte: Brasil (2009)

MERCADO E CONSUMO LOCAL

O tambaqui é um pescado muito apreciado pela população amazônica devido a qualidade de sua carne, sendo essa a razão pela qual a sua produção vem aumentando assim como as pesquisas em relação à cadeia produtiva (GOMES, *et al.*, 2010). A comercialização e o transporte do tambaqui são etapas importantes para o sucesso da piscicultura, uma vez que o pescado é altamente perecível, imediatamente após o abate, sofrendo uma série de reações autolíticas no músculo, que influenciam nas características

organolépticas originais, com alterações dos nucleotídeos e carboidratos (ALMEIDA *et al.*, 2005).

O tambaqui é uma das espécies mais importantes na alimentação da população da cidade de Manaus, sendo responsável por 40% de todo o pescado comercializado, sendo a demanda incessante (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002). Segundo Inoue & Boijink (2011), a demanda pelo tambaqui aumentou consideravelmente sendo estimada a demanda de consumo para a população da cidade de Manaus de 14 mil toneladas por ano, no qual se pode afirmar que Manaus é a maior cidade consumidora de tambaqui no mundo.

A demanda do tambaqui oriundo da pesca extrativista (aproximadamente 4 mil toneladas por ano em todo o país) não é suficiente para o mercado local, fato que tem estimulado e viabilizado a criação em cativeiro. Na época do defeso (novembro a março), o consumo de tambaqui oriundo da piscicultura chega a ultrapassar 80% em Manaus. Atualmente a produção amazonense de tambaqui de piscicultura está na ordem das 8 mil toneladas por ano, sendo o principal pólo produtor as propriedades rurais localizadas no município de Rio Preto da Eva, Iranduba e Manacapuru num raio de cerca de 100 km da capital amazonense.

Outros pólos produtores como os estados vizinhos de Rondônia e Roraima têm Manaus como um dos principais compradores de sua produção de tambaqui, com deslocamento de cargas por mais de 1000 km por meio de transporte fluvial e rodoviário. Este pescado é comercializado na cidade de Manaus com um preço mais barato do que os produtores locais podem oferecer (BRASIL, 2010).

A produção nacional de tambaqui em piscicultura é da ordem de 30 mil toneladas por ano, sendo a região norte a principal produtora (18 mil toneladas por ano) seguida pelo centro-oeste, nordeste e sudeste (INOUE & BOIJINK, 2011).

MICROBIOTA NATURAL

O pescado de águas tropicais conserva-se por mais tempo em gelo do que o pescado de águas temperadas, podendo ultrapassar três semanas o período de conservação. Esta diferença estaria relacionada com a microbiota do pescado de água tropical, que, ao contrário do pescado de água temperada,

demora de uma a duas semanas para se desenvolver; isto é, as bactérias potencialmente psicotróficas presentes necessitam de algum tempo para se adaptarem a temperatura de refrigeração (RODRIGUES, 2008).

O músculo de um peixe vivo ou morto recentemente, quando íntegro, é usualmente estéril. Porém, um grande número de bactérias está presente na superfície do corpo, nas guelras e nos intestinos. Após a morte do peixe, as vias mais importantes de penetração das bactérias para o interior dos músculos são as brânquias, pele externa e epitélio da cavidade abdominal. Quanto aos peixes vivos, seus músculos e líquidos corporais são naturalmente estéreis, o que não é o caso da pele, escama, guelras, que têm contato direto com o ambiente. A composição da microbiota é formada por microrganismos adequados às condições ambientais de temperatura, quantidade de oxigênio, pressão osmótica, pH, etc. Com a morte do peixe, as bactérias penetram no músculo, e no período de estocagem a uma temperatura em torno de 0° C, inicia-se o desenvolvimento de bactérias psicrófilas aeróbicas e anaeróbicas facultativas, como, *Pseudomonas* sp., *Alteromonas* sp., *Vibrio* sp., *Moraxella* sp., etc., causando a deterioração do pescado (OGAWA e MAIA, 1999).

Em pescado armazenado sob-refrigeração, a proliferação microbiana tem sido apontada como a principal causa de deterioração. A determinação da população de microrganismos viáveis pode ser útil para avaliar a eficiência de procedimentos para preservar peixes (SCHERER *et al.*, 2004).

Os microrganismos mesófilos abrangem temperatura entre +10°C a +45°C sendo que a temperatura ótima oscila entre +37° C e +30° C, os psicotróficos abrangem temperatura entre -05°C á +40°C, sendo a temperatura ótima entre +20°C a +30°C e os psicrófilos abrangem temperatura entre -15°C a +20°C, sendo a temperatura ótima entre +10°C a +15°C (SILVA JR, 2002).

O alto teor de umidade associado a presença de microrganismos induz a deterioração do pescado, principalmente os naturalmente presentes na superfície corporal, bem como, os resultantes da contaminação antes a após a captura. A microbiota natural do pescado difere de acordo com a sua distribuição na natureza, assim, peixes de clima temperado ou frio terão microrganismos diversos em relação aos peixes de clima tropical. Imediatamente após a despesca, a microbiota se restringe somente ao muco superficial, brânquias e o trato digestivo e ausente no músculo. A microflora do

pescado de clima temperado é composto principalmente, pelos gêneros *Psychrobacter* sp., *Acinetobacter* sp., *Alteromonas* sp., *Pseudomonas* sp., *Flavobacterium* sp. e *Vibrio* sp., porém em peixes de clima tropical é constituída por bactérias Gram +, em especial Micrococos, Corineformes e Bacilos. Algumas investigações relatam a presença de outros agentes etiológicos como, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Staphylococcus* sp. e *Clostridium botulinum* principalmente em ambientes contaminados, poluídos (MACEDO-VIÉGAS & SOUZA, 2004).

As bactérias presentes no pescado são normalmente encontradas em seu ambiente natural, influenciados pela época e as condições de captura. A proporção da população inicial pode ser facilmente alterada após o processo de captura, dependendo da habilidade dessas bactérias para se adaptarem às novas condições. Desta forma o tipo e o número de bactérias patogênicas encontradas em peixes podem ser divididos em dois grupos, que são comumente encontradas no ambiente aquático, presentes no peixe vivo e sua presença no produto final é previsível (*Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* e *Vibrio* sp., e os que normalmente são associados a animais ou humanos e suas fezes, (*Salmonella* sp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus* sp.). Quando encontrados, eles são uma consequência da contaminação do processo ou má utilização. A presença de bactérias patogênicas do ambiente aquático não representa um perigo em si mesmo, porque são normalmente em níveis muito baixos. Os problemas podem surgir quando do manuseamento, transformação ou condições de armazenamento proporcionar condições favoráveis para o crescimento das bactérias patogênicas (JHA *et al.*, 2010).

De acordo com Gomes *et al.* (2010) infecções secundárias são freqüentes causadas por fungos do gênero *Saprolegnia* sp., e bactérias do gênero *Flexibacter columnaris* todos comuns em cultivos do pescado.

No Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA foi desenvolvido um trabalho investigativo com intuito de identificar bactérias no tambaqui, causadoras de enfermidades. Assim foram isoladas e identificadas bactérias Gram negativas das famílias Enterobacteriaceae, Vibrionaceae e Pseudomonaceae. Os gêneros identificados foram *Enterobacter* sp., *Escherichia* sp., *Aeromonas* sp. e *Pseudomonas* sp., e as bactérias Gram

positivas foram *Streptococcus* sp., *Aerococcus* sp e *Nocardia* sp, Bactérias já isoladas em cultivos de peixes no Brasil relacionados ao tambaqui, também se encontra *Flexibacter columnaris* (COSTA, 2004).

Silva (2001) estudou a flora bacteriana Gram – de alevinos de tambaqui nas estações de piscicultura de Balbina e de Itacoatiara, e tambaquis com 06 meses de idade, obtidos de piscicultores. Os produtores que utilizaram alevinos de Balbina receberam a nomenclatura de Produtor A e os que utilizaram os alevinos de Itacoatiara, receberam a nomenclatura de Produtor B. Nas brânquias foram isolados os gêneros: *Flavobacterium* sp., *Alcaligenes* sp., *Morasella* sp., *Pasteurella* sp., *Rochalimaea henselae*, *Xenorhabdus* sp., *Aeromonas* sp., *Enterobacter* sp., *Yersinia* sp., *Actinobacillus* sp., *Haemophilus* sp., *Proteus* sp., *Cardiobacterium* sp.

Figueiredo & Leal (2008) afirmam que dentre as bactérias potencialmente patogênicas para peixes destacam-se as *Aeromonas* móveis, *Flavobacterium columnare* e *Streptococcus agalactiae* sendo consideradas como emergentes nas pisciculturas mundiais.

A microbiota do peixe vivo depende da carga microbiana das águas onde este vive. No muco que recobre a superfície externa do pescado já foram encontradas bactérias do gênero *Pseudomonas*, *Acitenobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Flavumbacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Serratia*, *Vibrio* e *Bacillus*. As bactérias existentes na superfície do pescado procedente de águas temperadas são, principalmente, psicrófilas, enquanto no pescado procedente de águas tropicais as bactérias encontradas são, sobretudo, mesófilas. A microbiota do pescado de água doce é composta por espécies dos gêneros *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevidumbacterium*, *Alcaligenes* e *Streptococcus*, além da maioria dos gêneros encontrados em água salgada. No intestino de pescado de origem marinha ou de água doce, estão presentes os gêneros *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia* (RODRIGUES, 2008).

Em ambientes aquáticos o pescado é afetado pela presença de microrganismos como a *Salmonella* sp., *E. coli*, e outros microrganismos mesófilos e *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp., *Moraxella* sp., *Flavobacterium* sp. e outros (ALMEIDA FILHO et al., 2002).

Dentre as bactérias que causam a deterioração do pescado, estão a *Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp., *Flavobacterium* sp., *Serratia* sp., e *Bacillus* sp., sendo os microrganismos principais os psicrófilos que também são proteolíticos e mais *Clostridium* sp., *Salmonella* sp., *Salmonella* sp., e *Staphylococcus aureus* e *Vibrio* sp. (SIQUEIRA, 2002).

CONSERVAÇÃO DO PESCADO EM BAIXAS TEMPERATURAS

O pescado é uma fonte alternativa de alimentos de alto valor nutritivo, contendo baixos teores de gordura e apresenta uma alta digestibilidade de acordo com a espécie, época do ano, quantidade e a qualidade do alimento disponível, condições de cultivo dentre outros fatores (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002) é uma fonte de proteína muito importante na dieta alimentar do homem, sendo um alimento altamente saboroso e nutritivo, sendo apreciando na culinária mundial (LANDGRAF, 1996), porém é um dos alimentos mais susceptíveis a deterioração (BRITO *et al.*, 2007; LANDGRAF, 1996). Segundo Bastos (1998), na região, o armazenamento do pescado são atividades realizadas, inadequadamente, comprometendo desta forma, a qualidade do produto até que ele chegue ao consumidor final.

O RIISPOA (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem Animal) em seu art. nº 439, considera o pescado como fresco, resfriado e congelado. Pescado fresco - parágrafo 1º, somente conservado com ação do gelo; Pescado resfriado – parágrafo 2º, conservado em gelo e mantido em temperatura de -0,5°C a -2°C; Pescado congelado – parágrafo 3º, conservação em temperatura não superior a -25°C. Em seu art. nº. 440 o pescado depois de submetidos a congelamento deve ser conservado em câmara frigorífica em temperatura não superior a -15°C (MACEDO-VIÉGAS & SOUZA, 2004; BRASIL, 1952).

Esforços de implementação de práticas de conservação e preparo do pescado, vem sendo prioritários para melhorar a forma de abatimento, uma vez que, cerca de 25% do total de pescado capturado em todo mundo são descartados devido ao manuseio inadequado (SIQUEIRA, 2001).

Segundo Macedo-Viégas e Souza (2004), o pescado após a captura deverá ser lavado e acondicionado em caixas plásticas limpas, a fim de, evitar a recontaminação, a sua deterioração ou redução da qualidade. Os peixes

devem ser acondicionados o mais rápido possível entre camadas de gelo para baixar a temperatura até próximo de 0°C, para evitar a multiplicação dos microrganismos.

Estudo feito sobre a avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) em São Paulo-SP, tiveram como resultado que a sardinha que chega à CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo) depois de transportada (via rodoviária) de diferentes portos de desembarque localizados ao longo do litoral paulista e de outros Estados, está em condições aceitáveis de consumo, mas a qualidade do produto fica comprometida durante o comércio varejista posterior, onde a refrigeração, visivelmente deficiente, é a principal causa (PEREIRA e FILHO, 2005).

A baixa temperatura através do resfriamento deve ser feita logo após o abate, para manter a qualidade do músculo, como maciez, capacidade de retenção de água. Também descreve que pequenas alterações na temperatura podem ser efetivas no aumento da vida útil, além de evitar ou retardar as reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise como também, o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para a deterioração do alimento (OGAWA e MAIA, 1999).

CONSERVAÇÃO DO PESCADO EM ATMOSFERA MODIFICADA

As recentes notícias de contaminação alimentar relatadas nos meios de comunicação servem para realçar a necessidade para a indústria alimentar nos Estados Unidos para procurarem melhores e mais eficazes métodos de garantir a segurança dos produtos alimentares. Na grande maioria dos casos relatados, os microrganismos identificados foram *Escherichia coli* (AKBAS e OZDEMIR, 2006; VAZ-VELHO, 2006) mais especificamente a *Escherichia coli* O157:H7 (ACHEN e YOUSEF, 2001), *Bacillus cereus* (AKBAS e OZDEMIR, 2006) *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* (VAZ-VELHO, 2006) *Listeria innocua* (FAN et al., 2007) e outros patógenos encontrados nas frutas, carnes, peixes e outros alimentos consumidos pelo público (VAZ-VELHO, 2006).

A piscicultura de água doce no Brasil está crescendo muito, porém a vida útil do pescado acondicionado em ambiente refrigerado é relativamente

pequena, sendo em média 12 dias. A utilização de embalagens com atmosfera modificada tem vantagens de aumentar a vida útil do pescado fresco em 50% a 400%, facilitando o transporte do produto por longas distâncias, redução das perdas econômicas e fornecer um produto com qualidade. O uso do CO₂ tem efeito considerável sobre a sobrevivência de patógenos de origem alimentar (SOCCOL e OETTERER, 2003).

O estudo da cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração, observaram que mesmo que não sejam significantes, os valores da oxidação lipídica são influenciados pela temperatura, ou seja, o aumento de temperatura provoca no produto um aumento na degradação lipídica do pescado e, principalmente pela presença ou não de oxigênio, o que vai influenciar nas propriedades sensoriais do produto e conseqüentemente na sua vida-de-prateleira (PRENTICE e SAINZ, 2005).

Métodos de conservação de alimentos com o uso da atmosfera modificada pela ação do gás ozônio são mais uma alternativa para ser utilizada no controle dos processos *post mortem*, visando aumentar a vida útil e manter a qualidade do pescado resfriado (CHIATTONE, 2010; GARCIA *et al.*, 2008; LANITA e SILVA, 2008). O ozônio é um sanitizante que não concentra resíduos do produto na musculatura do animal, permitindo assim, que seja consumido rapidamente após o tratamento, o que o torna um importante meio de tratamento para animais abatidos (VAZ-VELHO, 2006; Lousada *et. al.*, 2004; RICE, 1986).

A aplicação da atmosfera modificada com ozônio, para armazenamento de alimentos tem sido utilizada em produtos como carnes, frutas, legumes etc. (CHIATTONE, 2010; GONÇALVEZ, 2009), com objetivo de reduzir o índice bacteriológico que ocorrem nos sistemas de armazenamento, e assim, obter maior durabilidade dos alimentos em refrigeração, congelados ou armazenados frescos (GONÇALVEZ, 2009).

Chiattonne (2010) o uso do ozônio não atingiu proporções elevadas devido ao custo em relação a outras substâncias como o cloro, que é barato e eficiente. Porém o uso dos compostos clorados está sofrendo restrições em seu uso devido a sua ação em materiais orgânicos pode gerar compostos

organoclorados (Triahalometanos – THM) os quais são potencialmente cancerígenos.

A indústria alimentícia utiliza o ozônio, por ser mais seguro e potente do que os desinfetantes convencionais, além de agir sobre um grande número de microrganismos, incluindo patógenos resistentes. Além de ser reconhecido como seguro para o tratamento de garrafas de água (“General Recognized As Safe”-GRAS) pela “Food and Drug Administration” americana, barato, prática e confiável com poderes fungicida, bactericida e viricida (GARCIA, *et al.*, 2008; CARDOSO *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2003; TORRES *et al.*, 1996; HERBOLD *et al.*, 1989; SHELDON e BROWN, 1986).

No entanto, a aplicação do ozônio no processamento de alimentos é relativamente recente, sendo ainda necessário o aprimoramento da tecnologia para esse fim. Nos Estados Unidos, a *Food and Drug Administration* já aprova, desde 2001, a ozonização diretamente no processamento de alimentos. No Brasil, ainda não existe legislação específica sobre o tema (GUZEL-SEYDIM *et al.*, 2004b).

A utilização do ozônio em alimentos passou recentemente para o primeiro plano como um resultado da recente aprovação pelo os E.U. Food and Drug Administration (FDA), que aprova o uso de ozônio como um agente antimicrobiano no tratamento, armazenamento e processamento de alimentos. É digno de notar que, a utilização do ozônio com ação em alimentos foi autorizada e aceita no Japão, Austrália, França e outros países há algum tempo. Existe uma série de documentos e bibliografia de apoio à comprovação dos benefícios da ozonização em alimento, esterilização, sendo que algumas das quais serão analisadas neste trabalho (GARCIA, *et al.*, 2008; FAN, *et al.*, 2007; CARDOSO *et al.*, 2003; MUSTAFA, 1990).

Palou *et al.* (2001) avaliou a ação do ozônio em fungos inoculados em citrus *in vitro*, pertencentes ao gênero *Penicillium* spp. Espécies *P. digitatum* e *P. italicum*, responsáveis pela presença em citrus dos bolores com a coloração azul e verde, obtendo resultados positivos no combate a esses bolores, principalmente nos frutos acondicionados a baixas temperaturas, próxima de 5°C.

A aplicação do gás ozônio para manutenção da atmosfera modificada assim como no estado aquoso, permite que o crescimento microbiano seja

inibido, modificando o ambiente de armazenamento do produto (KHADRE *et al.*, 2001; RAVESI *et al.*, 1987). A atmosfera modificada pelo ozônio também auxilia na redução do processo oxidativo dos lipídios (LOSADA *et al.*, 2004).

Devido ao seu alto poder oxidante, o uso do ozônio reduz os trihalometanos (THM's) os quais são cancerígenos para seres humanos e na remoção de gostos e odores indesejáveis. Também o gás é utilizado no armazenamento e conservação de pescado (CHIATTONE, 2010)

A ação do gás em especial nas bactérias age desfazendo a parede celular através da peroxidase dos fosfolipídios e glicoproteínas, no qual penetra pela membrana celular reage com substâncias citoplasmáticas e pode modificar o DNA diminuindo assim a sua capacidade de multiplicação. Há organismos superiores que possuem mecanismos enzimáticos capazes de reverter modificações do DNA e do RNA, o que explicaria em parte o efeito tóxico do gás para as bactérias e a sua inocuidade para os animais (GONÇALVEZ, 2009; LANITA e SILVA, 2008; VAZ-VELHO, 2006; LOUSADA, *et al.*, 2004; PALOU *et al.*, 2001; RICE, 1986).

O efeito antimicrobiano do ozônio tem sido relatado em uma ampla variedade de microrganismos, bactérias Gran + e Gran -, vírus e fungos. As bactérias as Gran - são mais sensíveis que as Gran + sob ação do ozônio. O esporo mais resistente a ação do ozônio é o do *Bacillus subtilis*, indicador de eficiência do processo em alimentos (CHIATTONE, 2010)

Silva *et al.*, (1998) avaliaram o efeito do gás ozônio em cinco gêneros de bactérias de pescado, onde obteve resultados significativos, comprovando a ação do ozônio como um importante bactericida para agentes patogênicos e deteriorantes.

Com base nas análises sensoriais, uma vida de prateleira de 12 dias foi obtida para mexilhões ozonizados durante 90 minutos, embalados a vácuo, em comparação com um período de vida útil de nove dias para a amostra de controle. A avaliação sensorial (odor, sabor e textura) de mexilhões cozidos apresentou uma boa correlação com as populações bacterianas (MANOUSARIDIS *et al.*, 2005).

Gelman *et al.* (2005) utilizaram o ozônio no pré-tratamento de filé de tilápia relacionando o período de acondicionamento em prateleira durante o armazenamento a uma temperatura entre +0°C e +5°C. Foram analisadas as

características sensoriais, microbiológicas, químicas e físicas, durante um período de 30 dias. Os testes sensoriais o pré-tratamento com ozônio melhoraram a sua qualidade associada à temperatura acima citada, por 30 dias.

QUALIDADE DO PESCADO

A maximização da produção, aliada à qualidade do produto final (tecido muscular), constitui hoje uma das exigências dos frigoríficos e dos consumidores, porém em criações confinadas, onde a atividade dos movimentos do pescado é reduzida e restrita, pode haver um aumento na deposição de gordura corporal, diminuindo a qualidade do produto, podendo afetar inclusive a comercialização do produto junto ao consumidor (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002).

A qualidade do pescado é decorrente da sua alta atividade de água, composição química, época do ano e condições de alimentação (FOGAÇA & SANT'ANA, 2009; LANDGRAF, 1996). O pescado apresenta condições intrínsecas que propiciam a multiplicação microbiana, podendo reduzir a vida útil dos produtos que passará a representar riscos à saúde pública. A elevada atividade de água, a composição química, o teor de gorduras insaturadas facilmente oxidadas e o pH próximo do neutro da musculatura do pescado são fatores determinantes para o desenvolvimento microbiano (FOGAÇA & SANT'ANA, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A fração lipídica dos alimentos está relacionada a diversas propriedades organolépticas, como, aroma, coloração, textura, suculência, estabilidade das proteínas, vida de prateleira sob congelamento e conteúdo calórico. Os lipídios podem ser distintos em duas frações básicas: a fosfolipídica, que compõe membranas de células e de organelas e a triglicerídica, que constitui os lipídios neutros, presentes em adipócitos ou no interior de células musculares, que representam uma fonte de reserva energética (FERRARI, 1998).

A contaminação da musculatura do pescado se origina basicamente no intestino, no limo superficial, nas guelras, sendo que a remoção das vísceras é um ponto benéfico na preservação da qualidade do pescado (SIQUEIRA, 2001).

MÉTODOS FÍSICOS E QUÍMICOS

pH

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) aprovado pelo decreto nº 30.691, de 29/03/1952 em seu Artigo nº 443, estabelece que o pH da carne de peixes frescos deve ser para a carne externa, inferior a 6,8 e para a carne interna, inferior a 6,5.

De acordo a ação da deterioração bacteriana, há acúmulo de produtos de natureza básica, tais como trimetilamina, dimetilamina, amônia e algumas bases orgânicas, por isso, os valores de pH dos músculos do pescado aumentam de forma lenta no início e rapidamente no final quando ocorre a deterioração. Porém, mudanças de pH, devido à deterioração bacteriana, diferem marcadamente com a variedade do pescado e da época do ano (SIQUEIRA, 2001).

O início do *rigor mortis* é rápida, de uma maneira geral, o pH do pescado reduz de 7,0 para 6,5 (dependendo das condições da pesca e da reserva de glicogênio), subindo, rapidamente, para os níveis entre 6,6 e 6,8 (FOGAÇA & SANT'ANA, 2009). Quando da deterioração do pescado os níveis do pH alcançam níveis mais elevados decorrente da decomposição de aminoácidos e da uréia e a desaminação oxidativa da creatina (ANDRADE, 2006).

No pescado, ocorre rápida instalação do rigor-mortis, e que se caracteriza pela redução do pH da carne, resultando de reações bioquímicas que utilizam o glicogênio muscular como energia e produzem ácido láctico. Quanto maior as reservas de glicogênio maior é a produção de ácido láctico e, conseqüentemente, maior será a acidificação do músculo, gerando uma maior proteção contra as bactérias. Assim, a movimentação excessiva dos peixes por ocasião da captura diminui consideravelmente as reservas de glicogênio de seus músculos, o que proporciona uma menor redução do pH. Por esse motivo, a partir da fase de rigor-mortis, que em pescado é curta, as alterações microbiológicas se iniciam, sendo determinante para uma vida comercial menor em pescados do que em qualquer outro animal (MACEDO-VIEGAS & SOUZA, 2004).

Através da análise de pH em estudo das alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo, os valores médios que variaram de 6,07 a 6,66 durante os 49 dias de estocagem. No início do

experimento, o pH apresentou pequenas variações. No período de estocagem, entre 19 a 43 dias, foi observado aumento do pH, coincidindo com os dados da avaliação sensorial das características físicas que mostraram, nesse período, uma acentuada perda da qualidade, passando o pescado da “qualidade B” para a “qualidade C”. Em pescado recém capturado, o pH tende à neutralidade, porém houve um aumento de acordo com o tempo de estocagem (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Prentice e Sainz (2005) estudaram a cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração e observaram que os valores do pH aumentam à medida que aumenta o tempo de armazenamento sob refrigeração.

Batista *et al.* (2004), estudaram as alterações bioquímicas *post mortem* de matrinxã (*Brycon cephalus*) procedente da piscicultura, mantido em gelo, e através da análise de pH, tiveram como resultado que o pH decresceu durante os 6 primeiros dias de estocagem em gelo, alcançando o valor médio de 6,19 e depois começou a aumentar e alcançou 6,37 aos 29 dias de conservação.

O pH da corvina (*Micropogonias furnieri*), eviscerada, estocada a 0°C de temperatura variou de 5,9, para a corvina recém-capturada, até 6,7, no 28º dia de estocagem a 0°C, atingindo, no 14º, dia o valor de 6,4 pH da musculatura, valor limite aceitável no 14º (BORGES *et al.*, 2007).

N-BVT.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado), aprovado pela portaria nº 185 de 13 de maio de 1997, estabelece que o valor referente às Bases Voláteis Totais deve ser inferior a 30mg N/100g de carne para o peixe fresco, excluindo-se os elasmobrânquios (BRASIL, 1997).

Pereira & Tenuta-Filho (2005), revela que o N-BVT é útil para a indicação da degradação de compostos nitrogenados, derivado da autólise e decomposição microbiana.

A deterioração do pescado estocado sob-refrigeração é devido a ação enzimática e bacteriana o que resulta na formação de vários compostos, sendo os mais frequentes: trimetilamina, dimetilamina, amônia e ácidos voláteis. A

porcentagem de bases voláteis pode ser uma indicação do grau de conservação do pescado dependendo da espécie (SÃO PAULO, 2008).

A análise dos teores de BVT na corvina (*Micropogonias furnieri*) aumentaram de 10,1mgN 100g⁻¹ para 56,7mgN 100g⁻¹ de carne no período de 28 dias de estocagem a 0°C. Foram detectados, nas amostras a partir do 23º dia de estocagem a 0°C, valores BVT manteve-se dentro dos limites até o 21º dia como próprio para o consumo. A análise descritiva quantitativa foi empregada, nove atributos para a descrição sensorial das corvinas, sendo que o aroma e o sabor característicos de peixe marinho, o aroma e o sabor de maresia, o gosto amargo e a cor da carne foram os mais importantes na diferenciação das amostras com 0, 4, 7, 10 e 14 dias de estocagem à temperatura de 0°C. Segundo os resultados obtidos e com base nos padrões existentes na legislação nacional e internacional, verificou-se que o prazo comercial da eviscerada fixou-se no 14º dia de estocagem a 0°C (BORGES *et al.*, 2007).

Almeida *et al.* (2006), estudaram as alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo, através da análise dos teores de bases voláteis totais, que apresentaram variações durante todo o período de estocagem. A medida inicial de N-BVT foi de 5,85 mgN 100g⁻¹ em cerca de 6 horas, com pequena variação até o sexto dia de estocagem. Foi observado aumento de 100% no 13º dia. Seguiu-se um aumento gradual até alcançar o valor de 16 mgN 100g⁻¹ no 25º dia, aumentando continuamente até o valor de 30 mgN 100g⁻¹, aos 37 dias de estocagem. Aos 40 dias de estocagem, observou-se que o valor atingiu 32 mgN 100g⁻¹. O valor médio encontrado para NBVT, após 37 dias de estocagem, já se encontrava dentro do limite estabelecido pelo RIISPOA. Ao completar 46 dias de estocagem, o valor médio foi de 35 mgN 100g⁻¹, valor correspondente ao limite máximo indicado pela legislação. O N-BVT do músculo aumentou de acordo com o tempo de estocagem.

OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Quanto ao teor de lipídios, Ackman (1989) dividiu os peixes em quatro categorias: magros (menor que 2 % de gordura); baixo teor de gordura (2 % a 4 % de gordura); semigordo (4 % a 8 % de gordura); e altamente gordo (maior

que 8 % de gordura). Segundo Silva *et al.*, (1999), os lipídios desempenham um importante papel, na qualidade de determinados produtos alimentares, principalmente, nas propriedades sensoriais (*off flavor*, textura, cor, odor...), também conferem propriedades nutritivas sendo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácido linoleico, linolênico e araquidônico) e de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). A peroxidação lipídica constitui a principal causa de deterioração dos corpos graxos.

De acordo com Ferrari, (1998) as reações de oxidações de gorduras no organismo humano têm sido associadas a diversos estados patológicos e de doenças. Da mesma forma a ingestão de alimentos que contenham produtos a oxidação lipídica também representa risco toxicológico crônico ao ser humano. Alguns fatores, capazes de romper a barreira eletroquímica entre o oxigênio e as moléculas de ácido graxo insaturado os quais são iniciadores da oxidação lipídica em dois grupos: Primeiro grupo pelo impacto ou absorção de energia (Fontes elevadas de energia ou radiação ionizante; radiação ultravioleta; micro-ondas; luz visível com fotossensibilizadores e a degradação térmica de material orgânico) e segundo grupo ocorrem reações de redox (catalisadas por metais de transição, reações de Fenton/Haber-Weiss, ou por enzimas, agrupadas em organelas ou isoladas). O início da oxidação lipídica decorre então da interação de um iniciador com o oxigênio, que, uma vez ativado, pode reagir com o ácido graxo insaturado, ocorrendo a retirada de um átomo de hidrogênio do carbono metilênico adjacente (entre) à ligação dupla *cis* do ácido graxo insaturado, resultando na formação de radicais alílicos, segundo a reação. Uma vez iniciada, a reação segue em cadeia e somente termina quando estiverem esgotadas as reservas de ácidos graxos insaturados e oxigênio. Assim sendo, a fase de propagação, que ocorre em seguida, é caracterizada por diversas reações.

As reações de propagação levam à formação de diversos peróxidos, que podem ser mensurados, servindo como índice de oxidação lipídica seja em alimentos (WANG *et al.*, 1995). Todavia, como os peróxidos são instáveis, sua mensuração é limitada às fases iniciais da oxidação lipídica, já que as reações continuam a ocorrer até a fase de terminação (SANTOS, 2013; WANG *et al.*, 1995).

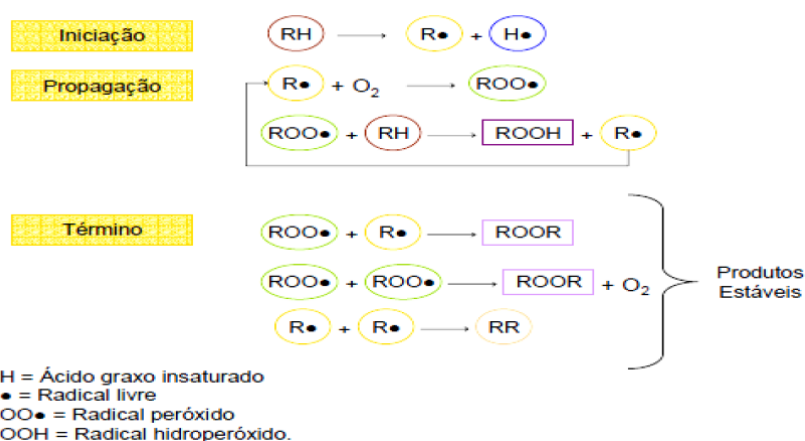


FIGURA 05. Esquema geral do Mecanismo de Autooxidação
(Fonte: Santos, 2013).

Desta maneira, com o esgotamento dos substratos, as reações de propagação vão cessando e inicia-se a formação dos produtos finais. Os principais produtos finais da oxidação lipídica compreendem os derivados da decomposição de hidroperoxidos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos (FERRARI, 1998).

Navarro-García *et al.*, (2004) as técnicas de determinação dos níveis de oxidação de azeites, permite monitorar as reações oxidativas nas fases iniciais do processo. Dentre as técnicas mais empregadas estão os índices de peróxidos, dienos conjugados e a prova do ácido tiobarbitúrico. A autooxidação dos lipídios insaturados de óleo de pescado gera um grande número de compostos incluindo os radicais livres como peróxidos, hidroperoxidos, aldeídos e cetonas. Os aldeídos insaturados são facilmente oxidados os quais produzem novos compostos voláteis como o malonaldeído.

Soccol (2003) explica que a presença de oxigênio nas embalagens favorece a oxidação dos lipídeos em alimentos com predominância de lipídeos insaturados com formação de compostos secundários, como o malonaldeído.

Segundo Pereira & Tenuta-Filho (2005) o pescado é altamente perecível, sendo agravado por traumas mecânicos e pela cadeia de frio deficiente durante o transporte, no interior das embarcações, logo após a captura assim como, em terra, no transporte rodoviário. Desta forma,

processos autolíticos podem ocorrer associados a processos microbiológicos. Nessas condições, compostos tóxicos reconhecidos são formados, decorrente da degradação dos nutrientes, principalmente, das proteínas e dos ácidos graxos. Dentre eles está o aldeído malônico, principal produto secundário da oxidação lipídica, o qual tem sido associado a indisponibilidade de lisina e a processos cancerígenos e mutagênicos. O ácido malônico tem sido detectado como substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBA).

ÍNDICE DE PERÓXIDOS – IP

Diversos métodos químicos e físicos têm sido propostos para quantificar a formação dos compostos resultantes da oxidação lipídica em carnes, como a determinação dos valores de peróxidos, dienos conjugados os quais são produzidos nos primeiros estágios da autooxidação. Desta forma são os produtos mais medidos para a oxidação primária (FOGAÇA & SANT'ANA, 2009).

De acordo com Silva *et al.*, (1999) a avaliação deste parâmetro de oxidação, é realizada pelo Índice de Peróxidos - IP, o qual representa a diferença entre a formação e a decomposição de peróxidos, em milimoles de oxigênio ativo por quilograma de matéria. Um dos métodos clássicos para dosar os peróxidos é o Método de Iodométrico de Lea (LEA) que mede o iodo produzido a partir da decomposição do iodeto de potássio pelos peróxidos.

Estas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação da gordura. E aplicável a todos os óleos e gorduras normais, incluindo margarina e creme vegetal, porém é susceptível e, portanto, qualquer variação no procedimento do teste pode alterar o resultado da análise (São Paulo, 2008).

Prentice & Sainz (2005) em trabalho de pesquisa utilizando vácuo em carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em diferentes temperaturas (2°C e 8°C) por 60 dias, os valores de IP, foram influenciados pela temperatura e pela presença ou não de oxigênio. Quanto maior a temperatura ocorre maior degradação lipídica (formação de peróxidos), assim como, a presença de oxigênio, o qual é responsável por catalisar as reações oxidativas de óleos e de gorduras.

Os hidroperóxidos (LOOH) são compostos decorrentes da oxidação sendo que a formação dos peróxidos ocorre nas primeiras etapas da oxidação lipídica, (NAVARRO-GARCÍA *et al.*, 2004) sendo determinados, pelo método de “iodometria”, no qual ocorre uma redução do hidroperóxido pelo iodeto de potássio (BRANCO 2011). Os peróxidos se decompõem facilmente, dando origem a compostos secundários uma vez que baixos indicadores podem ser encontrados no início e no final. A formação dos peróxidos ocorre nas primeiras etapas da oxidação lipídica. A determinação iodométrica depende altamente das condições experimentais, como a temperatura, pois tem que ser padronizada antes de empregar a técnica (NAVARRO-GARCÍA *et al.*, 2004).

O índice de peróxido é um indicador sensível do estágio inicial de oxidação das gorduras; a presença de peróxidos e hidroperóxidos podem provocar alterações do sabor e odor como resultado da instabilidade lipídica (TORRES, 2011). A oxidação é uma das principais causas de deterioração da qualidade de produtos cárneos. A susceptibilidade do tecido muscular à oxidação deve-se à sua alta concentração de catalisadores (ferro e hemoglobina) e a de lipídios. Os lipídios oxidados podem reagir com outros componentes do alimento, como proteínas, carboidratos e vitaminas (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

REAÇÃO AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO – TBA

De acordo com Silva *et al.*, (1999) os peróxidos são produtos primários de oxidação, são intermediários instáveis, sobretudo a temperaturas elevadas ou em presença de metais de transição. No decurso da sua decomposição produzem-se compostos de natureza diversa, (aldeídos, cetonas, hidroxiácidos, hidrocarbonetos, polímeros) sendo designados produtos (NAVARRO-GARCÍA *et al.*, 2004). Os compostos aldeídos são provenientes de processos degradativos, dependem do tipo de ácido graxo oxidado e das condições de oxidação. Desta forma a quantificação é realizada por um método colorimétrico como o teste do Ácido 2-Tiobarbiturico (TBA).

Segundo Fogaça & Sant’ana, (2009), as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRAT) são frequentemente medidos, juntamente, com os peróxidos e dienos, porém, secundariamente a substâncias voláteis ao (SRAT). Em 1944, Koln & Liversedge observaram que tecidos de animais incubados

aerobicamente com ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) produziam coloração rósea. Bernehei, *et al.*, (1948) descobriram que a coloração era resultado da formação de um complexo de compostos oxidados de gordura com o TBA. Desta forma essas descobertas deram origem ao teste mais utilizado na determinação da oxidação lipídica, o TBA, sendo o malonaldeído (MDA) uma substância reativa ao ácido tiobarbitúrico presente em maior quantidade.

O malonaldeído é um dialdeído, derivado do hidroperóxido produto final de oxidação de ácidos graxos poli-insaturados, um biomarcador confiável e muito utilizado para a avaliação da oxidação lipídica (BRANCO, 2011; FOGAÇA & SANT'ANA, 2009; SILVA *et al.*, 1999). A reação ao teste envolve uma molécula de MDA que reage com duas moléculas de TBA eliminando mais duas moléculas de água, formando assim, um pigmento cristalino de coloração rósea, com absorbância entre 532 e 535 nm (FOGAÇA & SANT'ANA, 2009).

Segundo Prentice & Sainz (2005) em experimento com carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embaladas a vácuo e sem vácuo em diferentes temperaturas (2°C e 8°C) por 60 dias, a temperatura influencia na estabilidade lipídica, ou seja, provoca um aumento na degradação lipídica do pescado onde o grupo em temperatura de 2°C obteve melhor comportamento em relação a temperatura de 8°C. A presença de oxigênio é facilmente justificada nos valores de TBA, pelo fato da presença do oxigênio catalisar as reações oxidativas de óleos e gorduras.

MÉTODOS SENSORIAIS

De acordo como Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado), aprovado pela portaria nº 185 de 13 de maio de 1997, entende-se por peixe fresco, o produto obtido de espécimes saudáveis e de qualidade adequada ao consumo humano, convenientemente lavado e que seja conservado somente pelo resfriamento a uma temperatura próximo a do ponto de fusão do gelo.

O regulamento contempla as características sensoriais adequadas para peixe fresco, são elas:

- Aparência: ausência de decomposição, manchas por hematomas, coloração distinta à normal para a espécie considerada, incisões ou rupturas das superfícies externas;

- Escamas: unidas entre si e fortemente aderidas à pele. Translúcidas e com brilho metálico, não devem ser viscosas;
- Pele: úmida, tensa e bem aderida;
- Mucosidade: em espécies que a possuem, deve ser aquosa e transparente;
- Olhos: devem ocupar a cavidade orbitária e ser brilhantes e salientes;
- Opérculo: rígido, deve oferecer resistência à sua abertura. A face interna deve ser nacarada, os vasos sangüíneos cheios e fixos;
- Brânquias: de cor rosa ao vermelho intenso, úmidas e brilhantes, ausência ou discreta presença de muco;
- Abdome: tenso, sem diferença externa com a linha ventral. Peritônio bem aderido às paredes, as vísceras inteiras, diferenciadas, brilhantes e sem dano aparente;
- Músculos: aderidos aos ossos fortemente e de elasticidade marcante;
- Odor/ sabor/ cor: característicos da espécie;
- Prova de cocção: após o cozimento, deverá manter as características organolépticas próprias da espécie, sem sabor ou desprendimento do cheiro estranho ou desagradável.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) aprovado pelo decreto nº 30.691, de 29/03/1952 em seu Artigo 445, considera impróprio para o consumo o pescado:

- de aspecto repugnante, mutilado, traumatizado ou deformado;
- que apresente coloração, cheiro ou sabor anormais;
- portador de lesões ou doenças microbianas que possam prejudicar a saúde do consumidor;
- que apresente infestação muscular maciça por parasitas, que possam prejudicar ou não a saúde do consumidor;
- tratado por antissépticos ou conservadores não aprovados pelo D.I.P.O.A;
- proveniente de água contaminada ou poluída;
- procedente de pesca realizada em desacordo com a legislação vigente ou recolhido já morto, salvo quando capturado em operações de pesca;
- em mau estado de conservação;
- quando não se enquadrar nos limites físicos e químicos fixados para o pescado fresco.

Almeida *et al.*, (2006), avaliaram a qualidade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservado em gelo e determinaram o tempo de vida útil por meio de avaliações sensoriais e físico-químicas. Na avaliação sensorial do pescado cru, as primeiras alterações se manifestaram pelo aparecimento de maior quantidade de muco na região das brânquias e por ligeiras deformações na textura, provocadas pelo acondicionamento no gelo. Entre 19 e 25 dias, observou-se odor forte na região da cabeça, guelras avermelhadas e presença de muco viscoso. A região do abdômen apresentava tonalidade avermelhada, dando indícios de alteração. Porém, o intestino ainda estava íntegro, enquanto o fígado já mostrava início de decomposição. Com 40 dias de estocagem, observou-se ausência de cor normal e aparência limosa na pele. Os olhos estavam esbranquiçados, com derramamento de sangue, pupilas acinzentadas e córneas com descoloração. Os tambaquis apresentaram “qualidade especial” (classe A) até 22 dias de conservação em gelo; permaneceram em “boa qualidade” (classe B) até o 40º dia; aos 43 dias, atingiram “qualidade de consumo corrente”; e, aos 49 dias em gelo, foram considerados pútridos por todos os analistas.

Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxã (*Brycon cephalus*) procedente da piscicultura, mantido em gelo. De acordo com os resultados da avaliação sensorial física, os exemplares de matrinxãs permaneceram com classe A (especial) durante 13 dias de conservação em gelo. Até o 23º dia permaneceram com classe B (boa qualidade). No 29º dia, apresentaram qualidade de consumo corrente (classe C). No entanto, apesar de receberem a classificação (C), foram considerados "não aptos para o consumo", apresentando aparência física geral desagradável e odor azedo (BATISTA, 2002).

MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE - MIQ

O MIQ foi desenvolvido originariamente pela *Tasmanian Food Research Unit*, baseado em parâmetros sensoriais significativos do pescado, que são avaliados por um conjunto de descritores, em um sistema de escores que varia de zero a três pontos de demérito (BREMNER, 1985). A grande vantagem do MIQ é avaliar os parâmetros sensoriais mais significativos para cada espécie durante o processo de deterioração (EZRAAN & OZDEN, 2006). Amostras

devem ser avaliadas de acordo com o MIQ específico proposto para a espécie, preferencialmente por mais de um analisador, e o índice de qualidade final corresponderá à média aritmética dos índices determinados pelos vários analisadores (NUNES *et al.*, 2007).

As diferentes espécies de peixes têm diferentes formas e indicadores de deterioração, por isso o MIQ é específico para cada espécie (NIELSEN e GREEN, 2007; ESTEVES e ANÍBAL, 2007). Os atributos mais comumente avaliados em pescado são olhos, pele e guelras, além de odor e textura (SVEINSDÓTTIR *et al.*, 2003). Quando é observada correlação linear entre o MIQ e o período de estocagem em gelo, o MIQ pode ser usado para prever a vida de prateleira restante. Assim, este método é importante para predizer o fim da vida de prateleira ou tempo de rejeição, mas deve ser estimado por comparação com outro método de avaliação. A grande vantagem do MIQ é avaliar os parâmetros sensoriais mais significativos para cada espécie durante o processo de deterioração (OTANI, 2009).

Na Índia foi realizada a análise sensorial de vários peixes a serem comercializados no mercado, sendo o método de índice de qualidade aplicado, a fim de, avaliar o seu grau de frescor (JHA *et al.*, 2010).

O MIQ pode ser usado para estabelecer o tempo-de-prateleira do pescado uma vez que os resultados estão linearmente relacionados com o tempo de conservação (NUNES & BATISTA, 2004; ESTEVES & ANÍBAL, 2007). O MIQ permite, por um lado, avaliar de forma rápida e objetiva a qualidade (o frescor) de um lote de pescado através da análise sensorial de um conjunto de atributos previamente estabelecidos como relevantes no processo de deterioração dos espécimes de determinada espécie. A principal vantagem do MIQ é providenciar aos produtores, compradores e outros uma ferramenta padronizada e de confiança para avaliar a frescura, qualidade dos produtos da pesca e aquicultura (ESTEVES e ANÍBAL, 2007).

MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS

De acordo com ANVISA (2001) os métodos a serem utilizados para a microbiologia do pescado estão descritos na Resolução - RDC nº 12, de 2 de

janeiro de 2001, em que no seu Art. 1º Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.

Uma das provas microbiológicas mais utilizadas em alimentos é a Contagem Total de Bactérias, também conhecida como Contagem de Aeróbios Totais ou Contagem Total de Bactérias Viáveis ou Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas. O teste representa o número total de bactérias capazes de formar Unidade Formadora de Colônia (UFC) visível quando semeada em condições de cultura apropriadas. A *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* – ICMSF (1986) na enumeração de aeróbios totais, cujos métodos mais comuns são o “Standard Plate Count”, o “Suferce Plate” e o “Drop, Plate”, permite-se uma contagem máxima de 10^7 UFC/g ou cm^2 (Log.7) para pescado refrigerado (MARINHO, 2011). A legislação brasileira não consta limites para a contagem de bactérias, mesófilas e psicrófilas.

Assim, conforme o grupo de alimentos, a resolução determina para pescado fresco, *in natura*, que sejam realizadas as análises sobre *Staphylococcus* coagulase positiva/g com tolerância para amostra representativa mínima 5×10^2 , máxima 10^3 e *Salmonella* sp./25g, deve ser ausente para ambas amostras representativas.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água de acordo com Instrução Normativa Nº 62, DE 26 DE AGOSTO DE 2003 (BRASIL, 2003)

Batista *et al.* (2004), estudaram o processo de deterioração post-mortem de matrinxã (*Brycon cephalus*) procedente da piscicultura, mantido em gelo, e através da análise microbiológica, concluíram que as bactérias psicrotróficas e psicrófilas tiveram maior participação no processo de deterioração de matrinxã mantido em gelo do que as bactérias mesófilas.

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/ cm^2 , respectivamente. A contagem limite de 7,0 log ufc/ cm^2 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.

A contagem Total de Bactérias é uma análise microbiológica utilizada em alimentos, em que mostra o número total de bactérias capazes de formar colônias visíveis quando semeadas em condições de cultura apropriadas. Portanto, as contagens bacterianas não são, de modo algum, uma medida da população “total” de bactérias, mas apenas uma medida da fração da microbiota capaz de produzir colônias no meio de cultura usada, nas condições de incubação (RODRIGUES, 2008).

A presença dos agentes bacterianos patogênicos tem sido identificada como o perigo mais freqüente, que compromete a qualidade dos produtos aquícolas. A sua ocorrência está relacionada às práticas impróprias de criação e poluição ambiental. A maioria das bactérias que causam doenças são saprófitas do peixe e do ambiente. Várias delas podem ser encontradas na superfície corporal ou no trato intestinal, mas somente causam doença clínica quando os peixes são submetidos a estresse. Elevadas densidades, temperaturas críticas, manejo, ataques predatórios são algumas das condições estressantes que podem desencadear um surto de uma doença bacteriana (PEDROSA, 2009).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHEN, M. & YOUSEF, A.E. Efficacy of Ozone Against *Escherichia coli* O157:H7 on Apples. *Journal of Food Science*. n. 09, v. 66, p. 1380-1384, 2001
- AKBAS, M.Y. & OZDEMIR, M. Effectiveness of Ozone for Inactivation of *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* in Pistachios. *International Journal of Food Science and Technology*. n. 41, p. 413 – 519, 2006.
- ALMEIDA FILHO, E.S.; SIGARINI, C.O.; RIBEIRO, J.N.; DELMONDES, E.C.; STELATTO, E. & ARAÚJO-JR, A.. Características Microbiológicas de “Pintado” (*Pseudoplatytoma fasciatum*) Comercializado em Supermercados e Feira Livre, no Município de Cuiabá – MT. *Revista de Higiene Alimentar*, v. 16, n.99, p. 84 – 88, 2002.
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E. Determinação do índice de *rigor-mortis* e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 698 – 704, mai-jun, 2005.
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1288 – 1293, jul-ago, 2006.
- ANDRADE, P.F. Prazo de Vida Comercial do Atum (*Thunnus atlanticus*) Armazenado sob Refrigeração. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de produtos de Origem Animal. Niterói-RJ, p.97, 2006.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução - RDC nº 12, de janeiro de 2001. Acesso <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm, acessado em 14 de junho de 2009.

- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M. & FIM, J.D.I. Composição Corporal de Tambaqui (*Colossoma macropomun*), e Matrinxã, (*Brycon cephalus*), em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé e Semi-intensivo em Viveiros. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 31, n. 3, p. 1059 – 1069, 2002.
- BATISTA, G.M. Alterações Bioquímicas *post-mortem* de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. Manaus-AM: Universidade Federal do Amazonas, Dissertação de Mestrado, 109p. 2002.
- BATISTA, G.M.; LESSI, E.; KODAIRA, M. & FALCÃO, P.T. Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxã (*Brycon cephalus*) procedente da piscicultura, mantido em gelo. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas. v.24, n.4, Oct./Dec. 2004.
- BORGES, A.; TEIXEIRA, M.S.; FREITAS, M.Q.; FRANCO, R.M.; MÁRSICO, E.T. & SÃO CLEMENTE S.C. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0°C. Ciência Rural. Santa Maria, v. 37, n.1, p.259 – 264, 2007.
- BORGHETTI, J.R. Estimativa da Pesca e Aquicultura de Água Doce e Marinha. Instituto de Pesca/APTA/SAA Sér. Relat. Téc. n. 03, 2000.
- BRANCO, G.F. Aplicação de Técnicas Fatoriais de Planejamento no Desenvolvimento de um Modelo de Avaliação da Oxidação em Óleos e Emulsões. Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP. Dissertação de Mestrado. 102p. 2011
- BRASIL, (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. Divisão de Normas Técnicas. Decreto n. 1255 de 25 de junho de 1952. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal. Título VII, capítulo VII, Sessão I, 1952.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (inteiro e eviscerado). Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997.
- BRASIL. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Instrução Normativa 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializa os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, 2003.
- BRASIL, (Ministério da Pesca e da Aquicultura). Boletim Estatístico da Pesca e da Aquicultura, 2010 a 2011, 2011.
- BRASIL, (Ministério da Pesca e Aquicultura). Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística de 1994 a 2009. Brasília – DF, ASCOM/MPA, 2009.
- BRASIL, (Ministério da Pesca e Aquicultura). Sucesso do Cultivo de tambaqui no Estado de Rondônia IN: Casos de Sucesso na Aquicultura no Brasil, Brasília - DF, 2010.
- BREMNER, H. A. A convenient, easy to use system for estimating the quality to chilled seafoods. Fish Process Bulletin. n. 7, p. 59-70, 1985.
- BRITTO, E.N.; LESSI, E.; CARDOSO, A.L.; FALCÃO, P.T. & DOS SANTOS, J.G. Deterioração bacteriológica do jaraqui *Semaprochilodus* spp., capturado no estado do Amazonas e conservado em gelo. ACTA AMAZÔNICA, v. 37 (3), p 457 – 464 2007.
- CARDOSO, C.C.; VEIGA, S.M.O.M.; NASCIMENTO, L.C.; FIORINI, J.E. & AMARAL, L.A. Avaliação microbiológica da água sanitizada por ozônio. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23(1): 59-61, jan.-abr. 2003
- CARTONILHO, M.M & JESUS, R.S. Qualidade de Cortes Congelados de Tambaqui Cultivado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.4, p344-350, abr.2011

- CAVERO, B.A.S; RUBIM, M.A.L. & PEREIRA, T.M. Criação Comercial do Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818) In: TAVARES-DIAS M. Manejo e Sanidade em Peixes de Cultivo, EMBRAPA AMAPA - MACAPA, p.33-46, 2009
- CHIATTONE, P.V. Ácido Ascórbico, Eritorbato e Mistura Comercial na Redução da Oxidação de Hamburguer Bovino Processado com Água Ozonizada. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, 2010
- 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.
- COSTA, A.B. Estratégias para o estudo de bactérias potencialmente patogênicas na piscicultura IN: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. & CASTAGNOLLI, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo, Tec Art, p.387 - 404. 2004.
- CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação In: BALDISSEROTTO, B. & GOMES L.C. Espécies Nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, Ed. UFSM, p. 23 – 36, 2005.
- DIEGUES A.C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. Banco Mundial/FAO. Center for Research on Human Population and Wetlands in Brazil – USP, São Paulo. art. n. 3, 2006
- ERKAN, N. & ÖZDEN, Ö. Gutted and un-gutted sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: Influence on fish quality and shelf-life. International Journal of Food Properties, Philadelphia, v. 9, p. 331-345, 2006.

- ESTEVEES, E. & ANÍBAL, J. *Quality Index Method (QIM)*: utilização da Análise sensorial para determinação da qualidade do pescado In: Actas do 13º Congresso do Algarve, Racal-Clube, Lagos, Portugal, p. 365-373, 2007.
- FAN, L.; SONG, J.; McRAE, K.B.; WALKER, B.A. & SHARPE, D.. Gaseous Ozone Treatment Inactivates *Listeria innocua* *in vitro*. Journal of Applied Microbiology. n. 103, p. 2657-2663, 2007
- FAO. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma – Itália, 2010.
- FERRARI, C. K. B. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: Mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. Rev. Nutr., Campinas, 11(1): 3-14, jan./jun., 1998.
- FIGUEIREDO, H.C.P. & LEAL, C.A.G. Tecnologias aplicadas em sanidade de peixes. R. Bras. Zootec., v.37, *suplemento especial* p.08-14, 2008
- GARCIA, C.A.; STANZIOLA, L.; NAVES, J.H.F.F.; NEVES, S.M.N. & JESUS, D.C. Influência do Ozônio na Inibição da Evaginação de Cistos de *Taenia saginata*. In: XXXI Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Gramado – RS, 2008.
- GELMAN, A.; SACHS, O.; KHANIN, Y.; DRABKIN, V. & GLATMAN, L. Effect of Ozone pretreatment on fish storage life at low temperatures. Journal of Food Protection, v.68., n. 4 p. 778-784, 2005
- GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N. & ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) In: BALDISSEROTTO, B. & GOMES L.C. Espécies Nativas para piscicultura no Brasil. Ed. UFSM, Santa Maria, p. 175 – 204. 2010
- GONÇALVES, A.A. Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. Braz. Arch. Biol. Technol. v.52 n. 6: pp. 1527-1539, Novn/Dec, 2009

- GUZEL-SEYDIM, Z.; GREENE, K. A.; BEVER, P. Use of ozone in food industry. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie. Food Science and Technology*, Zurich, v. 37, n. 4, p. 453-460, 2004.
- HERBOLD, K.; FLEMENG, B. & BOTZENHART, K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of hepatitis A virus, poliovirus1, and indicator organisms. *Applied and Environmental Microbiology*, v.55, n. 11, p. 2949 – 2953, 1989.
- HERRERO, A.M.; HUIDOBRO, A. & CARECHE, M..Development of Quality Index Method for Frozen Hake (*M capensis* and *M. paradoxus*). *Journal of Food Science*, v.68, n. 3, p.1086 – 1092, 2003.
- ICMSF - International Commission on Microbiological Specification for Foods. *Microorganisms in Food. Sampling for Microbiological Analysis: Principle andScientific Application*. 2ª ed. Canadá., p 181-196.,1986.
- INOUE, L.A.K.A.; BOIJINK, C.L. **Manaus a capital do tambaqui. 2011.** Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/tambaqui/index.htm>. Acesso em: 2/3/2011
- JHA, P., ROY, R.P. BARAT, S. Application of sensory and microbial analysis to assess quality of fish in Siliguri city of West Bengal, India. *Journal of Environmental Biology*, 31(5) 587-594, September (2010)
- KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E. & KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science*, n. 9, v. 66, p.1242-1250, 2001
- LANDGRAF, M. Deterioração Microbiana de Alimentos. In: Franco, B.D.G.; Landgraf, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, p. 93 – 108, 1996
- LANITA, C. S. & SILVA, S. B. Uso de ozônio em câmara industrial para controle de bolores e leveduras durante a maturação de queijo tipo parmesão, *Braz. J. Food Technol.*, v. 11, n. 3, p. 182-189, jul./set. 2008

- LOUSADA, V.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; GALLARDO, J.M. & AUBOURG, S.P. Effect of Advanced Chilling Method on Lipid Damage During Sardine (*Sardine pilchardus*) Storage. Eur. J. Lipid Sci. Technol. n. 106, p. 844-860, 2004
- MACEDO-VIEGAS, E.M. & SOUZA, M.L.R. Pré-Processamento e conservação de peixes cultivados. IN: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. & CASTAGNOLLI, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo, Tec Art, p.405 – 480, 2004
- MANOUSARIDIS, G. A.; N. E. K. PALEOLOGOS; T.I. N. SAVVAIDIS & KONTOMINASM. G. Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. Food Microbiology, v. 22, n.1, p.1-9, Jan. 2005
- MARINHO, L.S. Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira estocada em gelo, 2011. 111f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal), Universidade Federal Fluminense, 2011
- MUSTAFA, M. G. Biochemical basis of ozone toxicity. Free Radical Biology and Medicine. Los Angeles - EUA, v. 9, n. 3, p. 245-265, 1990
- NAVARRO-GARCÍA, G.; BRINGAS-ALVARADO, L. & PACHECO-AGUILAR, R. Nueva Herramienta para el Estudio de la Oxidación de los Ácidos Grasos, una de las Causas Fundamentales de la Pérdida de Calidad de los Alimentos para la Acuicultura. VII Simpósio Internacional de Nutrición Acuícola, 16 a 19 de Noviembre de 2004. Hermosillo Sonoro México, 2004
- NIELSEN, D.; GREEN, D. Developing a quality index tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) based on Quality Index Method International Journal of Food Science & Technology, Oxford, v. 42, p. 86- 94, 2007

- NOMURA, I. O Futuro da Pesca e da Aquicultura Marinha no Mundo. Ciência Cultural. v.62 n.3, São Paulo, 2010
- NUNES, M. L.; BATISTA, I.; CARDOSO C. Aplicação do Índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Lisboa: IPIMAR, 51 p., 2007
- NUNES, M. L. & BATISTA, I., Aplicação do Índice de Qualidade (QIM) na Avaliação da Frescura do Pescado. IPIMAR, Divulgação, nº 29, p.1 a 4. Março 2004
- OETTERER, M.; SIQUEIRA, A.A.Z.C & GRYSCHLE, S.B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em pisciculturas. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M. & CASTAGNOLLI, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo, Tec Art, p.481- 500, 2004
- OGAWA, M. & MAIA, E.L.M. Manual de Pesca – Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela. v.1, p. 175 A 187.1999.
- OLIVEIRA, A.M.B.M.S.; CONTE, L. & CYRINO, J.E.P. Produção de Chariciformes autóctones In: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M. & CASTAGNOLLI, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo, Tec Art, 533p. 2004
- OLIVEIRA, N.M.S.; OLIVEIRA, W.R.M.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, J.M.S.F.; VICENTE, E.; FIORINI, J.F. & BRESSAN, M.C. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28 (1): 83-89, jan-mar. 2008
- OZÓRIO, R.O.A.; AVNIMELCH, Y. & CASTAGNOLLI, N. Sistemas Intensivos Fechados de produção de Peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M. & CASTAGNOLLI, N. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo, Tec Art, p.7 - 24, 2004

- OTANI, F. S., Influência da adição *in vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia. Jaboticabal/SP, UNESP, 2009 (Mestrado em Aqüicultura), Universidade Estadual Paulista, p. 60, 2009
- PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; CRISOTO, C.H. & MANSOUR, M. Effect of Gaseous Ozone Exposure on the Development of Green and Blue molds on Cold Stored Citrus Fruit. Plant Disease. n. 6, v. 85, p. 632-638, june, 2001
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C. & TAKEMOTO, R.M. Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento. Ed. UEM, 2ª Ed. Maringá/PR. 305p. 2002
- PEDROSA, V.F. Lesões Anatomopatológicas Associadas à Ocorrência de Bacterioses em Tilápias (*Oreochromis Niloticus*) de Diferentes Sistemas de Cultivo em Pernambuco/Brasil. Universidade federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 2009 (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) p. 60, 2009
- PEREIRA, A.A.F. & TENUTA-FILHO, A. Avaliação de Condições de Consumo da Sardinha (*Sardinella brasiliensis*). Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas – SP. 25 (4): 720 – 725, out-dez., 2005
- PEREIRA, M.T.C.; RIBEIRO, S.C.A. & CARVALHO, S.F.M. Revisão sobre o uso do Ozônio no Tratamento da Mastite Bovina e Melhoria da Qualidade do Leite. Biosci. J., Uberlândia – MG, v.19, n.2, p. 109 – 114, May/Aug. 2003
- PEREIRA, A.A.F. & FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas v.25, n.4, Oct./Dec. 2005

- PRENTICE, C. & SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados à vácuo sob diferentes condições de refrigeração. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas* v.25, n.1, Jan./Mar. 2005
- RAVESI, E.M.; LICCIARDELLO, J.J. & RADICOT, L.D. Ozone Treatments of Fresh Atlantic Cod, *Gadus morhua*. *Marine Fisheries Review*. n. 49, v.4, p.37-42, 1987
- RICE, R.G. Application of ozone in water and wastewater treatment. In: *Analytical aspects of ozone: treatment of water and wastewater*. Edited by R.G. Rice, et.al. Chelsea, MI, Lewis Publishers. p. 7-26, 1986
- RODRIGUES, T.P.; FREITAS, M.Q.; MÁRSICO, E.T.; FRANCO, R.M.; MELLO, S.C.R.P.; COSTA, I. & ZUNIGA, N.O. Avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo. *Rev. bras. Ci. Vet.* v. 15, n. 2, p. 67 – 71, maio/ago. 2008
- SANTOS, F. F. P. Avaliação de Antioxidantes Aplicados á Produção de Biodisel. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Federal do Ceará. 152p. 2013
- SÃO PAULO, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. IV Ed e a 1ª Ed Digital., v.1. São Paulo, 1020 p., 2008
- SAMPAIO, L.A.; ONO, E.; ROUTLEDGE, E.A.B.R.; CORREIA, E.S.; MORAES-VALENTI, P. & MARTINO R.C. Brazilian Aquaculture Update. *World Aquaculture*, December, p.39 – 41. 2010.
- 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*) *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas* v.24, n.4, Oct./Dec. 2004

- SILVA, C. M. A. Bactérias Gram-negativas isoladas do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) criado em cativeiro, Amazonas – Brasil. INPA, Manaus, AM. Dissertação de Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, 2001
- SILVA, M.V.; GIBBS, P.A. & KIRBY, R.M. Sensorial and Microbial Effects of Gaseous Ozone on Fresh Scad (*Trachurus trachurus*). Journal of Applied Microbiology. n. 84, p. 802-810, 1998
- SILVA JUNIOR, E.A. Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos. 5ª Ed, Varela, São Paulo, 479p. 2002
- SIQUEIRA, A.A.Z.C. Efeitos da Irradiação e Refrigeração na Qualidade e no Valor Nutritivo da Tilápia (*Oreochromis niloticus*). Piracicaba – SP: ESALQ-USP, 2001, Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, 2001
- SOCCOL, M.C.H. & OETTERER, M. Use of Modified Atmosphere in Seafood Preservation. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.46, n. 4, pp. 569 – 580. 2003
- SHELDON, B.W. & BROWN, A.L. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. Journal Food Science, v.51, n.2, p. 305 – 309, 1986.
- SVEINSDOTTIR, K. et al. Quality index method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Food Quality and Preference**, v. 14, p.237-245. 2003
- TORRES, E.A.F.S; REGÊ FERREIRA, A.F; RÍMOLI, C. D. Estudo das propriedades desinfetantes do ozônio em alimentos. Higiene Alimentar, v.10, n.42, p.18–23, 1996

- VAZ-VELHO, M.; SILVA, M.; PESSOA, J. & GIBBS, P. Inactivation by Ozone of *Listeria innocua* on Salmon-trout During Cold-Smoke Processing. *Food Control*. n. 17, p.609-616, 2006
- WANG, F.S., JIANG, Y.N., LIN, C.W. Lipid and cholesterol oxidation in Chinese-style sausage using vacuum and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, Essex, v.40, n.1, p.93-101, 1995
- WOYNAROVICH, A. & WOYNAROVICH, E. Reproduccion Artificial de las Espécies Colossoma y Piaractus, Guía Detallada para la Producción de Alvinos de Gamitana Paco y Caraña. Lima, Peru; Editora FONDEPES, 1 edição, 67p. 1998.

EXPERIMENTO I

**CONSERVAÇÃO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* – CUVIER
1818) INTEIRO, EM CÂMARA FRIA, SOB ATMOSFERA MODIFICADA COM
OZÔNIO**

Resumo

O tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier-1818) é um peixe de água doce extremamente importante para o estado do Amazonas, em especial para a piscicultura comercial. Eventos bioquímicos decorrentes dos processos de captura, manipulação, transporte e comercialização resultam na deterioração do pescado fresco e podem ser utilizados para a avaliação físico-química do grau de frescor através de procedimentos analíticos. Devido a necessidade de alternativas para a conservação do pescado regional, o presente estudo teve como objetivo armazenar o tambaqui inteiro sob refrigeração ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 75-80% de umidade relativa), com atmosfera modificada pelo gás ozônio (1,5 ppm) durante 30 dias onde as variáveis respostas foram analisadas em intervalos de 10 dias entre coletas (00, 10, 20 e 30 dias). As variáveis analisadas foram as microbiológicas (Contagem de mesófilas e psicrófilas, NMP total e NMP 45°C , *Salmonella* spp e *Staphylococcus* coagulase positiva) e físico-químicas (pH, N-BVT, TBA e o Índice de Peróxidos). Os resultados do experimento para as contagens iniciais de bactérias psicrófilas, em ambos os tratamentos foram de 2,25 log. UFC/g e as finais 2,87 log. UFC/g para o grupo controle e 2,44 log. UFC/g para o grupo tratado com ozônio. Já para as contagens das bactérias mesófilas os valores iniciais foram de 2,5 log UFC/g e os finais 2,56 log UFC/g para o grupo controle e 2,12 log UFC/g para o grupo tratado com ozônio. Em relação ao NMP total e fecal em ambos os tratamentos as amostras foram negativas, bem como, para *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva. Para a variável pH os valores iniciais foram 6,32 e os finais 6,31 para o grupo controle e 6,18 para o grupo tratado com ozônio. Em relação ao N-BVT os resultados iniciais em ambos os tratamentos de 5,82 mgN/100g e os finais de 10,90 mgN/100g para o grupo controle e de 7,74 mgN/100g para os exemplares do grupo tratado com ozônio. Os valores iniciais para TBA em ambos os tratamentos foram de 0,64 mgMA/Kg, aumentando gradativamente até atingir máximo de 3,37 mgMA/Kg para o grupo controle e de 2,03 mgMA/Kg na musculatura de tambaquis tratados com ozônio. O Índice de Peróxidos os valores iniciais em ambos os tratamentos foram semelhantes 0,047 meq/Kg e os valores finais 3,15 meq/Kg para o grupo controle e de 0,94 meq/Kg no grupo tratado com ozônio. Conclui-se que tambaquis inteiros tratados em ambientes com atmosfera modificada

com ozônio (1,5ppm) em câmara frigorífica ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), por 30 dias apresentaram melhor qualidade em relação aos peixes não tratados, evidenciando que o ozônio fornece um incremento de qualidade para o produto

Palavras Chave: Peixe de água doce, piscicultura, pescado resfriado, ozônio

Abstract

STORING TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* - CUVIER 1818) WHOLE, COLD CHAMBER UNDER MODIFIED ATMOSPHERE WITH OZONE

The Tambaqui (*colossoma macropomun* – Cuvier 1818) is an extremely important freshwater fish for the state of Amazonas, especially for commercial fish farming. Biochemical events resulting from the capture, manipulation, transport and commercialization processes result in the deterioration of fresh fish and can be used for the physic-chemical evaluation of the degree of freshness through analytical procedures. Due to the need for alternatives for reginal fish conservation, the present study had the objective of storing whole tambaqui under refrigeration ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature and 75-80% relative humidity) with atmosfere modified by ozone gas (1,5 ppm) for 30 days where the variable response were analyzed at 10-day intervals between collections (00, 10, 20 and 30 days). There was analyzed microbiological variables as counting of mesophilic and psychrophilic counts, total NPM and and NPM 45°C , *Salmonella* spp and *Staphylococcus* coagulase positive, and physico-chemical variables (pH, N-BVT, TBA and peroxide index). It was observed that the initial psychophilic bactéria count was 2,25 log CFU/g and the final count was 2,87 log CFU/g for the control group and 2,44 log CFU/g for rhe ozone treated group. For the mesophilic bactéria counts the initial values were 2,5 log CFU/g and final count 2,56 log CFU/g for the control group and 2,12 log CFU/g for the ozone group. Regarding total and faecal NMP in both treatments the samples were negative, as well as, for *Salmonella* spp and coagulase posite *Staphylococcus*. For de pH variable the initial values were 6,32 and the final ones were 6,31 for the control group and 6,18 for the ozone treated group. In relation to N-BVT, the initial results in both treatments were 5,82 mg/N/100g

and the final results were 10,90 mg/N/100g for the control group and 7,74 mg/N/100g for the ozone group. The initial values for TBA in both treatments were 0,64 mgMA/Kg, increasing gradually until reaching a maximum of 3,37 mgMA/Kg for the control group and 2,03 mgMA/Kg in the musculature of tambaquis treated with ozone. For the peroxide index the initial values in both treatments were similar 0,047 meq/Kg and the final values were 3,15 meq/Kg for the control group and 0,94 meq/Kg in the ozone treated group. It was concluded that whole tambaquis treated in atmospheres with ozone modified atmosphere (1,5 ppm) in cold room ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature and 75-80% relative humidity, for 30 days presented better quality than the untreated fish, evidencing that the Ozone provides an increase in product quality.

Keywords: Freshwater fish, fish farming, refrigerated fish, ozone.

1. Introdução

Pescado é todo produto retirado do meio aquático e que direta ou indiretamente, tem valor nutricional e pode ser utilizado como alimento pelo homem. O pescado contém excelentes valores nutricionais, rico em proteínas dentre outros nutrientes. É um produto que apresenta facilidades na digestibilidade de sua carne, sendo os teores das proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais satisfatórios, os quais determinam ao pescado excelente qualidade como alimento para qualquer idade (ARAÚJO *et al.* 2012).

Devido à escassez nos estoques naturais de várias espécies de maior aceitação para o consumo, a criação de algumas espécies vem ocupando lugar de destaque na produção de proteína animal em diversos países. A aquicultura é um dos sistemas de produção que mais cresce no mundo, sendo que a atividade em águas interiores vem apresentando bons sinais para o futuro da produção (CAVERO *et al.* 2009; ALMEIDA *et al.* 2006). A demanda por pescado cultivado tem aumentado em decorrência dos preços não oscilarem ao longo do tempo, diferentemente do pescado oriundo do extrativismo, onde o preço acompanha a sazonalidade local. O crescimento do setor associado aos novos mercados, principalmente, o mercado externo,

dependem da veiculação no processo de beneficiamento do produto de acordo com a necessidade do mercado consumidor e de um bom manejo higiênico sanitário do produto durante a fase de processamento, a fim de, que os produtos aumentem a sua vida útil e de prateleira (CARTONILHO & JESUS 2011).

O tambaqui (*Colossoma macropomum* - Cuvier 1818) é a espécie que mais desperta interesse para as criações em pisciculturas, apresentando excelente desempenho produtivo em sistemas intensivos (CHAGAS et al. 2005). Diversos problemas na conservação do pescado têm sido descritos, principalmente, relacionados aos aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais (ALMEIDA et al. 2006). O tambaqui por ser uma espécie onívora, possui grande variedade de gêneros e espécies bacterianas em sua microbiota natural, e todas com grande ação proteolítica e lipolítica (SILVA, 2001). Além disso, é uma espécie classificada como semi-gorda (ACKMAN, 1989), com teor de lipídios variando entre 5,8 a 6,9% (ROCHA, 1982) com ácidos graxos insaturados facilmente oxidáveis, elevada atividade de água, elevado teor protéico e o pH próximo da neutralidade em sua musculatura (OLIVEIRA et al., 2008). Tais condições o tornam extremamente susceptível à deterioração microbiana e oxidativa, principalmente se forem levadas em consideração as condições climáticas da Amazônia e o hábito da população de comprar o tambaqui inteiro, fresco ou resfriado, sem ter passado pelo congelamento.

O tambaqui é o pescado de eleição para os sistemas de produção em confinamento na região amazônica, decorrente de sua excelente adaptabilidade ao processo, por ser oriundo da região e por sua grande aceitação pelos consumidores, sendo a espécie mais criada neste sistema produtivo (CARTONILHO e JESUS 2011). A comercialização e o transporte do tambaqui são etapas importantes para o sucesso da piscicultura, uma vez que o pescado é altamente perecível, imediatamente após o abate, sofrendo uma série de reações autolíticas no músculo, que influenciam nas características organolépticas originais, com alterações dos nucleotídeos e carboidratos (ALMEIDA et al., 2005). Segundo Inoue & Bojink (2011), a demanda pelo tambaqui aumentou consideravelmente sendo estimada a demanda de consumo para a população da cidade de Manaus de 14 mil toneladas por ano,

no qual se pode afirmar que Manaus é a maior cidade consumidora de tabaqui no mundo.

A importância do crescimento da piscicultura na Amazônia e a conquista de novos mercados, e especial ao mercado externo, dependem da sua vinculação ao processo de beneficiamento do pescado, para oferecer produtos que melhor atendam às necessidades dos e conveniência dos consumidores (CARTONILHO E JESUS, 2011).

A presença dos agentes bacterianos patogênicos tem sido identificada como o perigo mais frequente, que compromete a qualidade dos produtos aquícolas. A sua ocorrência está relacionada às práticas impróprias de criação e poluição ambiental. A maioria das bactérias que causam doenças são saprófitas do peixe e do ambiente. Várias delas podem ser encontradas na superfície corporal ou no trato intestinal, mas somente causam doença clínica quando os peixes são submetidos a estresse. Elevadas densidades, temperaturas críticas, manejo, ataques predatórios são algumas das condições estressantes que podem desencadear um surto de uma doença bacteriana (PEDROSA, 2009).

De acordo com Novaes *et al.* (2012) a procura por produtos de alta qualidade apresenta-se com demanda crescente por parte dos consumidores, desta forma há necessidade de novas tecnologias de conservação para garantir o controle das principais variáveis causadoras de perdas dos produtos, tais como, ação de microrganismos, alterações químicas e enzimáticas dentre outras. Desta forma o ozônio vem ganhando espaço no processamento de alimentos decorrente do alto poder sanificante e pela sua rápida degradação não deixando resíduos nos alimentos tratados.

As aplicações potenciais do ozônio em indústrias de alimentos abrangem a desinfecção de equipamentos e embalagens (CHIATTONE *et al.*, 2008; GUZEL-SEYDIM *et al.*, 2004a; SOPHER *et al.*, 1998), a redução da carga microbiana da água para resfriamento de animais abatidos, água para beber, tratamento de frutas e hortaliças (PALOU *et al.*, 2001) sempre visando um aumento da vida de prateleira, combate a biofilmes microbianos localizados em superfícies de metais, entre outras utilizações (GONÇALVES, 2009; GUZEL-SEYDIM *et al.*, 2004a).

Diversas investigações confirmam a excelente ação do gás ozônio no controle microbiano dos mais diversos tipos de alimentos destinados ao homem, incluindo o pescado (GARCIA *et al.*, 2008; FAN *et al.*, 2007; CARDOSO *et al.*, 2003; MUSTAFA, 1990). De acordo com Albuquerque *et al.*, (2004) cuidados com o acondicionamento e manutenção, desde a morte do animal até a comercialização objetivam manter as características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas própria do pescado fresco pelo maior tempo possível. Desta forma a condição de estocagem do pescado em gelo é um fator importante na conservação, visto que pode influenciar na textura do produto.

A vida útil dos alimentos perecíveis conservados em atmosfera normal é limitada principalmente, pelo efeito do oxigênio atmosférico e o crescimento de microrganismos aeróbios produtores de alterações, que promovem mudanças no odor, sabor, cor e textura conduzindo a perda da qualidade do produto (TEODORO, *et al.*, (2007).

Ultimamente, diversas tecnologias estão sendo empregadas no setor pesqueiro, onde, o gás ozônio utilizado como atmosfera modificada é uma alternativa importante, uma vez que, apresenta diversas vantagens a outros sistemas de tratamento sendo o mais importante, não deixa resíduos tóxicos nos produtos, mas também, evita odor e gosto desagradável, é ativo contra microrganismos, converte-se em oxigênio rapidamente dentre outras vantagens.

A conservação do pescado na forma inteira em varejos na cidade de Manaus – AM, com a adição do gelo, observa-se que a qualidade do produto se mantém por poucos dias, em torno de sete dias, necessitando desta forma de mais alternativas para a conservação do pescado. Para tal, o armazenamento utilizando a cadeia de frio, aliado a atmosfera modificada com o uso do gás ozônio é um método que ainda não é utilizado pelos pesquisadores regionais na conservação do pescado, o que torna ainda mais importante a realização de experimentos, a fim de, proporcionar o aumento da vida útil dos tambaquis, sendo este método.

2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade do tambaqui inteiro armazenado refrigerado em atmosfera modificada com ozônio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. OBTENÇÃO DOS PEIXES

Os tambaquis foram adquiridos da Fazenda Eldorado, localizada na AM 010 km 66, município de Rio Preto da Eva – AM latitude 2°08'19"S, e longitude 6°12'25"W. Todos os peixes foram originados do mesmo sistema de produção e pertenciam ao mesmo tanque de produção. O manejo dos peixes foi no sistema intensivo, por meio de tanques escavados oxigenados com aeradores automáticos (Figura 01).



Figura 01. Sistema de cultivo intensivo, fazenda Eldorado com aeradores automáticos (Foto: Silva Junior, 2013).

3.2. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido parte na Fazenda Experimental da UFAM, Km 36 da BR 174, Manaus/AM, longitude -60°3'16.46", e latitude -2°38'59.46" onde estavam instaladas as câmaras frias, e nos laboratórios de Microbiologia do ICB para a execução das análises microbiológicas e de Tecnologia do Pescado da FCA para as análises físico-química e sensorial, ambos na UFAM.

3.3. CARACTERÍSTICAS DOS PEIXES

O peso médio das unidades amostrais apresentara valores entre 1.600g a 1.700g, semelhantes ao peso apresentadas ao mercado varejista de Manaus – AM. Foi realizada a avaliação das características externas do pescado, como

presença de ectoparasitas e lesões, sendo que as unidades que apresentaram essas características foram descartadas.

3.4. MANEJO DOS PEIXES NO PRÉ-ABATE

Os peixes foram capturados utilizando-se redes de multifilamento sem nós (Figura 02), a fim de não lesionar a face externa do pescado. A captura aconteceu no período da manhã, para evitar as temperaturas mais elevadas do dia, o que resultaria em danos ao “*Rigor mortis*”, com consequências negativas à qualidade do pescado.



Figura 02. Rede de multifilamento sem nó utilizado na despesca (Fotos: Silva Junior, 2013).

3.5. ABATE E TRANSPORTE DOS PEIXES

O sacrifício do pescado foi realizado através do processo de hipotermia com o uso de gelo tipo escama, na proporção 1:1 (gelo/peixe). Após o processo do abate os peixes foram acondicionados em caixas isotérmicas de 180 litros contendo gelo, na proporção 2:1 (gelo/peixe), (ALMEIDA *et al.*, 2006). As caixas utilizadas foram higienizadas e identificadas com a data da despesca, origem e nome da espécie (Figura 03).



Figura 03. Caixas térmicas apresentando a forma de acondicionamento do pescado para o transporte (Fotos: Silva Junior, 2013).

3.6. PREPARO DOS MATERIAIS PARA ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

Foram utilizadas caixas plásticas perfuradas, conforme a Figura 04, a fim de, permitir uma boa ação do gás sobre as amostras experimentais. Foram utilizadas prateleiras de PVC branco em ambos os materiais foram utilizados devido a facilidade de higienização dos materiais. Cada prateleira apresentava sete (07) andares, com espaçamento suficiente para o encaixe de uma (01) caixa plástica com a amostra/andar.



Figura 04. Caixa plástica utilizada no acondicionamento do tabaqui nas prateleiras de PVC (Fotos: Silva Junior, 2013).

3.7. PREPARO DAS AMOSTRAS NAS CÂMARAS

Ao chegar ao local do experimento, as unidades experimentais foram sanitizadas em solução desinfetante a base de hipoclorito de sódio 2,5% de

concentração, na dosagem de 5ppm, conforme determinação do MAPA para higienização de peixe fresco (BRASIL, 2009).

Após a realização do processo de sanitização, setenta e dois exemplares de peixe espalmado são destinados a este experimento sendo acondicionados nas caixas definitivas (Figura 05), para facilitar o escoamento do líquido de lavagem.

Foram utilizadas duas câmaras frias, sendo uma sem atmosfera modificada com ozônio (Tratamento 1 – T1) e a outra com atmosfera modificada com ozônio (Tratamento 2 – T2). Em cada câmara fria foram estocados trinta e seis exemplares de tambaqui na forma inteira. Durante trinta dias as amostras foram expostas de forma contínua aos tratamentos, em ambas as câmaras frias, sendo retirados conforme a data da coleta/avaliação. Cada caixa correspondia a sua repetição de acordo com o dia de coleta, contendo as suas respectivas unidades experimentais (03). A temperatura das câmaras frigoríficas foram de 02°C com umidade relativa de 75%.



Figura 05: Vista de cima da caixa contendo as amostras de tambaquis Inteiros (Foto: Silva Junior, 2013).

3.8. ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS NAS CÂMARAS

Nas câmaras frigoríficas foram, alocadas o mesmo número de prateleiras (PVC), dispostas no interior do ambiente de forma aleatória. As caixas plásticas, destinadas ao acondicionamento das amostras em ambos os tratamentos, receberam uma etiqueta contendo o dia da coleta e o número da repetição. O arranjo para a locação das caixas nas prateleiras dispersas dentro das câmaras foi aleatório conforme Figura 06.



Figura 06: Vista interna da câmara fria contendo as prateleiras com as caixas com as amostras (Foto Silva Junior, 2013).

3.9 PRODUÇÃO DA ATMOSFERA MODIFICADA PELO GÁS OZÔNIO

O gás foi produzido pelo gerador de ozônio modelo OP 32 fornecido pela empresa Interozone do Brasil, cedido pela EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas RS de acordo com as Figura 07.



Figura 07: Vista frontal do aparelho formador de ozônio, fechado e aberto (Fotos: Silva Junior, 2013).

3.10. RETIRADA DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras foram retiradas das respectivas câmaras frias, de acordo com o dia indicado para a sua retirada. Cada unidade experimental foi acondicionada, em sacos plásticos individuais, esterilizados, bem identificados, da data de coleta, o número da repetição e o tratamento. De forma ágil e rápida as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas, de acordo com o tratamento, devidamente, desinfetada com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, na dosagem de 200ppm de concentração.

3.11. ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras foram enviadas primeiramente para a realização das análises microbiológicas e posteriormente às análises físico-químicas.

3.11.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

3.11.1.1. PREPARO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Procedimentos higiênico-sanitários foram realizados antes de iniciar as análises microbiológicas, para evitar contaminação local e manter as características do pescado. O ambiente interno da capela de fluxo laminar foi previamente, desinfetada pela ação dos raios Ultravioleta tipo “C”, durante 15 minutos contínuos, sendo em seguida utilizado álcool 70% com o auxílio de algodão, para completar a desinfecção das superfícies da bancada e dos equipamentos (Figura 08).



Figura 08. Processo de desinfecção da capela de fluxo laminar e dos equipamentos/materiais utilizados nas análises microbiológicas (Fotos: Silva Junior, 2013).

Todos os manipuladores utilizaram os EPIs, tais como: luvas de procedimentos esterilizadas, máscara facial e jaleco descartável.

3.11.1.2 AMOSTRAGEM

Os procedimentos analíticos estão de acordo com a Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL 2003), que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água e as análises exigidas pela RDC nº 12 de 02/01/2001 (ANVISA 2009) que estabelece os Padrões Microbiológicos para Pescado e Produtos de Pescado.

As amostras foram obtidas, por meio de três incisões em pontos diferentes dos peixes, nas regiões dorsal, abdominal e caudal, de acordo com a Figura 09.



Figura 09. Regiões de corte para análise microbiológica do tambaqui Inteiro (Foto: Silva Junior, 2013).

Os músculos extraídos foram acondicionados em placa de Petri esteril descartável, o qual formou o MIX (POOL) destas amostras conforme a Figura 10. O MIX (POOL) de cada repetição, foi oriundo de três unidades experimentais, as quais formaram uma única amostra para as análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram obtidos das médias das três determinações.



Figura 10. Processo de extração das amostras de diferentes regiões do músculo do tambaqui (Fotos: Silva Junior, 2013).

Conforme Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003), 25 gramas de amostra do músculo (três peixes e das três regiões), foram coletados. Cortes finos foram realizados, por meio de lâminas de bisturi esterilizado até atingir pequenos fragmentos (cortes), para proporcionar uma melhor penetração e exposição do músculo a água peptonada (Figura 11).

Na capela de fluxo laminar, as amostras foram retiradas das placas e acondicionadas em frascos contendo solução de água peptonada (10^{-1}), devidamente, identificada de acordo com a sua origem conforme Almeida *et al.* (2006).



Figura 11. Pesagem das amostras e semeadura em água peptonada (Fotos: Silva Junior, 2013).

3.11.1.3 DILUIÇÕES

As amostras coletadas foram diluídas em 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} para produtos com desconhecimento aproximado de microrganismos, de acordo com a Instrução Normativa do MAPA. Para formar a diluição de 10^{-1} foram extraídos 25g do músculo das unidades experimentais que formaram as repetições, sendo homogenizados no Stomacher. As demais diluições foram realizadas com extrações sucessivas de uma alíquota de 1ml de cada diluição, até a última diluição. O tempo gasto para o processo das diluições não ultrapassou 20 minutos, para evitar a proliferação microbiana (BRASIL, 2003).

3.11.1.4. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

3.11.1.4.1. Contagem total de bactérias psicrófilos a 7 °C em refrigeração (PCA).

3.11.1.4.2. Contagem total de bactérias mesófilos/psicrófilos a 37 °C em placas (PCA).

3.11.1.4.3. Contagem de bactérias do grupo de coliformes totais (NMP).

3.11.1.4.4. Contagem de bactérias do grupo de coliformes fecais (NMP).

3.11.1.4.5. Presença de *Salmonella* spp.

3.11.1.4.6. Presença de *Staphylococcus* coagulase positiva.

A legislação brasileira não prevê limites para a contagem em placa de bactérias psicrófilas e mesófilas em pescado *in natura* (MONTEIRO 2011; BARRETO *et al.* 2012), onde a maioria dos alimentos apresentam alterações sensoriais detectáveis com número superior a 10^6 UFC/g (equivalente a 7 Log) e em outros casos, 10^7 UFC/g até 10^8 UFC/g. A ICMSF (1986) prevê o limite para a contagem de bactérias mesófilas (PCA) de até 10^7 UFC/g, ausência para *Salmonella* e para *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, até 10^4 . Desta forma, foi estabelecido nesse trabalho que o limite para contagem em placas (PCA) seria de 10^6 UFC/g (FRANCO e LANDGRAF 1996; SÃO PAULO, 1991; MONTEIRO 2011).

O NMP foi realizado por cultura líquida em três tubos em triplicata, onde os resultados analisados foram transformados em valores, através da tabela de McCrady, a qual, determina o número de microrganismos de máxima probabilidade MNP/100ml para séries de 03 e 05 tubos paralelos por grau de diluição (MERCK 1989).

3.11.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Realizada as coletas para as análises microbiológicas, as amostras de tambaqui foram enviadas ao Laboratório de Tecnologia do Pescado (LTP) para serem realizadas as análises físico-químicas. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados foram as médias das três determinações.

3.11.2.1. DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

Realizado de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.2. DETERMINAÇÃO DE CINZA

Determinada de acordo com metodologia da A.O.A.C. (1990).

3.11.2.3. DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS TOTAIS

Realizado pelo método de SOXLET de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.4. DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL

Realizado de acordo com o método micro Kjeldhal descrito em A.O.A.C. (1990) e as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008). Os

cálculos serão efetuados multiplicando-se o teor de Nitrogênio Total pelo fator 6,25 específico para carnes, para estimar o percentual de proteínas.

3.11.2.5. DETERMINAÇÃO DO pH

Realizadas, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.6. DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE N-BVT

O nitrogênio de bases voláteis totais (NBV-T) foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008) e pelo método de extração em TCA a 7,5% conforme Jesus (1999) e Lanara (1981).

3.11.2.7. DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE TBA

A determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) foi quantificada segundo metodologia proposta por Vyncke (1970) e modificada por Jesus *et al.* (2001).

3.11.2.8. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO

Este método determinou todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.12. MODELO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado foi o de inteira casualização, no esquema fatorial 2 x 4 (dois sistemas de armazenamento x quatro tempos de avaliação), com quatro repetições de três unidades experimentais por parcela.

Os dados obtidos das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância e em caso de significância ($p < 0.05$) para os fatores quantitativos utilizou-se análise de regressão e o teste Tukey para os fatores qualitativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Microbiológica

4.1.1. Contagem Total de Bactérias Psicrófilas.

A contagem em padrão das bactérias psicrófilas apresentou diferença significativa somente para o fator tratamento ($p=0,04891$).

O efeito descontaminante do gás ozônio, com relação a variável psicrófilas na musculatura dos exemplares de tambaqui inteiro expostos apresentou menor número de colônias (2,44 log. UFC/g), em relação à musculatura das amostras não tratadas com ozônio (2,87 log. UFC/g) ao longo do tempo, conforme demonstrado na Tabela 01.

O comportamento para a contagem em placas (PCA) das bactérias psicrófilas, do grupo não tratado com ozônio, apresentou uma evolução até o 20º dia no qual atingiu seus valores máximos no experimento com 3,25 Log. UFC/g e o grupo tratado com ozônio atingiu valor máximo no 30º dia 2,75 Log. UFC/g. Pelas médias descritas na Tabela 03, observou-se o efeito positivo no controle das bactérias psicrófilas ao longo do experimento, mantendo uma estabilidade em relação a fase inicial do processo, diferente do controle que apresentou ao longo dos dias uma aumento considerado em relação a fase inicial do trabalho.

Tabela 01. Valores da contagem de bactérias psicrófilas em tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro sob refrigeração com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Bactérias psicrófilas (log. UFC/g)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	2,25	2,25
10 dias	2,25	3,00
20 dias	2,50	3,25
30 dias	2,75	3,00
$\bar{x}$	2,87 ^a	2,43 ^b
C.V.	22,73	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Os valores para PCA das bactérias psicrófilas neste experimento permaneceram abaixo dos limites de rejeição de 10^6 UFC/g descritos por São Paulo (1991)

Kodaira (1992) obteve em trabalho realizado com “Cachama” (*Colossoma macropomum*) inteiro, refrigerado em temperatura de 0°C durante 30 dias de armazenamento, valores iniciais de contagem para psicrófilas superiores aos encontrados neste experimento, sendo que a partir do décimo segundo dia de estocagem atingiram valores ainda maiores, apresentando-se impróprio para o consumo, de acordo com ICMSF (1986). Os valores para psicrófilos no tratamento com ozônio, durante todo o tempo deste experimento não atingiu o limite condenatório.

Borges (2008) avaliou os parâmetros de qualidade dos tambaquis (*C. macropomum*) e do tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) eviscerados, mantidos com gelo por 15 dias de armazenamento. As contagens para as bactérias psicrotróficas iniciais revelaram valores diferentes, onde o tambacu apresentou valores iniciais superiores aos do tambaqui, e ambos ao final do experimento apresentaram valores bem superiores ao tambaqui inteiro tratado com ozônio.

De forma semelhante, Marinho (2011) em experimento com piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) estocada em gelo, encontrou valores iniciais e finais superiores para a contagem de bactérias psicrófilas, ultrapassando o limite recomendado para pescado no décimo quarto dia (ICMSF 1986) diferindo desta forma, dos resultados deste trabalho com tambaquis tratados com o gás ozônio durante 30 dias. Britto *et al.* (2007) em trabalho com jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) estocado em gelo, capturado em duas épocas distintas, também apresentaram valores iniciais e finais bem superiores aos encontrados neste experimento, independente da época de captura.

Silva *et al.* (1998) avaliaram o efeito da ação do ozônio, sobre as bactérias psicrófilas no músculo do Carapau (*Trachurus trachurus*) inteiros, estocados com gelo, em diferentes tratamentos. Os experimentos foram realizados de duas formas. O primeiro realizado fora da embarcação, em que o pescado fora submetido a três tratamentos durante 10 dias, sendo a) um grupo controle somente com gelo, b) exposição única ao ozônio por 60 minutos e c) exposição ao ozônio por 60 minutos + exposição diária por 30 minutos ao ozônio. Os resultados iniciais apresentaram contagem para psicrófilas semelhantes aos encontrados neste experimento com o tambaqui tratado com ozônio, mas as contagens finais foram superiores a este experimento. Para o

segundo experimento, realizado dentro da embarcação de pesca, onde o pescado foi submetido à ozonização diária por 30 minutos por 12 dias, os valores iniciais foram semelhantes e os finais, também superiores aos resultados obtidos para o tambaqui tratado com ozônio, no trigésimo dia.

Oliveira *et al.* (2014) em experimento com pirarucu (*Arapaima gigas* - Schinz, 1822) inteiro, eviscerado mantido em gelo, encontraram valores iniciais de bactérias psicrófilas inferiores aos encontrados neste experimento com tambaqui, mas ao longo do tempo, em torno do décimo dia, a contagem para o pirarucu atingiu valores semelhantes aos obtidos no trigésimo dia para o tambaqui tratado com ozônio e no décimo terceiro dia para o grupo não tratado com ozônio.

4.1.2. Contagem Total de Bactérias Mesófilas.

De acordo com a contagem em placas das bactérias mesófilas do experimento, somente houve diferença significativa para o fator tratamento ($p=0,04304$).

Indiferentemente do tempo de armazenamento a musculatura do tambaqui Inteiro tratado com ozônio, apresentou menor contagem de colônias de bactérias mesófilas em relação à musculatura das amostras não tratadas com ozônio (2,12 Log. UFC/g e 2,56 Log. UFC/g, respectivamente). Tais valores estão de acordo com a legislação descrita no código sanitário de São Paulo (SÃO PAULO 1991) e pela *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* – ICMSF (1986) na enumeração de aeróbios totais, cujos métodos mais comuns são “Standard Plate Count”, “Suferce Plate” e “Drop Plate”, que permitem uma contagem máxima de 10^7 UFC/g ou cm² (Log.7) para pescado refrigerado, portanto estão dentro dos padrões para a variável mesófila conforme Tabela 02.

Tabela 02. Valores da contagem de bactérias mesófilas em tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Bactérias Mesófilas (log. UFC/g)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	2,50	2,50
10 dias	2,25	3,00
20 dias	1,75	3,00
30 dias	2,00	1,75
$\bar{x}$	2,56 ^a	2,12 ^b
C.V.	25,016	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Viana *et al.* (2012) em experimento realizado com tambaqui inteiro, eviscerado conservado em embalagem com atmosfera modificada, refrigerado em temperatura de 2°C durante 28 dias, onde as coletas foram feitas no intervalo de sete dias, encontraram resultados iniciais e finais de mesófilas para o grupo não tratado superiores aos descritos em ambos tratamentos para o tambaqui, e o resultado da última análise apresentou valor superior ao limite determinado para este grupo de microrganismos, diferentemente deste experimento o qual não ultrapassou os limites de rejeição.

De forma semelhante Kodaira (1992) em experimento com “Cachama (*Colossoma macropomum*) acondicionado em temperatura de 0 °C observou que a contagem inicial e final em placas das bactérias mesófilas apresentaram valores superiores aos encontrados neste trabalho, com valores finais bem acima do determinado pela legislação (SÃO PAULO 1991).

Borges (2008) avaliou os parâmetros de qualidade do tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) eviscerados e estocado em gelo por 15 dias e os valores observados da contagem de bactérias mesófilas apresentou comportamento com crescimento exponencial ao longo do tempo, diferente em ambos os tratamentos deste trabalho, que se apresentou de forma inversa, com redução no crescimento das mesófilas. O mesmo autor avaliou também o tambaqui, eviscerado e estocado em gelo por 15 dias, cujos valores iniciais da variável foram bem superiores aos deste experimento, no qual de forma inversa a contagem de bactérias mesófilas no

experimento do autor houve um crescimento exponencial e neste estudo com tambaqui tratado com ozônio houve uma redução.

Marinho (2011), em estudo com piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) acondicionada em gelo, também observou que a contagem em placas das bactérias mesófilas apresentou valores iniciais e finais superiores aos encontrados neste experimento com atmosfera modificada pelo gás ozônio, contudo, não ultrapassaram os valores de limites condenatórios.

Araújo *et al.* (2012) avaliaram a qualidade microbiológica do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado em três bancas no mercado municipal de Açailândia – MA, e a contagem em placas para o grupo das mesófilas em ambas as bancas foram superiores aos encontrados neste experimento, com uso de atmosfera modificada com ozônio.

Oliveira *et al.* (2014) em experimento com pirarucu (*Arapaima gigas*) inteiro eviscerado estocado em gelo por 36 dias encontraram valores iniciais na contagem das bactérias mesófilas bem inferiores. Ao longo do tempo de estocagem houve um crescente aumento até o final do experimento, apresentando valores finais bem superiores aos encontrados neste experimento. A contagem de bactérias mesófilas do experimento com pirarucu ultrapassou os valores finais do tambaqui tratado com ozônio a partir do vigésimo primeiro dia e para o tambaqui não tratado com ozônio a partir do vigésimo quinto. Em ambos os experimentos os valores não atingiram o limite determinado pela legislação, permanecendo o produto em conformidade.

Britto *et al.* (2007) em experimento com jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) capturado em duas épocas distintas, conservado em gelo por 23 dias apresentaram resultados de rejeição para bactérias mesófilas no 17º e no 13º, nos períodos de seca e de enchente dos rios, respectivamente. Da mesma forma, Rodrigues *et al.* (2008) avaliando a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo por 28 dias, os valores na contagem de bactérias mesófilas iniciais foram inferiores aos encontrados neste experimento, e atingiram valores condenatórios ao 22º dia. Oliveira *et al.* (2007) em experimento com sardinhas (*Sardinella brasiliensis*) embaladas em atmosfera modificada com 50% de CO₂, 100% de CO₂ e 100% de ar e embaladas a vácuo, estocadas sob refrigeração apresentaram valores na contagem de bactérias aeróbias mesófilas iniciais

inferiores aos deste experimento, porém, alcançaram valores superiores a partir do décimo sexto dia.

Teodoro *et al.* (2007) avaliando a utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*) utilizaram quatro tratamentos, com ar, com vácuo, 50% CO₂ e 100% CO₂ em temperatura média de 2°C por 22 dias. O controle e o tratamento com vácuo atingiram o limite de rejeição no oitavo dia; o grupo tratado com 50% de CO₂ atingiu o limite ao décimo primeiro dia e o tratamento com 100% de CO₂ atingiu o limite por volta do décimo sexto dia.

O Código Sanitário de São Paulo é a única legislação no Brasil que regulamenta a contagem microbiana em placas para bactérias aeróbias mesófilas em alimentos, estipulando o limite máximo em $3,0 \times 10^6$ UFC/g, que transformado para logaritmo apresenta valor de 6,47 Log. UFC/g (São Paulo 1991; Britto *et al.* 2007).

4.1.3 Análise do Número Mais Provável – Coliformes Totais (NMP- C.T.), o Número mais Provavel – Coliformes Fecais (NMP - C.F.), Ausência de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus coagulase* +.

4.1.3.1. NMP (C.T.), 37°C, NMP (C.F.) 45 °C.

Os resultados obtidos para as variáveis NMP totais e fecais em tambaquis apresentaram-se ao longo do período sem a presença em ambos os tratamentos, de microrganismos formadores de gás (Tabela, 03).

Tabela 03. Valores obtidos da contagem microbiológica do Número Mais Provável em tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	NMP/100ml Totais	NMP/100ml Fecais
00 dias	< 3	< 3
10 dias	-	-
20 dias	< 3	< 3
30 dias	< 3	< 3

(-) Não realizado

Araújo *et al.* (2012) avaliaram a qualidade microbiológica do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado em três bancas no mercado municipal de Açailândia – MA encontraram valores bem superiores aos deste experimento para NMP total e fecal. Ao avaliaram a qualidade de tambaquis inteiro eviscerados embalados a vácuo mantidos sob refrigeração a 2°C Viana *et al.*, (2012) encontraram valores para a contagem de coliformes totais e fecais pelo método americano (túbulos múltiplos) para o grupo não tratado com ATM superiores até o 14º dia após manteve-se semelhante aos resultados deste experimento.

Lorenzon *et al.*, (2010) avaliando o perfil microbiológico de peixes e a água de cultivos de pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo, observaram contagens NMP totais e termotolerantes bem acima, diferente deste experimento que não apresentou para os tambaquis inteiros submetidos aos tratamentos com atmosfera modificada pelo ozônio.

Ribeiro *et al.*, (2009) avaliaram a qualidade do pescado processado, importado no estado do Rio de Janeiro, por meio das análises do número mais provável (NMP) para coliformes totais, bem como, coliformes termotolerantes encontraram positividade para ambos os testes, sendo o produto configurado como impróprio para consumo humano, de acordo com RDC nº 12 da ANVISA (2001).

Oliveira *et al.*, (2014) em experimento com pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) inteiro eviscerado em gelo por 36 dias não apresentou crescimento de bactérias do grupo coliformes termotolerantes, resultados esses semelhantes aos encontrados neste experimento com tambaquis.

4.1.3.2. *Salmonella* spp. e *Staphylococcus coagulase* positiva.

Conforme descrito na tabela 08, não houve o isolamento da bactéria *Salmonella* spp, e para a bactéria *Staphylococcus* spp. foi detectado o crescimento do agente, porém, todas as colônias reagiram de forma negativa ao teste da coagulase, tornando o produto com atmosfera modificada com ozônio, em conformidade com a RDC nº 12, de 02/01/2001 da ANVISA, que determina dentre outras análises os padrões estabelecidos para as variáveis.

Tabela 04. Análise de *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva em tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	<i>Salmonella</i> spp. UFC/g	<i>Staphylococcus</i> coag. + UFC/g
0 dias	Ausente	Ausente
10 dias	Ausente	Ausente
20 dias	Ausente	Ausente
30 dias	Ausente	Ausente

Experimento realizado com tambaquis inteiros, eviscerados conservados em embalagens com atmosfera modificada, refrigerados em temperatura de 2°C durante 28 dias, Viana *et al* (2012) não foi isolada a bactéria *Salmonella* sp. Em relação a presença de bactérias do gênero *Staphylococcus* coagulase positiva houve um crescente aumento em relação a variável, resultado esse, diferente dos encontrados nos tambaquis tratados com e sem ozônio, os quais não foi detectada a presença.

Soares *et al.*, (2012) pesquisaram a presença de *Staphylococcus aureus* em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada em gelo, para o pescado inteiro e inteiro eviscerado, detectando a ausência de crescimento de *S. aureus*, embora tenha sido detectado o crescimento de bactérias do gênero *Staphylococcus* sp., mas não reagentes a prova da coagulase, sendo esses resultados semelhantes aos estabelecidos neste experimento com tambaquis tratados com atmosfera modificada com ozônio

Delbem, *et al.*, (2010) não isolaram *salmonella* sp.e *Staphylococcus aureus* coagulase positiva em pintados (*Pseudoplatystoma corruscan*) conservados em gelo durante 15 dias de armazenamento, concordando com os resultados deste experimento.

Lorenzon *et al.*, (2010) avaliando o perfil microbiológico de peixes e a água de cultivos de pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo, não foram isolados os microrganismos pertencentes do gênero *Staphylococcus* coagulase positiva em nenhuma das amostras, porém, bactéria *Salmonella* spp foi isolada em uma única amostra, tornando o pescado

capturado impróprio para o consumo de acordo com a RDC nº 12 ANVISA (2001).

Ribeiro *et al.*, (2009) avaliaram a qualidade do pescado processado, congelados, importado no estado do Rio de Janeiro, no qual 62 amostras de oriundas de seis indústrias diferentes foram avaliadas, obtendo resultados satisfatórios para *Salmonella* sp., e uma amostra positiva para a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva.

4.2. Análise da Composição Físico/Químico

4.2.1. pH.

Na variável pH os fatores tempo e tratamento, apresentaram diferença significativa ($p= 0,00001$ e $p= 0,00764$ respectivamente).

O efeito do tratamento com o gás ozônio aplicado em ambiente com atmosfera modificada relacionado ao pH, na musculatura de tambaquis inteiros apresentaram valores médios iniciais de 6,32 sendo que o menor índice foi avaliado foi aos dez dias obtendo a partir deste período um aumento até o final. Da mesma forma que no grupo tratado, à musculatura de tambaquis não tratados com ozônio apresentaram valores iniciais iguais, atingindo seu menor valor 6,1 no 10º dia, tornado a aumentar ao longo dos trinta dias, conforme demonstrado na Tabela 05. Os valores médios das amostras em ambos os tratamentos não atingiram os valores de rejeição para musculatura interna (6,5) e para a musculatura externa (6,8) de acordo com o RIISPOA (BRASIL, 1952), estando desta forma, apta ao consumo para esta variável. Assim podemos afirmar que o tratamento com ozônio em atmosfera modificada apresentou resultado positivo, tornando o processo como uma alternativa positiva para a conservação do pescado.

Tabela 05. Valores absolutos das médias de pH dos tambaquis (*Colossoma macropomum* – Cuvier, 1818) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de pH	
	Tratamento 1 Sem Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dia	6,32	6,32
10 dias	6,10	6,03
20 dias	6,13	6,12
30 dias	6,31	6,18
$\bar{x}$	6,21 ^a	6,16 ^b
C.V.	0,672	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

O efeito do fator tempo sobre o pH teve comportamento cúbico durante armazenamento, no qual, as médias ajustadas pela equação de regressão foi de 6,32 decrescendo para 6,06 no décimo dia tornando a aumentar até atingir o valor final de 6,24 no trigésimo dia (Figura 12).

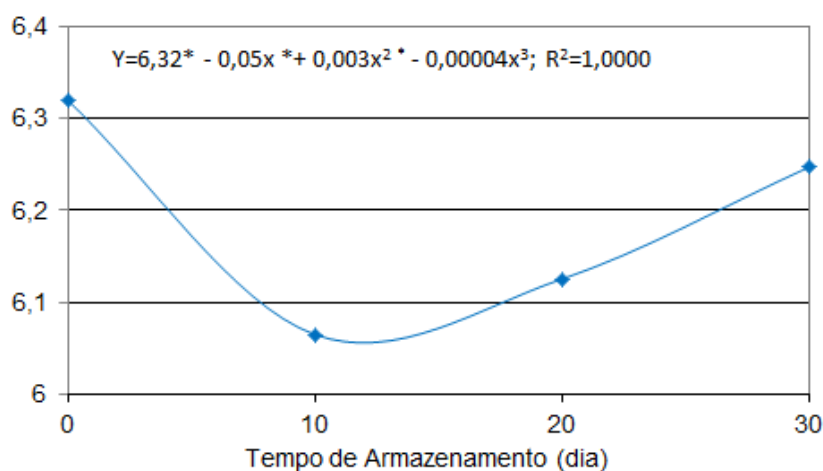


Figura 12: Variação do pH na musculatura de tambaquis inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.

Almeida *et al.*, (2006) realizaram experimento com juvenis de tambaquis acondicionando-os em gelo, durante um período de quarenta e nove dias. Os valores iniciais apresentaram-se inferiores e os valores finais bem superiores aos observados neste trabalho com atmosfera modificada com ozônio. No vigésimo quarto dia a variável testada alcançou o valor limite, de acordo com o RIISPOA, resultado não alcançados ao longo deste experimento com os

tambaquis tratados com ozônio. Observou-se que estocado em gelo apresentou variação linear de pH e armazenado em atmosfera modificada com ozônio se comportou de forma quadrática ao longo do tempo.

Ao avaliarem a qualidade de tambaqui (*Colossoma macropomum*), comercializado fresco resfriado Araújo *et al.*, (2012) observaram que somente uma amostra apresentou valores de pH superiores aos encontrados na fase inicial deste experimento.

Experimento realizado com pirarucu (*Arapaima gigas* - Schinz, 1822) inteiro eviscerado estocado em gelo por 36 dias, Oliveira *et al.* (2014), apresentaram valores iniciais de pH superiores ao do tambaqui com ozônio. Valores obtidos para o pirarucu a partir do décimo oitavo dia ultrapassam os valores condenatório determinados pela legislação, enquanto que o tambaqui tratado com ozônio, não atingiram tais valores.

Borges, (2008) avaliou os parâmetros de qualidade do tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) eviscerados e estocado em gelo por 15 dias os valores inicialmente, foram bem inferiores, sendo que no final, os valores ultrapassaram aos deste experimento com os tambaquis ao longo do tempo, sendo o comportamento da variável de forma linear, diferentemente, deste trabalho que foi de forma cúbica. De forma semelhante os resultados não ultrapassaram os limites de rejeição pela legislação.

De acordo com Britto *et al.*, (2007) em experimento com jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) capturados entre os meses de setembro/outubro e dezembro conservado em gelo, os valores iniciais foram superiores em relação aos valores obtidos nos tambaquis tratados com ozônio. No décimo nono dia de acondicionamento, o peixe atingiu valores de rejeição de acordo com RIISPOA (1953) diferente deste trabalho com os tambaquis os quais não alcançaram o limite. Já os jaraquis capturados no mês de dezembro, apresentaram valores iniciais inferiores aos deste trabalho, sendo que o valor limite foi atingido no vigésimo terceiro dia diferindo-se deste experimento o qual não foi alcançado tais valores de rejeição.

Tomé *et al.*, (2000) avaliaram o efeito do armazenamento no rigor mortis e sua estabilidade na Tilápia (*Oreochromis* spp.) cultivada, armazenada em temperatura de 0°C, durante 30 dias. Os valores da variável apresentaram-se no decorrer do tempo de estocagem, sempre superiores em relação aos

valores obtidos neste experimento com tambaquis tratados em ambiente com atmosfera modificada com ozônio. No vigésimo dia, as tilápias ultrapassaram o valor do limite de rejeição, determinadas pelo ministério da agricultura conforme o RIISPOA. Neste experimento com tambaquis, os valores bem inferiores ao longo dos trinta dias. Semelhante a este experimento, Rodrigues *et al.*, (2008) avaliando a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo por 28 dias, encontraram valores médios iniciais de pH bem inferiores aos deste experimento, apresentando incremento até atingir no vigésimo segundo dia os valores de rejeição. A variável pH comportou-se de forma linear, diferentemente, do comportamento, deste trabalho com tambaquis tratados com ozônio. Borges *et al.*, (2007) em experimento com corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada, estocada a temperatura de 0° C em gelo durante 28 dias avaliaram o efeito sobre o pH, que ao longo do experimento comportou-se de forma linear e no décimo sexto dia atingiu o valor limite para rejeição.

Teodoro *et al.*, (2007) avaliaram o efeito da utilização de embalagem em atmosfera modificada na conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*) em quatro tratamentos, sem vácuo, com vácuo, 50% CO₂ e 100% CO₂ em temperatura média de 2°C por 22 dias, os grupos sem e com vácuo tiveram um incremento acentuado no pH atingindo no décimo segundo dia, valores acima dos limites recomendáveis, enquanto os tratamentos com 50% CO₂-O₂ e 100% CO₂ se mantiveram até o vigésimo segundo dia com valores inferiores aos encontrados para o tambaqui tratado com ozônio. O comportamento dos tratamentos foi linear diferente deste experimento.

Silva *et al.*, (1998) ao avaliaram a ação de 60 minutos de exposição ao ozônio, do Carapau (*Trachurus trachurus*) inteiro, conservado em gelo durante 10 dias, observaram valores iniciais de pH inferiores e os finais superiores aos encontrados nesse experimento com o tambaqui exposto ao ozônio por 30 dias.

5.1.3.2 N-BVT

Para a variável N-BVT houve diferença significativa, significativa para os fatores tempo e tratamento ($p=0,00010$ e $p=0,00093$ respectivamente) assim como houve diferença significativa para a interação tempo/tratamento ($p=0,04588$).

Os valores de N-BVT na musculatura de tambaquis foram aumentando linearmente ao longo do tempo de armazenamento, onde o máximo obtido foi de 8,01 mgN/100g e 11,43 mgN/100g para o tratamento com ozônio e sem o uso do ozônio respectivamente (Tabela 06 e Figura 13). Em ambos os tratamentos os resultados foram bem inferiores ao limite de rejeição (30 mgN/100g) RIISPOA (1953).

Tabela 06. Valores absolutos do N-BVT (mgN/100g) dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de N-BVT mgN/100g	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	5,82	5,82
10 dias	7,51	6,39
20 dias	9,20	7,07
30 dias	10,9	7,74
$\bar{x}$	8,35 ^a	6,73 ^b
C.V.	12,496 %	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

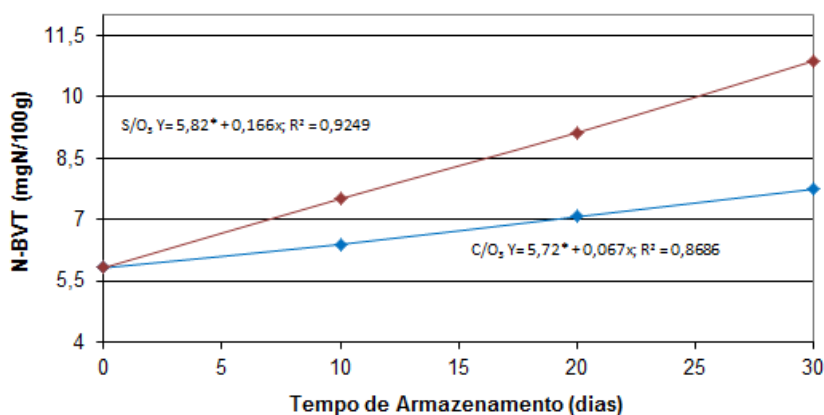


Figura 13: Evolução do N-BVT na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.

Em experimento realizado por Oliveira *et al.*, (2014) com o pirarucu (*Arapaima gigas* - Schinz, 1822) inteiro, eviscerado, estocado em gelo por 36 dias, os valores iniciais de N-BVT foram superiores aos encontrados para o tambaqui deste experimento, porém, ao longo do tempo de experimentação os valores relacionados ao sexto dia de avaliação do pirarucu atingiram o dobro dos valores obtidos no trigésimo dia (final) de experimento com os tambaquis tratados com ozônio. Ambos os experimentos não alcançaram os valores de rejeição determinados pela legislação.

Ogawa e Maia (1999) afirmam que o pescado que apresentarem teor de N-BTV entre 5 a 10 N.100g⁻¹ estão em excelente estado de frescor. Os que apresentarem valores entre 15 a 25 mg N/100 g⁻¹ são considerados de média qualidade, entre 30 a 40 podendo atingir teor acima de 50 mg N/100 g⁻¹ estão em processo de deterioração. Portanto, os tambaquis tratados com atmosfera modificada com ozônio foram classificados como excelente ao final do 30º dia, enquanto que o tambaqui que não foi submetido ao tratamento com atmosfera modificada por ozônio, atingiu a classificação de média qualidade aproximadamente no vigésimo quinto dia.

Borges, (2008) avaliou os parâmetros de qualidade do tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) eviscerado e estocado em gelo por 15. No sexto dia seus resultados ultrapassaram os valores finais dos peixes tratados com ozônio e no décimo primeiro dia ultrapassou os peixes controle. O comportamento da variável apresentou-se de forma linear, semelhante aos deste experimento.

De acordo com Almeida *et al.*, (2006) em experimento sobre a avaliação *post-mortem* de tambaquis conservado em gelo durante 48 dias, o pescado atingiu o limite de rejeição no trigésimo sétimo dia. O comportamento da variável apresentou-se de forma linear, semelhante aos encontrados neste trabalho com atmosfera modificada com ozônio, porém, com valores bem acentuado.

Kodaira (1992) encontrou em experimento com “Cachama (*Colossoma macropomum*) ”armazenado a 0°C, valores iniciais e finais foram muito superiores aos encontrados ao longo deste experimento com ozônio. O

comportamento da variável ao longo do tempo foi de forma linear e gradativa, semelhante aos encontrados neste experimento.

Experimento com jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) capturados entre os meses de setembro/outubro conservado em gelo os valores de N-BVT apresentaram valor máximo no décimo nono dia, e para captura realizada no mês de dezembro apresentou valor máximo no vigésimo terceiro dia em relação ao tambaqui estocado com atmosfera modificada com ozônio (Britto *et al.*, (2007).

De forma semelhante, Tomé *et al.*, (2000) avaliaram o efeito do armazenamento em temperatura de 0°C durante 20 dias, sobre o rigor mortis e sua estabilidade, em tilápia (*Oreochromis* spp.) cultivadas. Obtiveram valores iniciais e finais extremamente superiores aos dos tambaquis tratados com atmosfera modificada com ozônio, permanecendo, abaixo dos limites de rejeição de acordo com este experimento. O comportamento da variável ao longo do tempo foi quadrático de forma acentuada, diferentemente, deste trabalho que se comportou de forma linear gradativa.

Rodrigues *et al.*, (2008) avaliaram a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo durante 28 dias, não ultrapassou os limites de rejeição, mas os valores finais foram superiores aos avaliados no experimento com tambaqui tratado com ozônio. As médias comportaram-se de forma linear e acentuada.

Andrade *et al.*, (2010) em experimento com sardinhas verdadeiras (*Sardinella brasiliensis*) inteiras e evisceradas acondicionadas sob refrigeração em três diferentes temperaturas e a forma de apresentação durante 28 dias encontraram valores iniciais e finais de N-BVT superiores em relação aos resultados para o tambaqui. De forma semelhante Costa da Silva (2010) avaliando a qualidade de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e a sardinha boca torta (*Cetengraulis edentulus*) inteiras refrigeradas em temperatura entre 0°C e 2°C, durante 18 dias, apresentaram valores iniciais de N-BVT superiores aos do tambaqui mantido em ozônio ficando inadequado ao consumo após o décimo quarto dia para ambas as espécies. O comportamento do N-BVT conforme equação de regressão foi linear similar ao descrito nesta pesquisa. Em experimento com corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada e estocada a 0° C durante 28 dias, Borges *et al.*, (2007) obtiveram

valores iniciais bem superiores em relação a este experimento, sendo que no vigésimo primeiro dia de tratamento, os valores ultrapassaram os limites de aceitabilidade. O comportamento da variável foi similar ao deste experimento, apresentando-se de forma linear, porém bem acentuada.

Para Teodoro *et al.*, (2007) avaliando a utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*) utilizou quatro tratamentos, com ar, com vácuo, 50% CO₂ e 100% CO₂ em temperatura média de 2°C por 22 dias, valores iniciais foram de 10 mg N/100 g⁻¹, semelhantes aos encontrados por Borges *et al* (2007). No 10º dia o grupo controle e a vácuo já apresentaram acima do limite (30 mg N/100 g⁻¹) e os demais tratamentos ultrapassaram o limite a partir do 20º dia, ou seja, apresentou qualidade inferior à do tambaqui durante os 30 dias de experimento.

No presente trabalho, até o trigésimo dia de armazenamento sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), nenhum dos tratamentos atingiram o valor máximo indicado no RIISPOA (30mgN/100g).

5.1.3.3 Reação ao Ácido Tiobarbitúrico – TBA.

A variável TBA apresentou diferença significativa, para a interação tempo/tratamento ($p=0,00021$) havendo também diferença significativa entre os fatores tempo e tratamento. Quando tratados com ozônio os valores de TBA no tambaqui apresentaram comportamento linear para o grupo não tratado e quadrático para o grupo tratado com atmosfera modificada com ozônio (FIGURA 14).

Inicialmente o valor foi de 0,64 mgMA/Kg, aumentando gradativamente até atingir máximo de 2,03 mgMA/Kg e de 3,37 mgMA/Kg na musculatura de tambaquis tratados e não tratados com ozônio, respectivamente conforme a Tabela 07 e a Figura 14.

Tabela 07. Valores absolutos das análises de TBA dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de TBA mg MA/Kg	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	0,64	0,64
10 dias	1,47	0,60
20 dias	2,21	1,20
30 dias	3,37	2,03
$\bar{x}$	1,92 ^a	1,12 ^b
C.V.	12,228 %	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

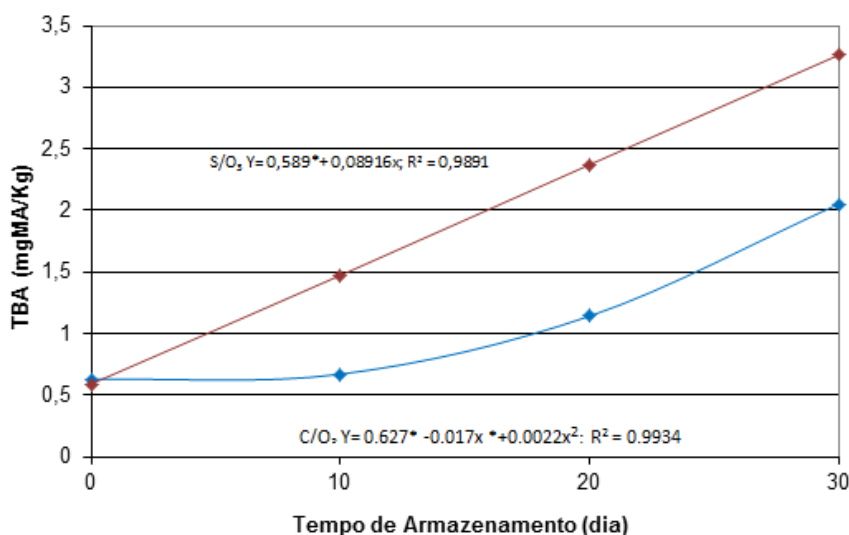


Figura 14: Evolução do TBA na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.

Pereira & Tenuta-Filho (2005) verificando as condições de consumo de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) fresca, comercializada nos mercados atacadistas de São Paulo, os valores de TBA foram de 0,18 mg de AM/Kg na CEAGESP e de 0,82 mg de AM/Kg nas feiras livres. Somente o produto comercializado no varejo apresentou valor inferior aos nossos, sendo que nas feiras livres estes foram superiores demonstrando a importância dos cuidados com o pescado.

Silva *et al.*, (1998) avaliaram a ação do ozônio, sobre o Carapau (*Trachurus trachurus*) inteiro, mantido com gelo por 10 dias e os revelam valores TBA similares, com exceção do grupo controle que obteve valor médio bem superior aos encontrados na fase inicial deste experimento com o tambaqui.

5.1.3.4 Índice de Peróxidos – IP.

A variável índice de peróxidos, apresentou diferença significativa para a interação tempo/tratamento ($p=0,00001$) e para os fatores tempo e tratamento ($p=0,00001$ e $p=0,00001$, respectivamente), onde os peixes tratado com ozônio obteve um comportamento quadrático ao longo do experimento e os peixes não tratado com ozônio teve um comportamento cúbico.

Tabela 08. Valores absolutos das análises de Índice de Peróxidos dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) inteiro, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio

Tempo de Armazenamento	Valores de índice de Peróxidos/meq/Kg	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	0,047	0,047
10 dias	0,638	0,649
20 dias	1,466	0,614
30 dias	3,153	0,944
$\bar{x}$	1,32 ^a	0,56 ^b
C.V.	24,573 %	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Durante os trinta dias do experimento ocorreu um aumento constante nos valores de IP, onde os valores iniciais foram semelhantes em ambos tratamentos 0,047 meq/Kg e os valores máximos ocorreram no 30º dia diferindo-se entre os tratamentos 0,94 meq/Kg no grupo tratado com ozônio e para o grupo não tratado foi de 3,15 meq/Kg. Os exemplares tratados com atmosfera modificada com o gás ozônio mantiveram-se estáveis a partir do 10 dia, enquanto que o grupo sem atmosfera modificada obteve um crescimento contínuo a partir do 10 dia até o final do experimento (Figura 15).

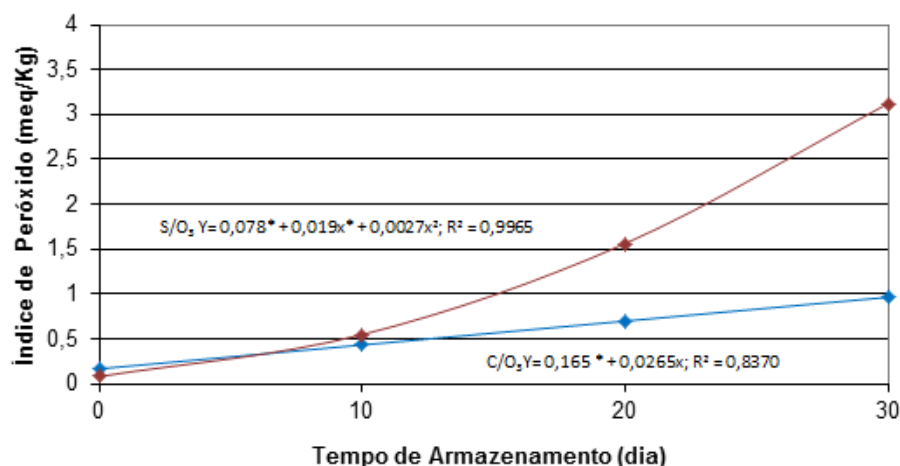


Figura 15: Evolução do Índice de Peróxidos na musculatura de tambaquis Inteiros armazenados sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), com e sem modificação da atmosfera, durante 30 dias.

Borges, (2008) avaliou os parâmetros de qualidade do tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) eviscerados e estocado em gelo por 15 e encontrou valores de índice de peróxidos bem superiores aos do tambaqui desta pesquisa.

Barreto *et al.*, (2007) analisando óleos extraídos do músculo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) originários de sistema de viveiro, apresentou valor foi igual a 00 (zero) mEq/Kg. Tal valor expressa a qualidade de frescor do pescado pós abate, resultado este semelhante aos nossos em ambos os tratamentos para o dia zero.

Segundo Menegazzo *et al.*, (2011) em trabalho sobre a caracterização do óleo do músculo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) obtido por cocção o valor da do índice de peróxidos bem superior ao alcançado durante os trinta dias para o grupo tratado com ozônio e por volta do vigésimo quinto dia no grupo controle.

Em caracterização físico-química do óleo do peixe aracú-cabeça-gorda (*Leporinus friderici*) de criação semi-intensiva Souza *et al.*, (2007) encontraram valores do índice de peróxidos apresentando semelhança aos resultados com o tambaqui no tempo zero.

5.1.4 Análise da Composição Centesimal

Os valores observados nas análises da composição centesimal do Tambaqui inteiro estão descrito na TABELA 09.

Tabela 09. Composição Centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro.

Composição Centesimal	
Critérios	Resultados
Umidade	74,92%
Cinza	1,17%
Lipídio	5,14%
Proteína	17,34%

Trabalho com cortes congelados de tambaqui *in natura*, Cartonilho e Jesus (2011) os valores da composição centesimal apresentaram-se semelhantes, da mesma forma, que Arbeláez-Rojas *et al.*, (2002) em experimento sobre a condição corporal de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e matrinxã (*Brycon cephalus*), em diferentes sistemas de cultivo.

Aguiar (1996) e Araújo *et al.*, (2012), em pesquisa com o tambaqui apresentaram valores próximos aos deste trabalho, da mesma forma, Bello e Rivas (1992) estudaram a avaliação e o aproveitamento da “cachama” onde evidenciaram valores semelhantes aos deste trabalho. Borges, (2008) avaliou o tambaqui (*Colossoma macropomum*) obtendo resultados semelhantes.

Resultados bem abaixo dos encontrados neste trabalho foram encontrados por Rocha *et al.*, (1982) em experimento avaliativo da composição centesimal de alguns peixes amazônicos do extrativismo, o tambaqui inteiro (*Colossoma macropomum*).

6. CONCLUSÕES.

Pelos resultados obtidos no experimento 01 pode-se concluir que:

- a) A presença de gás ozônio (1,5 ppm) em câmaras frias ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 7-80% de UR), o tratamento com atmosfera modificada com ozônio foi efetivo, controlando e eliminando microrganismos, apresentando assim, bons

resultados nas análises microbiológicas de contagem padrão de bactérias psicrofílicas e mesófilas. Em relação ao NMP total e fecal independente dos tratamentos não apresentaram diferenças. Em ambos os tratamentos houve a ausência em 25 g de *Salmonella* sp e de *Staphylococcus* coagulase positiva mantendo-se de acordo com a legislação brasileira.

- b) Em relação ao pH e N-BVT a presença do gás ozônio (1,5 ppm) em câmaras frigoríficas ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), demonstrou obter influência na preservação do pescado, mantendo as condições de consumo. Desta forma, os tambaquis apresentaram valores bem inferiores aos valores de rejeição, tornando o processo, uma alternativa positiva para a conservação do pescado.
- c) Para à oxidação lipídica, o gás ozônio apresentou influência em relação a reação ao ácido tiobarbitúrico e ao Índice de peróxidos, atmosfera modificada com ozônio (1,5ppm) em câmaras frigoríficas ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), apresentando controle sobre oxidação lipídica, mantendo o produto em condições de consumo.
- d) Observou-se que a composição centesimal não foi afetada pelos tratamentos, em relação a qualidade da musculatura do produto, porém foram observadas severa desidratação externa dos tambaquis inteiros.
- e) De forma geral, os tambaquis tratados em ambientes com atmosfera modificada com ozônio (1,5ppm) em câmara frigorífica ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), por 30 dias apresentaram melhor qualidade em relação aos peixes não tratados, evidenciando que o ozônio fornece um incremento de qualidade para o produto.

7. REFERÊNCIAS

- ACKMAN, R.G. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13, 161-241, 1989
- AGUIAR, J.P.L. Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia. *ACTA AMAZÔNICA*, 26 (1/2):121-126, 1996
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E. Determinação do índice de *rigor-mortis* e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 698 – 704, mai-jun, 2005
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1288 – 1293, jul-ago, 2006
- ANDRADE, F.S.V.; CARNEIRO, M.J.M.; MARTINS, M.L.L. & CORDEIRO, C.A.M. Avaliação Sensorial e Microbiológica do Peruá (*Balistes capriscus*) capturado na Região Norte Fluminense e Comercializado no Mercado de Campos de Goytacazes – RJ. *Revista Higiene Alimentar*. v.16, nº 99, p. 70 – 74. 2002
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 15 ed., Washington: Association of Official Analytical Chemists, 960p. 1990
- ARAÚJO, E.C.; MOURA, L.L.; MARTINS, A.G.L.A. & CARVALHO, A.S.S. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado no mercado municipal em Açailândia – MA. In: VII CONNEPI, 19 a 21 de outubro de 2012. Palmas – TO, 2012

- 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 de Zootecnia. v. 31, n. 3, p. 1059 – 1069, 2002
- BARRETO, H.C.S.; MELO FILHO, A.A.; SOUZA, F.B. & SANTOS, R.C. Caracterização Físico-química do Óleo do Peixe *Colossoma macropomum* (Tambaqui) de Boa Vista-RR. 47º CBQ, Natal – RN, 2007
- BELLO, R.A. & RIVAS, W.G. Evaluacion y Aprovechamiento de la Cachama Cultivada, como Fuente de Alimento, FAO, México, Octubre 1992
- BORGES, A. Parâmetros de qualidade do Pacu (*Piractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo. TESE (Doutor em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro – RJ, 2013
- BORGES, A.; TEIXEIRA, M.S.; FREITAS, M.Q.; FRANCO, R.M.; MÁRSICO, E.T. & SÃO CLEMENTE S.C. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0°C. Ciência Rural. Santa Maria, v. 37, n.1, p.259 – 264, 2007
- BRASIL. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução - RDC nº 12, de janeiro de 2001.
- BRASIL, (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. Divisão de Normas Técnicas. Decreto n. 1255 de 25 de junho de 1952. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal. Título VII, capítulo VII, Sessão I, 1952
- BRASIL. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Instrução Normativa 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializa os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, 2003.

- BRASIL, (Ministério da Pesca e Aquicultura). Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística de 1994 a 2009. Brasília – DF, ASCOM/MPA, 2009
- BRITTO, E.N.; LESSI, E.; CARDOSO, A.L.; FALCÃO, P.T. & DOS SANTOS, J.G. Deterioração bacteriológica do jaraqui *Semaprochilodus* spp., capturado no estado do Amazonas e conservado em gelo. ACTA AMAZÔNICA, v. 37 (3), p 457 – 464 2007.
- CARDOSO, C.C.; VEIGA, S.M.O.M.; NASCIMENTO, L.C.; FIORINI, J.E. & AMARAL, L.A. Avaliação microbiológica da água sanitizada por ozônio. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23(1): 59-61, jan.-abr. 2003
- CARTONILHO, M.M & JESUS, R.S. Qualidade de Cortes Congelados de Tambaqui Cultivado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.4, p344-350, abr.2011
- CAVERO, B.A.S; RUBIM, M.A.L. & PEREIRA, T.M. Criação Comercial do Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818) In: TAVARES-DIAS M. Manejo e Sanidade em Peixes de Cultivo, EMBRAPA AMAPA - MACAPA, p.33-46, 2009
- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R. & LOURENÇO, J.N.P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.40, n.8, p.833-835, ago. 2005
- CHIATTONE, P.V.; TORRES, L.M. & ZAMBIAZI, R.C. Aplicação do Ozônio na Indústria de Alimentos. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 19, n. 3, 2008
- DELBEN, A.C.B.; GARBELINI, J.S. & LARA, J.A.F. Avaliação Microbiológica do Pintado (*Pseudoplatystoma corruscan*) obtido no Rio Paraguay (Pantanal) e Conservado em Gelo. V Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal. Corumbá – MS, novembro de 2010

- FAN, L.; SONG, J.; McRAE, K.B.; WALKER, B.A. & SHARPE, D. Gaseous Ozone Treatment Inactivates *Listeria innocua* *in vitro*. Journal of Applied Microbiology. n. 103, p. 2657-2663, 2007
- FRANCO B.D.G & LANDGRAF, M. Deterioração Microbiana de Alimentos. In: Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, p. 93 – 108, 1996
- GARCIA, C.A.; STANZIOLA, L.; NAVES, J.H.F.F.; NEVES, S.M.N. & JESUS, D.C. Influência do Ozônio na Inibição da Evaginação de Cistos de *Taenia saginata*. In: XXXI Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Gramado – RS, 2008
- GONÇALVES, A.A. Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. Braz. Arch. Biol. Technol. v.52 n. 6: pp. 1527-1539, Nov/Dec , 2009
- GUZEL-SEYDIM, Z.; GREENE, K. A.; BEVER, P. Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in presence of food components. Food Microbiology, Illinois, v. 21, n. 4, p. 475-479, 2004
- ICMSF - International Commission on Microbiological Specification for Foods. Microorganisms in Food. Sampling for Microbiological Analysis: Principle and Scientific Application. 2ª ed. Canadá., p 181-196., 1986
- INOUE, L.A.K.A. & BOIJINK, C.L. **Manaus a capital do tambaqui. 2011.** Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/tambaqui/index.htm>. Acesso em: 2/3/2011
- JESUS, R.S. Estabilidade de "minced fish" de peixes amazonicos durante o congelamento. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, São Paulo, 105 p., 1999

- KODAIRA, M. Manejo del Pescado de Aguas Continentales em Condiciones de Refrigeracion. In: Informaciones Nacionales y Documentos Seleccionados Presentados em la Cuarta Reunión del Grupo de Trabajo sobre Tecnología Pesquera. Cartagena, Colombia. FAO. P.104 – 128. 1992
- LANARA (Brasil). Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. 1. Métodos microbiológicos. Brasília-DF, Ministério da Agricultura, 112p., 1981
- LORENZON, C.S.; GATTI-JUNIOR, P.; NUNES, A.P.; PINTO, F.R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S.N. & AMARAL, L.A. Perfil Microbiológico de Peixes e Água de Cultivo em Pesque-pagues Situados na Região Nordeste do Estado de São Paulo. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v. 77, n. 4, p.617-624, out/dez, 2010
- MARINHO, L.S. Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira estocada em gelo, 2011. 111f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal), Universidade Federal Fluminense, 2011
- MENEGAZZO, M.L.; LUCAS, B.F. & FONSECA, G.G. Caracterização do óleo de Tilápia do Nilo obtido a partir de duas diferentes metodologias. IN: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários. 15 a 17 de março de 2011, Foz do Iguaçu – PR. 2011
- MONTEIRO, M.L.G. Validade Comercial de Filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Resfriados Tratados com Irradiação e Embalados em Atmosfera Modificada. 2011. 141f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, 2011
- MUSTAFA, M. G. Biochemical basis of ozone toxicity. Free Radical Biology and Medicine. Los Angeles - EUA, v. 9, n. 3, p. 245-265, 1990
- OGAWA, M. & MAIA, E.L.M. Manual de Pesca – Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela. v.1, p. 175 A 187.1999

- OLIVEIRA, N.M.S.; OLIVEIRA, W.R.M.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, J.M.S.F.; VICENTE, E.; FIORINI, J.F. & BRESSAN, M.C. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28 (1): 83-89, jan-mar. 2008
- OLIVEIRA, P.R.; JESUS, R.S.; BATISTA, G.M. & LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. Brazilian Journal of Food Technology Campinas, v. 17, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2014
- PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; CRISOTO, C.H. & MANSOUR, M. Effect of Gaseous Ozone Exposure on the Development of Green and Blue molds on Cold Stored Citrus Fruit. Plant Disease. n. 6, v. 85, p. 632-638, june, 2001
- PEDROSA, V.F. Lesões Anatomopatológicas Associadas à Ocorrência de Bacterioses em Tilápias (*Oreochromis Niloticus*) de Diferentes Sistemas de Cultivo em Pernambuco/Brasil. Universidade federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 2009 (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) p. 60, 2009
- PEREIRA, A.A.F. & TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas v.25, n.4, Oct./Dec. 2005
- RIBEIRO, A.L.M.S.; OLIVEIRA, G.M.; FERREIRA, V.M.; PEREIRA, M.M.D. & SILVA, P.P.O. Avaliação microbiológica da qualidade do pescado processado, importado no estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Ciências Veterinárias. v. 16, n. 3, p. 109 – 112, set/dez 2009
- ROCHA, Y. R. ; AGUIAR, J.P.L. ; MARINHO, H.A. & SHRIMPTON, R.. Aspectos Nutritivos de alguns peixes da Amazônia. Acta Amazônica 12 (4): 787-794, 1982.

- RODRIGUES, T.P. Estudo de Critérios para Avaliação da Qualidade da Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) Cultivada, Eviscerada e Estocada em Gelo. Universidade Federal Fluminense, 2008. 116p. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal)
- SÃO PAULO, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. IV Ed e a 1ª Ed digital., v.1. São Paulo, 1020 p., 2008
- SÃO PAULO, CÓDIGO SANITÁRIO. Regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da secretaria do estado de São Paulo. 4ª ed., São Paulo – SP, 412 p., 1991
- SILVA, C. M. A. Bactérias Gram-negativas isoladas do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) criado em cativeiro, Amazonas – Brasil. INPA, Manaus, AM. Dissertação de Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, 2001
- SILVA, M.V.; GIBBS, P.A. & KIRBY, R.M. Sensorial and Microbial Effects of Gaseous Ozone on Fresh Scad (*Trachurus trachurus*). Journal of Applied Microbiology. n. 84, p. 802-810, 1998
- SOARES, K.M.P.; GONÇALVES, A.A.; SOUZA, L.B. & SILVA, J.B.A. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada em gelo. Acta Veterinária Brasilica, v. 6, n. 3, p. 239 – 242, 2012
- SOPHER, C.D.; BATTLES, G.T. & KNUEVE, E.A. Ozone Applications in Catfish Processing. Science and Engineering. n. 29, p 221-228, May-june, 2007
- SOUZA, A.F.L. Rendimento, Composição Química e Perfil de Minerais das Principais Espécies de Peixes Comercializadas no Estado do Amazonas. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal do Amazonas, 133p., 2008

- TEODORO, A.J.; ANDRADE, E.C.B. & MANO, S.B. Avaliação da Utilização de Embalagem em Atmosfera Modificada Sobre a Conservação de Sardinhas (*Sardinella braziliensis*). Ciên. Tecnol. Aliment., Campinas – SP, v.27, n.01, p. 158 – 161, jan-fev. 2007
- TOMÉ, E.; IGLESIAS, M.; KODAIRA, M. & GONZALES, A. Efecto de la Temperatura de Almacenamiento em el *Rigor Mortis* y la Estabilidad de la Tilapia (*Oreochromis* spp.) cultivada. Revista Científica, FCV-LUZ, Vol. X, n.4, p.339 – 345, 2000
- VIANA, A.P.; ATAYDE, H.M.; QUEIROZ DE VASCONCELOS, E.L. & INHAMUNS, A.J. Efeito da Embalagem a vácuo na Qualidade Microbiológica do Tambaqui (*Colossoma macropomum* – Cuvier, 1818) Armazenado sob refrigeração. V SIMCOPE (Simposio de Controle de Qualidade do Pescado), 19 a 21 de junho, Santos – SP, 2012

EXPERIMENTO II

CONSERVAÇÃO DE TAMBQUI (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) ESPALMADO, REFRIGERADO EM CÂMARA FRIGORÍFICA COM ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO.

Resumo

A comercialização e o consumo do Tambaqui espalmado em Manaus-AM obteve um aumento significativo, o que resultou no proposito deste capítulo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de tambaquis espalmados, armazenados sob refrigeração ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 75-80% de umidade relativa), com atmosfera modificada pelo gás ozônio (1,5 ppm) durante 30 dias, onde as variáveis respostas foram analisadas em intervalos de 10 dias entre coletas (00, 10, 20 e 30 dias). As variáveis analisadas foram as microbiológicas (Contagem de mesófilas e psicrófilas, NMP total e NMP 45°C , *Salmonella* spp e *Staphylococcus* coagulase positiva) e físico-químicas (pH, N-BVT, TBA e o Índice de Peróxidos). Os resultados obtidos foram para contagem de bactérias psicrófilas iniciais foram de 4,77 log UFC/g e os finais de 6,12 log UFC/g para o grupo controle e 5,30 log UFC/g para o grupo tratado com ozônio. Para a contagem de bactérias mesófilas os valores iniciais foram de 5,57 log UFC/g, sendo os finais 5,47 log UFC/g para o grupo controle e 5,10 log UFC/g para o grupo tratado com ozônio. Não foram observadas as presenças de *Salmonella* sp. e para *Staphylococcus* coagulase positiva, nos pescados em ambos os tratamentos. Em relação aos resultados físico-químicos o pH apresentou valores iniciais de 6,32 e os finais foram de 6,29 para o grupo controle e 6,18 para o grupo tratado com ozônio. O N-BVT os valores iniciais foram 6,47 mgN/100g onde os valores máximos obtidos foram no trigésimo dia 15,46 mgN/100g para o grupo controle e 12,37 mgN/100g para os tratados com ozônio. Os valores iniciais para TBA em ambos os tratamentos foram de 0,58 mgMA/Kg aumentando gradativamente até atingir o máximo de 3,40mgMA/Kg para o grupo controle e de 2,91 mgMA/Kg na musculatura de tambaquis tratados com ozônio. O Índice de Peróxidos valores iniciais foram de 0,024 meq/Kg sendo os finais 6,90 meq/Kg para o grupo controle e de 3,60 meq/Kg para o grupo tratado com ozônio. Conclui-se que o uso da ATM com o gás ozônio contribui para manter a qualidade de tambaquis espalmados, durante o armazenamento refrigerado ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de 75-80%) por cerca de 30 dias.

Palavras Chaves: tambaqui (*Colossoma macropomum*); ozônio; atmosfera modificada, espalmado

Abstract

The commercialization and consumption of tambaqui in Manaus-Am showed a significant increase, with resulted in the purpose of this chapter. The objective of this work was to evaluate the quality of flat tambaquis, stored under refrigeration ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature and 75-80% relative humidity), with atmosphere modified by ozone gas (1,5 ppm) for 30 days, where variable response were analyzed at 10-day intervals between data collection (00, 10, 20 and 30 days). There was analyzed microbiological variables as counting of mesophilic and psychophilic counts, total NMP and NMP 45°C , *Salmonella* spp. and *Staphylococcus* coagulase positive and physicochemical variables (pH, N-BVT, TBA and peroxide index). It was observed that the initial psychophilic bacteria count was 4,77 log CFU/g and the final count was 6,12 log CFU/g for the control group and 5,30 log CFU/g for the ozone treated group. For the counting of mesophilic bacteria the initial values were 5,57 log CFU/g, with the final values being 5,47 log CFU/g for the control group and 5,10 log CFU/g for the ozone group. It was no observed the positive presence of *Salmonella* spp and for *Staphylococcus* at fishes in al treatments. Regarding the physicochemical results the pH had initial values of 6,32 and the final ones were of 6,29 for the control group and 6,18 for the group treated with ozone. The N-BVT initial values were 6,47 mgN/100g where the maximum values obtained were on the 30 day 15,46 mgN/100g for the control group and 12,37 mgN/100g for those treated with ozone. The initial values for TBA in both treatments were 0,58 mgMA/Kg, increasing gradually until reaching a maximum of 3,40 mgMA/Kg for the control group and 2,91 mgMA/Kg in the musculature of tambaquis treated with ozone. The initial values of peroxides index were 0,024 meq/Kg and the final values were 6,90 meq/Kg for the control group and 3,60 meq/Kg for the ozone treated group. It is concluded that the use of ATM with ozone gas contributes to maintain the quality of flat tambaquis during refrigerated storage ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature and 75-80% relative humidity) for about 30 days.

Keywords: tambaqui (*Colossoma macropomum*); ozone; modified atmosphereesalmado.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos setores produção de alimentos que mais rápido tem crescido no cenário produtivo, e o reconhecimento de que é o produto que contribui para diminuir a pobreza com segurança alimentar e com geração de divisas para os países em desenvolvimento (MAHECHA, 2008). Segundo a FAO, a carne de pescado é a fonte proteica de origem animal, mais consumida no mundo, atingindo grandes índices de consumo e países asiáticos e países desenvolvidos, sendo o Brasil, apesar de se encontrar entre os 30 maiores pólos pesqueiros mundiais, apresenta um dos índices mais baixos de consumo do pescado (PRENTICE e SAINZ, 2005).

O Brasil apresenta um potencial para o desenvolvimento da aquicultura já que apresenta constituído por 8.400Km de costa marítima, 5.500.000 de hectares de reservatórios de água doce, o que equivale a 12% da água doce disponível no planeta, ainda contém clima favorável para o crescimento de organismos cultivados terras de baixo custo, mão-de-obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno (GIAMPIETRO e REZENDE-LAGO, 2009).

Segundo Cartonilho e Jesus (2011), um fator positivo para o consumidor, com o crescimento da piscicultura, é o equilíbrio entre a oferta e a demanda no mercado regional, que estabiliza os preços ao longo do ano não só para outras regiões do país, como também para o mercado internacional. Também apresenta outro fator positivo em relação ao desenvolvimento econômico e a geração de emprego para a região. O peixe fresco é um alimento altamente perecível (ALBUQUERQUE *et al.*, (2004). O pescado constitui-se de uma importante fonte alimentar, graças ao seu valor nutritivo, fácil digestibilidade, diversidade de sabores e composição equilibrada. A composição do pescado e consequentemente o seu valor nutritivo variam em função fatores como espécie, idade, habitat, tipo de alimentação, época de captura, peso, entre outros (AGUIAR, 2011).

O tambaqui (*Colossoma macropomun* – Cuvier – 1818) é um dos peixes mais importantes da piscicultura brasileira, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo considerado o segundo maior pescado com escama da região

(MUNIZ *et al.*, 2008). O tambaqui na Região Norte, desponha como a principal espécie de peixe cultivada (CARTONILHO e JESUS, 2011), a qual desperta enorme interesse para a piscicultura nacional (ALMEIDA *et al.*, 2006). O tambaqui 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 (BORGES, 2013).

Segundo Sales *et al.*, (1999) o período decorrido entre a captura até o processamento ou comercialização, o pescado fica sujeito a perdas na qualidade devido as condições de armazenagem. De acordo com Giampietro e Rezende-Lago (2009) o pescado integra um grupo dos alimentos altamente perecíveis e exige cuidados especiais, como a conservação pelo frio, já que está sujeito a contaminações pelos mais variados microrganismos, adquiridos no ambiente aquático, ou em diferentes fases da captura e transporte. Em todas as fases, a cadeia de frio deve ser mantida com rigor. O uso do gelo pode ser um importante meio de contaminação microbiana do pescado, onde o Brasil, já apresenta baixa qualidade do gelo utilizado na refrigeração, decorrente a alta contaminação.

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 (OZOGUL e OZOGUL, 2004).

As deteriorações a baixas temperaturas são causadas por bactérias psicotróficas, 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 psicrotrófilos são os principais deterioradores do pescado refrigerado, pois diminuem a vida útil do produto (BORGES, 2013).

O ozônio pode ser gerado no local do tratamento, sendo o gás muito ativo, se dissocia rapidamente, formando novamente oxigênio sem deixar resíduos reagindo ativamente sobre microrganismos (GONÇALVES, 2009). A utilização de agentes sanitificantes contribui para o aumento da vida de prateleira do produto resfriado (OLIVEIRA, 2008). A aplicação do gás ozônio para manutenção da atmosfera modificada assim como no estado aquoso, permite que o crescimento microbiano seja inibido, modificando o ambiente de armazenamento do produto (KHADRE *et al.*, 2001; RAVESI *et al.*, 1987). A atmosfera modificada pelo ozônio também auxilia na redução do processo oxidativo dos lipídios (LOSADA *et al.*, 2004).

Devido ao seu alto poder oxidante, o uso do ozônio reduz os trihalometanos (THM's) os quais são cancerígenos para seres humanos e na remoção de gostos e odores indesejáveis. Também o gás é utilizado no armazenamento e conservação de pescado (CHIATTONE, 2010)

2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade do tambaqui espalmado armazenado refrigerado em atmosfera modificada com ozônio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A origem dos tambaquis, o local do experimento, as câmaras frigoríficas, a produção da atmosfera modificada pelo gás ozônio, as características dos peixes, o manejo dos peixes no pré-abate, o sacrifício e transporte dos peixes, o preparo dos materiais para acondicionamento das unidades experimentais que envolvem o material e métodos deste experimento foram iguais aos do experimento I. A partir destes itens houve diferenças nos procedimentos descritos no material e métodos, conforme descrito abaixo.

3.1. PREPARO DAS AMOSTRAS NAS CÂMARAS

O preparo das amostras foi idêntico no que tange a sanitização ao experimento I. Depois de higienizados os tambaquis inteiros foram eviscerados espalmados, ou seja, seccionados na linha média, para formar as duas “bandas” as quais formaram cada uma, a sua unidade experimental, forma da qual foram tratados para esse experimento, sendo que, para as unidades

experimentais ficarem homogêneas, foi extraída a coluna vertebral. Depois de realizados os procedimentos, as unidades experimentais foram acondicionadas nas caixas definitivas conforme a Figura 01, a fim de, escoar o excesso de líquido do processo de sanitização. Cada caixa correspondia a sua repetição de acordo com o dia de coleta, contendo as suas respectivas unidades experimentais em número de três.

As unidades experimentais foram acondicionadas nas mesmas câmaras descritas no experimento I, onde o tratamento 1 (T1) foi sem atmosfera modificada com ozônio e o tratamento 2 (T2) foi com atmosfera modificada com ozônio. Em cada câmara fria foram estocados trinta e seis exemplares de tambaquis na forma espalmada. Durante trinta dias as amostras foram expostas de forma contínua aos tratamentos, em ambas as câmaras frias, sendo retirados conforme a data da coleta/avaliação. A temperatura das câmaras frigoríficas foram de 02°C com umidade relativa de 75%.



Figura 01: Vista superior da caixa contendo as amostras de tambaquis espalmados (Foto: Silva Junior, 2013).

3.2. ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS NAS CÂMARAS

Nas câmaras frigoríficas foram alocadas o mesmo número de prateleiras (PVC), dispostas no interior do ambiente de forma aleatória. As caixas plásticas, destinadas ao acondicionamento das amostras em ambos os tratamentos, receberam uma etiqueta contendo o dia da coleta e o número da repetição. O arranjo para a locação das caixas nas prateleiras dispersas dentro das câmaras foi aleatório conforme Figura 02.



Figura 02: Vista interna da câmara fria contendo as prateleiras com as caixas com as amostras, (Foto: Silva Junior, 2013).

3.10. RETIRADA DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras foram retiradas das respectivas câmaras frias, de acordo com o dia indicado para a sua retirada. Cada unidade experimental foi acondicionada, em sacos plásticos individuais, esterilizados, bem identificados, da data de coleta, o número da repetição e o tratamento. De forma ágil e rápida as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas, de acordo com o tratamento, devidamente, desinfetada com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, na dosagem de 200ppm de concentração.

3.11. ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras foram enviadas primeiramente para a realização das análises microbiológicas e posteriormente a análise físico-química.

3.11.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

3.11.1.1. PREPARO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Procedimentos higiênico-sanitários foram realizados antes de iniciar as análises microbiológicas, para evitar contaminações locais e manter as características do pescado. O ambiente interno da capela de fluxo laminar foi previamente, desinfetada pela da ação dos raios Ultravioleta tipo “C”, durante 15 minutos contínuos, sendo que, em seguida utilizado álcool 70% com o auxílio de algodão, para desinfetar as superfícies da bancada do equipamento (Figura 03).



Figura 03. Vista frontal do processo de desinfecção da capela de fluxo laminar e dos equipamentos/materiais (Foto: Silva Junior, 2013).

Todos os manipuladores utilizaram os EPIs, tais como: luvas de procedimentos esterilizadas, máscara facial e jaleco descartável.

3.11.1.2 AMOSTRAGEM

Os procedimentos analíticos estão de acordo com a Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003), que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água e as análises exigidas pela RDC nº 12 de 02/01/2001 (ANVISA, 2009) que estabelece os Padrões Microbiológicos para Pescado e Produtos de Pesca.

As amostras foram obtidas, por meio de três incisões em pontos diferentes dos peixes determinados, nas regiões: dorsal, abdominal e caudal de acordo com a Figura 04.

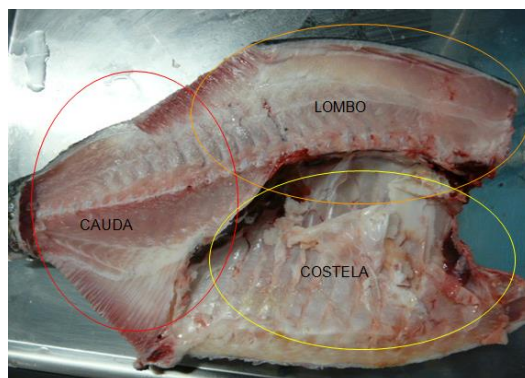


Figura 04: Vista das regiões de coletas do tambaqui espalmado (Foto: Silva Junior, 2013).

O músculo extraído foi acondicionado em placas de Petri estéril descartável, o qual formou o MIX (POOL) destas amostras conforme as Figura 05. O MIX (POOL) de cada repetição, foi oriundo de três unidades

experimentais, as quais formaram uma única amostra para as análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram obtidos das médias das três determinações.



Figura 05. Vista do processo de extração das amostras do músculo (Foto: Silva Junior, 2013).

Conforme Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003), 25 gramas de amostra do músculo (três peixes e das três regiões), foram coletados. Cortes finos foram realizados, por meio de lâminas de bisturi esterilizado até atingir pequenos fragmentos (cortes), a fim de, proporcionar uma melhor penetração e exposição do músculo a água peptonada Figura 06.

Na capela de fluxo laminar, as amostras foram retiradas das placas e acondicionadas em frascos contendo solução de água peptonada (10^{-1}), devidamente, identificada de acordo com a sua origem conforme Almeida *et al.* (2006).



Figura 06. Vista do processo de pesagem, coleta e semeadura em água peptonada das amostras (Foto: Silva Junior, 2013).

3.11.1.3 DILUIÇÕES

As amostras coletadas foram diluídas em 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} para produtos com desconhecimento aproximado de microrganismos, de acordo com a Instrução Normativa do MAPA. Para formar a diluição de 10^{-1} foram extraídas 25g do músculo das unidades experimentais que formaram as repetições, sendo homogenizadas no Stomacher. As demais diluições foram realizadas com a extração sucessivas de uma alíquota de 1ml até a última diluição. O tempo gasto para o processo das diluições não ultrapassou 20 minutos, para evitar a proliferação microbiana (BRASIL, 2003).

3.11.1.4. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

3.11.1.4.1. Contagem total de bactérias psicrófilos a 7 °C em refrigeração (PCA).

3.11.1.4.2. Contagem total de bactérias mesófilos/psicrófilos a 37 °C em placas (PCA).

3.11.1.4.3. Contagem de bactérias do grupo de coliformes totais (NMP).

3.11.1.4.4. Contagem de bactérias do grupo de coliformes fecais (NMP).

3.11.1.4.5. Presença de *Salmonella* spp.

3.11.1.4.6. Presença de *Staphylococcus* coagulase positiva.

Obs. A legislação brasileira não prevê limites para a contagem em placa de bactérias psicrófilas (MONTEIRO, 2011; BARRETO *et al.*, 2012), somente para a contagem em placa das bactérias mesófilas em pescado *in natura*, (SÃO PAULO, 1991). Segundo a ICMSF (1986) prevê o limite para a contagem em placas para bactérias mesófilas de 10^7 , para *Salmonella* sp. ausente e para o *Staphylococcus* coagulase positiva de 104. A maioria dos alimentos apresentam alterações sensoriais detectáveis com número superior a 10^6 UFC/g (equivalente a log. 6,0) e em outros casos 10^7 UFC/g até 10^8 UFC/g (log. de 7,0 e log. de 8,0 respectivamente). Desta forma, foi estabelecido nesse trabalho que o limite de contagem em placas pela técnica do PCA, será de 10^6 UFC/g ou log de 6 (Franco e Landgraf, 1996; Monteiro, 2011).

O NMP foi realizado por cultura líquida em três tubos em triplicata, onde os resultados analisados foram transformados em valores, através da tabela de McCrady, a qual, determina o número de microrganismos de máxima

probabilidade em MNP/100ml para séries de 03 e 05 tubos paralelos por grau de diluição (MERCK, 1989).

3.11.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Realizada as coletas para as análises microbiológicas, as amostras dos tambaquis foram enviadas ao Laboratório de Tecnologia do Pescado (LTP) para serem realizadas as análises físico-químicas. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados serão as médias das três determinações.

3.11.2.1. DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

Realizado de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.2. DETERMINAÇÃO DE CINZA

Determinada de acordo com metodologia da A.O.A.C. (1990).

3.11.2.3. DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS TOTAIS

Realizado pelo método de SOXLET de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.4. DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL

Realizado de acordo com o método micro Kjehdhal descrito em A.O.A.C. (1990) e as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008). Os cálculos serão efetuados multiplicando-se o teor de Nitrogênio Total pelo fator 6,25 específico para carnes, para estimar o percentual de proteínas.

3.11.2.5. DETERMINAÇÃO DO PH

Realizadas, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008).

3.11.2.6. DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE N-BVT

O nitrogênio de bases voláteis totais (NBV-T) foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO 2008) e pelo método de extração em TCA a 7,5% conforme Jesus (1999) e Lanara (1981).

3.11.2.7. DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE TBA

A determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) foi quantificada segundo metodologia proposta por Vyncke (1970) e modificada por Jesus *et al.* (2001).

3.11.2.8. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO

Este método determinou todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz(SÃO PAULO 2008).

3.12. MODELO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado foi o de inteira casualização, no esquema fatorial 2 x 4 (dois sistemas de armazenamento x quatro tempos de avaliação), com quatro repetições de três unidades experimentais por parcela.

Os dados obtidos das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância e em caso de significância ($p < 0.05$) para os fatores quantitativos utilizou-se análise de regressão e o teste Tukey para os fatores qualitativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

4.1.1. CONTAGEM EM PLACAS DE BACTÉRIAS PSICRÓFILAS.

A contagem padrão das bactérias psicrófilas nos tambaquis espalmados apresentou diferença significativa, para a interação tempo/tratamento ($p = 0,04891$).

O efeito do sanitizante do ozônio sobre a contagem das bactérias psicrófilas do tambaqui espalmado foram maiores no tambaqui do grupo controle log. 5,44 UFC/g, em relação ao tambaqui tratado com atmosfera modificada com ozônio log 4,59 UFC/g ao longo do experimento (Tabela 01 e Figura 07).

Tabela 01. Valores absolutos da contagem em placa de acordo com os dias de coleta das bactérias psicrófilas em tambaqui (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração com e sem ozônio

Tempo de Armazenamento	Bactérias psicrófilas (log. UFC/g)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	4,77	4,77
10 dias	5,22	4,62
20 dias	5,67	3,70
30 dias	6,12	5,30
$\bar{x}$	5,44 ^a	4,59 ^b
C.V.	15,029%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

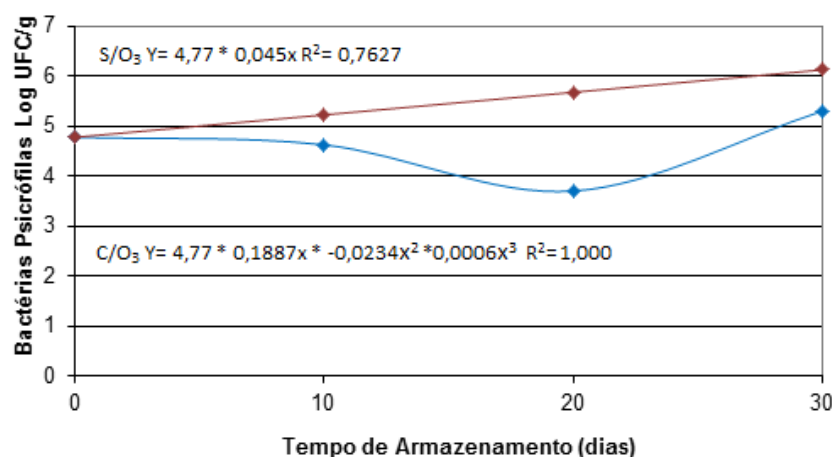


Figura 07: Comportamento bactérias psicrófilas do tambaqui espalmado com e sem atmosfera modificada, acondicionado sob-refrigeração durante os 30 dias.

Experimento com cortes de tambaquis, mantidos congelados durante 180 dias Cartonilho & Jesus (2011), não houve a contagem de bactérias psicrófilas, diferentemente do nosso experimento que apresentou contagem ao longo do mesmo. De forma semelhante Manske *et al.*, (2011) em estudo com filés de jundiás (*Rhamdia quelen*), defumados, mantidos conservados por 21 dias, não apresentaram contagem para as bactérias psicrotróficas em todas as avaliações sendo os resultados diferente dos encontrados neste experimento.

De acordo com Mahecha (2008) observou a microbiota dos files de pirapitinga x tambaqui armazenados a vácuo por 3°C com bacteriocinas produzidas por *L. plantarum* LPBM10, ácido láctico e controle onde os valores

iniciais apresentaram próximos aos deste experimento indicando boa qualidade do pescado. Ao término do experimento as bacteriocinas apresentaram valores inferiores sendo que o ácido láctico assim como, o grupo controle apresentaram valores de contagem superiores ao tambaqui tratado com ozônio.

Estudando a validade comercial de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em gelo com temperatura 01°C, durante 20 dias, tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada Monteiro (2011) onde T1= Filés embalados em aerobiose; T2= filés embalados em atmosfera modificada; T3= filés irradiados e T4= filés embalados em atmosfera modificada e irradiados, os valores iniciais em ambos tratamentos foram inferiores ao deste estudo do tambaqui. Para o T1 atingiu no quarto dia valores acima de log. 8, determinado pelo autor e bem acima do log. 6 deste experimento com ozônio, o T2 no décimo sétimo dia, T3 no décimo oitavo dia e o T4 a partir do vigésimo dia. Os resultados dos tratamentos diferiram dos resultados obtidos neste estudo ao longo do tempo os quais não atingiram os limites de rejeição determinado pelo autor (log.8)

Lyhs *et al.*, (2001) estudaram a vida útil da truta arco-íris mantida em refrigeração com temperaturas de 3°C e 8°C por meio da contagem bacteriológica. Em ambas as temperaturas o pescado deteriorou três e dez dias antes do final deste experimento, respectivamente, onde os resultados foram bem superiores ao deste experimento com ozônio com tambaqui.

Siqueira, (2001) utilizou a radiação ionizante com três concentrações de dosagens (0,0; 1,0; 2,2 e 5,0 kGy) no tratamento de cortes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) refrigerados, apresentou valor limite para a contagem padrão para bactérias psicrotróficas de log. 6, valor semelhante ao utilizado neste experimento. O tratamento com a dose de 5,0 kGy, não apresentou contagem padrão das bactérias, diferente dos demais tratamentos deste experimento. Para os demais tratamentos apresentaram contagem, dentro dos padrões, da mesma forma que neste experimento, com exceção do grupo controle que apresentou valores acima dos limites determinados pelo autor.

Lanzarim *et al.*, (2011) avaliaram a contagem padrão para bactérias psicrotróficas em filés de pintado (*Pseudoplatystoma coruscan*) mantidos sob refrigeração por um período de 37 dias não apresentou contagem durante os

primeiros oito dias de análises, diferentemente, deste trabalho com tambaqui. A contagem atingiu valores semelhantes aos deste trabalho com os tambaquis no vigésimo dia, sendo que no final do seu trabalho o autor descreve, valores bem acima dos resultados obtidos para os tambaquis tratados com ozônio,

Monteiro, (2011), em relação a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas, o limite estabelecido foi o mesmo das bactérias mesófilas, 8 Log UFC/g, haja visto a ausência de um padrão oficial em filés de pescado. Santos, (2011), determinou em seu experimento a contagem padrão limite das bactérias psicrotróficas de log. 7 UFC/g, sendo que Lanzarim *et al.*, (2011) relata que atual legislação não estabelece limites para contagem em placas de microrganismos heterotróficos aeróbios psicrotróficos em peixe fresco, no entanto a legislação internacional, para este fim, estabelece o limite máximo de unidades formadoras de colônia em 7,0 log UFC/g

4.1.2. Contagem em Placas de Bactérias Mesófilas.

Na contagem de bactérias mesófilas do tambaqui espalmado houve diferença significativa somente para o fator tratamento ($p=0,02908$). Indiferentemente do tempo de armazenamento a musculatura de tambaquis espalmados tratados em ambiente com atmosfera modificada com ozônio, apresentaram menor contagem de colônias de bactérias mesófilas em relação à musculatura de tambaquis não tratados com ozônio (Tabela 02).

Tabela 02. Valores absolutos da contagem em placa de acordo com os dias de coleta das bactérias mesófilas em tambaqui (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Bactérias mesófilas (log. UFC/g)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	5,57	5,55
10 dias	5,75	5,52
20 dias	5,57	4,90
30 dias	5,47	5,10
$\bar{x}$	5,59 ^a	5,26 ^b
C.V.	7,374%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Conforme descrito no experimento de Cartonilho & Jesus (2011) apresentaram contagens de bactérias mesófilas ao longo do tempo para os cortes de tambaquis (costelas, lombinho e postas) congelados a - 25° C valores iniciais muito inferiores aos resultados iniciais e finais obtidos neste experimento.

Lanzarin *et al.*, (2012), avaliou a contagem padrão de bactérias psicrotróficas em 50 exemplares de tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomun*) eviscerado e em bandas expostos para a comercialização em cinco bancas em Cuiabá, Mato Grosso. Os resultados obtidos apresentaram as contagens superiores independente da forma de apresentação, em relação aos tambaquis deste experimento, sendo que algumas análises ultrapassaram os limites para a contagem de acordo com a legislação brasileira.

Manske *et al.*, (2011) verificou nas análises de contagem padrão para as bactérias mesófilas em filés de jundiás (*Rhamdia quelen*), defumados, mantidos conservados por 21 dias. Os resultados do pescado *in natura* bem como, na fase inicial e final da defumação apresentaram valores inferiores aos deste experimento com os tambaquis.

Monteiro (2011) avaliou a validade comercial durante 20 dias dos filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em gelo com temperatura 01°C, tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada com 04 tratamentos, onde T1= Filés embalados em aerobiose; T2= filés embalados em atmosfera modificada; T3= filés irradiados e T4= filés embalados em atmosfera modificada e irradiados. O autor determinou valores de rejeição a partir de log 8 decorrente das análises sensoriais. Os valores iniciais para a contagem de bactérias mesófilas foram inferiores aos deste experimento com os tambaquis, porém ao longo do tempo o T1 apresentou valores crescentes atingindo valores acima dos determinados pelo autor, no terceiro dia, da mesma forma o T2 e T3 no décimo terceiro dia e para o T4 no décimo sétimo dia. Tais resultados diferem dos valores obtidos no trigésimo dia (valor máximo) deste experimento com os tambaquis tratados com ozônio, onde não apresentaram tais contagens

Avaliando a microbiota dos filetes do híbrido de pirapitinga x tambaqui armazenados a vácuo em temperatura de 3°C durante 30 dias utilizando três tratamentos: bacteriocinas produzidas por *L.plantarum* LPBM10, ácido láctico e controle Mahecha (2008) obteve resultados iniciais em ambos os tratamentos contagens inferiores as encontradas nos tambaquis tratados com atmosfera modificada com ozônio, entretanto, houve diferenças nos resultados finais de acordo com o tratamento. Em relação às bacteriocinas o valor final, ou seja, no 30º dia, foi semelhante ao encontrado no 10º dia para o grupo não tratado com atmosfera modificada, porém esse valor foi superior aos resultados finais deste experimento. Para os demais tratamentos os resultados finais foram superiores aos encontrados ao longo deste experimento atingindo valores acima dos aceitáveis para pescado fresco, fato não ocorrido no experimento com os tambaquis.

Rodrigues *et al.*, (2008) avaliando a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo por 28 dias acondicionada sem pele apresentaram valores iniciais bem inferiores sendo que os valores finais semelhantes aos encontrados neste experimento com tambaquis, os quais não atingiram os limites indesejáveis.

De forma semelhante estudos realizados, por Lempek *et al.*, (2001) com filés da pescada foguete (*Macrodon ancylodon*) embalada a vácuo e sem vácuo, mantidas em refrigeração, foram inferiores aos resultados deste experimento com os tambaquis, sendo que os valores finais nas amostras sem vácuo apresentaram valores superiores, atingindo o limite de contagem para as bactérias mesófilas, fato este não ocorrido neste experimento. Contudo os resultados finais para os filés de pescada foguete embalada a vácuo apresentaram-se inferiores aos tambaquis, não tratado com ozônio e superiores aos tambaquis tratados com ozônio neste experimento.

Avaliando o estado microbiológico de filés de peruás (*Balistes capriscus*) capturados na região norte do Rio de Janeiro comercializados no mercado de Campos dos Goytacazes, Andrade *et al.*, (2002) os valores das bactérias mesófilas apresentaram contagem superiores aos encontrados em todo o experimento com os tambaquis tratados ou não com atmosfera modificada com ozônio, sendo os valores acima dos limites determinados pela legislação (São

Paulo, 1991) para a contagem desta variável o que não ocorreu neste experimento.

Monteiro (2011) informa que a legislação brasileira não prevê limites para bactérias aeróbias mesófilas e psicrótróficas para filés de pescado, baseado em valores descritos na literatura, foi estabelecido, neste estudo, o limite de 8 Log UFC/g, uma vez que, quando a contagem das amostras ultrapassou este valor, os filés foram rejeitados na avaliação sensorial, apresentando características de perda de qualidade.

4.1.3. Contagem de Bactérias NMP (total) e NNP (fecal).

Os resultados iniciais no dia zero, em ambos os tratamentos a leitura dos tubos múltiplos (série de 03) em ambas as diluições (10 ml; 1,0ml e 0,1ml), todos apresentaram positivos para a formação de gás (tubos de Durham) e aparência turva, característico de positividade para a variável NMP fecal. De acordo com a tabela de MacCrady (MERCK 1989) o número mais provável foi de 2400 NMP/100ml, valores estes, decorrente da alta contaminação pelo grupo de coliformes totais. A próxima análise do décimo dia não foi realizada devido a problemas no laboratório. No vigésimo dia, houve um abrupto decréscimo na contagem, porém apresentou uma pequena diferença entre os tratamentos em que, o grupo controle apresentou um valor maior que o grupo tratado com ozônio. No trigésimo dia os valores de ambos os tratamentos foram iguais, atingindo os valores mínimos deste experimento com a contagem de 23 NMP/100ml. Para a variável NMP fecal, nenhuma amostra apresentou positividade independente do tratamento ao longo o tempo, conforme Tabela 03.

Tabela 03. Valores obtidos da contagem microbiológica do Número Mais Provável - MNPdo músculo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) espalmado, seme com atmosfera modificada com ozônio

Tempo de Armazenamento (dia)	Sem Ozônio		Com Ozônio	
	NMP/ml Total	NMP/ml Fecal	NMP/ml Total	NMP/ml Fecal
0	2400	< 3	2400	< 3
10	-	-	-	-
20	43	< 3	23	< 3
30	23	< 3	23	< 3

- Não realizado

Aguiar (2011) avaliando a estudar o aproveitamento de resíduos de filetagem de pescada-olhuda (*Cynoscion striatus*) visando à obtenção de um óleo rico em ácidos graxos ômega-3 empregando a extração com CO₂ supercrítico apresentaram resultados diferentes em relação ao NMP total com valores mais baixos e resultados semelhantes aos deste experimento em relação ao NMP fecal.

Ribeiro *et al.*, (2009) avaliou a presença de coliformes totais e fecais em 62 amostras de pescados processados em 12 indústrias pesqueiras no estado do Rio de Janeiro, apresentando contagens menores para o NMP total em todas as indústrias diferente do experimento com os tambaquis que apresentou contagem para NMP total e semelhantes ao NMP fecal os quais não apresentaram contagens em ambos os experimentos.

Nora *et al.* (2009) avaliaram as condições microbiológicas de filés de pescado oriundos de quatro diferentes indústrias pesqueiras, apresentaram valores inferiores para o número mais provável do grupo dos coliformes totais encontrados neste experimento, porém, para o número mais provável do grupo dos coliformes fecais, os resultados foram idênticos.

Siqueira, (2001) utilizou a radiação ionizante (gama) com três dosagens (0,0; 1,0; 2,2 e 5,0 kGy) no tratamento de cortes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) refrigerados. Somente a dosagem de 5,0 kGy foi efetiva em ambas análises NMP coliformes totais e NMP coliformes fecais não apresentando contagens, sendo estes resultados diferentes deste experimento em ambos os tratamentos. Nas demais dosagens os resultados apresentaram contagens em relação ao NMP total semelhantes, diferindo em relação ao NMP fecal onde os tambaquis não apresentaram contagens.

Manske *et al.*, (2011) verificou nas análises de contagem padrão para as bactérias mesófilas em filés de jundiás (*Rhamdia quelen*), defumados, mantidos conservados por 21 dias. Os resultados descritos pelo autor informam que as contagens iniciais para NMP total e fecal inferiores para o mesmo período em relação aos tambaquis, mantendo-se de forma semelhante, para as demais análises, após esse período ao grupo tratado com atmosfera modificada com ozônio.

4.1.4. Determinação de *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva.

As análises realizadas para *Salmonella* spp. e para *Staphylococcus aureus* coagulase + neste experimento com tambaquis espalmado sob atmosfera modificada com ozônio e o grupo controle, não apresentaram nas amostras, a presença dos agentes, estando desta forma em conformidade para essas variáveis de acordo com a resolução da ANVISA, (2001) que determina que *Staphylococcus* coagulase positiva/g com tolerância para amostra representativa mínima 5×10^2 e máxima 10^3 e *Salmonella* sp./25g conforme as Tabelas 04.

Tabela 04. Análise da presença de *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva na musculatura dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) espalmado, tratados com ou sem atmosfera modificada com ozônio.

Tempo de Armazenamento	<i>Salmonella</i> spp. UFC/g	<i>Staphylococcus</i> coag. + UFC/g
0 dias	Ausente	Ausente
10 dias	Ausente	Ausente
20 dias	Ausente	Ausente
30 dias	Ausente	Ausente

Avaliação microbiológica de filés da Pescada Foguete (*Macrodon ancylodon*) mantidas em embalagens a vácuo e sem vácuo, em refrigeração, não apresentaram o isolamento das variáveis *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva, corroborando com os nossos resultados nos tambaquis tratados com ozônio (LEMPECK *et al.*, 2001)

Segundo Soccol (2002) avaliando a vida útil de filés de tilapia no Nilo (*Oerochromis niloticus*) minimamente processada conservada em refrigeração 1° C durante 20 dias, utilizou diferentes tratamentos: (T1) controle; (T2) ácido acético; (T3) vácuo; (T4) vácuo + ácido acético; (T5) atmosfera modificada (60% CO₂) e atmosfera modificada (60% CO₂) + ácido acético (T6) em

nenhuma amostra foi isolada *Salmonella* sp., concordando com os resultados para o tambaqui. Em relação ao *Staphylococcus* coagulase positiva em todos os tratamentos as amostras apresentaram a presença do agente, porém ao longo do tempo houve redução nas contagens diferentemente deste experimento o qual não houve a presença do agente.

Lanzarin *et al.*, (2012), avaliou a contagem padrão de bactérias psicrófilas em 50 exemplares de tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomun*) eviscerado e em bandas expostos para a comercialização em cinco bancas em Cuiabá, Mato Grosso não apresentaram a presença da bactéria, em todas as análises, concordando com os nossos resultados em ambos os tratamentos. De forma semelhante Aguiar (2011) avaliando a estudar o aproveitamento de resíduos de filetagem de pescada-olhada (*Cynoscion striatus*) visando à obtenção de um óleo rico em ácidos graxos ômega-3 empregando a extração com CO₂ supercrítico diferentemente dos resultados deste experimento com tambaquis apresentou positivities para a presença da *Salmonella* spp.

Manske *et al.*, (2011) analisou a presença da bactéria *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva, em filés de jundiás (*Rhamdia quelen*), defumados, mantidos conservados por 21 dias, no qual não foram isoladas em nenhuma amostra os agentes, estando desta forma em conformidade com a com a legislação brasileira e corroborando com os resultados obtidos no experimento com os tambaquis tratados com ozônio.

Nora *et al.*, (2009) investigaram a presença da bactéria *Staphylococcus* coagulase positiva em filés de pescado oriundos de diferentes indústrias pesqueiras, sendo encontrados valores inferiores aos determinados pela RDC n. 12 da ANVISA que é até $<10^3$ (100) UFC/g⁻¹. Diferentemente dos resultados deste experimento, no qual não apresentou qualquer isolamento do agente. Os resultados dos autores são diferentes dos tambaquis, onde não houve o isolamento do agente em questão. Porém cabe ressaltar que provavelmente, houve falhas no manejo higiênico-sanitário dos filés nas indústrias coletadas.

De acordo com Siqueira (2001), utilizando radiação ionizante na conservação de filés de tilápia do Nilo (*Oercochromis niloticus*) nenhuma amostra apresentou a presença das bactérias *Salmonella* sp. e

Staphylococcus coagulase positiva, concordando com os resultados obtidos neste experimento.

Simões (2007) em experimento com filés de tilapia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) avaliou a presença das bactérias *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva. Em relação a presença da *Salmonella* sp., os resultados foram semelhantes, não apresentando seu isolamento e em relação ao *Staphylococcus* coagulase positiva, o autor relata que houve a presença da bactéria, resultado estes diferente deste experimento com tambaquis, os quais não isolou o agente. De forma semelhante Ribeiro *et al.*, (2009) avaliando o estado sanitário de pescado processado em 12 frigoríficos no estado do Rio de Janeiro, não apresentou isolamento das bactérias do gênero *Salmonella* sp de forma semelhante a este experimento e *Staphylococcus* coagulase positiva, obteve isolamentos nas doze unidades com contagens abaixo do limite determinado pela legislação, diferente dos resultados deste experimento com os tambaquis dos quais não obteve isolamento deste agente.

4.2. Análise da Composição Físico/Químico

4.2.1. Determinação de pH

Na análise estatística do experimento, para a variável pH houve interação tempo/tratamento diferença altamente significativa ($p=0,00001$).

Observou-se no 10º dia de armazenamento dos tambaquis, o menor valor para o pH muscular em ambos os tratamentos onde 5,92 ocorreu no grupo não tratado com ozônio e 6,12 ocorreu no grupo tratado com ozônio, tornando a elevar-se no decorrer do tempo até atingir o maior valor no 30º dia 6,29 nos peixes não tratados com ozônio e 6,18 para os peixes tratados com atmosfera modificado com o gás ozônio (Tabela 05).

Tabela 05. Valores absolutos das médias de pH dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio

Tempo de Armazenamento	Valores de pH	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	6,32	6,32
10 dias	6,15	6,12
20 dias	6,22	6,15
30 dias	6,29	6,18
$\bar{x}$	6,18 ^a	6,19 ^a
C.V.	0,311%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Os valores de pH na musculatura do tambaqui foram decrescentes até o décimo dia onde atingiu menor valor, tornando a elevar-se a partir deste período até o final de forma cúbica (Figura 08).

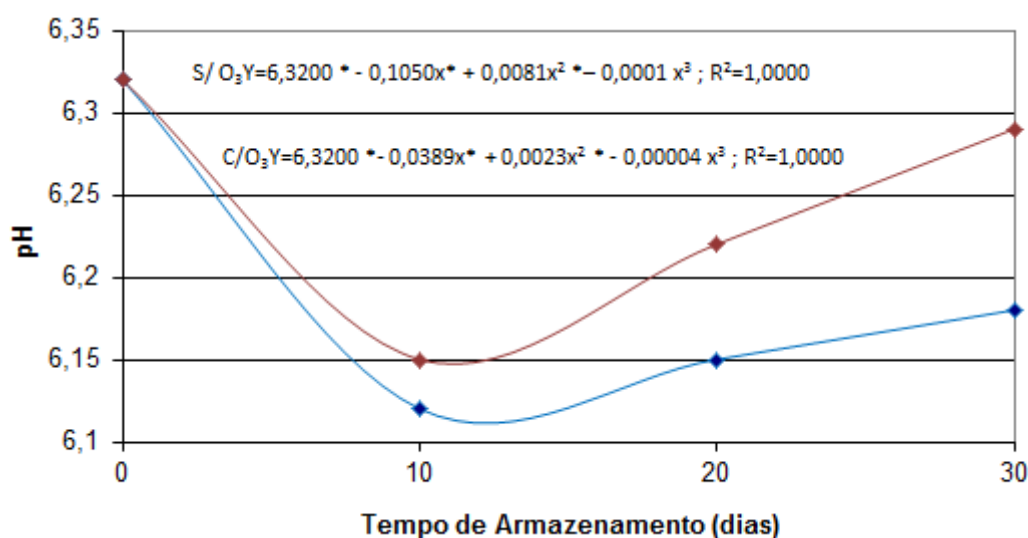


Figura 08. Evolução da variável pH na musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR)

De acordo com Cartonilho & Jesus (2011) em estudo com cortes de tambaquis congelados apresentaram valores iniciais bem inferiores, apresentando valores finais superiores ao deste experimento com tambaquis tratados com ozônio.

Estudos para avaliar a qualidade e vida útil de files de híbridos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) x tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando extrato cru de bacteriocinas, ácido láctico e o controle deste pescado embalados a vácuo sob-resfriamento em temperatura entre 3°C e 0,5°C durante 30 dias, Mahecha, (2008), obteve valores iniciais superiores ao deste trabalho. Os tratamentos observados apresentaram valor final superior ao tambaqui tratado com ozônio.

Rodrigues *et al.*, (2008) avaliando a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo por 28 dias acondicionada, observou valor inicial bem inferior ao tambaqui deste trabalho, onde ao longo do período apresentou constante aumento na variável até atingir o limite rejeição, resultado este difere deste experimento com tambaqui tratado com atmosfera modificada com ozônio.

Socool, 2002, avaliou a vida útil de filés de tilapia no Nilo (*Oerochromis niloticus*) minimamente processada conservada em refrigeração 1° C durante 20 dias, utilizando diferentes tratamentos: (T1) controle; (T2) ácido acético; (T3) vácuo; (T4) vácuo + ácido acético; (T5) atmosfera modificada (60% CO₂) e atmosfera modificada (60% CO₂)+ ácido acético (T6). Os tratamentos, T2, e T4 apresentaram-se inferiores ao deste trabalho, os demais apresentaram com valores superiores aos deste experimento com tambaqui. Em relação aos valores finais dos tratamentos foram superiores aeste experimento com atmosfera modificada com ozônio

Lempek *et al.*, (2001) a pescada foguete embalada a vácuo ou sem vácuo, observou valores de pH bem superiores na fase inicial, bem como, na fase final, onde atingiu o limite de rejeição, valores estes não observados no experimento com o tambaqui tratado com ozônio

Experimento realizado por Prentice & Sainz, (2005) com filés da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) conservadas em temperatura de 02°C durante 60 dias acondicionados em embalagens sem e com vácuo, observaram inicialmente valores superiores aos do tambaqui, sendo que ao pescado conservado no vácuo permaneceu com valores superiores ao deste experimento com tambaqui tratando com ozônio. O comportamento dos filés de carpa capim foi linear, diferentemente, deste experimento com o tambaqui que se comportou de forma cúbica.

Em estudo de frescor, textura e composição muscular de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) de acordo forma de insensibilização, dióxido de carbono e hipotermia, armazenada em gelo por 18 dias, Albuquerque *et al.*, (2004) apresentou valores iniciais inferiores em relação ao tambaqui tratado com ozônio. Ao longo do tempo ambos os tratamentos se mantiveram o pH superior aos valores obtidos neste estudo com o tambaqui tratado com ozônio.

4.2.2. Determinação de N-BVT

Na análise estatística do experimento, para a variável N-BVT houve interação tempo/tratamento diferença altamente significativa ($p=0,00588$) onde em ambos os tratamentos apresentaram um comportamento quadrático.

Os valores de N-BVT na musculatura de tambaquis aumentaram ao longo do tempo de forma quadrática. Conforme o tempo de armazenamento, o valor máximo obtido foi de 15,46 mgN/100g no tratamento sem o uso da atmosfera modificada com ozônio e de 12,37 mgN/100g para os tambaquis tratados em atmosfera modificada com ozônio conforme a Tabela 06 e a Figura 09. Ambos os resultados estavam bem abaixo dos limites de N-BVT determinados pelo Ministério da Agricultura, RIISPOA (1953) que é entre 30 e 35 mg N-BVT/100g.

Tabela 06. Valores absolutos das médias de N-BVT dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de N-BVT (mgN/100g)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	6,47	6,48
10 dias	7,78	6,90
20 dias	10,78	8,86
30 dias	15,46	12,37
$\bar{x}$	10,12 ^a	8,65 ^b
C.V.	7,043%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

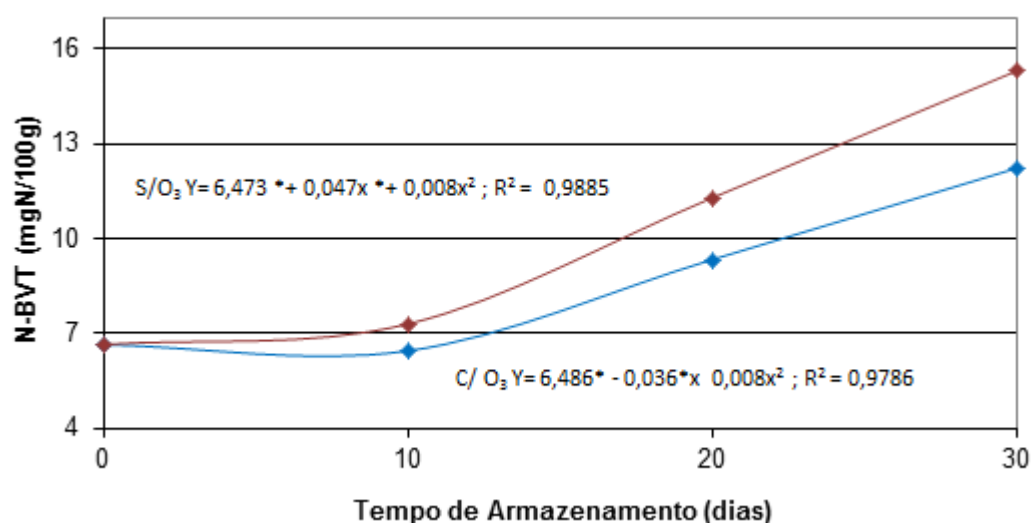


Figura 09. Evolução da variável N-BVT na musculatura do tambaqui espalmado armazenado sob refrigeração com e sem tratamento com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR).

Cartonilho e Jesus (2011) avaliaram cortes de tambaquis (*Colossoma macropomum*) submetidos ao congelamento -25°C por 180 dias, onde os valores iniciais, bem como, os finais foram superiores aos tambaquis tratados com ozônio. De forma semelhante o experimento com files de híbridos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) x tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando extrato cru de bacteriocinas e ácido lático para avaliar a qualidade e vida útil deste pescado embalados a vácuo sob-resfriamento em temperatura entre 3°C e 0,5°C durante 30 dias, apresentaram valores iniciais, bem como, os finais superiores aos deste experimento com o tambaqui tratado com ozônio. Também Rodrigues *et al.*, (2008) avaliando a qualidade da musculatura da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada estocada em gelo por 28 dias acondicionada, os valores da de N-BVT observados, foram superiores aos valores obtidos neste experimento com tambaqui conservado com atmosfera modificada com ozônio.

Cabral *et al.*, (2012) avaliaram a estabilidade muscular da tilápia (*Oreochromis niloticus*) mecanicamente separada (CMS) em função de diferentes tipos de aditivos químicos e armazenadas durante 30 dias, onde os tratamentos foram: T1= CMS não lavada, sem antioxidante; T2= CMS lavada sem antioxidante; T3= CMS lavada com tripolisfosfato/eritorbato de sódio e T4= CMS lavada com BHT. Os valores obtidos para a variável no T1 apresentaram-

se superior durante todo o experimento em relação aos tambaquis. Para os demais tratamentos os valores iniciais e finais foram inferiores aos deste experimento com os tambaquis ao longo dos trinta dias de experimentação.

Monteiro (2011) avaliou a validade comercial durante 20 dias dos filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em gelo com temperatura 01°C, tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada com 04 tratamentos, onde T1= Filés embalados em aerobiose; T2= filés embalados em atmosfera modificada; T3= filés irradiados e T4= filés embalados em atmosfera modificada e irradiados. Os valores obtidos no dia zero para T1 e T2 foram superiores e T3 e T4 os valores foram inferiores aos dos tambaquis no mesmo período. O T1 atingiu o limite no sexto dia, o T2 no décimo terceiro dia, o T3 no décimo quinto dia e o T4 no décimo oitavo dia. Os tratamentos realizados pelo autor foram ao longo do tempo bem superiores aos obtidos neste experimento com os tambaquis espalmados, não obtendo valores acima dos limites determinados pela legislação, diferindo desta forma, dos tratamentos utilizados pelo autor os quais ultrapassaram tais valores limites.

Em estudo realizado para avaliar a vida útil de filés de tilapia no Nilo (*Oerochromis niloticus*) minimamente processada conservada em refrigeração 1°C durante 20 dias, Soccol (2002), utilizou diferentes tratamentos: (T1) controle; (T2) ácido acético; (T3) vácuo; (T4) vácuo + ácido acético; (T5) atmosfera modificada (60% CO₂) e atmosfera modificada (60% CO₂) + ácido acético (T6). Os resultados iniciais e finais foram superiores aos observados no tambaqui tratado com ozônio. De forma semelhante, Lempek *et al.*, (2001) obtiveram resultados com filés da Pescada Foguete, embalados com e sem vácuo, valores superiores ao do tambaqui tratado com ozônio. Pratice & Sainz (2005) avaliaram a cinética da deterioração da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) conservadas em temperatura de 02°C por 60 dias acondicionadas em embalagens sem e com vácuo apresentaram valores iniciais para o N-BVT e finais superiores atingindo o limite de rejeição, diferentemente, deste trabalho com o tambaqui.

Conforme Albuquerque *et al.*, (2004) em estudo de frescor, textura e composição muscular de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) de acordo forma de insensibilização, por dióxido de carbono (CO₂) e hipotermia, armazenada em gelo por 18 dias, os valores de N-BVT foram diferentes

conforme o tratamento, sendo que os resultados iniciais bem como, os finais apresentaram-se superiores em relação a este estudo com o tambaqui tratado com ozônio.

Almeida *et al.*, (2006), cita em seu artigo relacionados as alterações post-mortem de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Curvier-1818) estocado em gelo, o limite estabelecido no RIISPOA para a variável N-BVT é entre 30 e 35 mg N-BVT/100g. Monteiro (2011) ressalta que, no Brasil, não há regulamento específico para peixes de água doce e que esse limite foi utilizado como referência, não sendo, portanto, específico para a espécie em estudo.

4.2.3. Determinação do TBA

A variável TBA apresentou diferença significativa para os fatores tempo e tratamento ($p=0,00001$ e $p=0,00077$ respectivamente). Na análise de regressão polinomial, o tempo de armazenamento apresentou comportamento cúbico conforme a Figura 10, sendo que os valores máximos da variável foram observados no 30º dia (Tabela 07).

Tabela 07. Valores absolutos das médias de TBA dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de TBA (mg MA/Kg)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	0,58	0,58
10 dias	1,75	2,31
20 dias	2,32	2,88
30 dias	3,40	2,91
$\bar{x}$	1,89 ^a	2,29 ^b
C.V.	10,878%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

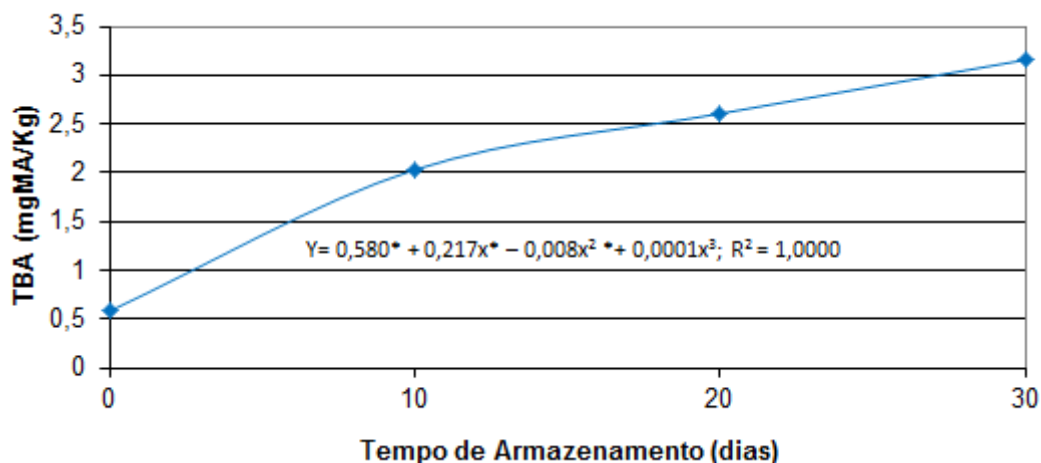


Figura 10. Evolução da variável TBA da musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR).

De acordo com a avaliação dos cortes congelados de tambaquis por 180 dias, Cartonilho & Jesus (2011), descrevem que os valores de TBARS para cortes de tambaquis (costela, lombinho e posta) apresentaram crescente aumento ao longo dos cento e oitenta dias de congelamento em temperatura de -25°C). Os valores mais expressivos pertenciam aos cortes da costela, devido a presença de maior concentração lipídica, porém, independente dos cortes, mantiveram-se com valores baixos ao longo do trabalho. O comportamento da variável em ambos os tratamentos foi semelhante ao deste trabalho.

Monteiro (2011) avaliou a validade comercial durante 20 dias dos filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em gelo com temperatura 01°C, tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada com 04 tratamentos, onde T1= Filés embalados em aerobiose; T2= filés embalados em atmosfera modificada; T3= filés irradiados e T4= filés embalados em atmosfera modificada e irradiados. Os valores iniciais de T1 apresentaram-se inferiores, e os demais tratamentos os valores foram superiores aos deste experimento para o mesmo período. O T1 atingiu valor limite da legislação no nono dia, enquanto que os demais tratamentos obtiveram valores acima dos descritos para os tambaquis espalmados tratados com ozônio no décimo quarto dia para o T2, décimo primeiro dia para o T3 e no décimo terceiro dia para o T4.

Ribeiro *et al.*, (2007) avaliaram filés de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) oriundos de frigoríficos de Belém do Pará, a fim de avaliar as alterações da cor da musculatura do pescado, onde valor obtido no pescado fresco foi inferior aos obtidos para o tambaqui.

Prentice & Saiz, (2007) os valores obtidos na variável, utilizando embalagens com e sem vácuo, para filés da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) conservadas em temperatura de 02°C por 60 dias apresentaram valores iniciais próximos de zero, comportando-se até o final do experimento em crescente aumento, atingindo valores finais bem inferiores aos obtidos no experimento do tambaqui tratado com ozônio.

Cabral *et al.*, (2012) avaliaram a estabilidade muscular da tilápia (*Oreochromis niloticus*) mecanicamente separada (CMS) em função de diferentes tipos de aditivos químicos e armazenadas durante 30 dias, onde os tratamentos foram: T1= CMS não lavada, sem antioxidante; T2= CMS lavada sem antioxidante; T3= CMS lavada com tripolisfosfato/eritorbato de sódio e T4= CMS lavada com BHT. Os valores obtidos para o TBA apresentaram-se dentro dos valores aceitáveis na literatura, sendo que, os resultados descritos pelos autores no trigésimo dia, apresentaram-se inferiores aos deste experimento para o mesmo período.

Soccol (2002) realizou experimento visando otimizar a vida útil de filés de tilapia no Nilo (*Oerochromis niloticus*) minimamente processada conservada em refrigeração 1°C durante 20 dias, utilizou diferentes tratamentos: (T1) controle; (T2) ácido acético; (T3) vácuo; (T4) vácuo + ácido acético; (T5) atmosfera modificada (60% CO₂) e (T6) atmosfera modificada (60% CO₂)+ ácido acético, sendo todos os tratamentos devidamente embalados. Os valores iniciais dos tratamentos T5 e T6 apresentaram-se semelhantes aos deste experimento, sendo que no vigésimo dia, apresentou-se bem elevado em relação aos tambaquis. Em relação aos demais tratamentos, os valores iniciais dos tratamentos T1 e T3 foram inferiores, e os tratamentos T2 e T4 os valores iniciais foram superiores aos do tambaqui. Em relação aos valores finais somente os tratamentos T5 e T6 os quais receberam tratamentos com atmosfera modificada apresentaram valores bem maiores que os valores finais para os tambaquis deste experimento.

Siqueira, (2001) utilizou a radiação ionizante (gama) com quatro tratamentos (T1=0,0; T2=1,0; T3=2,2 e T4=5,0 kGy) nos cortes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) refrigerados conservados por 20 dias. Os valores iniciais diferiram entre si onde T1, T2, T3 e T4 apresentaram valores iniciais, bem como, os finais inferiores aos descritos neste experimento com os tambaquis.

Torres (2011) em estudos sobre o perfil de ácidos graxos de espécies de pescado de água-doce nativas da região Sul, do Rio Grande do Sul e do Uruguai, avaliou filés de jundiá (*Rhamdia quelen*) e da traira (*Hoplias malabaricus*), congelados por oito meses em temperatura de -18°C. Os filés de traira apresentavam com valores iniciais acima dos encontrados nos tambaquis e os filés de jundiá apresentavam-se com valores iniciais mais baixos. Por volta do trigésimo os filés de traira ainda mantinha o mesmo valor, porém, bem abaixo dos encontrados nos tambaquis neste mesmo período. Para os filés de jundiá houve um aumento, mas com valores bem abaixo dos encontrados neste experimento. Ambos os filés a partir do segundo mês apresentaram valores decrescentes ao longo do tempo, onde os valores finais foram bem abaixo dos iniciais, diferentemente dos resultados deste trabalho que houve aumento crescente ao longo do tempo.

A legislação vigente no Brasil não apresenta limite máximo para malonaldeído/kg em produtos cárneos. Entretanto, o produto cárneo pode ser considerado em bom estado apresentando valores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg de amostra (CABRAL *et al.*, 2012).

4.2.4. Determinação do Índice de Peróxidos

Estatisticamente, a variável índice de peróxidos apresentou diferença significativa na interação entre os fatores tempo/tratamento ($p=0,00001$). Para a interação entre os fatores tratamento e tempo de armazenamento houve um comportamento cúbico (FIGURA 11).

De acordo com as médias ajustadas (TABELA 08), verifica-se que há uma diferença entre os tratamentos ao longo do tempo, em que o tratamento com atmosfera modificada com o gás ozônio, apresentou valores inferiores ao

longo dos trinta (30) dias de exposição dos tambaquis espalmados em relação ao grupo não tratado.

Tabela 08. Valores absolutos das médias de Índice de Peróxidos dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) espalmado, sob refrigeração em atmosfera modificada com e sem ozônio.

Tempo de Armazenamento	Valores de Índice de Peróxidos (meq/Kg)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	0,02	0,02
10 dias	0,53	1,70
20 dias	1,72	0,71
30 dias	6,90	3,60
$\bar{x}$	2,28 ^a	1,50 ^b
C.V.	19,965%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

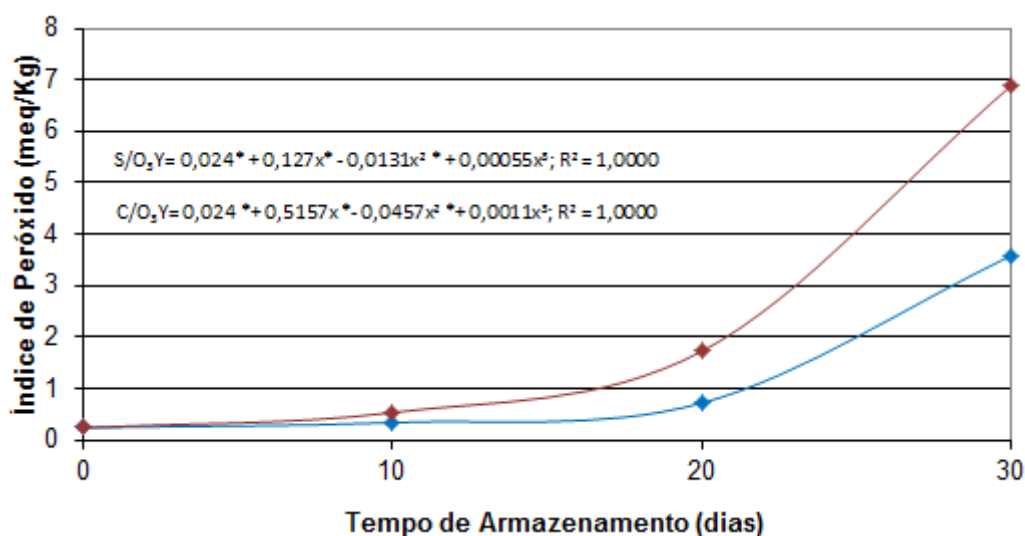


Figura 11. Evolução da variável Índice de Peróxidos da musculatura de tambaqui espalmado em função do tempo de armazenamento e de tratamento com e sem atmosfera modificada com ozônio em câmara fria (2°C e 75% UR).

Barreto *et al.*, (2007) analisando óleos extraídos do músculo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) originários de sistema de viveiro, de um comerciante no município de Boa Vista – RR. Tal valor expressa a qualidade de frescor do pescado pós abate, onde estes valores são semelhantes aos

deste trabalho em ambos os tratamentos para o dia zero, permanecendo abaixo do limite máximo permitido de 5 mEq/Kg de acordo com o autor.

De acordo com Prentice & Sainz (2005) em estudos sobre a cinética de deterioração de filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob temperatura de 2°C, durante 60 dias, independente do tratamento, apresentou valores iniciais e ao longo do experimento muito superiores, em relação aos analisados neste experimento com tambaqui tratado com ozônio. Tais valores obtidos nas análises da carpa-capim são rejeitados por alguns autores. Também cabe ressaltar que os valores desta variável se mantiveram em crescente aumento gradativo até o final, diferente, da carpa-capim que no décimo quinto dia apresentou uma redução significativa nos valores desta variável.

Experimento realizado por Lempek *et al.*, (2001), utilizando filés da pescada foguete (*Macrodon ancylodon*), acondicionados em embalagens com e sem vácuo, em temperatura de 0° C, durante quarenta dias, os valores iniciais bem como, os finais estavam bem acima dos avaliados nos tambaquis tratados com ozônio. Os filés de pescada foguete acondicionados em embalagens sem vácuo atingiram o valor limite descritos pelo autor no vigésimo dia, sendo o grupo acondicionado em embalagem a vácuo, não atingiu o limite ao longo de todo o experimento. Os resultados apresentados pelo autor apresentam uma grande diferença de valores, diferentemente, deste trabalho, porém, apresentam semelhanças em relação ao comportamento crescente até o final. De forma semelhante Oliveira *et al.*, (2008) avaliou a reação do índice de peróxidos em relação nos cinco tratamentos por imersão dos filés de tilápia á temperatura de 5°C em cuba lavadora ultra-sônica por 20 minutos, onde o T1= água hiperclorada; T2= água hiperclorada + ultrassom; T3= água ozonizada; T4= água ozonizada + ultra som e T5= controle. Os valores médios obtidos pelos aultores para o índice de peróxidos foram extremamente superiores ao deste experimento com os tambaquis submetidos a atmosfera modificada com ozônio.

Torres (2011) em estudos sobre o perfil de ácidos graxos de espécies de pescado de água-doce nativas da região Sul, do Rio Grande do Sul e do Uruguai, avaliou o jundiá (*Rhamdia quelen*) e a traira (*Hoplias malabaricus*), durante o período de estocagem dos filés congelados a -18°C, durante oito

meses. As análises foram realizadas com intervalos de dois meses entre coletas, onde os resultados iniciais foram semelhantes aos dos tambaquis deste experimento. O jundiá obteve um crescimento ascendente nos primeiros dois meses atingindo valores bem acima dos encontrados neste experimento. Da mesma forma ocorreu com a traíra que obteve valores nos primeiros dois meses bem superior aos do jundiá e aos encontrados nos tambaquis tratados com ozônio. Filés de traíra e filés de jundiá apresentaram uma tendência de aumento progressivo no conteúdo de peróxidos durante o período de estocagem.

As gorduras para serem consideradas estáveis precisam apresentar valores de índice de peróxido zero (expresso em mEq de peróxido inicial/Kg de gordura) de acordo com Torres (2011). O limite de rejeição do índice de peróxidos apresenta divergências, alguns autores descrevem nos artigos com valores 5 meq/Kg (BARRETO *et al.*, 2007) e 10 meq/Kg (LEMPEK *et al.*, 2001).

4.2.5. Análise da Composição Centesimal

As análises da composição centesimal do tambaqui espalmado os resultados observados para umidade, cinza, proteína e lipídio estão descritos na Tabela 09.

Tabela 09. Composição Centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) espalmado.

Composição Centesimal	
Critérios	Resultados
Umidade	76,02%
Cinza	1,03%
Lipídio	4,97%
Proteína	16,30%

Experimento realizado com filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) Sales & Maia (2013) observaram valores bem abaixo em relação ao tambaqui tratado com ozônio, da mesma forma Aguiar (1996)

observou o valor de umidade de filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) valores abaixo deste experimento.

Mesquita (2013) avaliando a composição centesimal de filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de fêmeas e machos, o valor para umidade independente do sexo foi semelhante aos deste trabalho. Semelhante a estes resultados, Cartonilho e Jesus (2011) apresentaram valores semelhantes ao tambaqui tratado com ozônio. Também Rocha *et al.*, (1982) avaliou a composição centesimal de tambaqui (*Colossoma macropomum*), obtendo valor semelhante ao deste trabalho.

Também Mahecha (2008) em estudo com filés á vácuo de híbridos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) x tambaqui (*Colossoma macropomum*) os valores observados foram superiores ao tambaqui tratado com ozônio. Rocha *et al.*, (1982) a composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*), o valor foi semelhante ao tambaqui tratado com ozônio.

Mesquita (2013) avaliou a composição centesimal de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de fêmeas e machos, observou valores superiores aos deste trabalho com atmosfera modificada com ozônio. Também Sales & Maia (2013) em experimento com filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) apresentaram valor bem acima deste experimento. Aguiar (1996) avaliando filés de tambaqui observou valor bem superior ao deste experimento em qualquer etapa.

Já Mahecha (2008) estudando filés de híbridos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) x tambaqui (*Colossoma macropomum*) resfriados observou valor bem inferior ao do tambaqui tratado com ozônio.

5. CONCLUSÕES.

Pelos resultados obtidos nos experimentos 01 e 02 pode-se concluir que:

- a) A presença de gás ozônio (1,5 ppm) em câmaras frias ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), apresentou influência, na contagem padrão das bactérias psicrófilas, em relação aos tambaquis sem atmosfera modificada com ozônio, os quais atingiram o limite de contagem de log 6. Para as mesófilas, o tratamento com ozônio apresentou melhor controle em relação aos tambaquis espalmados sem atmosfera modificada com

ozônio, porém, independente do tratamento não atingiram os valores de rejeição determinadas neste trabalho. Em relação ao NMP total e fecal, independente do tratamento, não apresentaram diferenças. Em ambos os tratamentos houve a ausência em 25 g de *Salmonella* sp e de *Staphylococcus* coagulase positiva mantendo-se de acordo com a legislação brasileira.

- b) Em relação ao pH e N-BVT a presença do gás ozônio (1,5ppm) em câmaras frigoríficas ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), demonstrou obter influência na preservação do pescado, apresentando desta forma, condições de consumo.
- c) Para a análise da oxidação lipídica, o gás ozônio não teve influência em relação a reação ao ácido tiobarbitúrico. Com relação ao Índice de peróxidos, a atmosfera modificada com ozônio (1,5 ppm) em câmaras frigoríficas ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), apresentou melhor controle sobre oxidação lipídica, mantendo o produto em condições de consumo.
- d) De forma geral, os tambaquis tratados em ambientes com atmosfera modificada com ozônio (1,5 ppm) em câmara frigorífica ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), por 30 dias apresentaram melhor qualidade em relação aos peixes não tratados, evidenciando que o ozônio fornece um incremento de qualidade para o produto.

6. REFERÊNCIAS.

- AGUIAR, J.P.L.. Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia. ACTA AMAZÔNICA, 26 (1/2):121-126, 1996.
- AGUIAR, A.C..Extração de Lipídios de resíduos de Filetagem de Pescada-Olhuda (*Cynoscion striatus*) Utilizando Tecnologia supercrítica. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2011.
- ALBUQUERQUE, W.F.; ZAPATA, J.F.F. & ALMEIDA, R.S.. Estudo do Frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, v.35, nº. Especial, p. 264 – 271, 2004
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E.. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. Ciência Rural. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1288 – 1293., jul-ago, 2006.
- ALMEIDA, M.C. Relações Corporais, Composição Centesimal e rendimento de Filés de Mandi (*Pimelodus britskii*), do Reservatório Salto Santiago, Rio Iguaçu. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon - PR. 2010.
- ANDRADE, F.S.V.; CARNEIRO, M.J.M.; MARTINS, M.L.L. & CORDEIRO, C.A.M.. Avaliação Sensorial e Microbiológica do Peruá (*Balistes capriscus*) Capturado na Região Norte Fluminense e Comercializado no Mercado de Campos de Goytacazes – RJ. Revista Higiene Alimentar. v.16, nº 99, p. 70 – 74. 2002.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução - RDC nº 12, de janeiro de 2001. Acesso <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm, acessado em 14 de junho de 2009.
- A.O.A.C.. Official Methods of Analysis. 15 ed., Washington: Association of Official Analytical Chemists, 960p. 1990.

- BARRETO, N.S.E.; MOURA, F.C.M.; TEIXEIRA, J.A.; ASSIM, D.A. & MIRANDA P.C..Avaliação das Condições Higiênico-sanitárias do Pescado Comercializado no Município de Cruz das Almas, Bahia. Revista Caatinga, Mossoró – RN, v. 25, nº 3, p.85 – 95, 2012
- BORGES, A..Parâmetros de qualidade do Pacu (*Piractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo. TESE (Doutor em Hhigiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro – RJ, 2013.
- BRASIL, (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. Divisão de Normas Técnicas. Decreto n. 1255 de 25 de junho de 1952. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal. Titulo VII, capítulo VII, Sessão I, 1952.
- BRASIL. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Instrução Normativa 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializa os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, 2003.
- CABRAL, I.S.R.; ANGELINI, M.F.C.; SHIRAHIGUE, L.D.; SUCASAS, L.F.A. & OETTERER, M.. Estabilidade de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em Função do Uso de Diferentes Aditivos Químicos. Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos. Campo Mourão – PR, v.3, n.1, p.44-49, Jan./Jun., 2012
- CARTONILHO, M.M & JESUS, R.S.. Qualidade de Cortes Congelados de Tambaqui Cultivado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.4, p344-350, abr.2011

- CHIATTONE, P.V.. Ácido Ascórbico, Eritorbato e Mistura Comercial na Redução da Oxidação de Hamburguer Bovino Processado com Água Ozonizada. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, 2010
- GIAMPIETRO, A. & REZENDE-LAGO, N.C.M.. Qualidade do Gelo Utilizado na Conservação de Pescado Fresco. Arq. Inst. Biol., São Paulo – SP, v.76, n.3, p. 505-508, jul/set, 2009.
- GONÇALVES, A.A. Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. Braz. Arch. Biol. Technol. v.52 n. 6: pp. 1527-1539, Novm/Dec , 2009
- ICMSF - International Commission on Microbiological Specification for Foods. Microorganisms in Food. Sampling for Microbiological Analysis: Principle andScientific Application. 2ª ed. Canadá., p 181-196.,1986.
- JESUS, R.S. Estabilidade de "minced fish" de peixes amazonicos durante o congelamento. Tese (Doutorado). Fac.Ciencias Farmacêuticas, USP, São Paulo, 1999, 105 p.
- KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E. & KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. Journal of Food Science, n. 9, v. 66, p.1242-1250, 2001
- LANARA (Brasil). Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. 1. Métodos microbiológicos. Brasília-DF, Ministério da Agricultura, 112p., 1981.
- LANZARIN,M.; ALMEIDA-FILHO, E.S.; RITTER, D.O.; MELLO, C.A.; CORRÊA, G.S.S. & IGNÁCIO, C.M.S.. Ocorrência de *Aeromonas* sp. e Microrganismos Psicrotróficos e Estimativa de Validade Comercial de Filés de Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) Mantidos sob Refrigeração. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.63, n.6, p.1541-1546, 2011.

- LEMPEK, T.S.; PRENTICE, C. & LOPES, M.L.. Efeito do Vácuo na Qualidade da Pescada-Foguete (*Macrodon ancylodon*). Rev. Bras. de Agrociência, v.7, n.1, p.64 – 67, jan-abr, 2001.
- LOUSADA, V.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; GALLARDO, J.M. & AUBOURG, S.P..Effect of Advanced Chilling Method on Lipid Damage During Sardine (*Sardine pilchardus*) Storage. Eur. J. Lipid Sci. Technol. n. 106, p. 844-860, 2004
- LYHS U, LAHTINEN J, FREDRIKSSON-AHOMAA M, HYYTIA-TREES E, ELFING K, KORKEALA H. Microbiological quality and shelf-life of vacuum-packaged 'gravad'rainbow trout stored at 3 and 8°C. Int. J. Food Microbiol.v.70 p.221–230, 2001
- MAHECHA, H.S.. Utilização de bacteriocinas produzidas por *Lactobacillus lantarum* LPBM10 na qualidade e vida útil de filetes do híbrido de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) x tambaqui (*Colosoma Macropomum*), embalados a vácuo sob resfriamento. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. 105p. 2008.
- MANSKE, C.; MALUF, M.L.F.; SOUZA, B.E.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R. & FEIDEN, A.. Composição Centesimal, Microbiológica e Sensorial do Jundiá (*Rhamdia quelen*) Submetido ao Processo de Defumação. Ciências Agrárias, Londrina-PR, v.32, n. 1, p. 181 – 190, jan/mar. 2011.
- MERCK, Análise Microbiológica de Alimentos. 2ª edição, p.25 - 27, 1989.
- MESQUITA, R.C.T.. Características Corporais e Composição Centesimal entre Machos e Fêmeas de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 59p., 2013.

- MONTEIRO, M.L.G..Validade Comercial de Filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Resfriados Tratados com Irradiação e Embalados em Atmosfera Modificada. 2011. 141f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, 2011
- NORA, N.S.; ESPIRITO SANTO, M.L.P.; CARBONERA, N.; GONÇALVES, L.M. & SUÑE PFEIRER SANT´ANNA, C.. Avaliação Microbiológica de Filés de Pescado Oriundos de Diferentes Indústrias Pesqueiras. IN: XVIII CIC, XI ENPOS, I Amostra Científica. 20 a 29 de outubro de 2009. FURG Rio Grande – RS. 2009
- OGAWA,M.& MAIA,E.L.M. Manual de Pesca – Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela. v.1, p. 175 A 187.1999.
- OLIVEIRA, N.M.S.; OLIVEIRA, W.R.M.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, J.M.S.F.; VICENTE, E.; FIORINI, J.F. & BRESSAN, M.C.. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos á sanitização. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28 (1): 83-89, jan-mar. 2008.
- ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F.. 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., 2004.
- PRENTICE,C.& SAINZ,R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados à vácuo sob diferentes condições de refrigeração. Ciênc. Technol. Aliment. Campinas v.25, n.1,Jan./Mar. 2005.
- RAVESI, E.M.; LICCIARDELLO, J.J. & RADICOT, L.D..Ozone Treatments of Fresh Atlantic Cod, *Gadus morhua*. *Marine Fisheries Review*. n. 49, v.4, p.37-42, 1987.

- ROCHA, Y. R. ; AGUIAR, J.P.L. ; MARINHO, H.A. & SHRIMPTON, R.. Aspectos Nutritivos de alguns peixes da Amazônia. Acta Amazônica 12 (4): 787-794, 1982.
- SALES, R.O. & MAIA, E.L..Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum*. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 07, n. 2, p. 31-44, jul-dez, 2013.
- SÃO PAULO, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. IV Ed e a 1ª Ed Digital., v.1. São Paulo, 1020 p., 2008.
- SÃO PAULO, CÓDIGO SANITÁRIO. Regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da secretaria do estado de São Paulo. 4ª ed., São Paulo – SP, 412 p., 1991
- SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A; PARK, K.J. & MURR, F.E.X.. Composição Físico-química, Microbiológica e Rendimento do Filé de Tilápia Tailandesa (*Oreochromis niloticus*), Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas – SP, v.27, p. 608 – 613, jul./set. 2007.
- SIQUEIRA, A.A.Z.C. Efeitos da Irradiação e Refrigeração na Qualidade e no Valor Nutritivo da Tilápia (*Oreochromis niloticus*). Piracicaba – SP: ESALQ-USP, 2001, Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, 2001.
- SOCOL, M.C.H. & OETTERER, M. Use of Modified Atmosphere in Seafood Preservation. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.46, n. 4, pp. 569 – 580. 2003
- TORRES, L.M.. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ESPÉCIES DE PESCADO DE ÁGUA-DOCE NATIVAS DA REGIÃO SUL DO RIO GRANDE DO SUL E DO URUGUAI. TESE (Doutorado em Ciência e tecnologia Industrial), UFPel, Pelotas-RS, 2011

EXPERIMENTO III

**MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE – MIQ PARA AVALIAÇÃO DO
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* – CUVIER 1818) INTEIRO E
ESPALMADO, MANTIDOS REFRIGERADOS EM CÂMARA FRIGORÍFICA
SOB ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO.**

RESUMO

A manutenção do pescado resfriado por um tempo maior de estocagem requer boas práticas de produção que iniciam na captura e prosseguem durante a estocagem. Observou-se que para a realidade local é necessário a adoção de novas tecnologias que não elevem os custos de produção. O objetivo deste trabalho foi criar subsídio científico para o estabelecimento de critérios específicos para a avaliação da qualidade da espécie *C. macropomum*, apresentado nas formas inteira e espalmada e conservados sob-refrigeração ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR) em câmaras frias com e sem a presença de gás ozônio 1,5 ppm por até 28 dias. Foi utilizado o método do índice de qualidade – MIQ, adaptado para o tambaqui. As avaliações foram realizadas ao zero, 07, 14, 21 e 28 dias de armazenamento, por um grupo de painelistas treinados. Os tambaquis (espalmados e inteiros) foram avaliados por meio de atributos, pontos de deméritos, os quais variaram entre zero (00) em ambas as formas de apresentação a dezessete (17) para o pescado inteiro e cinco (05) para pescado espalmado. Quanto maior o valor dos pontos de deméritos significa a perda da qualidade dos produtos. Os resultados observados para a forma inteira, em ambos os tratamentos, os pontos máximos obtidos foram de 6,5 e para a avaliação de frescor e para os tambaquis espalmados, a pontuação de frescor máxima foi de 1,7. Conclui-se que a presença da atmosfera modificada pelo gás ozônio em câmaras frias ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), não tem influência, pelo método MIQ, na qualidade de tambaquis inteiros e espalmados, no qual, perdem o frescor aproximadamente no sétimo dia para ambas as formas de apresentação. Em relação da avaliação comercial, bem como, a vida de prateleira em ambas as formas, armazenadas há necessidade de ajustes no MIQ para o tambaqui, principalmente, no que se refere aos pontos de deméritos, utilizados para avaliar os critérios.

Palavras chave: Tecnologia do pescado, peixe de água doce, piscicultura, ozônio

ABSTRACT

The maintenance of the cooled fish for a long time requires good production practices that begins with the capture and continue during storage. It was observed that for the local reality it is necessary to adopt new technologies without raise production costs. The aim of this work create scientific support to the quality evaluation of the *Colossoma macropomum* species meat, state in the whole or flat forms and conserved under-refrigerated storage ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 75-80% the RH) in refrigerated chamber with and without the presence of ozone gas 1,5 ppm for up to 28 days. It was utilized the Quality Index Method – QIM, adapted for tambaqui. The evaluations were realized by a group of trained panelists after storage time of zero, 07, 14, 21 and 28 days. The tambaquis (flat and whole) were evaluated by means of attributes, demerit points, which ranged from zero (00) in both presentation forms to seventeen (17) for whole fish and five (05) for flatfish. The highest value of demerit points means de most significant loss of product quality. In the evaluation of freshness, the maximum score observed for the whole form was 6,5 and for the flat tambaquis was of 1,7 for all the treatments. It is concluded that, according to the results obtained by the QIM method, the presence of atmosphere modified by ozone gas in cold chambers ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 75-80% the RH) does not interfere in the quality of whole and flat tambaquis, which lose freshness on the seventh day for both forms of presentations. In relation to the commercial evaluation, as well the self-life in both forms stored, there is need for adjustments in the QIM for the tambaqui, especially, as regards the demerit points, used to evaluate the criteria.

INTRODUÇÃO

A aquicultura decorrente do seu crescente aporte na produção mundial de pescado surgiu como uma alternativa para aumentar a produção de alimentos (CARTONILHO & JESUS, 2011). Há uma previsão que neste século a demanda do pescado aumentará nos países em desenvolvimento (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002).

O Amazonas é o estado que se destaca em 1º lugar na produção extrativista de água doce, com 28% do total produzido no Brasil, porém a contribuição para a aquicultura ainda é pequena (ALMEIDA *et al.*, 2006). As espécies nativas da Amazônia apresentaram um crescimento constante nos últimos anos, com cerca de 30% da produção nacional, destacando-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com 25.272 toneladas, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em torno de 8.946 toneladas e o piau com 2.472 toneladas. O maior produtor de tambaqui é o Estado do Amazonas, enquanto que de pacu e piau é o Mato Grosso (DIEGUES, 2006).

Segundo Gomes *et al.* (2010), atualmente o tambaqui é criado em todos os estados da Brasileiros, sendo o principal peixe da região amazônica, decorrente da fácil aquisição dos juvenis, bom potencial de crescimento, alta produtividade e rusticidade. A criação do tambaqui em sistema semi-intensivo vem apresentando ótimos resultados na região Norte do Brasil.

A espécie em destaque para o cultivo na região amazônica é o tambaqui (*Colossoma macropomum*- Cuvier 1818, Characidae, Serrasalminae), por ser originário do rio Amazonas e pela facilidade para adaptar-se aos ambientes de cultivo, sendo assim, a principal espécie cultivada (CARTONILHO & JESUS, 2011).

Segundo Bastos (1998), na região, o armazenamento do pescado são atividades realizadas, inadequadamente, comprometendo desta forma, a qualidade do produto até que ele chegue ao consumidor final. Esforços de implementação de práticas de conservação e preparo do pescado, vem sendo prioritários para melhorar a forma de abatimento, uma vez que, cerca de 25% do total de pescado capturado em todo mundo são descartados devido ao manuseio inadequado (SIQUEIRA, 2001).

A aplicação da atmosfera modificada com ozônio, para armazenamento de alimentos tem sido utilizada em produtos como carnes, frutas, legumes etc. (CHIATTONE, 2010; GONÇALVEZ, 2009), com objetivo de reduzir o índice bacteriológico que ocorrem nos sistemas de armazenamento, e assim, obter maior durabilidade dos alimentos em refrigeração, congelados ou armazenados frescos (GONÇALVEZ, 2009).

A aplicação do gás ozônio para manutenção da atmosfera modificada assim como no estado aquoso, permite que o crescimento microbiano seja inibido, modificando o ambiente de armazenamento do produto (KHADRE *et al.*, 2001; RAVESI *et al.*, 1987). A atmosfera modificada pelo ozônio também auxilia na redução do processo oxidativo dos lipídios (LOUSADA *et al.*, 2004).

A avaliação sensorial é definida como uma disciplina científica, empregada para evocar, medir, analisar e interpretar reações características do alimento, percebidas através dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Várias disciplinas são utilizadas no estudo da análise sensorial, estando incluídas: fisiologia, psicologia, estatística, economia doméstica e ciência e tecnologia dos alimentos (Rodrigues, 2008).

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). O MIQ foi desenvolvido originariamente pela *Tasmanian Food Research Unit*, baseado em parâmetros sensoriais significativos do pescado, que são avaliados por um conjunto de descritores, em um sistema de escores que varia de zero a três pontos de demérito (BREMNER, 1985). A vantagem do MIQ é avaliar os parâmetros sensoriais mais significativos para cada espécie durante o processo de deterioração (EZRAN & OZDEN, 2006). Amostras devem ser avaliadas de acordo com o MIQ específico proposto para a espécie, por um conjunto de avaliadores, e o índice de qualidade final corresponderá à média aritmética dos índices determinados pelos mesmos (NUNES *et al.*, 2007).

As diferentes espécies de peixes apresentam distintas formas e indicadores de deterioração, por isso o MIQ é específico para cada espécie (NIELSEN e GREEN, 2007; ESTEVES e ANÍBAL, 2007). Os atributos mais comumente avaliados em pescado são olhos, pele e guelras, além de odor e

textura (SVEINSDÓTTIR *et al.*, 2003). Quando é observada correlação linear entre o MIQ e o período de estocagem em gelo, o MIQ pode ser usado para prever a vida de prateleira restante. Assim, este método é importante para prever o fim da vida de prateleira ou tempo de rejeição, mas deve ser estimado por comparação com outro método de avaliação. O MIQ apresenta como vantagem, dentre outros métodos de avaliação, de avaliar os parâmetros sensoriais mais significativos para cada espécie durante o processo de deterioração (OTANI, 2009).

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 (BORGES 2013).

Na Índia foi realizada a análise sensorial de vários peixes a serem comercializados no mercado, sendo o método de índice de qualidade aplicado, a fim de, avaliar o seu grau de frescor (JHA *et al.*, 2010).

O MIQ pode ser usado para estabelecer o tempo-de-prateleira do pescado uma vez que os resultados estão linearmente relacionados com o tempo de conservação (NUNES & BATISTA, 2004; ESTEVES & ANÍBAL, 2007). Pelo MIQ pode-se, também, avaliar de forma rápida e objetiva a qualidade (o frescor) de um lote de pescado através da análise sensorial de um conjunto de atributos previamente estabelecidos como relevantes no processo de deterioração dos espécimes de determinada espécie. A principal vantagem do MIQ é providenciar aos produtores, compradores e outros uma ferramenta padronizada e de confiança para avaliar a frescura, qualidade dos produtos da pesca e aquicultura (ESTEVES e ANÍBAL, 2007). O objetivo deste trabalho foi

avaliar a qualidade de tabaquis inteiros e espalmados, armazenados em câmara fria, com a modificação da atmosfera utilizando com o ozônio (O₃)

2. OBJETIVOS

Avaliar a qualidade de tabaquis inteiros e espalmados, armazenados em câmara fria, com a modificação da atmosfera utilizando o gás ozônio (O₃) pelo Método do Índice de Qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. EXPERIMENTAÇÃO

O presente estudo foi realizado por meio de dois experimentos, diferindo-se um do outro apenas em relação a forma de apresentação dos tabaquis e adaptação do MIQ.

Experimento 01: Tabaquis armazenados sob refrigeração de forma inteira.

Experimento 02: Tabaquis armazenados sob refrigeração de forma espalmada.

A origem dos tabaquis, o local do experimento, as câmaras frigoríficas, a produção da atmosfera modificada pelo gás ozônio, as características dos peixes, o manejo dos peixes no pré-abate, o sacrifício e transporte dos peixes, o preparo dos materiais para acondicionamento das unidades experimentais que envolvem o material e métodos deste experimento foram iguais aos dos experimentos I e II. A partir destes itens houve diferenças nos procedimentos descritos no material e métodos, conforme descrito abaixo.

3.2. RETIRADA DAS AMOSTRAS

A retirada dos exemplares foi de forma aleatória, em ambas as câmaras frigoríficas com seus respectivos tratamentos (conforme item 3.7), seguindo as datas preestabelecidas em intervalos de sete dias. Em cada coleta de amostras foi retirado quatro (04) unidades experimentais, as quais correspondiam a sua repetição para serem avaliadas.

Cada unidade experimental foi acondicionada em sacos plásticos individuais, esterilizados, identificados com a data de coleta, o número da repetição e o tratamento. De forma ágil e rápida as amostras foram

acondicionadas em caixas térmicas, devidamente desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, na dosagem de 200ppm de concentração.

3.3. ANÁLISE SENSORIAL, MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE – MIQ

A análise sensorial foi realizada através do método de índice de qualidade (MIQ) para peixes frescos inteiros, adaptada de Nunes e Batista (2004) conforme a Tabela 01 (grau de frescor) e para peixes espalmados, conforme a Tabela 02 (grasu de frescor), adaptadas de Rodrigues (2008).

Tabela 01. Esquema do MIQ para a Avaliação do Frescor de Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Inteiro, adaptado de Nunes e Batista (2004).

Critérios		Descrição do Frescor	Pontos de Deméritos
Aspecto Geral	Escamas	Fixadas a Pele	0
		Não Fixadas a Pele	1
	Textura	Firme	0
		Mole	1
	Rigidez	Tenso	0
		Pouco Tenso	1
		Mole	2
Orifício Anal	Fechado	0	
	Aberto	1	
	Aberto c/ Secreção	2	
Olhos	Forma	Convexa	0
		Achatada/Plana	1
		Concava	2
	Transparência da Córnea	Límpida	0
		Ligeiramente Opaca	1
		Leitosa/Opaca	2
	Pupila	Preta/Azulada Viva	0
Preta/Enevoadada		1	
Cinzenta/Leitosa		2	
Gueltras	Odor	Algas Marinhas	0
		Cheiro Neutro	1
		Rançoso	2
	Cor	Vermelho Vivo S/ Muco	0
		Vermelho Escuro/Muco Transparente	1
		Castanho Cinzento/Muco Opaco e Espesso	2
Amarelo/Muco Leitoso		3	
Índice de Qualidade (Pontos de Deméritos)			0 - 17 pontos

Tabela 02. Método do Índice de Qualidade para a Avaliação de Frescor de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) espalmado, adaptado de Rodrigues (2008).

Critérios	Descrição do Frescor	Pontos de Deméritos
Parede Abdominal	Brilhosa	0
	Pouco Brilho	1
	Sem Brilho	2
Costelas	Aderidas ao músculo	0
	Não aderidas ao músculo	1
Musculatura	Cor clara	0
	Cor clara ligeiramente amarelada	1
	Cor amarelada	2
Índice de Qualidade (Pontos de Deméritos)		0 a 5 pontos

3.2.1. AVALIAÇÃO DOS PEIXES

Antes de iniciar as atividades sensoriais, foram realizados dois treinamentos com os avaliadores, em que, no mesmo intervalo de coleta do pescado do experimento foi avaliada a mesma espécie, a fim de, familiarizar com as alterações do pescado ao longo do tempo. Em cada dia do treinamento as amostras foram fotografadas, para eliminar, eventuais dúvidas.

As avaliações foram realizadas por um grupo de painelistas treinados, entre seis (mínimo) e dezesseis (máximo) avaliadores (Figura 01). No laboratório de tecnologia do pescado as amostras foram retiradas da caixa térmica de transporte e acondicionadas inicialmente, em bandejas identificadas com o tratamento ocorrido, onde o número “1” foi destinado para os peixes tratados com ozônio e número “2” para os peixes do grupo não tratado.



Figura 01: Treinamento dos avaliadores no Laboratório de Tecnologia do Pescado/UFAM (Foto: Joel Lima, 2013).



Figura 02. Processo de avaliação do tambaqui espalmado pelo MIQ (Fotos: Joel Lima, 2013).

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em ambos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi de inteira casualização, em esquema fatorial 2×5 (dois sistemas de armazenamento x cinco tempos de avaliação), com quatro repetições de três unidades experimentais por parcela.

Os dados obtidos das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância e em caso de significância ($p < 0.05$) para os fatores quantitativos utilizou-se análise de regressão polinomial e o teste Tukey para os fatores qualitativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO 01 - TAMBAQUI INTEIRO

De acordo com a análise da variância, observou-se houve diferença estatística significativa somente para o fator tempo ($p=0,00001$).

A determinação do grau de qualidade foi realizada através do somatório de pontos de deméritos de cada atributo, onde, os valores variaram de zero (00) a dezessete (17) pontos. Quanto menor a pontuação melhor a qualidade de frescor dos peixes. O comportamento do MIQ equivaleu estatisticamente em ambos os tratamentos, sendo que apenas no vigésimo primeiro dia ocorreu uma variação entre os valores de pontuação (Tabela 03).

Tabela 3. Valores médios absolutos das pontuações para o tambaqui (*Colossoma macropomum* – Cuvier, 1818) inteiro, avaliado pelo Método do Índice de Qualidade (MIQ), armazenados refrigerados. Manaus – AM, 2013.

Tempo de Armazenamento	Pontuação MIQ (Deméritos)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	3,2	3,2
07 dias	5,5	5,5
14 dias	6,0	6,0
21 dias	6,0	5,7
28 dias	6,5	6,5
$\bar{x}$	5,45 ^a	5,40 ^a
C.V.	11,779%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Ao analisar os pontos de deméritos segundo o fator tempo de armazenamento, independentemente de fator tratamento, observou-se um comportamento linear, onde o menor valor foi 3,2 ocorreu como esperado ao zero dias (antes dos peixes entrarem na câmara fria). Após esse período houve um aumento até o trigésimo dia, quando atingiu o valor máximo de 6,5 (Figura, 03).

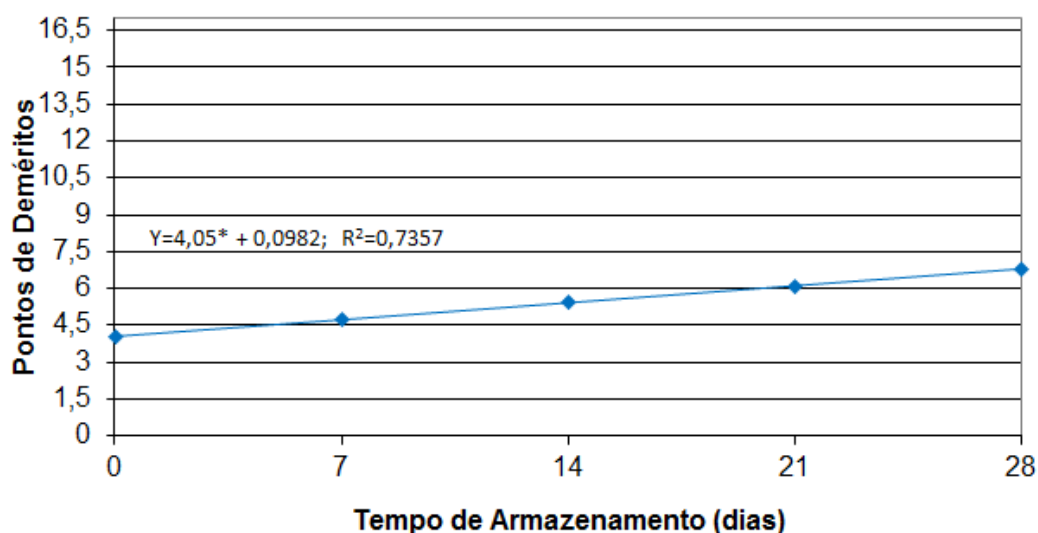


Figura 03: Evolução dos pontos de demérito na musculatura do tambaqui inteiro, armazenado sob-refrigeração (+2°C e 75% UR), independente dos tratamentos com e sem modificação da atmosfera com ozônio.

De modo geral os tambaquis inteiros apresentaram-se inicialmente com todos os critérios aceitáveis do ponto de vista de “qualidade comercial”. A partir desta data iniciaram os processos naturais, relacionados às perdas na qualidade do produto. No sétimo dia, observaram-se algumas alterações, onde, dentre os aspectos gerais, a face externa apresentava-se levemente desidratada, com as escamas ressecadas e fixadas. Os demais critérios deste item permaneceram idênticos à fase inicial. Os olhos estavam modificados passando a forma achatada/plana, porém desidratados. As guelras encontravam-se com a coloração pouco alterada, passando a ser observado vermelho escuro com o muco ainda transparente, pouco ressecado, independente do decúbito.

No décimo quarto dia, no aspecto geral, o processo de desidratação ficou mais acentuado e as escamas estavam ressecadas e ainda fixadas na pele. A rigidez apresentou sinais de mudança, passando a apresentar-se pouco tenso. As guelras tinham pontos escurecidos em diferentes locais da estrutura, sendo que a coloração permaneceu com a tonalidade vermelho escuro. Houve mudança no odor, provavelmente, pela presença de pontos escurecidos, com cheiro neutro.

No vigésimo primeiro dia houve diversas alterações. A textura de alguns exemplares apresentou-se mole, a rigidez passou a pouco tenso e o orifício

anal alterou para aberto com secreções discretas em alguns peixes e em outros ainda estavam sem secreção. Os olhos apresentavam-se com a forma ainda mais acentuada de desidratação, tornando-se côncavos e a transparência da córnea passou, em alguns exemplares, a ligeiramente opaca, mas em outros ainda límpidos. A pupila apresentou sinais enevoados. Houve aumento das áreas escurecidas das guelras ao longo da estrutura, o que alterou o odor, sendo que, uma parcela das amostras apresentava odor neutro e em outros, rançoso e a cor foi alterada quase que totalmente, passando a tonalidade vermelho escuro a castanho acinzentado com as extremidades ressecadas. O muco estava parcialmente ressecado decorrente do processo de desidratação.

Na última fase de avaliação do experimento, no vigésimo oitavo dia, observou-se uma discreta alteração em relação a avaliação anterior. No aspecto geral, a textura do músculo permaneceu mole, a rigidez em alguns exemplares estava entre pouco tenso a mole e o orifício anal apresentavam-se aberto com secreções, em alguns exemplares, e, em outros permaneceu fechado (colabado). Os olhos tinham com a forma côncava e a transparência da córnea permaneceu ligeiramente opaca, com alguns exemplares sem apresentar alteração; a pupila permaneceu inalterada em relação à avaliação anterior. As guelras passaram a exalar odor pouco rançoso e a tonalidade da cor das estruturas apresentavam coloração castanha cinzenta, principalmente, o lado que estava em decúbito com a base das caixas e, em algumas amostras podia-se observar manchas amareladas.

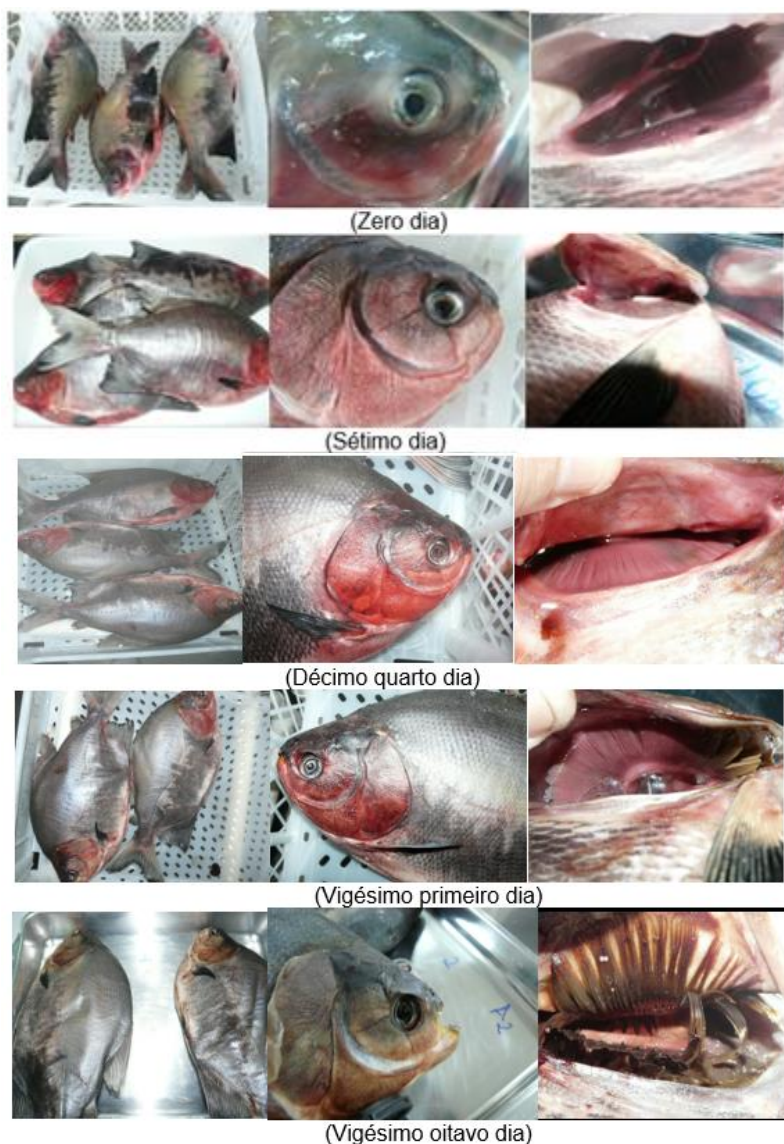


Figura 04. Aspecto geral das amostras de tambaqui inteiro estocado sob refrigeração (Fotos: Joel Lima, 2013).

Em ambos os tratamentos, a partir do décimo quarto dia, as características externas, apresentavam-se com severas alterações no frescor, principalmente em relação às escamas que se mantiveram brilhosas, porém desidratadas (ressecadas), os olhos tornaram-se mais côncavos e as gueltras passaram a apresentar pigmentos escurecidos, sendo esse período determinante para a rejeição do pescado, isto é, os mesmos foram considerados desqualificados comercialmente quanto.

Oliveira *et al.* (2014) em experimento com pirarucu (*Arapaima gigas* – Schinz 1822) inteiro eviscerado estocado em gelo durante 36 dias, utilizou a metodologia MIQ adaptada para o pirarucu, semelhante ao utilizado neste

experimento para tambaquis inteiros, na avaliação do grau de frescor. Os referidos autores observaram que os pontos de deméritos do pirarucu, até o sexto dia, apresentavam-se de modo geral, inferiores aos encontrados nos tambaquis, armazenados sob refrigeração e com modificação da atmosfera de armazenamento com e sem a presença de ozônio (O₃). No entanto, a partir do décimo segundo dia até o final do experimento, a pontuação para os pirarucus superou aos valores máximos encontrados no vigésimo oitavo dia para os tambaquis inteiros armazenados sob refrigeração e tratados com ozônio. Ao longo do tempo, os pontos de deméritos para os pirarucus foram crescentes e acentuados, diferentes dos tambaquis que tiveram aumento crescente e gradativo. O comportamento ao longo do tempo do experimento com pirarucu apresentou-se de forma linear, diferentemente, deste trabalho o qual se comportou de forma cúbica, independente dos tratamentos. Também, Rodrigues (2008) utilizou o método do índice de qualidade (MIQ) para avaliar tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), eviscerada estocada em gelo, por 22 dias. Os valores iniciais do MIQ para tilápias foram mais elevados aos observados nos tambaquis deste trabalho, sendo que, os julgadores iniciaram a rejeitar o pescado a partir do décimo quinto dia, semelhante a rejeição observada nos tambaquis. Além disso, o comportamento da variável foi de forma linear semelhante aos resultados com os tambaquis armazenados sob refrigeração com a presença do gás ozônio. Da mesma forma Andrade *et al.* (2012) desenvolveu o método de índice de qualidade (MIQ) para a avaliação sensorial de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) conservada por 15 dias e a sardinha boca torta (*Cetengraulis edentulus*) conservada por 17 dias, inteira refrigerada. Os resultados iniciais da sardinha verdadeira e da sardinha boca torta foram inferiores aos observados nos tambaquis inteiros armazenados sob refrigeração, sendo que, os valores finais apresentaram-se superiores aos valores dos tambaquis inteiros deste experimento. Em relação ao comportamento da variável apresentou-se semelhante ao dos tambaquis armazenados sob refrigeração com a presença do gás ozônio.

Em estudos utilizando o método MIQ, para avaliar o frescor, a textura e a composição muscular de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada eviscerada em gelo, Albuquerque *et al.* (2004) observaram ótima qualidade inicial, permanecendo estável até o sétimo

dia. Após, o décimo segundo dia e o décimo sétimo dia verificaram o aparecimento da opacidade no cristalino do olho e a descoloração das guelras. O que, de certa forma, também ocorreu nos tambaquis armazenados sob refrigeração com Ozônio.

Nunes e Batista (2004) realizaram o MIQ com a finalidade de avaliar o grau de frescor e a categorização do carapau (*Trachurus trachurus*) inteiro durante 18 dias, conservado em gelo. Os pontos de deméritos variaram entre 0 e 16. Os resultados iniciais de demérito foram bem inferiores, havendo um aumento, extremamente acentuado num curto período de tempo, sendo considerado rejeitado no sexto dia de experimentação, quando alcançou o valor máximo de demérito, diferentemente dos resultados deste trabalho com o tambaqui que se manteve ao longo do tempo bem abaixo do limite de rejeição para o mesmo período.

4.2 EXPERIMENTO 02 - TAMBAQUI ESPALMADO

Pela análise de variância verificou-se que houve significância estatística somente em relação ao fator tempo ($p=0,00001$), de forma independente. A determinação do grau de qualidade foi realizada através do somatório de pontos de deméritos de cada atributo, onde, os valores variaram de zero (00) a cinco (05) pontos, sendo que, quanto menor a pontuação melhor a qualidade das amostras.

Os tambaquis espalmados não apresentaram para o MIQ, pontos de demérito, evidenciando o máximo de qualidade do pescado. No sétimo dia, a perda da qualidade apresentou, em valores absolutos, um pequeno aumento, em relação ao tempo zero, porém, em ambos os tratamentos os valores foram idênticos. Somente no décimo quarto dia ocorreu diferença entre os tratamentos, onde os peixes armazenados em câmara fria sem ozônio apresentaram demérito maior em relação aos exemplares tratados sob atmosfera modificada com ozônio. No vigésimo primeiro e vigésimo oitavo dia, ambos os tratamentos, apresentaram aumento nos pontos de demérito, obtendo os mesmos valores conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios absolutos das pontuações para o tambaqui (*Colossoma macropomum* – Cuvier, 1818) espalmado, avaliado pelo Método do Índice de Qualidade (MIQ) durante 28 dias de armazenamento refrigerado. Manaus – AM, 2013.

Tempo de Armazenamento	Pontuação MIQ (Deméritos)	
	Tratamento 1 S/ Ozônio	Tratamento 2 C/ Ozônio
00 dias	0,00	0,00
07 dias	1,00	1,00
14 dias	1,25	1,00
21 dias	1,50	1,50
28 dias	1,75	1,75
$\bar{x}$	1,10 ^a	1,05 ^a
C.V.	35,013%	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância

Observa-se pela Figura 05 a evolução dos pontos de demérito na avaliação do método do índice de qualidade (MIQ), no qual, independente dos tratamentos, apresentou comportamento linear, ou seja, a partir da entrada dos tambaquis nas câmaras frias (com e sem a presença de ozônio), houve uma evolução gradual dos pontos de deméritos entre o sétimo e o vigésimo oitavo dia.

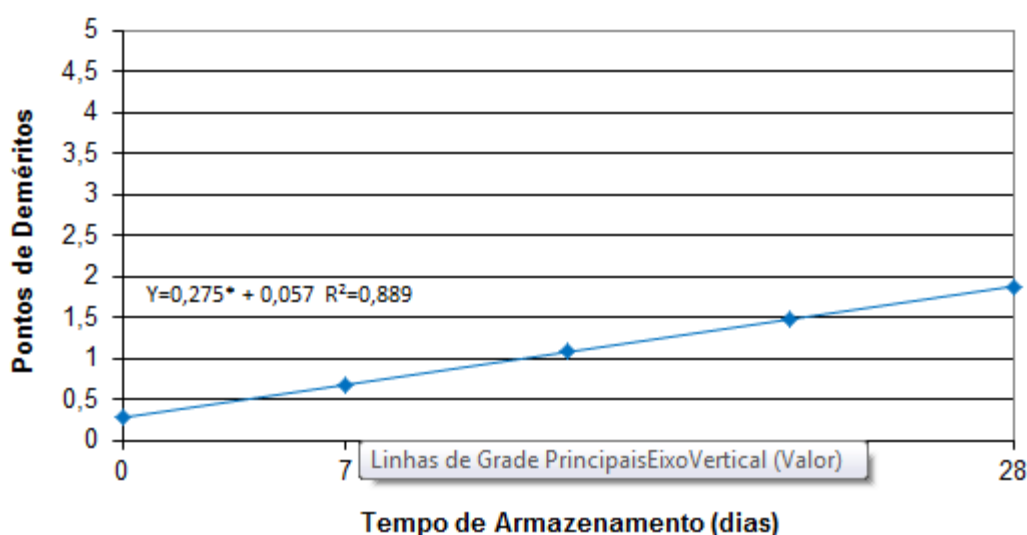


Figura 05. Comportamento dos valores das médias ajustadas pelas equações de regressão da variável MIQ em tambaqui espalmado, em função do tempo de armazenamento refrigerado (2°C e 75% UR).

No dia zero as amostras em ambos os tratamentos apresentaram todas as características de qualidade de acordo com a tabela para frescor no qual a cor da muscular apresentava-se clara, as costelas estavam aderidas e a parede abdominal com brilho. A partir do sétimo dia a musculatura apresentou coloração clara, porém com tonalidade amarelada, porém as costelas estavam aderidas e a parede abdominal ainda com brilho. No décimo quarto dia, a cor da musculatura alterou um pouco mais, passando a clara ligeiramente amarelada, as costelas mantendo-se fixadas ao músculo sendo a parede abdominal apresentando pouco brilho. No vigésimo primeiro dia as bandas apresentavam-se com a cor muscular um pouco alterada, mas permaneceram classificadas com a cor clara ligeiramente amarelada, as costelas bem fixadas ao músculo e manteve-se com pouco brilho. No ultimo dia de avaliação a cor da musculatura passou a amarelada, a costela bem como a parede abdominal permaneceram, bem aderida e com pouco brilho, respectivamente.

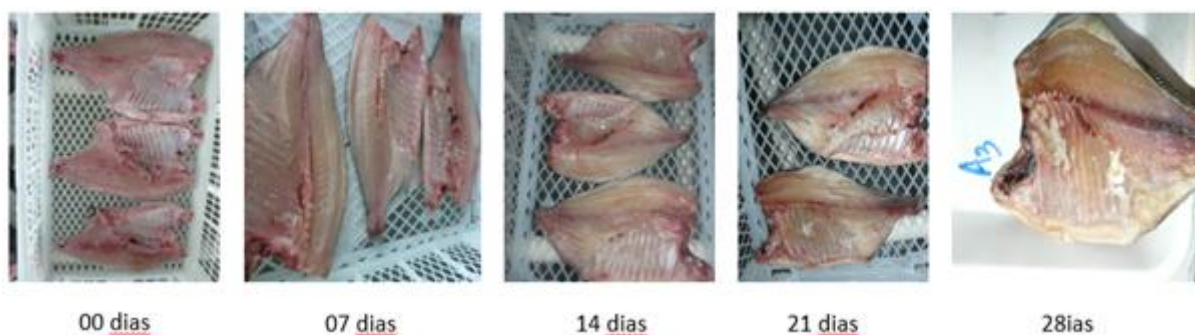


Figura 06: Aspecto Geral das amostras de tambaqui espalmado estocado sob refrigeração (Fotos: Joel Lima, 2013)

Em experimento para desenvolver o método de índice de qualidade para filés de bacalhau (*Gadus morhua*) armazenado sob refrigeração em temperaturas entre 0°C a 1°C, Bonilla *et al.* (2007) encontraram pontos de deméritos iniciais superiores aos obtidos para o tambaqui espalmado em armazenamento refrigerado com e sem a presença de ozônio. No oitavo dia, a tendência dos valores de deméritos do bacalhau foram superiores a aqueles observados em tambaquis espalmados, tratados sob atmosfera modificada com ozônio. Fato, também, a considerar é que, o comportamento dos pontos de deméritos ao longo do tempo para o bacalhau ocorreu linearmente, semelhante para os tambaquis espalmados. Comportamento linear também foi

observado por Otani (2009) que realizou a avaliação do MIQ em experimento sobre a adição *In vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés congelados de tilápia (*Oreochromis spp*), com coletas de amostras entre os tempos zero e 150 dias foram idênticos, aos resultados obtidos para este experimento com os tambaquis. Da mesma forma, Teixeira, (2005) avaliando as características sensoriais para a corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada estocada em gelo durante 14 dias verificaram que o comportamento dos pontos de deméritos fora semelhante aos tambaquis espalmados.

Contudo, o comportamento ao longo do tempo dos tambaquis espalmados, foi semelhante aos peixes estudados pelos demais autores Teixeira, (2005), Bonilla *et al.* (2007) e Otani (2009).

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nos experimentos 01 e 02 pode-se concluir que:

- a) A presença de gás ozônio (1,5 ppm) em câmaras frias ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 75-80% de UR), não tem influência, pelo método MIQ, na qualidade de tambaquis inteiros e espalmados, sendo que estes perdem o frescor a partir de 21 dias de armazenamento nos tambaquis inteiros e 14 dias para espalmados.
- b) Para avaliar a qualidade comercial, bem como, a vida de prateleira de tambaquis inteiros e espalmados, armazenados sob refrigeração são necessárias melhorias no MIQ, principalmente no que se refere aos pontos de demérito utilizados para a avaliação dos critérios.

6. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, W.F.; ZAPATA, J.F.F. & ALMEIDA, R.S. Estudo do Frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, v.35, nº. Especial, p. 264 – 271, 2004
- ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G.M.; KODAIRA, M. & LESSI, E. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. Ciência Rural. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1288 – 1293, jul-ago, 2006
- ANDRADE, S.C.S.; MÁRSICO, E.T.; FRANCO, R.M.; GODOY, R.L.O.; PACHECO, S.; QUEIROZ, M.F. & GUIMARÃES, C.F.M. Validade Comercial de Sardinhas Inteiras e Refrigeradas Avaliadas por Análises Físico-químicas, Bacteriológica e Sensorial. Ciência Rural, v.42, n.10, p. 1901 – 1907, out, 2012
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M. & FIM, J.D. Composição Corporal de Tambaqui (*Colossoma macropomun*), e Matrinxã, (*Brycon cephalus*), em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé e Semi-intensivo em Viveiros. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 31, n. 3, p. 1059 – 1069, 2002
- BASTOS, A. *et al.*, IARA, Aprenda a Conservar seu Pescado, IBAMA/GOP GTZ, Santarém-PA, 1998
- BONILLA, A. C.; SVEINSDOTTIR, K. & MARTINSDOTTIR, E. Development of Quality Index Method (QIM) Scheme for Fresh Cod (*Gadus morhua*) fillets and application in Self life Study. Food Control, v.18, p. 352 – 358, 2007
- BORGES, A. Parâmetros de qualidade do Pacu (*Piractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo. TESE (Doutor em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro – RJ, 2013

- BREMNER, H. A. A convenient, easy to use system for estimating the quality to chilled seafoods. *Fish Process Bulletin*. n. 7, p. 59-70, 1985
- CARTONILHO, M.M & JESUS, R.S. Qualidade de Cortes Congelados de Tambaqui Cultivado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.4, p344-350, abr.2011
- CHIATTONE, P.V. Ácido Ascórbico, Eritorbato e Mistura Comercial na Redução da Oxidação de Hamburger Bovino Processado com Água Ozonizada. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, 2010
- DIEGUES A.C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. Banco Mundial/FAO. Center for Research on Human Population and Wetlands in Brazil – USP, São Paulo. art. n. 3, 2006
- ERKAN, N. & ÖZDEN, Ö. Gutted and un-gutted sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: Influence on fish quality and shelf-life. *International Journal of Food Properties*, Philadelphia, v. 9, p. 331-345, 2006
- ESTEVES, E. & ANÍBAL, J. *Quality Index Method (QIM)*: utilização da Análise sensorial para determinação da qualidade do pescado In: Actas do 13º Congresso do Algarve, Racal-Clube, Lagos, Portugal, p. 365-373, 2007
- GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N. & ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) In: BALDISSEROTTO, B. & GOMES L.C. Espécies Nativas para piscicultura no Brasil. Ed. UFSM, Santa Maria, p. 175 – 204. 2010
- GONÇALVES, A.A. Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.52 n. 6: pp. 1527-1539, Novn/Dec, 2009
- HERRERO, A.M.; HUIDOBRO, A. & CARECHE, M. Development of Quality Index Method for Frozen Hake (*M capensis* and *M. paradoxus*). *Journal of Food Science*, v.68, n. 3, p.1086 – 1092, 2003

- JHA, P., ROY, R.P. & BARAT, S. Application of sensory and microbial analysis to assess quality of fish in Siliguri city of West Bengal, India. *Journal of Environmental Biology*, 31(5) 587-594, Sept. 2010
- KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E. & KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science*, n. 9, v. 66, p.1242-1250, 2001.
- LOUSADA, V.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; GALLARDO, J.M. & AUBOURG, S.P. Effect of Advanced Chilling Method on Lipid Damage During Sardine (*Sardine pilchardus*) Storage. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* n. 106, p. 844-860, 2004.
- NIELSEN, D.; GREEN, D. Developing a quality index tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) based on Quality Index Method International Journal of Food Science & Technology, Oxford, v. 42, p. 86- 94, 2007
- NUNES, M. L.; BATISTA, I.; CARDOSO C. Aplicação do Índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Lisboa: IPIMAR, 51p., 2007
- NUNES, M. L. & BATISTA, I. Aplicação do Índice de Qualidade (QIM) na Avaliação da Frescura do Pescado. IPIMAR, Divulgação, nº 29, p.1 a 4. Março 2004
- OLIVEIRA, P.R.; JESUS, R.S.; BATISTA, G.M. & LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. *Brazilian Journal of Food Technology* Campinas, v. 17, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2014
- OTANI, F. S. Influência da adição *in vivo* de vitamina "E" e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia. Jaboticabal/SP, UNESP, 2009 (Mestrado em Aqüicultura), Universidade Estadual Paulista, p. 60, 2009

- ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F. 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., 2004
- RAVESI, E.M.; LICCIARDELLO, J.J. & RADICOT, L.D. Ozone Treatments of Fresh Atlantic Cod, *Gadus morhua*. *Marine Fisheries Review*. n. 49, v.4, p.37-42, 1987
- RODRIGUES, T.P.; FREITAS, M.Q.; MÁRSICO, E.T.; FRANCO, R.M.; MELLO, S.C.R.P.; COSTA, I. & ZUNIGA, N.O. Avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo. *Rev. bras. Ci. Vet.* v. 15, n. 2, p. 67 – 71, maio/ago. 2008
- SIQUEIRA, A.A.Z.C. Efeitos da Irradiação e Refrigeração na Qualidade e no Valor Nutritivo da Tilápia (*Oreochromis niloticus*). Piracicaba – SP: ESALQ-USP, 2001, Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, 2001
- SVEINSDÓTTIR K, MARTINSDÓTTIR E, HYLDIG G, JORGENSEN 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
- TEIXEIRA, M.S. Estudo das Características Sensoriais da Corvina (*Micropogonias furnieri*) Eviscerada e Estocada em Gelo. Dissertação (Higien Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro – RJ. 84p. 2005