

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

VANESSA SOUZA ÁLVARES DE MELLO

**CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA
PESQUEIRA AMAZÔNICA E SEU LANÇAMENTO NO
CORPO RECEPTOR - VIGIA DE NAZARÉ/PA.**

BELÉM
2007

VANESSA SOUZA ÁLVARES DE MELLO

**CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA
PESQUEIRA AMAZÔNICA E SEU LANÇAMENTO NO
CORPO RECEPTOR - VIGIA DE NAZARÉ/PA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientadora: Prof^a Dr^a Luíza Carla Girard Teixeira Machado.

BELÉM
2007

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UFPA, Belém-PA

Mello, Vanessa Souza Álvares de, 1973-

Caracterização de efluente de indústria pesqueira amazônica e seu lançamento no corpo receptor – Vigia de Nazaré/PA / Vanessa Souza Álvares de Mello; orientadora, Luíza Carla Girard Teixeira Machado. — 2007

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2007.

1. Resíduos industriais – Vigia de Nazaré (PA). 2. Água - Poluição.
3. Indústria pesqueira – Vigia de Nazaré (PA). 4. Resíduos de animais – Açai, Rio (Vigia de Nazaré(PA)). I. Título.

CDD - 22. ed. 628.5

VANESSA SOUZA ÁLVARES DE MELLO

CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA PESQUEIRA AMAZÔNICA E SEU LANÇAMENTO NO CORPO RECEPTOR - VIGIA DE NAZARÉ/PA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Data de Aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a Luiza Carla Girard Teixeira Machado - Orientador
Doutora em Ciência (NAEA/UFPA)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof^o. Dr. Neyson Martins Mendonça - Examinador Interno
Doutor em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof^o. Dr. Aurélio Pessoa Picanço - Examinador Externo
Doutor em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP)
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

DEDICATÓRIA

A Deus pela vida. Aos meus pais pelo ensinamento, amor e dedicação, especialmente a minha mãe pela incansável participação nas horas difíceis deste trabalho. Aos meus irmãos e sobrinho Pedro Emílio pelo carinho e compreensão em todos os momentos, ao meu esposo Alacid pelo amor, incentivo e paciência e a minha amada filha Lorena por sua existência.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que desde o primeiro momento, mostrou-me que tudo é possível quando se é perseverante.

Aos meus amados pais Walter e Maristênia, que além da vida, me deram coragem para enfrentar as dificuldades, alento para o estudo e esperança para o futuro.

Aos meus irmãos, cunhados e meu lindo sobrinho pela torcida, carinho, e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu esposo Alacid pelo incentivo, paciência e companhia no decorrer deste trabalho, e a minha amada filha Lorena, por ter trazido mais felicidade a minha vida.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Luíza Carla Girard Teixeira Machado, pela oportunidade, orientação, carinho, e valiosa contribuição na execução deste trabalho, e pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (FUNTEC), pelo financiamento parcial da pesquisa.

Ao Grupo de Estudo em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA), pelo apoio e colaboração.

A ECOMAR Indústria de Pesca S/A, em especial ao Sr. Júlio Recski, pelo suporte técnico e disponibilização de dados importantes, e aos funcionários da indústria, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET), por ter permitido a utilização do Laboratório de Saneamento, para realização das análises.

À Prof^a. M.Sc. Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha por sua disposição e empenho no decorrer deste trabalho.

Ao Prof^o. Dr. Neyson Martins Mendonça e o Prof^o. Dr. André Luiz da Silva Salgado Coelho pelos ensinamentos fornecidos durante este trabalho.

Ao Prof^o. Dr. Aurélio Pessoa Picanço por sua importante participação.

A Prof^a M.Sc. Vera Nobre Braz pelos ensinamentos fornecidos e por sua amizade sincera e maternal.

Aos amigos, Abimael do Rosário, Emília Kawaguchi, Jackeline Barbosa, Luciana Brabo, Elenilce Freitas e Sílvia Gomes, pela contribuição em laboratório.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram, através de seus conhecimentos, no direcionamento deste trabalho.

“O sucesso quase sempre se alcança com uma parte de ideal e noventa e nove partes de suor na ação realizada por quem o almeja”.

Autor desconhecido.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	16
LISTA DE ABREVIATURAS	20
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 PANORAMA DA PESCA NO BRASIL E NO MUNDO	23
2.2 A PESCA NO BRASIL.....	29
2.2.1 Aspectos políticos	29
2.2.2 Legislação.....	31
2.2.3 Características da pesca no Brasil	34
2.2.4 Aquicultura	38
2.2.5 Aspectos econômicos e inclusão social.....	40
2.2.6 Produção de pescado no Brasil.....	42
2.2.7 Comercialização da produção de pescado	45
2.3 REGIÃO AMAZÔNICA E O CICLO DA PESCA	54
2.4 PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA PESQUEIRA.....	63
2.5 CARACTERÍSTICAS DE EFLUENTE INDUSTRIAL.....	68
2.5.1 Características físicas.....	70
2.5.2 Características químicas	73
2.5.3 Equivalente populacional (EP).....	81
2.6 RESOLUÇÃO CONAMA 357/05	82
3 MATERIAL E MÉTODOS	83
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	83
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA	87
3.2.1 Caracterização quantitativa do efluente gerado no beneficiamento do pescado	87
3.2.2 Caracterização qualitativa do efluente do beneficiamento do pescado ...	88
3.2.3 Caracterização qualitativa da água do rio Açaí	91
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
4.1 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DO EFLUENTE DO BENEFICIAMENTO DO PESCADO	96
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO EFLUENTE DO BENEFICIAMENTO DO PESCADO	100
4.2.1 Comparação dos resultados com o disposto na Resolução CONAMA 357/05	140
4.2.2 Comparação dos resultados com características de esgoto doméstico e de indústrias alimentícias	142
4.2.3 Equivalente populacional (EP)	147

4.2.4 Relação entre as variáveis de DBO₅/DQO	148
4.2.5 Relação entre as variáveis de DQO/DBO₅	149
4.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO RIO AÇAI	150
4.3.1 Comparação dos resultados com o disposto na Resolução CONAMA 357/05	196
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	199
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	202
ANEXO	216

RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma indústria de pesca (localizada no município de Vigia de Nazaré, Estado do Pará), no período de setembro de 2005 a agosto de 2007, com a finalidade de caracterizar quantitativamente e qualitativamente o efluente gerado no processamento do pescado, e a caracterização das águas do rio Açaí, corpo receptor. O estudo foi executado em três etapas experimentais, sendo que na etapa 1 foi realizada a caracterização quantitativa do efluente através da medição de vazão; e nas etapas 2 e 3 a caracterização qualitativa do efluente da indústria, e do rio Açaí, respectivamente, através de análises físico-químicas. Os valores obtidos mostraram que a indústria apresentou uma vazão média diária de 39,52 m³/d. Os principais resultados obtidos foram: para o efluente do pescado – temperatura (20,5°C), condutividade (860 µS/cm), alcalinidade total (551 mgCaCO₃/L), turbidez (237 uT), DBO (775 mg/L), DQO filtrada (1.011 mg/L), DQO total (1.653 mg/L), sólidos sedimentáveis (16 mL/L), SST (243 mg/L), STV (1.963 mg/L), nitrogênio amoniacal (241 mg/L) e fósforo total (25 mg/L); e para o rio Açaí – temperatura (29,3°C), condutividade (4.419 µS/cm), alcalinidade total (31 mgCaCO₃/L), turbidez (18 uT), DBO (2,89 mg/L), OD (4,4 mg/L), cor aparente (205 uC), SST (30 mg/L), STD (2.601 mg/L), nitrogênio amoniacal (0,89 mg/L) e fósforo total (0,24 mg/L). Com relação aos padrões estabelecidos pela Resolução n° 357/05 do CONAMA, para o lançamento de efluentes, a temperatura e o pH estiveram de acordo, já os sólidos sedimentáveis e o nitrogênio amoniacal se encontraram fora dos padrões. Os valores do pH dos pontos de amostragem do rio Açaí se encontraram no limite preconizado pela mesma resolução, ao contrário dos resultados de OD e nitrogênio amoniacal, que apresentaram valores superiores aos estabelecidos. Pode-se observar que os parâmetros de temperatura, alcalinidade total, turbidez, DBO, SST, nitrogênio amoniacal e fósforo total do rio Açaí foram influenciados pelo lançamento do efluente do processamento do pescado, mostrados através das variações na zona de mistura, onde houve um decréscimo nos valores de temperatura e OD, e acréscimo dos demais parâmetros.

Palavras-chave: Caracterização. Indústria pesqueira. Efluente industrial. Corpo receptor.

ABSTRACT

The present study was performed in a fishing industry (located in the municipal district of Vigia of Nazaré, state of Pará), from September 2005 to August 2007, with the purpose of characterizing quantitatively and qualitatively the effluent generated in the processing of the fish, and the analysis of the water from Açaí river, the receiving body. The study was divided in three experimental steps: in step 1 the quantitative characterization of the effluent was accomplished through the flow measurement, and in steps 2 and 3 the qualitative characterization of the industry effluent, and of Açaí river, respectively, through physiochemical analyses. The obtained values showed that the industry presented a daily average flow of 39,52 m³/d. The main results obtained were: for the fish effluent – temperature (20,5°C), conductivity (860 µS/cm), total alkalinity (551 mgCaCO₃/L), turbidity (237 uT), BOD (775 mg/L), filtered COD (1.011 mg/L), total COD (1.653 mg/L), sedimentable solids (16 mL/L), TSS (243 mg/L), VTS (1.963 mg/L), ammoniac nitrogen (241 mg/L) and total phosphorous (25 mg/L); and for Açaí river – temperature (29,3°C), conductivity (4.419 µS/cm), total alkalinity (31 mgCaCO₃/L), turbidity (18 uT), BOD (2,89 mg/L), DO (4,4 mg/L), apparent color (205 uC), TSS (30 mg/L), DTS (2.601 mg/L), ammoniac nitrogen (0,89 mg/L) and total phosphorous (0,24 mg/L). Considering the pattern established by Resolution n° 357/05 from CONAMA, for the effluents release, the temperature and the pH they agreed, but the sedimentable solids and the ammoniac nitrogen were in disagreement with the resolution. The pH values from the sampling points of Açaí river were within the limits defined by the same resolution, but the DO and ammoniac nitrogen results were higher than the established values. It can be observed that the parameters temperature, total alkalinity, turbidity, BOD, TSS, ammoniac nitrogen and total phosphorous from Açaí river were influenced by the release of the effluent of the fish processing, what can be shown by the variations in the mixture area, where there was a decrease in the values of the temperature and DO, and an increase of the other parameters.

Key words: Characterization. Fishing industry. Industrial effluent. Receiving body.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da pesca marítima no Brasil.....	35
Figura 2 - Pesca esportiva	36
Figura 3 - Pesca de subsistência	36
Figura 4 - Pesca artesanal	37
Figura 5 - Pesca industrial.....	38
Figura 6 - Tambaqui. Espécie mais cultivada pelos piscicultores.....	57
Figura 7 - Pirarucu. Espécie potencial para a piscicultura.....	57
Figura 8 - Mesorregiões do nordeste paraense e seus principais pólos pesqueiros no Estado do Pará.....	59
Figura 9 - Localização do município de Vigia de Nazaré/PA.....	84
Figura 10 - Linhas de produção.....	87
Figura 11 - Linha de higienização	87
Figura 12 - Medição de vazão com basqueta.....	88
Figura 13 - Medição de vazão com balde	88
Figura 14 - Ponto de lançamento do efluente, através das linhas de produção	89
Figura 15 - Localização dos pontos de coleta no rio Açaí, Município de Vigia de Nazaré/PA	92
Figura 16 - Ponto de coleta no rio Açaí, montante 2	92
Figura 17 - Ponto de coleta no rio Açaí, montante 1	92
Figura 18 - Ponto de coleta no rio Açaí, zona de mistura.....	93
Figura 19 - Ponto de coleta no rio Açaí, jusante 1.....	93
Figura 20 - Ponto de coleta no rio Açaí, jusante 2.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas continentais: 1995-2000 ..	43
Tabela 2 - Desempenho do Setor Pesqueiro Nacional no período de 2000 a 2005..	44
Tabela 3 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas continentais: 2000-2005 ..	45
Tabela 4 - Principais mercados importadores de produtos pesqueiros do Brasil, 2003-2005	48
Tabela 5 - Principais fornecedores de pescado ao Brasil, 2003-2005	49
Tabela 6 - Estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Federal: pescados e derivados - 1982 a 86 e 1995	64
Tabela 7 - Caracterização físico-química de efluentes industriais	69
Tabela 8 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de $DBO_{5,20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ de efluentes domésticos e industriais	77
Tabela 9 - Variáveis de estudo, unidades e método analítico de determinação do efluente do beneficiamento do pescado	90
Tabela 10 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta no rio Açaí	91
Tabela 11 - Variáveis de estudo, unidades e método analítico de determinação das amostras do rio Açaí	94
Tabela 12 - Fase 1, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.....	97
Tabela 13 - Fase 2, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.....	98
Tabela 14 - Fase 3, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.....	98
Tabela 15 - Fase 4, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.....	99
Tabela 16 - Estatística básica para os resultados de temperatura do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	101
Tabela 17 - Estatística básica para os resultados de pH do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	104
Tabela 18 - Estatística básica para os resultados de condutividade do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	106
Tabela 19 - Estatística básica para os resultados de ácidos voláteis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	108
Tabela 20 - Estatística básica para os resultados de alcalinidade total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	110

Tabela 21 - Estatística básica para os resultados de turbidez do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	112
Tabela 22 - Estatística básica para os resultados de DBO do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	114
Tabela 23 - Estatística básica para os resultados de DQO total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	116
Tabela 24 - Estatística básica para os resultados de DQO filtrada do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	118
Tabela 25 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	120
Tabela 26 - Estatística básica para os resultados de sólidos suspensos totais do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	122
Tabela 27 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais dissolvidos do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	124
Tabela 28 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais fixos do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	126
Tabela 29 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais voláteis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	128
Tabela 30 - Estatística básica para os resultados de sólidos sedimentáveis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	130
Tabela 31 - Estatística básica para os resultados de nitrogênio amoniacal do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	132
Tabela 32 - Estatística básica para os resultados de nitrato do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	134
Tabela 33 - Estatística básica para os resultados de nitrito do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	136
Tabela 34 - Estatística básica para os resultados de fósforo total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha	138
Tabela 35 - Médias diária e geral, e desvio padrão dos parâmetros analisados, do efluente do processamento do pescado	140
Tabela 36 - Valores médios do efluente do pescado e condições e padrões para lançamento de efluentes de acordo com a Resolução 357/05	141
Tabela 37 - Local do trabalho e procedência do efluente do processamento do pescado, estudado por outros autores	143
Tabela 38 - Valores médios do efluente do pescado deste estudo e de outros autores	143
Tabela 39 - Valores médios do efluente do pescado, de esgoto doméstico e de indústrias alimentícias	145

Tabela 40 - Vazão, concentração e carga poluidora das variáveis de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total do efluente da indústria de pescado	147
Tabela 41 - Carga poluidora, contribuição per capita e equivalente populacional das variáveis de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total do efluente da indústria de pescado	147
Tabela 42 - Relação DBO ₅ /DQO do efluente da indústria, nas campanhas realizadas	148
Tabela 43 - Relação DQO/DBO ₅ do efluente da indústria, nas campanhas realizadas	149
Tabela 44 - Estatística básica para os resultados de temperatura, do rio Açaí, por ponto de coleta	151
Tabela 45 - Estatística básica para os resultados de pH, do rio Açaí, por ponto de coleta	154
Tabela 46 - Estatística básica para os resultados de condutividade, do rio Açaí, por ponto de coleta	157
Tabela 47 - Estatística básica para os resultados de alcalinidade total, do rio Açaí, por ponto de coleta	160
Tabela 48 - Estatística básica para os resultados de turbidez, do rio Açaí, por ponto de coleta	163
Tabela 49 - Estatística básica para os resultados de DBO, do rio Açaí, por ponto de coleta	166
Tabela 50 - Estatística básica para os resultados de OD, do rio Açaí, por ponto de coleta	169
Tabela 51 - Estatística básica para os resultados de cor verdadeira, do rio Açaí, por ponto de coleta	172
Tabela 52 - Estatística básica para os resultados de cor aparente, do rio Açaí, por ponto de coleta	175
Tabela 53 - Estatística básica para os resultados de sólidos suspensos totais, do rio Açaí, por ponto de coleta	178
Tabela 54 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais dissolvidos, do rio Açaí, por ponto de coleta	181
Tabela 55 - Estatística básica para os resultados de nitrogênio amoniacal, do rio Açaí, por ponto de coleta	184
Tabela 56 - Estatística básica para os resultados de nitrato, do rio Açaí, por ponto de coleta	187
Tabela 57 - Estatística básica para os resultados de nitrito, do rio Açaí, por ponto de coleta	190

Tabela 58 - Estatística básica para os resultados de fósforo total, do rio Açaí, por ponto de coleta	193
Tabela 59 - Médias diária e geral, e desvio padrão das variáveis analisadas, nos pontos de coleta do rio Açaí	195
Tabela 60 - Valores médios do rio Açaí e o padrão de qualidade para água salobra Classe I, de acordo com a resolução CONAMA 357/05	196

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Situação da captura do estoque pesqueiro marinho, no ano de 1997.....	23
Gráfico 2 - Populações marinhas exploradas no mundo, em 1999	24
Gráfico 3 - Principais países produtores de pesca mundial, no ano de 2004.....	26
Gráfico 4 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas continentais: 1995-2000	43
Gráfico 5 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas continentais: 2000-2005	45
Gráfico 6 - Principais mercados importadores de produtos pesqueiros do Brasil, 2003-2005	47
Gráfico 7 - Principais fornecedores de pescado ao Brasil, 2003-2005.....	48
Gráfico 8 - Principais produtos pesqueiros exportados pelo Brasil, 2003-2005	50
Gráfico 9 - Principais produtos pesqueiros importados pelo Brasil, 2003-2005	51
Gráfico 10 - Principais estados brasileiros exportadores de produtos pesqueiros, 2003-2005	52
Gráfico 11 - Principais estados brasileiros importadores de produtos pesqueiros, 2003-2005	53
Gráfico 12 - Evolução da produção total de pescado no Estado do Pará, no período de 2000 a 2005	60
Gráfico 13 - Distribuição das empresas pesqueiras no Estado do Pará	61
Gráfico 14 - Tipo de atividade das empresas pesqueiras no Estado do Pará.....	62
Gráfico 15 - Percentual das empresas pesqueiras, no Estado do Pará, com atividades de beneficiamento do pescado	63
Gráfico 16 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 1	96
Gráfico 17 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 2.....	97
Gráfico 18 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 3.....	98
Gráfico 19 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 4.....	99
Gráfico 20 - Espécies de pescado em função da produção de efluente	100
Gráfico 21 - Comportamento da temperatura do efluente do processamento do pescado	103
Gráfico 22 - Comportamento do pH do efluente do processamento do pescado....	105
Gráfico 23 - Comportamento da condutividade do efluente do processamento do pescado.....	107

Gráfico 24 - Comportamento dos ácidos voláteis do efluente do processamento do pescado	109
Gráfico 25 - Comportamento da alcalinidade total do efluente do processamento do pescado	111
Gráfico 26 - Comportamento da turbidez do efluente do processamento do pescado	113
Gráfico 27 - Comportamento da DBO do efluente do processamento do pescado.	115
Gráfico 28 - Comportamento da DQO total do efluente do processamento do pescado	117
Gráfico 29 - Comportamento da DQO filtrada do efluente do processamento do pescado	119
Gráfico 30 - Comportamento dos sólidos totais do efluente do processamento do pescado	121
Gráfico 31 - Comportamento dos sólidos suspensos totais do efluente do processamento do pescado.....	123
Gráfico 32 - Comportamento dos sólidos totais dissolvidos do efluente do processamento do pescado.....	125
Gráfico 33 - Comportamento dos sólidos totais fixos do efluente do processamento do pescado.....	127
Gráfico 34 - Comportamento dos sólidos totais voláteis do efluente do processamento do pescado.....	129
Gráfico 35 - Comportamento dos sólidos sedimentáveis do efluente do processamento do pescado.....	131
Gráfico 36 - Comportamento do nitrogênio amoniacal do efluente do processamento do pescado.....	133
Gráfico 37 - Comportamento do nitrato do efluente do processamento do pescado	135
Gráfico 38 - Comportamento do nitrito do efluente do processamento do pescado	137
Gráfico 39 - Comportamento do fósforo total do efluente do processamento do pescado	139
Gráfico 40 - Box-plot dos valores de temperatura, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	152
Gráfico 41 - Séries temporais dos valores de temperatura, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	153
Gráfico 42 - Box-plot dos valores de pH, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.....	155
Gráfico 43 - Séries temporais dos valores de pH, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	156

Gráfico 44 - Box-plot dos valores de condutividade, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	158
Gráfico 45 - Séries temporais dos valores de condutividade, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	159
Gráfico 46 - Box-plot dos valores de alcalinidade total, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	161
Gráfico 47 - Séries temporais dos valores de alcalinidade total, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	162
Gráfico 48 - Box-plot dos valores de turbidez, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	164
Gráfico 49 - Séries temporais dos valores de turbidez, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	165
Gráfico 50 - Box-plot dos valores de DBO, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	167
Gráfico 51 - Séries temporais dos valores de DBO, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	168
Gráfico 52 - Box-plot dos valores de OD, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.....	170
Gráfico 53 - Séries temporais dos valores de OD, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	171
Gráfico 54 - Box-plot dos valores de cor verdadeira, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	173
Gráfico 55 - Séries temporais dos valores de cor verdadeira, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	174
Gráfico 56 - Box-plot dos valores de cor aparente, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	176
Gráfico 57 - Séries temporais dos valores de cor aparente, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	177
Gráfico 58 - Box-plot dos valores de sólidos suspensos totais, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	179
Gráfico 59 - Séries temporais dos valores de sólidos suspensos totais, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	180
Gráfico 60 - Box-plot dos valores de sólidos totais dissolvidos, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	182
Gráfico 61 - Séries temporais dos valores de sólidos totais dissolvidos, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	183

Gráfico 62 - Box-plot dos valores de nitrogênio amoniacal, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	185
Gráfico 63 - Séries temporais dos valores de nitrogênio amoniacal, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí	186
Gráfico 64 - Box-plot dos valores de nitrato, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	188
Gráfico 65 - Séries temporais dos valores de nitrato, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	189
Gráfico 66 - Box-plot dos valores de nitrito, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	191
Gráfico 67 - Séries temporais dos valores de nitrito, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	192
Gráfico 68 - Box-plot dos valores de fósforo total, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA	194
Gráfico 69 - Séries temporais dos valores de fósforo total, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.....	195

LISTA DE ABREVIATURAS

AV	Ácidos Voláteis
AWWA	American Water Works Association
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará
CETESB	Companhia de Saneamento de Tecnologia Ambiental
CMS	Carne mecanicamente separada
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DP (σ)	Desvio Padrão
DPA	Departamento de Pesca e Aqüicultura
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EP	Equivalente Populacional
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FIEPA	Federação das Indústrias do Estado do Pará
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPU	Ministério Público da União
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	Potencial hidrogeniônico
PROVÁRZEA	Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea
S.Sed	Sólidos Sedimentáveis
SEAP	Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SEPOF	Secretaria Executiva de Planejamento Participativo, Orçamento e Finanças
SIF	Serviço de Inspeção Federal

SINPESCA	Sindicato da Indústria de Pesca dos Estados do Pará e Amapá
SST	Sólidos Suspensos Totais
ST	Sólidos Totais
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
STF	Sólidos Totais Fixos
STV	Sólidos Totais Voláteis
SUDEPE	Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca
UFPA	Universidade Federal do Pará
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

1 INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade extremamente importante para países em desenvolvimento, pois traz riquezas e emprego a população, além de ajudar no combate à fome. O processo de beneficiamento de pescados constitui-se em uma das atividades mais antigas do Brasil.

De acordo com os dados do IBAMA (2007), relativo ao ano de 2005, o Brasil obteve uma produção total de pescado de aproximadamente 1.009.073,0 ton, e o Estado do Pará contribuiu com 146.895,5 ton, que corresponde a 59,89% de toda região norte e aproximadamente 14,56% da produção brasileira, sendo o segundo maior produtor nacional, e maior produtor da região norte.

A atividade pesqueira consiste de uma cadeia de processos inter-relacionados que incluem a captura, o processamento, o comércio e a demanda do consumidor pelo pescado. A pesca opera dentro de certos contextos sócio-econômicos e políticos que interage com outros setores da economia. Alguns aspectos do sistema podem ser controlados pelos indivíduos enquanto que outros (tais como o tamanho da frota, o clima, o grau de degradação ambiental e as flutuações naturais na abundância do recurso) estão fora do controle dos indivíduos e algumas vezes além do conjunto de participantes (PETRERE JÚNIOR, 2004).

Historicamente, os resíduos da produção industrial pesqueira vêm sendo lançados indiscriminadamente no meio ambiente, podendo ocasionar problemas como a poluição e contaminação de aquíferos, redução da fauna e flora das águas superficiais, eutrofização de corpos receptores, aumento do número de vetores de transmissão de doenças, prejuízos de aspectos estético-visuais do meio ambiente comprometendo as atividades econômicas, de turismo e lazer, restringindo a sua utilização sustentável (GIORDANO, 2004).

De acordo com a Norma Brasileira — NBR 9.800/1987, “efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico”. Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam

atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos efluentes industriais.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de redução na emissão de efluentes visando à preservação ambiental e minimização da problemática da disposição indevida dos resíduos da indústria pesqueira em corpos d'água, sendo o processo dependente de várias condições, como: pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas, adequação e modernização das indústrias, abertura de mercado, políticas de fomento e crédito, esforços gerenciais coordenados, entre outros.

De acordo com dados do Sindicato da Indústria de pesca dos Estados do Pará e Amapá (SINPESCA), no ano de 2007, e da Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), em 2005, a estrutura do setor pesqueiro no estado é composta atualmente por 81 empresas, distribuídas em Belém e no interior do estado, sendo que destas 36 empresas pesqueiras desenvolvem a atividade de beneficiamento do pescado.

Baseado nestes dados, o presente estudo foi realizado em uma indústria de pesca, localizada no Município de Vigia de Nazaré, no nordeste do Estado do Pará, no período de setembro de 2005 a agosto de 2007, com a finalidade de caracterizar quantitativamente e qualitativamente o efluente gerado no processamento do pescado e a caracterização das águas do rio Açaí, corpo receptor do efluente gerado na indústria. A quantificação do efluente foi realizada por meio de medição de vazão, enquanto que, para a caracterização qualitativa foram feitas análises físicas e químicas, que permitiu a avaliação do efluente do pescado e das águas do rio Açaí, que foram comparadas com os padrões de lançamento de efluente e com os padrões de qualidade para águas salobras Classe I da Resolução nº 357/05 do CONAMA.

Após a introdução do tema, tem-se no segundo capítulo uma revisão bibliográfica, em que são abordados tópicos sobre a pesca, de modo geral. Nos terceiro e quarto capítulos, respectivamente, são apresentados os materiais e métodos utilizados no decorrer da pesquisa, e os resultados apresentados, seguido das considerações finais apresentadas no quinto capítulo.

Este estudo tem como escopo servir de base para futuras caracterizações de efluente de indústrias pesqueiras na grande parte do Estado do Pará, assim como, subsidiar um estudo futuro de alternativas de sistemas de tratamento de efluentes industriais mais adequados a serem implantados em indústrias pesqueiras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão apresenta informações de estudos realizados por outros autores sobre o panorama da pesca no Brasil e no mundo; a situação da pesca no Brasil, destacando seus aspectos políticos, legislação, características, aqüicultura, aspectos econômicos e inclusão social, produção e comercialização do pescado; a região amazônica e o ciclo da pesca; o processo produtivo da indústria pesqueira, e as características do efluente industrial.

2.1 PANORAMA DA PESCA NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo a evolução da produção mundial de origem marinha, água doce e aqüicultura, estudos realizados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em relação à captura, no ano de 1997, concluíram que 44% dos estoques pesqueiros marinhos encontram-se intensamente ou plenamente explorados; 16% estão sobrepescados; 6% em estado de depleção e, 3% em recuperação lenta. Isso significa que 69% dos estoques conhecidos estão necessitando de manejo (Gráfico 1). O mesmo estudo concluiu que os estoques de espécies demersais¹, de alto valor comercial estão sobrepescados e que uma redução de 30% do esforço de pesca exercido sobre eles seria necessária para reabilitá-los (FAO, 1997b).

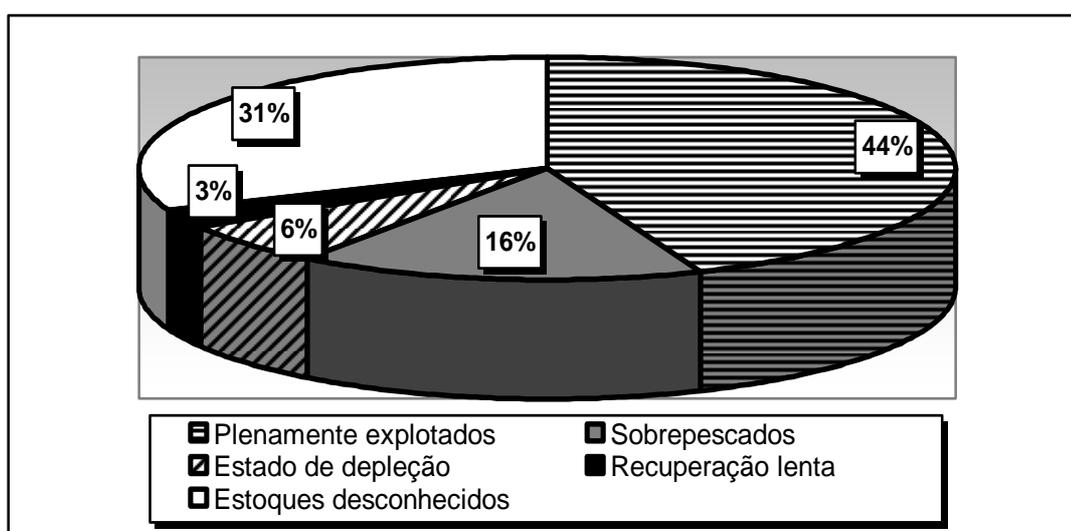


Gráfico 1 - Situação da captura do estoque pesqueiro marinho, no ano de 1997.
Fonte: Elaborado a partir de dados da FAO (1997b).

¹ Espécies demersais - relacionadas com o fundo do mar.

No final do ano de 1999, foram identificadas 590 populações marinhas exploradas em todo o mundo e, para 75% desse total, havia alguma informação sobre a situação de suas explorações. O Gráfico 2 mostra uma síntese dos resultados das informações, onde: 4% encontravam-se inexplotadas; 21% moderadamente exploradas; 47% plenamente exploradas, 18% sobre pescadas; 9% esgotadas, e 1% em recuperação (IBAMA, 2003a).

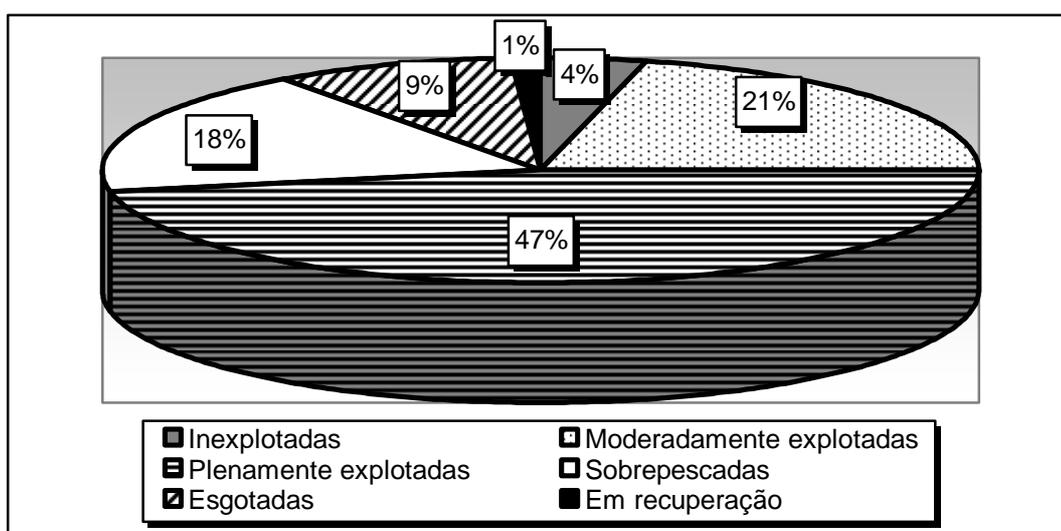


Gráfico 2 - Populações marinhas exploradas no mundo, em 1999.
Fonte: Adaptado de IBAMA (2003a).

Estimou-se, por análise global, uma produção máxima para a pesca mundial de recursos marinhos tradicionais, frente ao quadro de regime global de pesca (caracterizado pelos pequenos tamanhos de captura e rejeições significantes de pescado sem valor comercial atual), da ordem de 82,0 milhões de toneladas. Este valor estaria próximo da produção desembarcada entre os anos de 1990 e 1994, que foi de 83,0 milhões de toneladas. Isso indicaria que os recursos pesqueiros marinhos tradicionais encontram-se em exploração ao nível do seu potencial máximo (NEIVA, 2005).

Estudos da FAO indicam que um aumento adicional da produção, da ordem de 20,0 milhões de toneladas, poderia ser obtido, desde que: os recursos degradados fossem recuperados, a expansão das capturas de recursos não tradicionais fosse realizada sem sobrepescá-los, o nível de exploração máxima dos recursos não fosse ultrapassado e reduzisse a produção rejeitada pelas

embarcações e as perdas no desembarque. Aumentos significativos da produção pesqueira mundial dependeriam, basicamente, da implementação da aquicultura (*ibid*).

Dentre as várias causas apontadas como responsáveis pelo agravamento da situação de exploração dos principais recursos pesqueiros, tem-se o excesso de esforço de pesca e o desenvolvimento tecnológico. Mace *apud* IBAMA (2003a), constatou que, entre 1970 e 1992, o número de embarcações com convés aumentou de 580.980 para 1.178.160, enquanto o número de barcos de pequeno porte, sem convés, passou de 1,5 milhões para 2,3 milhões. Este crescimento quantitativo contribuiu para o excesso da capacidade de pesca e também foi fortemente influenciado pelo avanço tecnológico.

É relevante acrescentar, ainda, que apesar do significativo número de espécies identificadas nos desembarques, grande parte da produção é obtida da captura de um reduzido número delas. Do total de 186 espécies pelágicas capturadas entre 1950 e 1994, 50% da média dos desembarques foram representados por sete espécies: anchoveta, arenque do atlântico, sardinha japonesa, sardinha chilena, estornino, capelán e jurel chileno. Quanto às espécies demersais, as duas principais foram: o colín do Alasca e o bacalhau do Atlântico (FAO, 1997a).

Análises considerando informações mais recentes indicam que mais de 80% dos principais estoques estão em nível de exploração plena, em grau de exploração acima do seu nível de sustentabilidade, ou já se encontram em fase de esgotamento ou de recuperação, devido à pressão do esforço de pesca aplicado aos mesmos, contribuindo dessa forma, para a extinção de muitas espécies (DIAS-NETO; DORNELLES *apud* IBAMA, 2002).

O volume mundial total de pesca em 2004 atingiu o valor de 140.475.164 milhões de toneladas. Desse total, cerca de 73% é produzido para consumo humano, sendo o restante destinado à fabricação de farinha de peixe e de óleos. O Gráfico 3 mostra os sete principais países produtores pesqueiros, que são: China, Peru, Índia, Indonésia, Chile, Estados Unidos e Japão, no ano de 2004, responsáveis por mais da metade da produção mundial (FAO, 2007b).

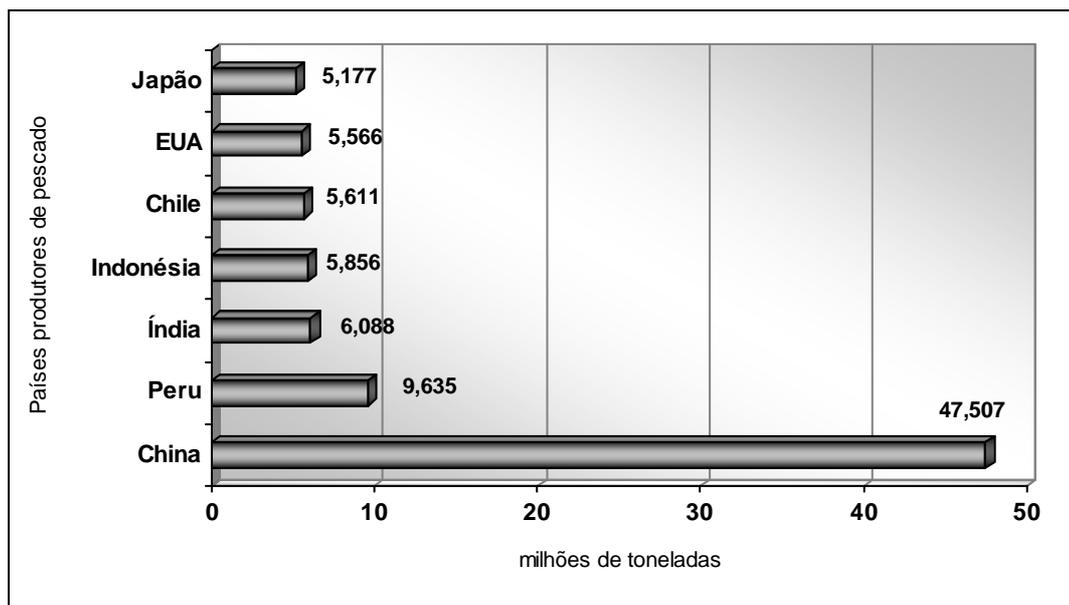


Gráfico 3 - Principais países produtores de pesca mundial, no ano de 2004.
Fonte: Adaptado de FAO (2007b).

A maior parte da captura mundial é de origem marinha. Em torno de 76% dessa captura é originária da pesca, e o restante é oriundo de atividades de aquicultura. O desenvolvimento de cada um desses segmentos deu-se de forma diferenciada ao longo do tempo. Desde 1950 a captura de pescado teve um crescimento significativo, porém começou a estabilizar em 1990, década em que a captura marinha e continental iniciou um período de estabilização e a aquicultura começou a crescer (IBAMA, 2006).

No Brasil a pesca marinha representa mais de 52% da produção total, sendo a maior parte originária da pesca extrativista costeira (42%), e somente 7% originária da pesca oceânica. Da produção de pescado, a pesca continental representa 24% e a aquicultura marinha e de água doce representam 27% das capturas totais (FAO, 2007a).

No contexto mundial, a América Latina alcançou a marca de 28 milhões de toneladas, representando aproximadamente 24% da produção mundial em 2004. A maior parte do desembarque é da pesca marinha, principalmente a anchoveta do Peru, responsável pela grande produção peruana (IBAMA, 2006).

A pesca extrativa costeira tem mantido um patamar de produção em torno de 400 mil toneladas, e a continental em torno de 200 a 230 mil toneladas. Apesar de ainda representar um pequeno percentual, a pesca oceânica tem crescido,

passando de 3% para 7% nos últimos oito anos. O maior crescimento tem sido na aqüicultura, que passou de 5% em 1994, para 32% da pesca total em 2004 (FAO, 2007a).

De acordo com Haimovici e Klippe (2007), da ictiofauna² marinha apresentada pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), como ameaçadas de extinção, as trinta e duas espécies listadas a seguir ocorrem no Brasil.

Elasmobrânquios

- ❖ *Hexanchus grises*
- ❖ *Rhincodon typus*
- ❖ *Cetorhinus maximus*
- ❖ *Carcharodon carcharias*
- ❖ *Lamna nasus*
- ❖ *Carcharias taurus*
- ❖ *Carcharhinus limbatus*
- ❖ *Carcharhinus obscurus*
- ❖ *Carcharhinus plumbeus*
- ❖ *Pristis microdon*
- ❖ *Pristis pectinata*

Teleósteos pelágicos:

- ❖ *Thunnus alagunga*
- ❖ *T. maccovii*
- ❖ *T. obesus*
- ❖ *T. thynnus*
- ❖ *Xiphias gladius*

Teleósteos demersais

a) Criticamente em perigo

- ❖ *Epinephelus itajara*
- ❖ *E. nigritus*

² Ictiofauna – fauna de peixes.

b) Em perigo

- ❖ *Epinephelus striatus*
- ❖ *Pagrus pagrus*

c) Vulneráveis

- ❖ *Lutjanus analis*
- ❖ *L. cyanopterus*
- ❖ *Stegaste sanctipauli*
- ❖ *Scarus guacamaia*
- ❖ *Anthias salmopunctatus*
- ❖ *Dermatolepis inermis*
- ❖ *Epinephelus niveatus*
- ❖ *Mycteroperca microlepis*
- ❖ *Balistes vetula*
- ❖ *Sphoeroides pachygaster*

d) Pouco risco, mas próximo a ameaçadas.

- ❖ *Epinephelus marginatus*
- ❖ *Serranus dewegeri*

As espécies *E. itajara*, *E. striatus* e *E. nigritus*, criticamente em perigo, pertencem à província zoogeográfica marinha do Caribe, ocorrendo no Brasil desde a região amazônica até a região sudeste. *E. itajara* e *E. striatus* estão associadas a recifes na plataforma interna e *E. nigritus* a fundos moles da plataforma externa ao talude. Ferreira e Maida *apud* Haimovici e Klippe (2007) realizaram um levantamento sobre *E. itajara* no Brasil e sugerem que, por seu tamanho e habitat é muito vulnerável à pesca comercial e amadora, e sua abundância diminuiu na última década.

Pagrus pagrus considerada espécie em perigo é amplamente distribuída no Atlântico, sendo pescado comercialmente entre o Espírito Santo e o Rio Grande do Sul. Esta espécie mostrou ser bastante vulnerável a sobrepesca no sul do Brasil, intensamente explorada na década de 70, e não recuperou níveis de abundância compatíveis com sua exploração pela frota industrial.

Das espécies classificadas como vulneráveis *Lutjanus analis*, *L. cyanopterus*, *Dermatolepis inermis*, *Mycteroperca microlepis* e *Epinephelus*

niveatus distribuem-se na província zoogeográfica marinha do Caribe. *L. analis*, *L. cyanopterus* e *D. inermis* são espécies recifais da plataforma interna, externas e ambas, respectivamente. No Brasil suas distribuições estão entre as regiões amazônica e sudeste, e todas elas são alvo da pesca de linha artesanal e industrial em vários estados. *M. microlepis* também se distribui da região amazônica a sudeste, na plataforma interna, sendo pescada junto com outras espécies de badejos. *E. niveatus* ocorre em todo o litoral brasileiro na plataforma externa e talude e é alvo da pesca de linha e espinhel de fundo, particularmente nas regiões central e sudeste. *Scarus guacamaia* distribui-se nas províncias do Caribe e Argentina, associada a recifes na plataforma interna. *Balistes vetula*, distribui-se no Atlântico Leste e Oeste, associada a recifes na plataforma interna e externa. No Brasil, esta espécie distribui-se entre as regiões amazônica e sudeste, sendo pescado no litoral nordestino (HAIMOVICI; KLIPPE, 2007).

Sphoeroides pachygaster é uma espécie circunglobal de águas tropicais e temperadas de plataformas externas e taludes, e nas regiões sul e sudeste forma parte das capturas incidentais da pesca de linha e espinhel de fundo. *Stegastes sanctipauli* e *Anthias salmopunctatus* são espécies endêmicas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Das espécies classificadas como de pouco risco, *Epinephelus marginatus* distribui-se na província zoogeográfica Argentina, Mediterrâneo e sul da África, associada a recifes na plataforma interna. *Serranus dewegeri* ocorre no norte da América do Sul na plataforma interna (*ibid*).

2.2 A PESCA NO BRASIL

2.2.1 Aspectos políticos

A análise histórica das políticas voltadas para a atividade pesqueira no Brasil demonstra que essas atuaram em dois sentidos: estabelecer regulamentações e conceder incentivos à produção (ABDALLAH, 2005).

A política de regulamentação preocupou-se, durante muito tempo (desde os anos 30), com a criação de órgãos para regulamentar a extração do pescado, mas não se ateve em diagnosticar o estoque de pescado nacional. Com a criação da

Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), a partir da década de 60, a atividade pesqueira tomou maior impulso. Em 1989, o Governo Federal extinguiu esse órgão e suas atribuições e competências passaram a ser desempenhada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (QUEIROZ; LOURENÇO; KITAMURA, 2002).

A política de incentivo à produção pesqueira iniciou-se em 1967, com a promulgação do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, que dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências.

Até os anos 60, a atividade pesqueira no Brasil era predominantemente artesanal e sua produção estava voltada basicamente para atender o mercado interno. A partir de então, por meio dessa política de incentivos fiscais à pesca, desenvolveu-se a chamada pesca industrial, voltada, preferencialmente, para o mercado externo. Esse Decreto permitiu deduções tributárias para investimentos em projetos pesqueiros, além de isenção de impostos e taxas federais para a importação de máquinas, equipamentos e instrumentos em geral. Os incentivos fiscais atuaram no período de 1967 a 1986, e contribuíram significativamente para ampliar a produção nacional de pescado e o parque industrial processador desse produto. Durante os anos iniciais dessa política de incentivos à pesca (de 1967 a 1972), do total dos recursos captados, 91% foram investidos na indústria: captura, administração e comercialização, não sendo identificado investimento algum na área de pesquisa e levantamento de dados. Destaca-se, aqui, a pouca atenção dada à questão do estoque de pescado (ABDALLAH, 2005).

Conforme dados do Anuário Estatístico do Brasil, a produção nacional do pescado passou de 281,5 mil toneladas em 1960, para 971,5 mil toneladas em 1985 (estas cifras compreendem a pesca marinha, de água doce e aquicultura). Contudo, desde 1986 essa produção vem caindo, tendo sido produzidas 798,6 mil toneladas de pescado em 1989, atingindo 697,6 mil toneladas em 1994. Os dados do IBAMA para o quinquênio 1996 a 2000 apresentam uma produção média nacional de aproximadamente 650 mil toneladas, sendo a média nacional, no período de 2000 a 2004, de 253,8 mil toneladas, confirmando a tendência decrescente da produção do pescado no Brasil. Deve-se considerar que, antes dos anos 90, a produção média

anual em relação à pesca em águas interiores e à aquicultura era de cerca de 22% e, esse percentual para os anos 90 aumentou para cerca de 30%, caracterizando a menor participação da pesca marítima (apenas 450 mil toneladas em 2000) na reduzida produção pesqueira nacional. Estudiosos, já na década de 90, atribuíam à redução na produção pesqueira marítima, a sobrepesca de algumas espécies, a predação dos recursos naturais pesqueiros e à conseqüente diminuição dos estoques (*ibid*).

Além do efeito da política pública sobre os estoques de pescados, há que se considerar seu efeito sobre a indústria, a renda e o emprego no setor pesqueiro. Tem-se verificado uma redução do valor da produção pesqueira e do nível de emprego na captura e na indústria do pescado. Durante o período dos incentivos fiscais, o número de estabelecimentos industriais de preparação e fabricação do pescado, aumentou significativamente, passando de 174 em 1970, para 272 estabelecimentos em 1985, mostrando uma taxa média de crescimento anual de 3%; enquanto essa taxa entre 1985 e 1995 (período posterior a política de incentivos) foi de apenas 0,18%. Esta baixa taxa de crescimento do número de estabelecimentos industriais de preparação e fabricação de pescado, após a atuação da política de incentivos fiscais à pesca, está relacionada à ociosidade do parque industrial pesqueiro que, por sua vez, é conseqüência, em grande parte, da escassez de matéria-prima. Ressalta-se ainda que, já no final da década de 80, muitas das empresas de pescado espalhadas pela costa brasileira desapareceram (ABDALLAH, 2005).

2.2.2 Legislação

Embora a legislação específica sobre a atividade pesqueira no Brasil tenha iniciado no período colonial, será enfocado, a seguir, o período a partir da década de 1960, quando o arcabouço jurídico do setor passou a se expandir de forma crescente e contínua. A análise desse arcabouço legal evidencia que, nos últimos quarenta anos, é possível identificar dois períodos com dinâmicas relativamente distintas: um entre 1967 e 1987, e outro de 1988 a 2001. Isso no

tocante às leis ordinárias de abrangência direta ou específica e aos decretos federais (IBAMA, 2003a).

No primeiro período, que compreende 21 anos, praticamente não houve mudança na legislação, excetuando-se a aprovação da Lei da Previdência e de dois decretos que regulamentaram aspectos específicos do Decreto-lei nº 221/67. Este Decreto-lei, hoje bastante alterado e desatualizado em relação às legislações nacional e internacional, continua sendo a lei básica que rege a atividade pesqueira no Brasil. Numa avaliação da aplicação desse instrumento legal evidencia: “O Decreto-lei nº 221/67, convertido em ‘Lei Áurea da Pesca’, sobretudo pelo caráter anárquico e velocíssimo de sua aplicação transfigurou, mas também desfigurou a Pesca Brasileira” (*ibid*).

O segundo período, cobrindo os últimos 14 anos, foi bem mais dinâmico, constatando-se a aprovação de oito leis de abrangência direta ou específica e treze decretos. Parte dos atos legais aprovados nesse último período promoveu significativas e confusas alterações na moldura institucional de gestão do uso dos recursos pesqueiros no Brasil. Segundo IBAMA (2003a) estava-se vivendo um quadro de “anarquia oficializada”, dentre eles cita-se:

- A Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, que extingue a SUDEPE e cria o IBAMA, representa um novo marco que enseja uma mudança de paradigmas na gestão do uso dos recursos pesqueiros nacionais;
- A Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências, que transfere a competência da produção e do fomento da atividade pesqueira ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), permanecendo no Ministério do Meio Ambiente (MMA) e no IBAMA as responsabilidades relacionadas com a política de preservação, conservação e uso sustentáveis dos recursos naturais;
- O Decreto nº 2.681, de 21 de junho de 1998, que criou o Departamento de Pesca e Aqüicultura (DPA), na estrutura do MAPA, consagrou a competição por espaço dentro do executivo. Apesar de o DPA não ter sido estruturado e dotado de recursos humanos nos estados, para executar suas funções, a sua existência só veio intensificar as disputas institucionais entre o MMA e MAPA, na medida em que o DPA não demonstrou disposição de trabalhar em conjunto com o IBAMA para solucionar problemas concretos da pesca marítima nacional, mas disputar,

politicamente e no discurso, todas as atribuições sobre a gestão da pesca marítima nacional;

- O Decreto nº 2.840, de 10 de novembro de 1998, introduziu três significativas e polêmicas mudanças nas competências relacionadas com a gestão do uso dos recursos pesqueiros no Brasil:

A primeira, de ordem legal ou constitucional, estava relacionada com a divisão das competências sobre a gestão do uso dos recursos pesqueiros e a organização, a manutenção do registro geral da pesca e de conceder licenças, permissões e autorizações para o exercício da pesca.

A segunda, sob os aspectos conceituais, já que no mar há um compartilhamento de espaço entre os estoques, além do fato de os recursos que estão subexplorados ou inexplorados hoje, à medida que são capturados, podem se tornar sobreexplorados. Cabe adicionar, a transferência da competência de aplicar os mapas de bordo³ a todas as espécies, para o MAPA, dificultando que o MMA/IBAMA controle a geração de informações fundamentais à gestão de recursos de sua competência.

A terceira relaciona-se com o arrendamento de barcos de pesca estrangeiros por empresas ou armadores nacionais. Oportunidade em que, além de transferir a competência de autorização de tal procedimento para o MAPA, introduziu várias modificações, onde se destacam:

- ❖ Facultou que o período máximo de duração do arrendamento, que era de três anos, passasse a ser realizado por prazo indefinido;

- ❖ Permitiu a interrupção da operação da embarcação estrangeira por até um ano, o que dificultou ou impossibilitou o controle e a fiscalização da operação dos barcos, especialmente se forem consideradas as dimensões do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Brasil. Assim, em tese, um barco pode solicitar a interrupção da operação, mas continuar pescando em águas nacionais e desembarcando em portos de outros países;

- ❖ Facultou, mediante autorização do MAPA, o desembarque do produto da pesca em portos de outros países, o que promoveu total descontrole sobre o resultado da pesca dos barcos arrendados; e,

³ Mapa de bordo - Formulário estatístico preenchido pelo patrão de pesca informando quando, onde, como e o que pescou. Fundamental para a obtenção de informações para a avaliação de estoque e gestão das pescarias.

❖ Possibilitou, na composição de nacionais e estrangeiros da tripulação, em circunstâncias especiais, uma proporcionalidade de brasileiros, inferior ao previsto em lei, o que, na prática, tornou-se regra.

- A Medida Provisória 1999-17, de 11 de abril de 2000, reeditada como Medida Provisória 2216-37, de 31 de agosto de 2001, e atualmente transformada no Decreto nº 4.118, de 07 de fevereiro de 2002, buscou corrigir a divisão de competências sobre preservação, conservação e uso sustentável dos recursos pesqueiros entre o MMA e o MAPA, definida em 1998, impropriamente, em Decreto, quando hierarquicamente deveria ser abordada em lei;

- O Decreto nº 3.833, de 5 de junho de 2001, que aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão do IBAMA e dá outras providências, cria a Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros, sem, no entanto corrigir o Decreto nº 2.840/98, e os conflitos de competências entre o MAPA/DPA e o MMA/IBAMA. Caso novos ajustes não sejam providenciados, essa nova moldura poderá gerar ainda mais disputas e conflitos internos no Executivo, com reflexos negativos para todos os segmentos da pesca;

- A Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a nova organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências, cria a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP), vinculada à Presidência, assumiu as competências que estavam a cargo do MAPA, mantendo, entretanto as competências do MMA.

É relevante destacar que a divisão das competências mencionadas gerou uma série de conflitos, a ponto de o Ministério Público da União (MPU) ter notificado o IBAMA, o MMA e o MAPA sobre a necessidade de se retomar o licenciamento ambiental da atividade pesqueira em todo o País (IBAMA, 2003a).

2.2.3 Características da pesca no Brasil

De acordo com o IBAMA (2002), no Brasil a pesca marítima é classificada, segundo sua finalidade ou categoria econômica, em: pesca amadora ou esportiva, pesca de subsistência, pesca artesanal ou de pequena escala e pesca empresarial/industrial, conforme apresentado na Figura 1.

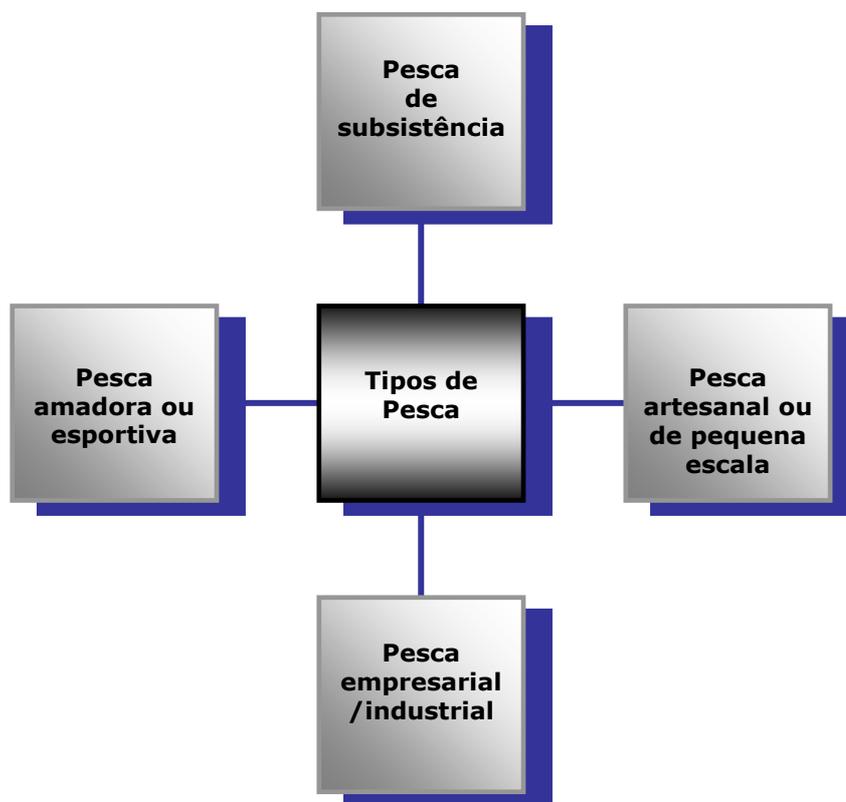


Figura 1 - Classificação da pesca marítima no Brasil.
Fonte: Elaborada a partir de dados do IBAMA (2002).

A pesca amadora ou esportiva é praticada ao longo de todo o litoral brasileiro com a finalidade de turismo, lazer ou desporto, e o produto da atividade não pode ser comercializado ou industrializado. O produto da pesca esportiva é o turismo de pesca, que inclui os serviços que os pescadores esportivos compram como: transporte, hospedagem, alimentação, e serviços especializados como: o aluguel de barcos e equipamentos, a contratação de guias e piloteiros de embarcações, entre outros. Esses serviços são prestados pelo setor turístico pesqueiro da região, que inclui hotéis, restaurantes, empresas e operadoras de turismo, de transporte, etc. A pesca esportiva praticada pela modalidade “pesque-e-solte” é uma atividade emergente no Brasil e em outros países. Consiste em capturar o peixe, experimentar o entusiasmo de lutar contra ele e, posteriormente, liberá-lo na água ao invés de matá-lo (BARBOSA, 2006).

Na Figura 2 pode-se visualizar um praticante da pesca esportiva, devolvendo o peixe ao mar.



Figura 2 - Pesca esportiva.
Fonte: CRAVO (2005).

A pesca de subsistência é exercida com o objetivo de obtenção do alimento, não tendo finalidade comercial, e é praticada com técnicas rudimentares (DIAS-NETO; DORNELLES, *apud* IBAMA, 2002). A Figura 3 mostra a pesca do pirarucu, principal fonte de subsistência, de forma bastante rudimentar.



Figura 3 - Pesca de subsistência.
Fonte: AZEVEDO (2005).

A pesca artesanal tem finalidade comercial e tanto utiliza embarcações de médio porte, adquiridas em pequenos estaleiros, com propulsão motorizada ou não, como embarcações construídas pelos próprios pescadores, utilizando matérias-primas naturais. Também não existe nenhuma sofisticação nos petrechos e insumos utilizados, geralmente comprados nos comércios locais. De um modo geral, utilizam equipamentos básicos de navegação, em embarcações geralmente de madeira, com

estrutura capaz de produzir volumes pequenos ou médios de pescado. Forma a maior porção da frota brasileira (BARBOSA, 2006).

A pesca artesanal é mais representativa no Norte e Nordeste e continua desempenhando um importante papel no cenário da pesca nacional. Considerando-se que a quase totalidade da pesca extrativa continental é de pequena escala ou artesanal, pode-se inferir que, ainda nos dias de hoje, essa pesca é responsável por cerca de 60% de toda a produção extrativa nacional (IBAMA, 2002).

Na Figura 4 verifica-se uma embarcação de pequeno porte, praticando a pesca artesanal.



Figura 4 - Pesca artesanal.
Fonte: MILANI (2007).

O IBAMA (2002) subdivide a pesca empresarial/industrial em duas subcategorias: a empresarial desenvolvida por armadores de pesca, e a empresarial ou industrial.

A pesca empresarial desenvolvida por armadores de pesca caracteriza-se pelo fato de os proprietários das embarcações e dos petrechos de pesca, os armadores, não participarem de modo direto do processo produtivo, função delegada ao mestre da embarcação. Estas são de maior porte e raio de ação que aquelas utilizadas pela pequena. Além dos seus motores propulsores, dispõem ainda de certos equipamentos auxiliares à pesca. A mão-de-obra, como na pesca de pequena escala, continua a ser remunerada pelo sistema de partes, ainda que para algumas funções possam existir formas de assalariamento complementar (IBAMA, 2002).

Na pesca industrial, a empresa é proprietária tanto das embarcações, como dos apetrechos de pesca. É organizada em diversos setores e, em alguns

casos, integra a captura, o beneficiamento e a comercialização. As embarcações dispõem de mecanização não só para deslocamento, mas também, para o desenvolvimento das fainas de pesca, como o lançamento e recolhimento de redes e, em alguns casos, beneficiamento do pescado a bordo, o que não acontece com as artesanais. É da prática comum o regime de salário mensal ou semanal, embora apenas como um piso mínimo, pois ainda predomina o pagamento de partes, que passa a ser calculada sobre o valor global da produção.

Na Figura 5 verificamos uma embarcação de maior autonomia, onde os pescadores estão lançando a rede (pesca industrial).



Figura 5 - Pesca industrial.
Fonte: PRODUÇÃO PESQUEIRA (2005).

Os diversos tipos de pesca, desde a necessidade de subsistência das populações mais excluídas até o lazer por meio da pesca esportiva mostram que a atividade pesqueira é de grande importância no cenário nacional.

Além da pesca marítima tem-se a aquicultura, definida como o processo de produção em cativeiro, de organismos com habitat predominantemente aquático, tais como peixes, camarões, rãs, entre outras espécies.

2.2.4 Aquicultura

Segundo o Decreto Presidencial nº 2.869, de 9 de dezembro de 1998, aquicultura é o cultivo de qualquer organismo que tenha na água o seu normal ou mais freqüente meio de vida. Esta atividade é milenar e hoje em dia se concentra em países em desenvolvimento da Ásia e América Latina, proporcionando grandes

vantagens econômicas e nutricionais. O setor cresce muito rapidamente no mundo todo (MELLO, 2005).

Na aquicultura de água doce, a preferência é pela captação direta de uma nascente, em especial nas criações de truta. De acordo com Pádua (2007), distinguem-se três categorias na água utilizada pela aquicultura: a água de origem, a água de uso e a água de lançamento, descritas a seguir:

- ❖ Água de origem, oriunda de uma fonte, nascente, represa, lago ou córrego formado e que vai abastecer todo o sistema de criação;

- ❖ Água de uso, que é a água utilizada no sistema em contato com a criação (tanques, valetas, canais ou tubos de distribuição e reuso), cuja qualidade depende do tipo de solo do tanque, da composição da água de origem, do manejo do sistema de criação (calagem, adubação e limpeza, etc.), da carga e composição do alimento lançado e dos organismos ali criados; e,

- ❖ Água de lançamento, oriunda de todo sistema de criação, com todos os resíduos e de composição variável, dependendo do manejo e do tipo de criação. Essas águas geralmente são orientadas para um corpo receptor (córrego, rio, lago, etc.). São ricas em matéria orgânica e inorgânica.

A aquicultura é o setor de maior crescimento na economia alimentícia mundial. Sua produção cresceu a uma taxa de 11% ao ano durante a última década, aumentando de 13 milhões de toneladas de peixes produzidos em 1990, para 31 milhões de toneladas em 1998 (BROWN *apud* FREITAS, 2006).

O Brasil é constituído por 8.400 km de costa marítima, 5.500.000 ha de reservatórios de água doce, aproximadamente 12% da disponível no planeta. Ele se destaca como um dos países de maior potência para a expansão da aquicultura, em virtude da crescente demanda mundial por alimentos de origem aquática, não apenas em função da expansão populacional, mas também pela preferência por alimentos mais saudáveis (QUEIROZ; LOURENÇO; KITAMURA, 2002).

Vários fatores favorecem o rápido crescimento da aquicultura no Brasil, como: condições climáticas favoráveis (pequena variação de temperatura do ar e da água), grande quantidade de coleções hídricas disponíveis, facilidade de adaptação de tecnologias estrangeiras, e de possibilidade de fácil importação de insumos e equipamentos.

Os diversos segmentos do setor aquícola (piscicultura⁴, carcinicultura⁵, malacocultura⁶, ostreicultura⁷ e outros) têm se desenvolvido aceleradamente, de tal forma que, em 2000, o Brasil produziu cerca de 140.000 toneladas de pescado via cultivo. No ano de 2001 a produção do setor aquícola foi de aproximadamente 200.000 toneladas, chegando a 300.000 em 2004 (AQUICULTURA, 2005).

Os ambientes utilizados para a aquíicultura são as zonas estuarinas, águas doces e marinhas. Nos últimos anos observou-se um crescimento de 2,6%, 10,8% e 10,6% respectivamente nestas áreas utilizadas para a aquíicultura (*ibid*).

Os principais problemas e restrições identificados para a aquíicultura na região Norte, de acordo com a prioridade a ser dada, são: deficiência de assistência técnica; disponibilidade, qualidade e custo das pós-larvas e alevinos; qualidade da água; regulamentação ambiental restritiva, e ausência de linhas de crédito (QUEIROZ; LOURENÇO; KITAMURA, 2002).

O conhecimento e acompanhamento da qualidade dessas águas se fazem necessários, não só para evitar surpresas desagradáveis, como enfraquecimento e morte dos organismos criados, mas também visando um adequado manejo do sistema de criação, desde a melhor utilização da própria água, o controle da alimentação e do comportamento dos organismos, etc (PÁDUA, 2007).

Levando-se em consideração as características ambientais de cada região é importante observar que, apesar da aquíicultura ainda não apresentar um desenvolvimento significativo na Amazônia, essa região possui um enorme potencial para a expansão dessa atividade (QUEIROZ; LOURENÇO; KITAMURA, 2002).

2.2.5 Aspectos econômicos e inclusão social

A pesca no Brasil situa-se entre as quatro maiores fontes de proteína animal para o consumo humano do país. Esta atividade é responsável pela geração de 800 mil empregos diretos no país, e cerca de três milhões de pessoas que dependem direta ou indiretamente do setor, sem falar no fato de que o parque industrial é composto por cerca de 300 empresas relacionadas à captura e ao processamento. A frota nacional é composta por cerca de 25.000 barcos, dos quais,

⁴ Piscicultura - cultivo ou criação de peixes.

⁵ Carcinicultura - atividade tradicional que visa à criação racional de camarões marinhos em cativeiros.

⁶ Malacocultura - cultivo de moluscos bivaldes, ou seja, que possuem duas conchas.

⁷ Ostreicultura - cultivo de ostras.

aproximadamente, 2.000 formam a chamada frota industrial e o restante a frota artesanal ou da pesca de pequena escala (IBAMA, 2005).

A pesca na Amazônia envolve aproximadamente 100.000 pescadores. Em termos de emprego e renda, as atividades da pesca de subsistência e comercial representam a maior fonte de geração de emprego do setor, enquanto a indústria é uma importante fonte de renda. A maior dificuldade das empresas com a mão-de-obra está concentrada no setor de produção, pois segundo as gerências, as indústrias possuem funcionários com baixa qualificação e com difícil adequação aos padrões de higiene (ALMEIDA, 2006).

As políticas nacionais têm demonstrado, historicamente, que a atividade pesqueira é pouco expressiva no contexto socioeconômico do país. Entretanto, se fossem considerados os aspectos da geração de empregos e fonte de alimentos para um contingente de brasileiros que vivem no litoral do país e em áreas ribeirinhas (na realidade a pesca nacional é uma das poucas atividades que absorve mão-de-obra de baixa ou nenhuma qualificação, quer seja de origem urbana ou rural, em alguns casos, é a única oportunidade de emprego para certos grupos de indivíduos, principalmente para a população excluída) seria possível verificar a real importância dessa atividade. Esses fatos demonstram que a pesca brasileira é um componente fundamental para a situação socioeconômica brasileira (IBAMA, 2003a).

A indústria pesqueira, entretanto, enfrenta vários problemas, como: o abastecimento da matéria-prima e a dificuldade de treinamento de mão-de-obra, que estão relacionadas com a qualificação e sazonalidade do trabalho, por causa da safra de pescado. Em virtude do comportamento sazonal das espécies, sua disponibilidade é variável durante o ano, fazendo com que o sistema produtivo da empresa seja regulado pela oferta de pescado, o que resulta também na sazonalidade do emprego da mão-de-obra. Essa dinâmica faz com que as empresas contratem inúmeros funcionários durante a safra e depois sejam obrigadas a demiti-los, gerando alta rotatividade no setor e um problema crônico de qualificação de mão-de-obra (ALMEIDA, 2006).

Em relação ao pescado, por ser um alimento de fácil decomposição, exige cuidados especiais, notadamente os relacionados com a conservação pelo frio. Do mesmo modo, ele está sujeito à contaminação pelos mais variados

microorganismos, adquiridos já no ambiente aquático, ou durante as diferentes etapas de captura, transporte e distribuição (IBAMA, 2005).

Nesse sentido, a manipulação assume importância vital para a qualidade higiênico-sanitária do pescado, seja como matéria-prima ou produto industrializado. Nos estabelecimentos de refeições coletivas, os cuidados começam com a origem e com a procedência do produto, passam pela conservação e o modo de preparo, até culminar com a ingestão do alimento. Nestes locais, os pontos críticos devem ser identificados e monitorados constantemente, utilizando-se, sempre que possível prova laboratorial para identificação e confirmação de contaminações (IBAMA, 2003a).

O controle da qualidade do pescado inicia-se com a inspeção sanitária da matéria-prima, estendendo-se aos entrepostos e sistema de transporte, atingindo por último às indústrias processadoras. A vigilância sanitária atua no âmbito do comércio varejista, venda ao público, e ao nível dos estabelecimentos de refeições coletivas de alimentos, zelando pela qualidade higiênico-sanitária dos produtos colocados à disposição dos consumidores (ALMEIDA, 2006).

A indústria pesqueira no Brasil padece de sérias dificuldades para manter-se e enfrentar a concorrência de outros países, até do próprio continente sul-americano. Mesmo sendo possuidor de uma extensão de costa litorânea invejável, corre-se o risco de ver o país importar peixes de outros países, principalmente do continente asiático, onde proliferam inúmeros agentes de doenças importantes, ainda exóticos no Brasil (GERMANO; GERMANO; OLIVEIRA, 1998).

2.2.6 Produção de pescado no Brasil

A partir dos dados da produção de pescado, no período de 1995 a 2000, apresentados na Tabela 1 e no Gráfico 4, observa-se um crescimento relativo na produção total, apenas com um pequeno declínio no ano de 1998 em relação ao de 1997. A pesca marinha apresentou um pequeno declínio nos anos de 1998 e 1999, mas se reergueu em 2000 com uma produção de 467.687,0 toneladas de pescado, superando a produção de 1997 que obteve um valor de 465.714,0 toneladas. A pesca continental apresentou um crescimento em 1996, seguido de declínio em 1997 e 1998, porém se estabilizando em 1999 e 2000. Por outro lado, é inegável

que a aqüicultura tenha contribuído de forma considerável na produção total ao longo desses anos, tendo registrado em 2000 uma participação de 20,9% contra 7,1% em 1995 (IBAMA, 2006).

Tabela 1 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas continentais: 1995-2000.

Ano	Pesca extrativa				Aqüicultura				Total (t)
	Marinha	Continental	Total (t)	%	Marinha	Continental	Total (t)	%	
1995	413.665,5	193.042,5	606.708,0	92,9	5.420,5	40.782,0	46.202,5	7,1	652.910,5
1996	422.173,5	210.277,5	632.451,0	91,2	8.490,0	52.231,5	60.721,5	8,8	693.172,5
1997	465.714,0	178.871,0	644.585,0	88,0	10.180,0	77.493,5	87.673,5	12,0	732.258,5
1998	432.599,0	174.190,0	606.789,0	85,4	15.349,0	88.565,5	103.914,5	14,6	710.703,5
1999	418.470,0	185.471,5	603.941,5	81,0	26.513,5	114.142,5	140.656,0	18,9	744.597,5
2000	467.687,0	199.159,0	666.846,0	79,1	38.374,5	138.156,0	176.530,5	20,9	843.376,5

Fonte: IBAMA (2006).

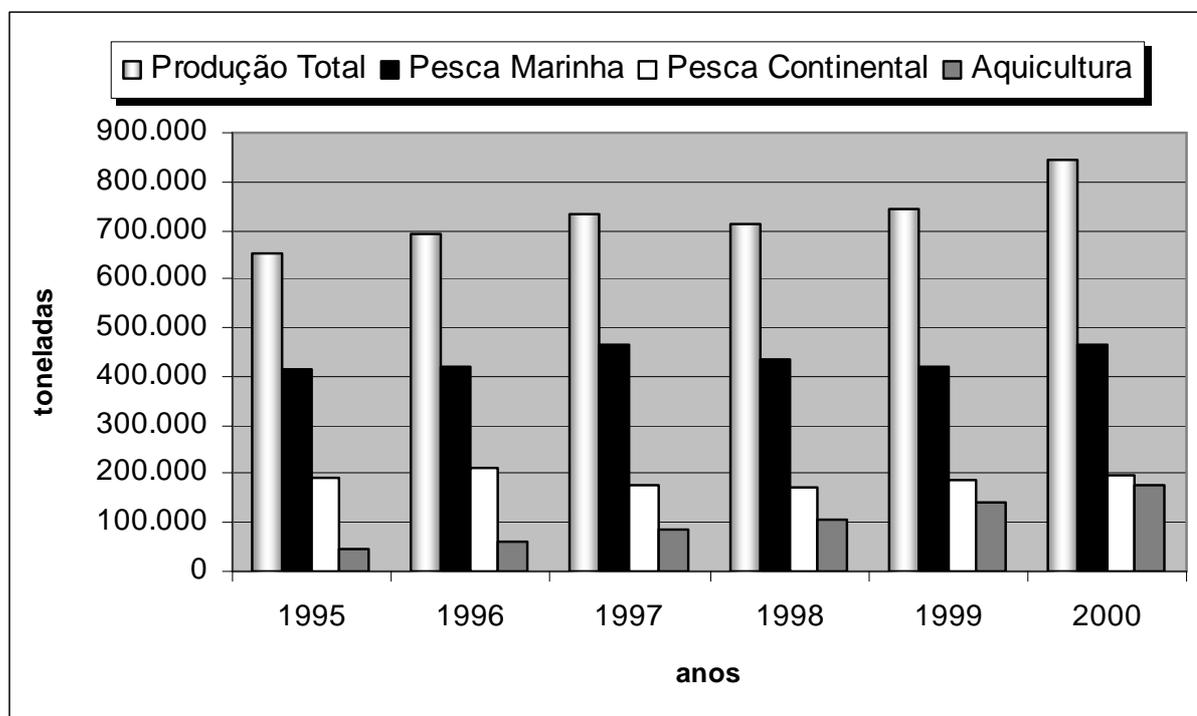


Gráfico 4 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas continentais: 1995-2000.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2006).

A partir dos dados da produção de pescado estimado pelo IBAMA (2007), para o período de 2000 a 2005 (Tabela 2), foi feita uma análise comparativa do desempenho do Setor Pesqueiro Nacional em relação a este período.

Tabela 2 - Desempenho do Setor Pesqueiro Nacional no período de 2000 a 2005.

Produção (t)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Pesca extrativa marinha	467.687,0	509.946,0	516.166,5	484.592,5	500.116,0	507.858,5
Pesca extrativa continental	199.159,0	220.431,5	239.415,5	227.551,0	246.100,5	243.434,5
Maricultura	38.374,5	52.846,5	71.114,0	101.003,0	88.967,0	78.034,0
Aqüicultura continental	138.156,0	156.532,0	180.173,0	177.125,5	180.730,5	179.746,0
Total	843.376,5	939.756,0	1.006.869,0	990.272,0	1.015.914,0	1.009.073,0

Fonte: IBAMA (2003b, 2004a, 2004b, 2005, 2007).

Observa-se um decréscimo na produção total, no ano de 2005 em relação ao de 2004, da ordem de 0,7%, determinado pela queda na produção da pesca continental, da aquicultura continental, e principalmente da maricultura. Já a pesca marinha apresentou um crescimento de 1,5%, quando comparado a 2004.

Em 2003 observa-se um comportamento de declínio na produção da pesca extrativa marinha, seguida de um acréscimo nos anos de 2004 e 2005 com uma produção de 500.116,0 e 507.858,5 toneladas de pescado respectivamente. Enquanto isso, a pesca extrativa continental apresentou um decréscimo em 2003, no entanto, no ano seguinte teve o maior valor de produção do período em análise, de 246.100,5 toneladas, seguido de uma pequena queda em 2005. A maricultura teve um comportamento de crescimento até o ano de 2003, registrando, no entanto, um decréscimo nos anos de 2004 e 2005. A aquicultura continental, assim como a pesca extrativa continental, apresentou um crescimento no período de 2000 a 2002, registrando um decréscimo em 2003 e um acréscimo no ano de 2004. A produção total apresentou um crescimento no período de 2000 a 2002, no entanto a maior produção aconteceu no ano de 2004, registrando 1.015.914,0 toneladas.

Conforme pode ser observado na Tabela 3 e no Gráfico 5, a pesca extrativa nos de 2004 e 2005 apresentaram uma pequena recuperação alcançando uma participação relativa na produção de pescado de 73,5% e 74,5% respectivamente. No período de 2000 a 2003, a participação relativa da pesca extrativa apresentou um comportamento de declínio. A aquicultura em 2005 apresentou um decréscimo 1% na participação relativa da produção de pescado,

atingindo 25,5%, contra 26,5% obtido em 2004. No período compreendido entre 2000 e 2003, a participação relativa da aquicultura apresentou um comportamento de crescimento.

Tabela 3 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas continentais: 2000-2005.

Ano	Pesca extrativa				Aquicultura				Total (t)
	Marinha	Continental	Total (t)	%	Marinha	Continental	Total (t)	%	
2000	467.687,0	199.159,00	666.846,0	79,1	38.374,50	138.156,0	176.530,50	20,9	843.376,50
2001	509.946,0	220.431,50	730.377,5	77,7	52.846,50	156.532,0	209.378,50	22,3	939.756,00
2002	516.166,5	239.415,5	755.582,0	75,0	71.114,0	180.173,0	251.287,0	25,0	1.006.869,00
2003	484.592,5	227.551,0	712.143,5	71,9	101.003,0	177.125,5	278.128,5	28,1	990.272,00
2004	500.116,0	246.100,5	746.216,5	73,5	88.967,0	180.730,5	269.697,5	26,5	1.015.914,00
2005	507.858,5	243.434,5	751.293,0	74,5	78.034,0	179.746,0	257.780,0	25,5	1.009.073,00

Fonte: IBAMA (2007).

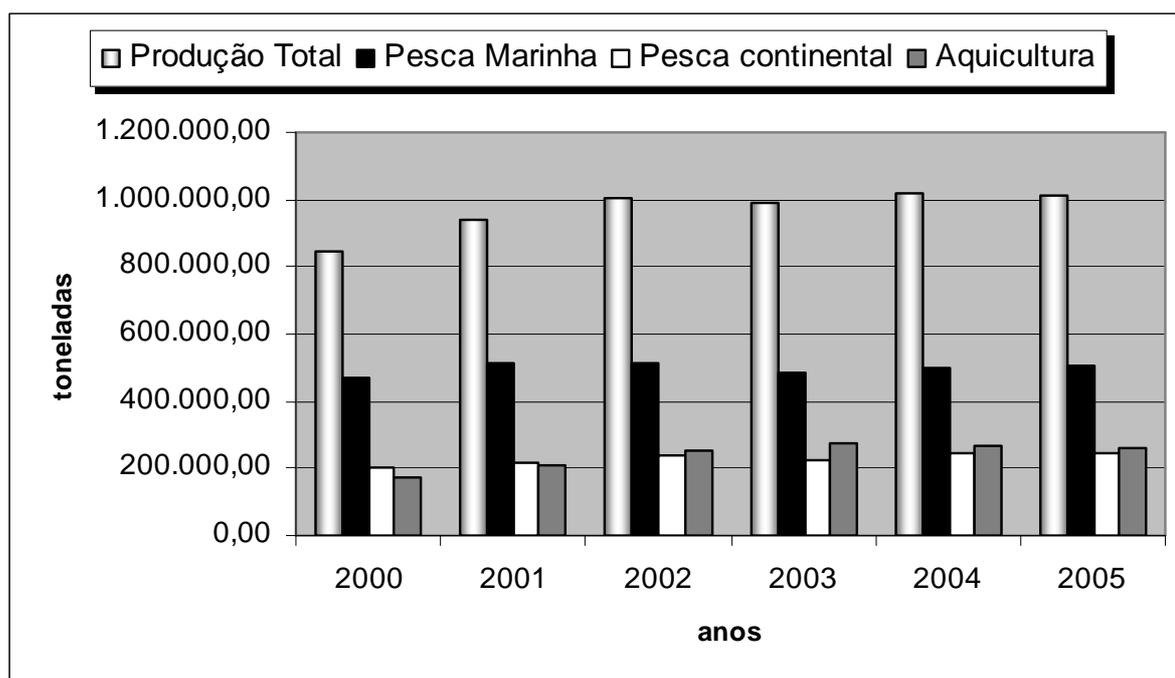


Gráfico 5 - Produção total da pesca (t), participação relativa (%) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas continentais: 2000-2005.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

2.2.7 Comercialização da produção de pescado

De acordo com dados da FAO (2007b), a captura de pescado marinho, de águas continentais e da aquicultura mundial atingiu 140.475.164 milhões de toneladas em 2004. Essa produção resulta no consumo médio anual per capita de

17,3 kg por pessoa. Excluindo a China, que é responsável pelo consumo de 47.507.761 de toneladas, correspondente a 33,8% da produção total, o consumo mundial médio per capita é de 11,4 kg.

O processo de comercialização da produção da pesca artesanal é dominado por uma rede de intermediação, que vai do atravessador individual, geralmente alguém da comunidade que se especializou na compra e venda de pescado, até os representantes de empresas que compram e financiam a produção. Como o excedente dessa comercialização é reduzido e irregular, torna-se difícil à acumulação de capital interno à atividade. Existe uma dependência dos produtores a essa fonte de financiamento, seja no adiantamento em espécie, na abertura de crédito nos pontos de abastecimento de rancho, gelo e óleo combustível, seja nas casas de materiais de pesca.

O pescado no Brasil, normalmente é comercializado na sua grande maioria *in natura* ou congelado. Na indústria, o pescado é eviscerado e congelado inteiro ou sob a forma de filé. As instalações de uma indústria beneficiadora de pescado devem estar de acordo com as exigências do Serviço de Inspeção do MAPA, e o pescado a ser processado, deve estar em boas condições físico-químicas e bacteriológicas, porque o produto final dependerá exclusivamente da qualidade inicial da matéria-prima. Assim, para que se tenha um produto de qualidade é necessária uma série de cuidados, desde a captura e armazenamento a bordo até seu transporte e processamento (GASPAR, 2003).

A seguir são apresentados os dados do IBAMA, dos anos de 2004 e 2005, da Estatística da Pesca - Brasil: grandes regiões e unidades da federação, em relação à importação e exportação de produtos pesqueiros.

O Gráfico 6 mostra os principais mercados importadores de produtos pesqueiros brasileiros, de 2003 a 2005. Os Estados Unidos permaneceu na primeira posição em relação ao valor da importação (US\$), embora sua participação relativa venha se reduzido nos últimos anos, onde apresentou uma redução de 6,43% em 2005. Suas compras concentraram-se, principalmente, em lagosta (US\$ 75,3 milhões), camarão (US\$ 11,7 milhões) e outros peixes frescos/refrigerados (US\$ 14,6 milhões), os quais representaram 75,2% das exportações do Brasil dirigidas àquele mercado. Vale destacar que as nossas vendas de camarão aos Estados Unidos, em 2005, diminuíram em US\$ 30,6 milhões, ou seja, apresentou uma queda de 72,3% em relação às exportações efetivadas em 2004. A Espanha permaneceu como o segundo comprador dos produtos brasileiros, tendo sua participação aumentada, no ano de 2005, em 3,72%, destacando-se como o primeiro maior

importador de camarão do Brasil (US\$ 77,9 milhões); a França, que em 2004 ostentava o primeiro maior importador de camarão do Brasil, passou a ser o segundo comprador desse produto (US\$ 71,3 milhões) e teve sua participação praticamente estabilizada, em torno de 20% das vendas totais efetuadas pelo nosso país; os Países Baixos absorveram 3,1% das exportações totais brasileiras, principalmente camarão (89,5%), no valor de US\$ 11,4 milhões, colocando-se como o quarto principal mercado importador do Brasil.

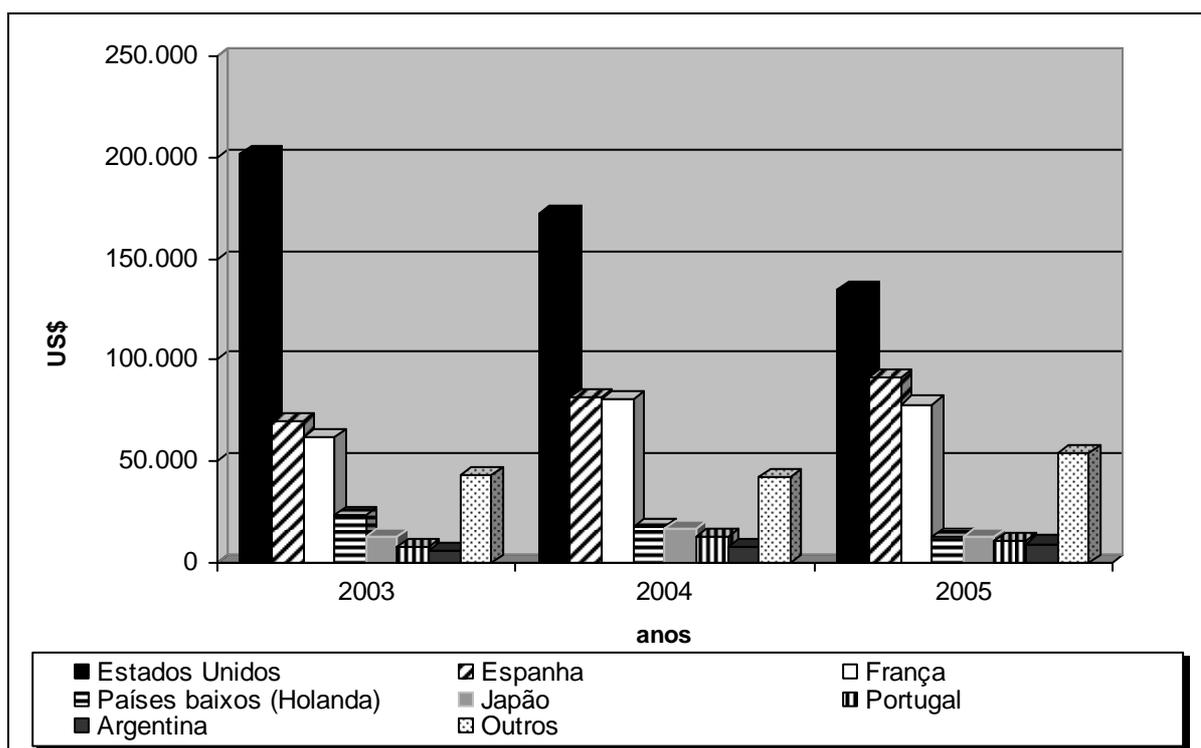


Gráfico 6 - Principais mercados importadores de produtos pesqueiros do Brasil, 2003-2005.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

O Japão, que importa preferencialmente camarão (US\$ 8,7 milhões) do nosso país teve participação de 3,85% em 2004 e 3,05% em 2005; Portugal apareceu como o sexto principal país comprador do nosso pescado, tendo despendido US\$ 4,7 milhões na importação de peixes frescos/refrigerados e US\$ 2,9 milhões em camarão e, por último, a Argentina, que destinou aproximadamente 58,05% das suas compras em 2005, em preparações e conservas de atum e 14,78% na aquisição de bonito-listrados congelados do Brasil e viu sua participação, em termos de valor, aumentar de 1,81% para 2,30%.

Os países referenciados acima somaram 86,65% das vendas do Brasil ao exterior. Isso demonstra que, embora o Brasil tenha exportado para 70 países, em 2005, constatou-se uma diminuição de mercados alternativos em relação ao ano de

2004 (73 países), e um acréscimo quando comparado ao ano de 2003 (62 países). A Tabela 4 mostra os principais mercados importadores de produtos pesqueiros do Brasil, no período de 2003 a 2005.

Tabela 4 - Principais mercados importadores de produtos pesqueiros do Brasil, 2003-2005.

Ano	2003				2004				2005			
	Mercados	t	%	US\$	%	t	%	US\$	%	t	%	US\$
Estados Unidos	39.535	34,76	201.791	47,20	27.442	25,64	172.161	39,46	19.122	20,68	135.172	33,40
Espanha	21.755	19,13	70.278	16,44	25.295	23,64	81.797	18,75	24.047	26,01	91.630	22,64
França	17.839	15,69	61.924	14,49	21.895	20,46	80.940	18,55	19.494	21,09	78.252	19,34
Países Baixos	6.510	5,72	23.354	5,46	5.214	4,87	17.466	4,00	3.366	3,64	12.714	3,14
Japão	2.282	2,01	12.722	2,98	2.599	2,43	16.651	3,82	1.982	2,14	12.332	3,05
Portugal	2.568	2,26	8.214	1,92	3.582	3,35	13.214	3,03	3.029	3,28	11.205	2,77
Argentina	4.161	3,66	5.860	1,37	4.229	3,95	7.828	1,79	4.720	5,11	9.321	2,30
Outros países	19.072	16,77	43.346	10,14	16.761	15,66	46.271	10,60	16.689	18,05	54.032	13,35
Total Geral	113.722	100	427.489	100	107.017	100	436.328	100	92.449	100	404.658	100

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Os principais fornecedores de pescado ao Brasil, no período de 2003 a 2005, estão mostrados no Gráfico 7. Pela ordem de importância, destacaram-se: Noruega, Argentina, Chile, Portugal e Venezuela, com uma participação conjunta de 90,9% nas compras globais de produtos pesqueiros pelo Brasil, no exterior, em um universo de 41 países em 2005 (em 2003 foram 35 países e em 2004 foram 43).

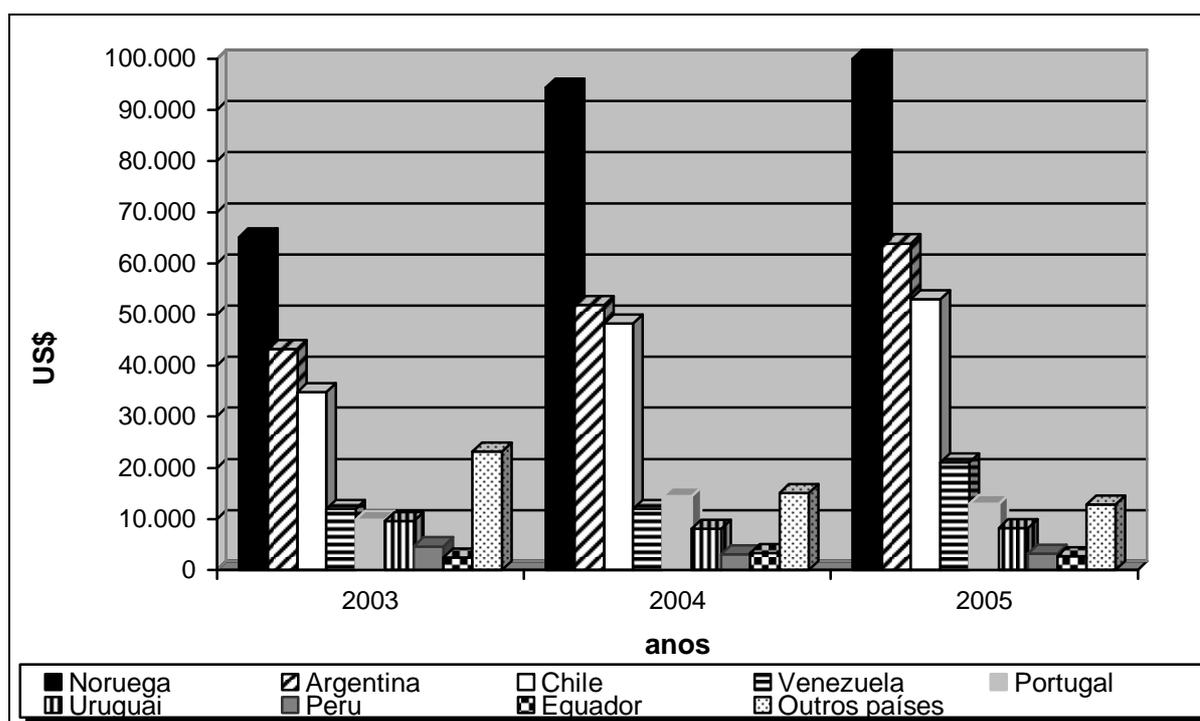


Gráfico 7 - Principais fornecedores de pescado ao Brasil, 2003-2005.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

A Noruega continua aumentando sua participação nas vendas ao país, passando de 37,7% em 2004, para 40,13% em 2005. Compramos da Noruega, basicamente, bacalhau (US\$ 119,1 milhões), representando 99,8% da pauta dirigida ao Brasil; a Argentina permaneceu na segunda posição, concentrou suas vendas ao país em filés de merluzas congelados (US\$ 40,3 milhões) e filés de outros peixes congelados (US\$ 15,2 milhões), que representaram 87% das importações desse mercado; o Chile aumentou suas exportações em US\$ 4,8 milhões, mas teve sua participação reduzida em, aproximadamente, 1,5%. Nossas compras mais significativas ao país em referência recaíram sobre o salmão (US\$ 32,9 milhões) e filés de peixes congelados (US\$ 9,7 milhões), produtos responsáveis por 80,3% das exportações destinadas ao Brasil.

As importações de bacalhau efetuadas pelo Brasil, de Portugal, alcançaram a cifra de US\$ 20,3 milhões, quase à totalidade (96,1%) das compras totais; já, a Venezuela, perdeu uma posição no ranking, em 2005 vendeu ao nosso país US\$ 12,1 milhões de sardinha o que representou 92,7% das exportações dirigidas ao Brasil; o Uruguai apresentou uma ligeira queda em sua participação relativa, e seu principal produto vendido ao Brasil foi esqualos congelados (US\$ 2,6 milhões); a Espanha passou a integrar a lista dos principais fornecedores de produtos pesqueiros, contribuindo com 1,1% nas compras totais efetuadas pelo nosso país; por último, os dados indicaram, ainda, que o Equador diminuiu suas vendas ao Brasil. Em 2004, importamos US\$ 3,4 milhões, enquanto que no ano de 2005 tão-somente US\$ 2,7 milhões, basicamente, de conservas de atum (37,2%) e carnes de peixes congeladas (33,5%). A Tabela 5 mostra os principais fornecedores de pescados ao Brasil, no período de 2003 a 2005.

Tabela 5 - Principais fornecedores de pescado ao Brasil, 2003-2005.

Ano	2003				2004				2005			
	Mercados	t	%	US\$	%	t	%	US\$	%	t	%	US\$
Noruega	16.952	11,12	65.117	32,09	23.520	15,10	94.413	37,70	24.495	16,78	119.366	40,13
Argentina	37.235	24,41	43.307	21,34	36.696	23,56	51.811	20,69	40.105	27,48	63.904	21,48
Chile	13.871	9,09	34.758	17,13	19.341	12,42	48.208	19,25	19.536	13,39	53.046	17,83
Portugal	32.265	21,16	11.924	5,88	2.230	1,43	11.964	4,78	3.430	2,35	21.109	7,10
Venezuela	2.133	1,40	9.899	4,88	37.726	24,22	14.414	5,76	31.897	21,86	13.005	4,37
Uruguai	14.001	9,18	9.552	4,71	13.327	8,56	8.069	3,22	10.519	7,21	8.240	2,77
Espanha	3.399	2,16	4.671	2,22	3.536	2,27	3.171	1,27	2.261	1,55	3.225	1,08
Equador	1.447	0,92	2.454	1,17	2.046	1,31	3.370	1,35	1.605	1,10	2.716	0,91
Outros países	26.273	17,23	23.137	2,58	17.327	11,12	15.027	6,00	12.089	8,28	12.862	4,32
Total Geral	157.360	100	210.056	100	155.749	100	250.447	100	145.937	100	297.473	100

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Verificou-se que as importações do Brasil a fornecedores não tradicionais diminuíram em US\$ 2,2 milhões, de 2004 para 2005, apesar da redução do número de países com os quais efetuamos nossas importações, pois em 2004 importamos de 43 países, enquanto que em 2005 importamos de 41 países.

Em relação às exportações brasileiras de produtos pesqueiros, verificou-se que a composição de sua pauta é diversificada e constou de 109 itens, no ano de 2005. Por outro lado, constatou-se que, em termos de valores, alguns poucos produtos responderam com uma parcela significativa dessa pauta. Com efeito, camarões congelados, lagostas, outros peixes frescos refrigerados e outros peixes congelados foram responsáveis por 76,68% das exportações totais de pescado em 2005. O Gráfico 8 mostra os principais produtos pesqueiros exportados pelo Brasil, no período de 2003 a 2005.

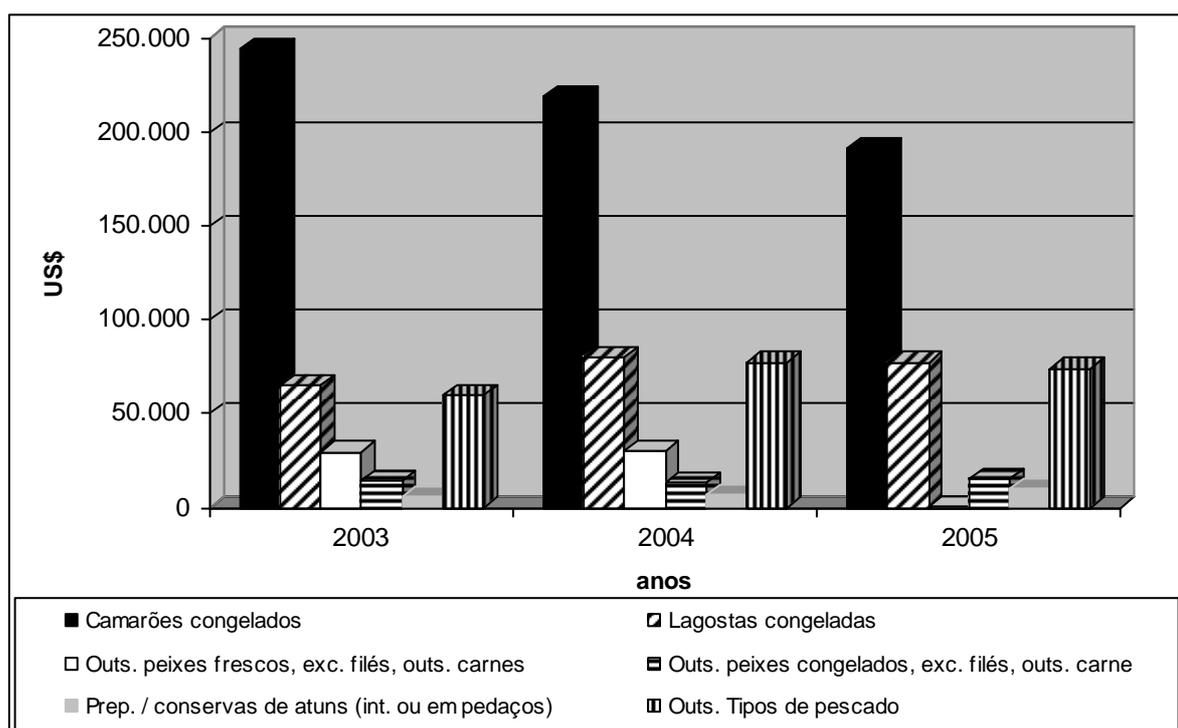


Gráfico 8 - Principais produtos pesqueiros exportados pelo Brasil, 2003-2005.
Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Conforme pode ser verificado no Gráfico 9, no que concerne à pauta de importações, verificou-se que de um modo geral, o bacalhau polar apresentou tendência de queda até 2003, reduzindo sua participação (27,8% em 2001, 25,5% em 2002 e 19,7% em 2003) nas importações totais. A partir de 2004 aumentou sua

participação para, aproximadamente, 25,2%. Em 2005 o Brasil importou mais US\$ 20,3 milhões desse produto. Merece destacar, ainda, que a Noruega foi o principal fornecedor do produto e São Paulo e Rio de Janeiro foram os estados que absorveram 80% das importações. Verificou-se, também, que os salmões permaneceram na quarta posição, com uma participação de 11,1% nas compras de pescado pelo Brasil, no exterior, e que as importações de sardinha tiveram uma redução de 11,4 mil toneladas. Os demais produtos tiveram pequenas variações que não chegaram, contudo, a influir em suas posições no ranking mundial.

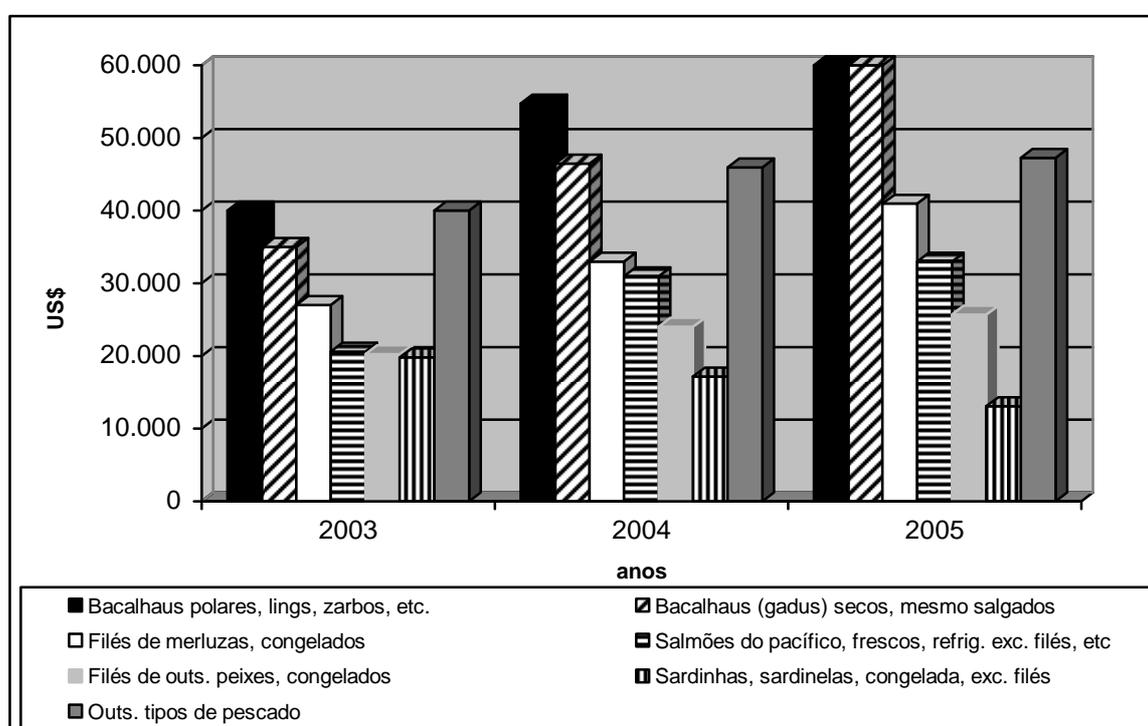


Gráfico 9 - Principais produtos pesqueiros importados pelo Brasil, 2003-2005.
Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Bacalhau, filés de merluza, salmões, filés de outros peixes e sardinhas contribuíram com 81,8% das compras totais de produtos pesqueiros feitas no mercado externo, em 2004.

O Gráfico 10 apresenta os principais estados brasileiros exportadores de produtos pesqueiros no período de 2003 a 2005. O Ceará em 2005 continuou como o principal estado exportador, sendo responsável por 26,8% (US\$ 108,3 milhões) das exportações globais do setor pesqueiro. O volume exportado representou 26,7% da produção total do estado no ano de 2005 (68.619,0 ton).

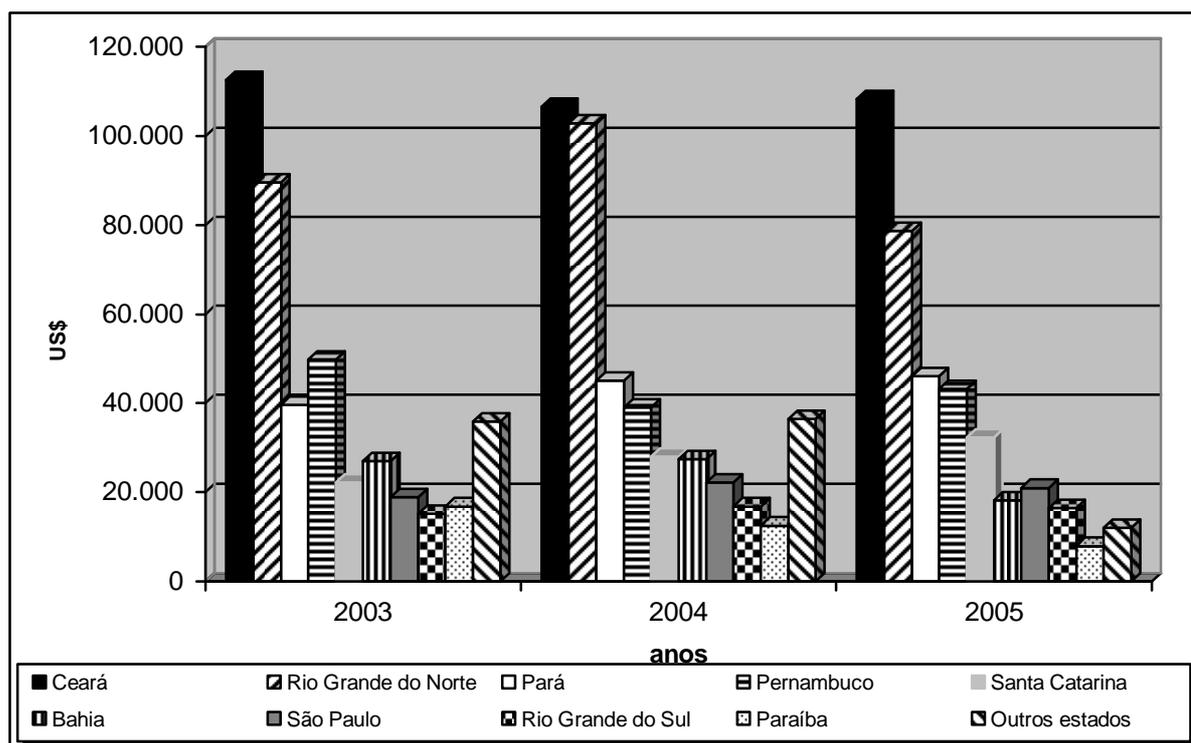


Gráfico 10 - Principais estados brasileiros exportadores de produtos pesqueiros, 2003-2005.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Diferentemente do comportamento verificado em 2003 e 2004, observou-se que as exportações do Rio Grande do Norte, em 2005, tiveram uma redução considerável em termos de valores (US\$ 24,1 milhões). As vendas ao exterior representaram 46,9% da produção estadual pesqueira (45.177 ton). Denotou-se, ainda, que entre os nove principais estados exportadores, cinco são da região Nordeste, responsáveis por 63,0% das exportações totais de pescado. O Pará assumiu a terceira posição e teve suas vendas ao exterior aumentada em US\$ 5,3 milhões, no ano de 2004. Quanto aos demais estados, houve uma pequena alteração em suas participações, em 2005, sem, contudo, alterar o desempenho das exportações em suas respectivas unidades.

O Gráfico 11 apresenta os principais estados brasileiros importadores de produtos pesqueiros. O estado de São Paulo permanece com a primeira posição, respondendo com mais da metade (59,66%) das compras efetuadas pelo Brasil no exterior.

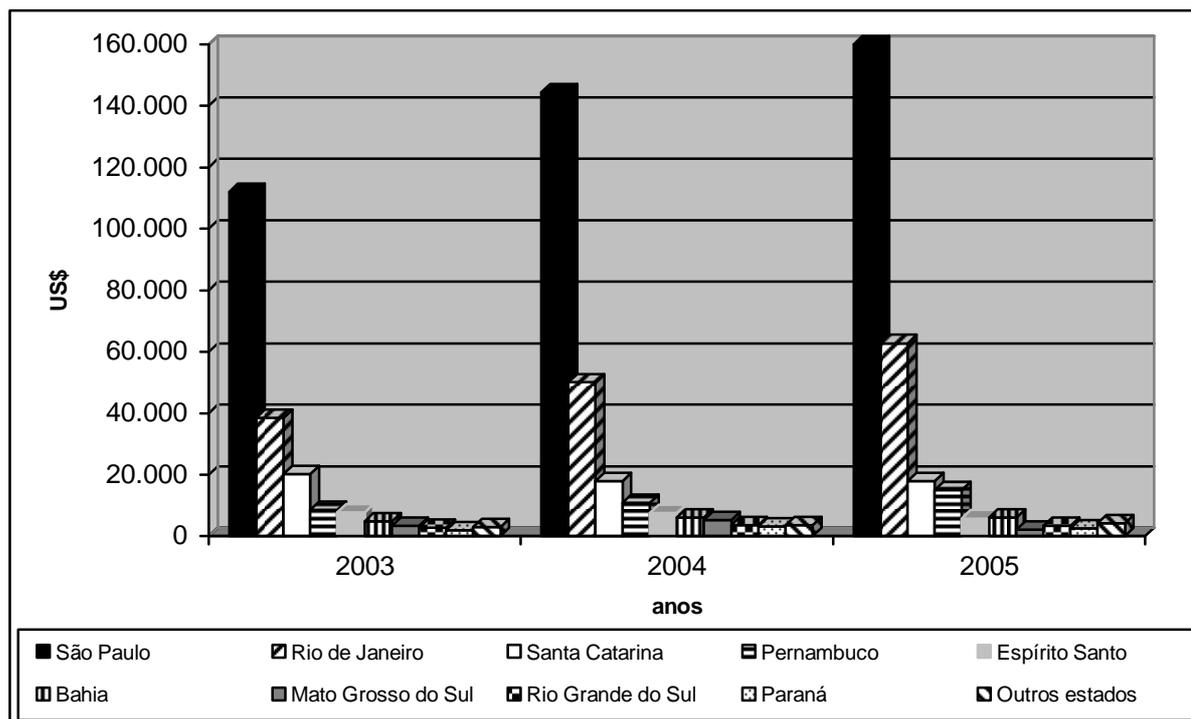


Gráfico 11 - Principais estados brasileiros importadores de produtos pesqueiros, 2003-2005.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2007).

Com relação a 2003 e 2004, verificou-se que as importações, em 2005, efetuadas pelo estado de São Paulo sofreram aumento tanto em volume, quanto em valor, e o volume importado (63.591,0 ton) foi superior à produção pesqueira desse estado (55.058,0 ton), fato parcialmente explicado pela concentração dos grandes distribuidores das redes de supermercados. Os demais estados não apresentaram mudanças significativas.

Por meio dos dados do IBAMA, dos anos de 2004 e 2005, da Estatística da Pesca - Brasil: grandes regiões e unidades da federação observou-se que a produção brasileira de pescado do ano de 2005 alcançou um volume de 1.009.073 toneladas e apresentou um decréscimo de 0,7% quando comparado a 2004. Deve-se ressaltar, também, que a aqüicultura participa na produção total de pescado do Brasil com 25,6%, com uma produção de 257.780 ton.

Em relação à produção de pescado nacional, o Pará ocupou o segundo lugar no ano de 2005, com uma produção de 146.895,5 ton, registrando um decréscimo de 4,5% na produção de pescado, em relação a 2004. Os Estados Unidos continuam a ser o principal mercado para os produtos pesqueiros brasileiros, enquanto que o nosso principal fornecedor internacional de pescado permanece

sendo a Noruega. O volume exportado em relação à produção nacional pesqueira passou de 11,2% no ano de 2004, para 9,2%, em 2005. De fato, as exportações brasileiras, em 2005, somaram US\$ 118,3 bilhões, o que determinou uma contribuição do setor em apenas 0,34% nas exportações globais do país (IBAMA, 2007).

2.3 REGIÃO AMAZÔNICA E O CICLO DA PESCA

A pesca industrial na Amazônia expandiu-se a partir dos anos de 1960, concentrada especialmente no município de Belém do Pará e baseada nos incentivos fiscais. Em dez anos essa atividade já estava consolidada na região e contava com 17 unidades beneficiadoras de pescado. No ano de 1976, a capacidade de produção do parque industrial do Pará e do Amazonas era respectivamente de 14.225 t/ano e de 1.825 t/ano de pescado congelado constatando uma grande diferença entre a produção de pescado industrial destes estados. A frota inicial de barcos industriais foi essencialmente estrangeira, atuando na região até 1978, quando a pesca na costa norte do Brasil passou a ser exercida apenas por empresas nacionais, passando a ser necessária a autorização do governo para arrendar barcos estrangeiros. Com a eliminação dos incentivos fiscais e a redução da abundância do pescado, muitas empresas optaram por vender sua frota para pescadores e reduzir o risco do setor, concentrando-se no processamento ou na prestação de serviços de processamento. Algumas passaram a apoiar a frota do pescador para conseguir preferência na compra do pescado, por meio do fornecimento de gelo aos pescadores correspondendo a 44%, apetrechos 22%, ou combustível representando 22% (ALMEIDA, 2006).

No Brasil, a Amazônia contribui com 25% da produção de pescado nacional, sendo o Pará o principal estado produtor brasileiro, capturando 18% do total do pescado nacional, e o Amazonas, o primeiro produtor na pesca continental. O consumo de pescado no setor industrial pesqueiro do Estado do Pará, em 2005, foi de 30.778 ton e representa cerca de um quinto da produção comercial pesqueira do estado. A produção total do Amazonas é de cerca de um terço da produção do Pará. Quase 90% dessas empresas trabalham com o mercado internacional, 70%

com o mercado nacional e 41% com mercado local. Em termos de volume total 60% a 70% são comercializados no mercado nacional, 20% a 35% no mercado internacional e 5% a 10% no mercado local (*ibid*).

A indústria pesqueira da Amazônia localiza-se principalmente em três pólos importantes: Belém, Manaus e Santarém, e é responsável pelo processamento de grande parcela do pescado da região, agregando valor, gerando empregos e divisas para o país. A quantidade de pescado que abastece os mercados regionais e os frigoríficos varia de acordo com a cidade. Em Belém, por exemplo, a indústria pesqueira processa cerca de três vezes mais pescado do que o desembarque normal no principal porto. Na região da grande Manaus, a situação se inverte, o mercado local, por meio das feiras livres, consome a maior parte do pescado desembarcado. Em Santarém, metade do pescado que desembarca é absorvido pela indústria (RUFFINO, 2004).

A capacidade das indústrias de agregar valor ao pescado é grande e esse é um importante produto na pauta de exportação dos estados. Estima-se que o valor do pescado processado pode alcançar até dez vezes mais do que o valor do produto *in natura* (RUFFINO, 2006).

A pesquisa realizada por Almeida (2006), sobre a indústria pesqueira na Amazônia, mostrou que as modificações ocorridas no setor pesqueiro em relação à tecnologia de beneficiamento, apontaram como principais mudanças os procedimentos, com a busca de melhoria da qualidade dos produtos e processos, e a minimização das perdas, tanto nos barcos quanto no beneficiamento do pescado. Em relação à tecnologia dos equipamentos utilizados no beneficiamento do pescado não houve alterações significativas, pois foram adaptados para as condições locais de clima e tipo de pescado, mas são “equipamentos padrão” para o setor. Já em termos de novas tecnologias, alguns frigoríficos já tiveram contato com o processo para a produção de carne mecanicamente separada, e possuem pesquisas sendo feitas com esse tipo de equipamento.

Na Amazônia, as perdas durante o processo de pesca e processamento são imensas, e ocorrem nas embarcações, em razão do mau acondicionamento, do uso inadequado do gelo e da contaminação. A perda também ocorre de forma intensa no processamento (PETRERE JÚNIOR, 2004).

Em virtude da abundância inicial do pescado na Amazônia, há pouco registro de iniciativas para o aproveitamento de subprodutos no processamento. José Maria Damasceno (comunicação pessoal) estimou que as perdas nos processos de filetagem estivessem em torno de 40% a 70% do peso do pescado inteiro. Essas perdas podem ser reduzidas consideravelmente com a introdução de novos processos de aproveitamento (*ibid*).

A importância da pesca na Amazônia deve-se a três fatores: o consumo da população ribeirinha residente na várzea amazônica, que geralmente não entra nas estatísticas do governo; o consumo da população dos centros urbanos regionais, que tem no pescado uma considerável fonte de proteínas; e o consumo do setor industrial (RUFFINO, 2004).

A produtividade da região Norte é incrementada em função do rio Amazonas, que drena toda a região, arrastando uma infinidade de nutrientes. Este despeja um grande volume de água doce, com elevada quantidade de material de origem terrestre em suspensão, que ao se depositar sobre a plataforma continental da foz daquele rio, faz com que a costa dos estados do Pará e Amapá apresente alta produtividade, especialmente de comunidades do fundo do mar (IBAMA, 2002).

Estima-se que na região Amazônica existem 25% das espécies do planeta, o que representa um percentual superior às espécies existentes no Oceano Atlântico. Com uma extensa plataforma continental e uma grande proporção de fundo regular, a região Norte facilita a pesca de recursos demersais⁸ (IBAMA, 2003a).

Admitindo-se que a região Amazônica, enquanto detentora de uma invejável potencialidade de recursos pesqueiros, estimados em 675.000 ton/ano, no que se refere à deflagração de um esforço de pesca, cujo rendimento máximo sustentável se coaduna com os parâmetros biológicos definidos por meio dos limites mínimos de preservação das espécies, ainda não conseguiu obter da atividade pesqueira, os benefícios que lhes podem ser creditados enquanto fontes geradoras de renda/emprego, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de um

⁸ Recursos demersais - recursos vivos que vivem ou passam a maior parte de seu tempo no ambiente marinho próximo ao fundo.

segmento expressivo da população, e ainda como principal fonte de oferta de proteína animal (BARBOSA, 2006).

A piscicultura é uma atividade que vem crescendo na Amazônia Ocidental de forma significativa. No Estado do Amazonas estima-se que existam atualmente 411 piscicultores. As espécies mais cultivadas são: o tambaqui (Figura 6) em policultivo e monocultivo, com área alagada de 693 ha, o matrinchã, com 27 ha e o pirarucu com 21 ha (Figura 7). O Estado conta com quatro estações de piscicultura em produção, destacando-se a de Balbina, no Município de Presidente Figueiredo, com capacidade instalada de 5.000.000 alevinos. Existem mais três estações no estado produzindo, no conjunto, cerca de 260.000 alevinos, localizadas respectivamente em Manaus, Manacapuru e Itacoatiara (PARENTE, 2003).



Figura 6 - Tambaqui. Espécie mais cultivada pelos piscicultores.
Fonte: Parente (2003).



Figura 7 - Pirarucu. Espécie potencial para a piscicultura.
Fonte: Parente (2003).

Com relação ao beneficiamento do pescado, Parente (2003) mostra que existem no Amazonas seis frigoríficos com registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, funcionando normalmente. Em conjunto, estes empreendimentos produzem anualmente cerca de 10.000 toneladas de pescado beneficiado, de diversas espécies, tanto de peixes com escama quanto sem escama.

Em Rondônia a piscicultura vem apresentando crescimento acelerado, principalmente em face da carência de pescado no mercado, sem condições de ser suprida pela pesca extrativa. A principal espécie criada é o tambaqui, com produção média de 2.400 ton/ano e produtividade média de 4 ton/ha/ano. A área de produção é de aproximadamente 600 ha, e estima-se que existam 800 piscicultores. Em

relação à produção de alevinos a oferta gira em torno de 6 milhões de alevinos/ano com unidades de produção em Porto Velho, Ouro Preto, Ji-Paraná, Presidente Médici e Pimenta Bueno. No estado de Rondônia existem dois frigoríficos com registro no SIF, sendo um em Porto Velho e outro em Pimenta Bueno, ambos com capacidade para beneficiar 2 ton/dia de pescado (PARENTE, 2003).

De acordo com o mesmo autor, o Estado do Acre possui uma importante infra-estrutura de produção de alevinos, podendo produzir até 10 milhões por ano. Existem seis estações de piscicultura de propriedade de particulares. O estado possui uma, em Rio Branco, e está implantando novas unidades de produção nos municípios de Sena Madureira, Acrelândia e Brasiléia.

Levantamentos realizados pela Secretaria de Produção do Estado do Acre apontam para a existência de 2.500 piscicultores, sendo que 94,6% destes têm propriedades de até 2 ha de água. A engorda dos peixes é realizada principalmente em açudes, com produtividade baixa e insatisfatório controle da produção. As espécies mais cultivadas são: curimatã, tambaqui e tilápia (*ibid*).

Em Roraima o segmento de piscicultura está procurando se estruturar através de uma cooperativa cujos objetivos são: a aquisição de um frigorífico industrial, a instalação de uma fábrica de ração e a obtenção de certificação para exportação. O segmento está em franco crescimento, ocupando um significativo espaço de mercado existente, dado que a pesca extrativa no Estado tem pouca expressão. A carência de tambaqui no mercado local é suprida com a produção do Amazonas.

A crescente ocupação antrópica na Amazônia vem, no entanto, colocando em risco os estoques e o rendimento pesqueiro nesta região; as perturbações ambientais decorrentes desta ocupação relacionam-se à construção de barragens, garimpagem e desmatamento (IBAMA, 2002).

As unidades industriais de pesca do Estado do Pará estão concentradas em Belém e nos municípios de Bragança, Cametá, Curuçá, Maracanã, Mocajuba, Óbidos, Santarém, São Caetano de Odivelas, São João de Pirabas e Vigia. Na Figura 8, referente às mesorregiões do nordeste paraense, estão destacados alguns dos principais pólos pesqueiros do Estado.

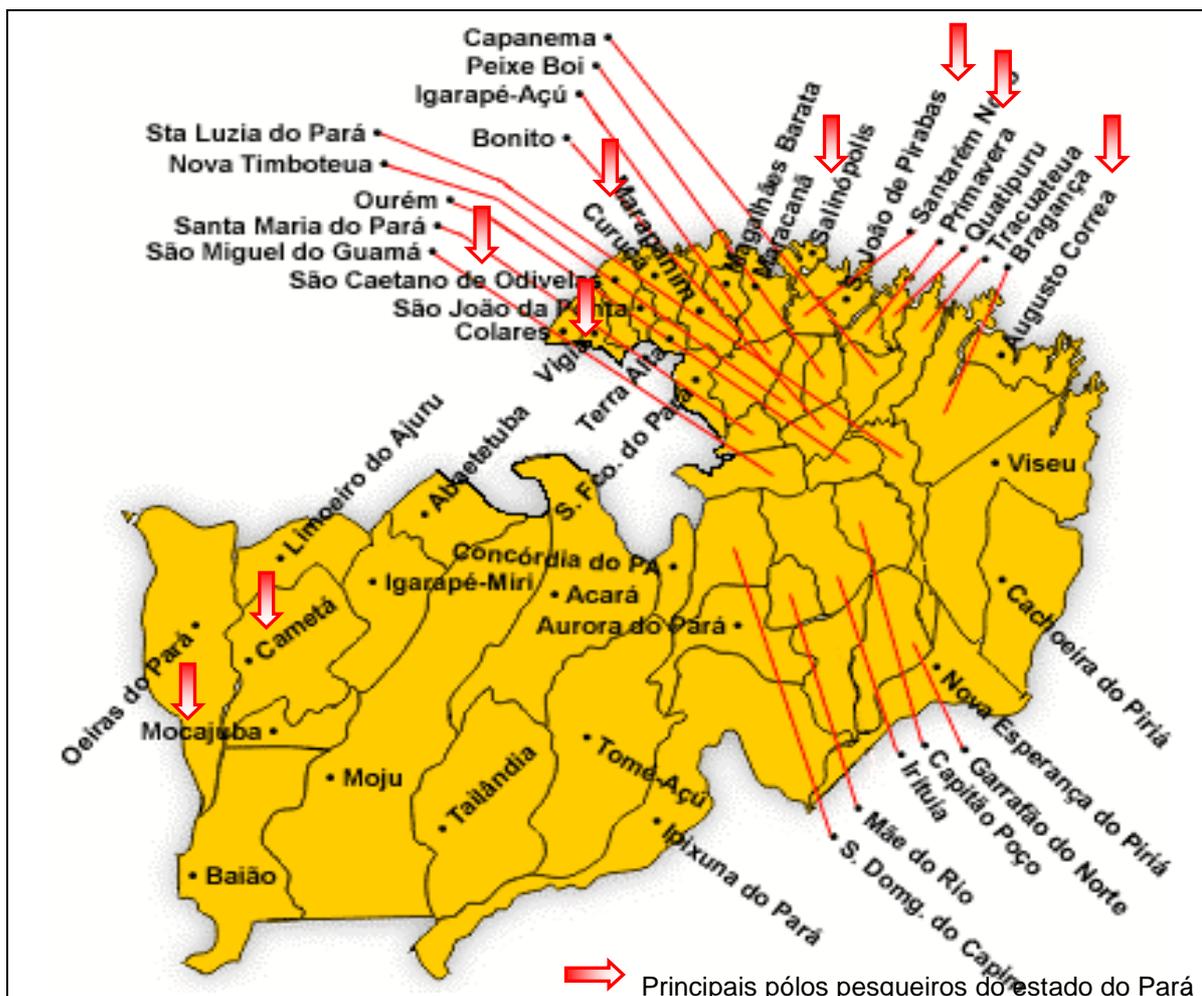


Figura 8 - Mesorregiões do nordeste paraense e seus principais pólos pesqueiros no Estado do Pará.

Fonte: Adaptado de MESORREGIÕES (2005).

De acordo com estudos realizados pelo Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea (PROVÁRZEA), do IBAMA, em 17 municípios do Pará e Amazonas, no ano de 2002, foi constatado que os estoques pesqueiros da região Amazônica estão sofrendo intensa pressão da atividade pesqueira. Foi registrado em algumas regiões aumento da atividade, diminuição dos estoques e do tamanho dos peixes coletados, o que mostra que eles têm sido retirados do rio cada vez mais cedo (BARBOSA, 2006).

A maioria dos estoques de espécies demersais, incluindo peixes e crustáceos estão plenamente explorados. A pesca de arrasto captura uma série de espécies de menor abundância ou valor, que fazem parte das capturas incidentais e dos descartes. Estes últimos mostraram serem consideráveis, particularmente na pesca de camarões nas regiões Norte e Sudeste por representarem uma fração

importante das capturas e na pesca de peixes e camarões na região Sul, pelo volume das capturas. Isto significa que não apenas as espécies alvo, senão todas as espécies de peixes demersais de fundos moles estão sendo intensamente exploradas, de modo que espécies pouco abundantes também estão sendo afetadas pela pesca.

O Pará possui cerca de 38% de toda a água doce do Brasil, onde a pesca é exercida nos mares, no estuário e rios. Trabalham na atividade pesqueira aproximadamente 77.850 pescadores para uma produção estimada em mais de 95 mil toneladas por ano, envolvendo cerca de 14.630 embarcações. Deste total, apenas 25,55% representa a pesca industrial, enquanto 74,75% a pesca artesanal. Todo este contingente está distribuído por oito áreas de pesca no estado, onde a região do Salgado Paraense se destaca com 22.200 pescadores (IBAMA, 2005).

Entretanto, o estado enfrenta as conseqüências da falta de investimentos em pesquisa, modernização e conscientização ecológica, pois segundo Gomes (2005), do total de pescado retirado das águas, apenas 30% são aproveitados pela indústria da pesca, os 70% restantes são descartados por falta de uma estrutura de industrialização dos rejeitos, o que mantém o estado, também nesse setor como mero fornecedor de matéria prima.

No Gráfico 12, elaborado a partir de dados do IBAMA (2007), podemos observar a evolução da produção de pescado no Estado do Pará, no período de 2000 a 2005, no qual mostrou um ápice no ano de 2002, com 174.227,5 toneladas de pescado, seguida de um decréscimo nos anos seguintes.

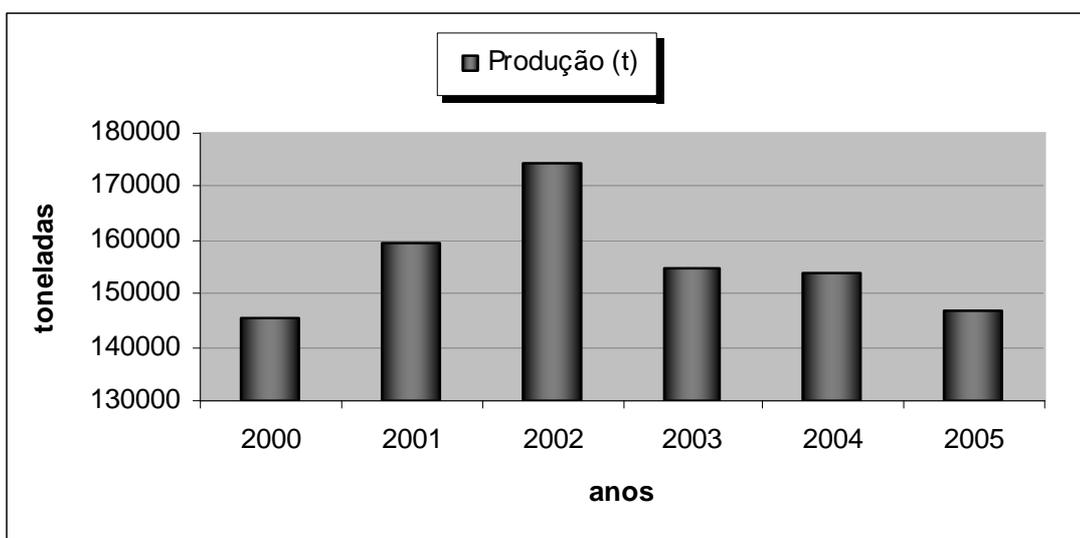


Gráfico 12 - Evolução da produção total de pescado no Estado do Pará, no período de 2000 a 2005.

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBAMA (2007).

De acordo com dados do Sindicato da Indústria de Pesca dos Estados do Pará e Amapá (SINPESCA), no ano de 2007, e da Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), em 2005, a estrutura do setor pesqueiro no Estado, é composta atualmente por 81 empresas, distribuídas em Belém e no interior do estado, envolvendo as atividades de captura, produção e beneficiamento, conforme Quadro 1, em anexo.

O Gráfico 13 mostra a distribuição das empresas pesqueiras nos municípios do Estado do Pará, onde 70% das empresas concentram-se em Belém e 30% no interior.

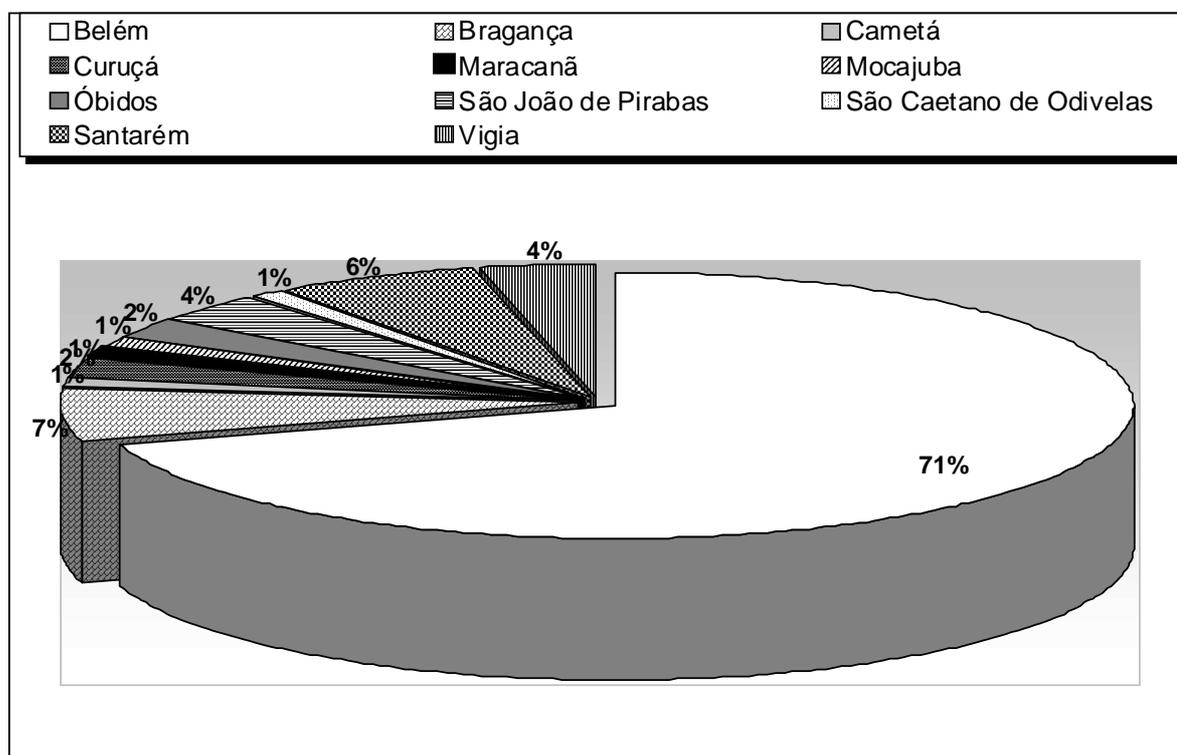


Gráfico 13 - Distribuição das empresas pesqueiras no Estado do Pará.

Fonte: Elaborado a partir de dados do SINPESCA (2007) e FIEPA (2005).

Das 81 empresas apresentadas no Quadro 1 (em anexo), 44% desenvolvem a atividade de captura, o que equivale a 36 empresas; 19% de beneficiamento, equivalente a 15 empresas; 17% das empresas não só captura o pescado como fazem o seu beneficiamento; 9% produzem o pescado e o beneficiam

e 11% (9 empresas) não tiveram suas atividades identificadas, conforme mostra o Gráfico 14.

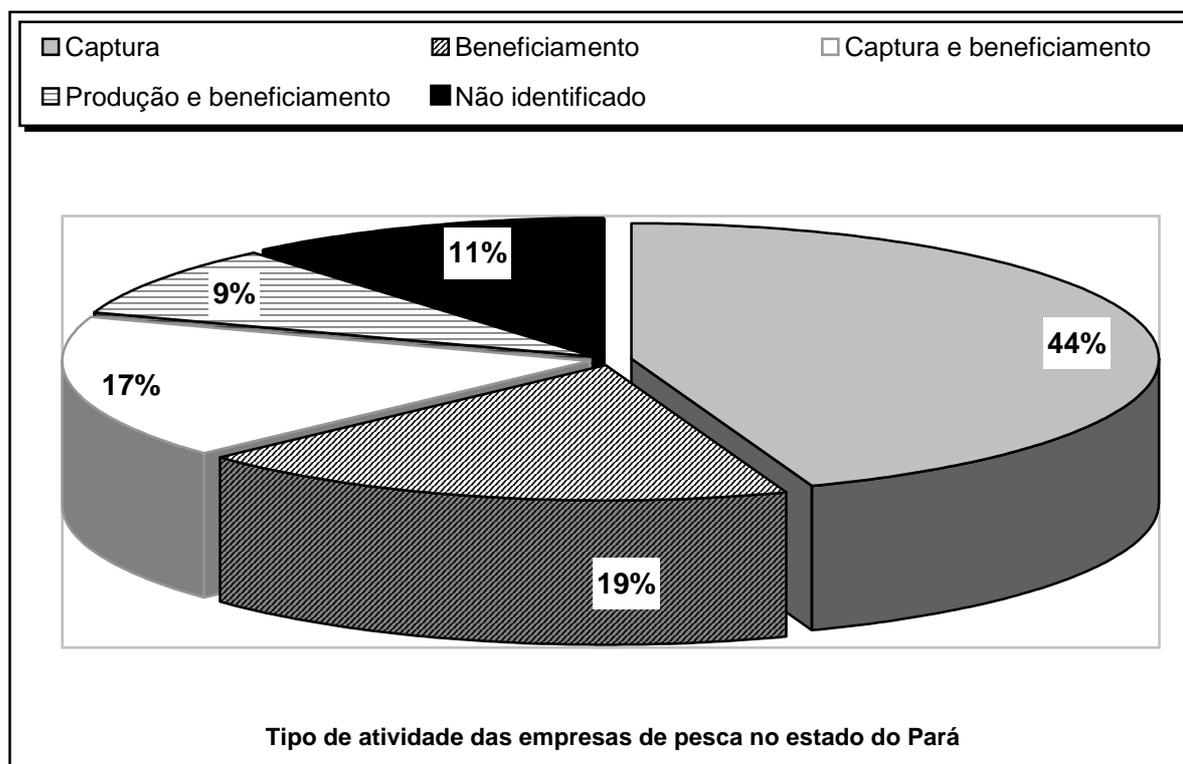


Gráfico 14 - Tipo de atividade das empresas pesqueiras no Estado do Pará.
Fonte: Elaborado a partir de dados do SINPESCA (2007) e FIEPA (2005).

A atividade de beneficiamento do pescado é desenvolvida por 45% das empresas (do total de 81 empresas), em conjunto com a captura ou produção do pescado, correspondendo a 36 empresas paraenses.

Destas 36 empresas pesqueiras do Estado do Pará que exercem, entre outros, o beneficiamento do pescado, 15 empresas desenvolvem apenas a atividade de beneficiamento, equivalente a 42% do total; 14 empresas capturam e beneficiam o pescado, correspondendo a 39%; e 7 empresas produzem o pescado e o beneficiam, que equivale a 19% das 36 empresas do estado, conforme o Gráfico 15.

De acordo com Mello (2006), havia 43 indústrias que realizavam beneficiamento de pescado no ano de 2006. Já em 2007 existem apenas 36 indústrias que desenvolvem o processo de beneficiamento, apresentando uma redução de 7 indústrias, que equivale a um decréscimo de 16%.

Os valores ressaltam a importância da atividade pesqueira do Estado do Pará, na pesca do Brasil, advertindo para a vocação natural do estado, permitindo

diversas formas de exploração de seu potencial. Segundo dados do IBAMA (2007), o Estado responde com quase 60% da produção de pescado de toda a região Norte, aproximadamente 15% da produção brasileira, com uma produção de 146.895,5 toneladas de pescado no ano de 2005.

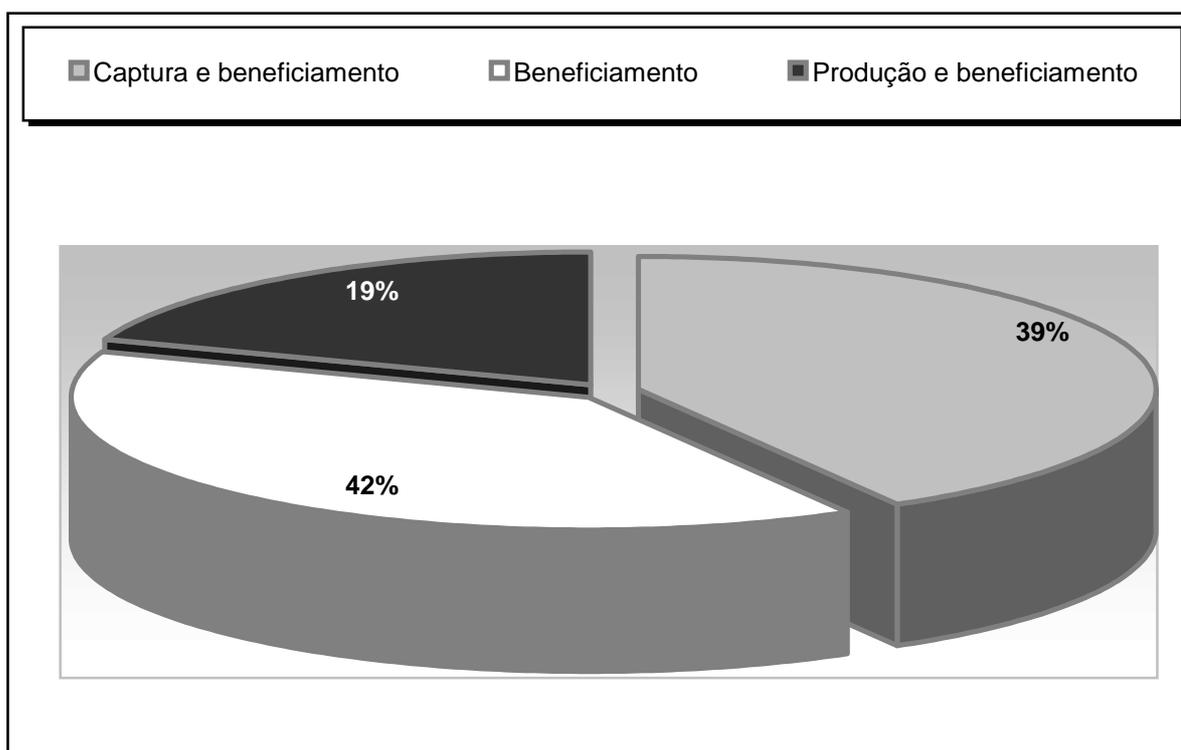


Gráfico 15 - Percentual das empresas pesqueiras, no Estado do Pará, com atividades de beneficiamento do pescado.

Fonte: Elaborado a partir de dados do SINPESCA (2007) e FIEPA (2005).

2.4 PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA PESQUEIRA

O setor de transformação da indústria pesqueira abrange as atividades de corte, filetagem, salga, secagem, defumação, cozimento, congelamento e enlatamento da matéria-prima. Este setor apresenta geralmente problemas, como: a carência de abastecimento regular e constante de matéria-prima, a falta de investimento na melhoria das instalações e equipamentos, a baixa rentabilidade e a necessidade de racionalizar e modernizar a produção.

De acordo com os dados de Faveret Filho e Siqueira (2005) apresentados na Tabela 6, sobre o número de estabelecimentos de pescados e derivados registrados no SIF, do MAPA, é possível constatar que houve um crescimento de pouco mais de 6% entre 1982 e 1986, reduzindo-se em 18% até 1995. A queda mais acentuada foi no número de fábricas de conserva de pescado, seguindo-se a frota de barcos-fábrica.

Tabela 6 - Estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Federal: pescados e derivados - 1982 a 86 e 1995.

Classificação	1982	1983	1984	1985	1986	1995	1995/86 (%)
Entrepasto do pescado	193	199	211	216	215	199	-7
Fábrica de conserva de pescado	103	104	104	105	101	66	-35
Barco-fábrica	15	18	14	18	18	12	-33
Total	311	321	329	339	334	277	-18

Fonte: Faveret Filho e Siqueira (2005).

Os mesmos autores mostram que no ano de 1995, os estabelecimentos com inspeção sanitária federal tinham sua produção concentrada basicamente no peixe inteiro (63% da quantidade total), sobretudo fresco (70%). Mesmo considerando-se que uma parte do peixe inteiro sofria congelamento, tais dados sugerem baixo nível de elaboração do produto, cuja origem é difícil precisar: pode ser fruto tanto da preferência do consumidor quanto da insuficiência tecnológica da indústria.

De acordo com os dados do MAPA (2007) o número de estabelecimentos de pescados e derivados registrados no SIF, aumentou para 338, sendo: 283 entrepostos de pescado, 30 fábricas de conserva de pescado e 25 barcos-fábrica. Por meio destes dados pode-se constatar que no período de doze anos, de 1995 a 2007, houve um acréscimo 22% de estabelecimentos registrados. A redução mais evidente é em relação à fábrica de conserva de pescados que apresentou um índice inferior ao mínimo registrado nos anos de 1982 a 1995. O Estado do Pará contribui com 24 entrepostos de pescado, que corresponde a 8,5% do valor total registrado no ano de 2007.

Do grupo de preparados, destaca-se a indústria de conservas, fortemente concentrada, à época, na sardinha (seguida de uma diversificação, com atum, camarão e outras espécies). Face à drástica queda dos estoques de sardinha, é possível sugerir que o setor de conservas tenha hoje uma dimensão ainda menor na produção nacional, embora o aumento das importações possa ter preservado sua parcela no consumo local.

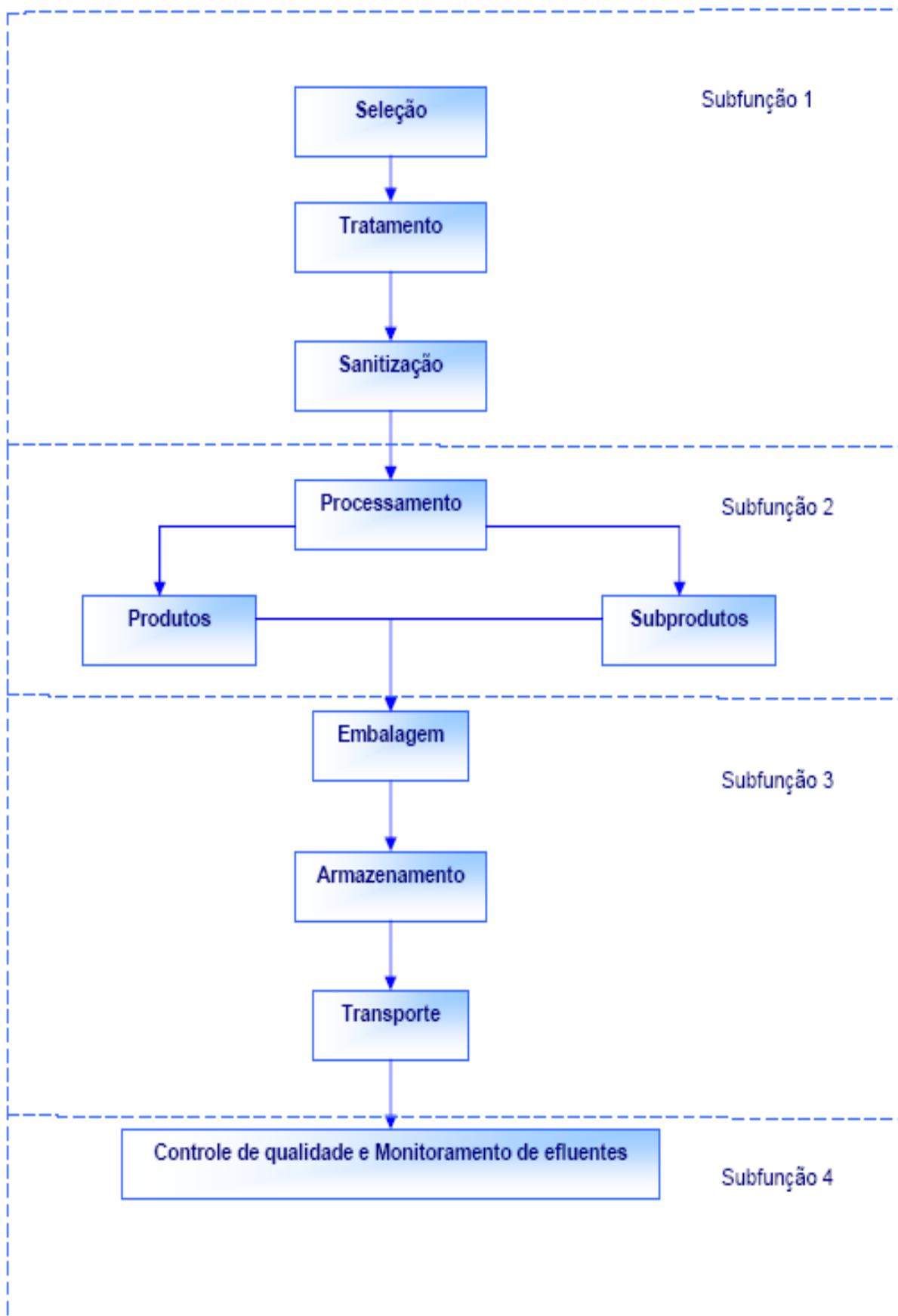
Os subprodutos (farinhas, iscas e resíduos) responderam por menos de 13% da produção inspecionada, sendo que a farinha alcançou apenas 5%. Este é um traço que diferencia o setor nacional do internacional, onde a farinha de peixe tem participação relevante, sendo utilizada como base para ração animal (FAVERET FILHO; SIQUEIRA, 2005).

Para que se possa comercializar o pescado proveniente da piscicultura, em boas condições de higiene e com qualidade semelhante ao que se encontra para espécies capturadas no mar e em outros países, há necessidade de se aplicar à tecnologia, que acaba sendo inevitável, desde que, a própria legislação exija o uso do frio como recurso mínimo para a venda do produto (OETTERER, 2004).

Ao se fazer o processamento está se agregando valor ao pescado, que de matéria prima perecível, passa a ser um produto com maior vida útil e com novas opções de consumo. A partir do momento em que se tem um marketing de venda, há a identificação do produto e oferece-se maior segurança ao consumidor.

Na memória do consumidor existem registros para se associar o alimento à segurança em termos de saúde. Há o fato de existir a poluição das águas e há a tradição de compra de um alimento, que no caso do pescado, nem sempre foi considerado dos melhores em qualidade.

O processamento do pescado envolve quatro subfunções, conforme apresentadas no Fluxograma 1, e descritas a seguir:



Fluxograma 1 - Subfunções do processamento do pescado.
Fonte: MELLO (2006).

Subfunção 1: Seleção, tratamento e sanitização

A subfunção 1 está relacionada às atividades de classificação das espécies de acordo com o seu valor comercial, aplicação de técnicas de avaliação sensorial e do método de análise de risco e controle dos pontos críticos na indústria pesqueira, através do sistema *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP⁹), que faz o reconhecimento das características físicas, químicas e organolépticas do pescado fresco, aplicação de técnicas de tratamento a bordo, sanitização do convés e das urnas, acondicionamento correto do pescado sob gelo, frio ou salmoura. Para que com isso haja o controle de riscos de contaminação nos diferentes escalões da cadeia alimentar, desde a produção primária até o consumo.

Subfunção 2: Processamento e elaboração de produtos e subprodutos

Esta subfunção engloba a elaboração de produtos salgados, defumados, embutidos, triturados, enlatados e fermentados, e de subprodutos tais como: farinhas, ensilados, couro beneficiado, bexigas, intestinos e ovos, macroalgas de interesse econômico.

Subfunção 3: Embalagem, armazenamento e transporte

A subfunção 3 se refere aos tipos de embalagem para pescado, produtos e subprodutos da indústria pesqueira, avaliação das condições físicas e climáticas dos vários ambientes de armazenamento, controle do fluxo interno e dos estoques de matéria-prima, produtos semi-elaborados, elaborados, e aplicação das normas técnicas de embalagem e transporte.

Subfunção 4: Controle de qualidade e monitoramento de efluentes

Esta subfunção se refere ao conhecimento e aplicação das legislações nacional e internacional de inspeção sanitária, processamento, embalagem, armazenamento e transporte, dos métodos de análise de riscos e controle dos pontos críticos na indústria pesqueira. Orientação, controle e monitoramento do tratamento do efluente das plantas processadoras, vistoria das instalações e funcionamento de sistemas de tratamento de efluentes.

⁹ HACCP - sistema que identifica perigos específicos (físicos, químicos e biológicos) de uma indústria e medidas para o controle dos mesmos, a fim de assegurar a qualidade dos alimentos.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE EFLUENTE INDUSTRIAL

De acordo com a Norma Brasileira - NBR 9800/1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), “efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico”. Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente (ABNT, 1987). No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos efluentes industriais.

Segundo Jordão e Pessôa (1995), as águas residuárias podem ser classificadas em dois grupos principais: domésticas e industriais. Basicamente os esgotos de origem doméstica, são compostos por urina, fezes, restos de comida, papel, sabão, detergente, águas de banho e de lavagem em geral. Já os industriais necessitam de estudos e tratamentos específicos, em virtude da sua diversidade.

De acordo com o mesmo autor, os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, ou seja, as perdas de água e matérias primas ou produtos oriundos do processo, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado.

Devido à grande diversidade de indústrias, a composição e a concentração dos efluentes industriais sofrem grandes variações devendo ser analisadas caso a caso. É possível haver grande variação até mesmo entre indústrias do mesmo ramo de atividade, em virtude de nem sempre utilizarem as mesmas matérias-primas (NUNES, 2004).

As características físicas, químicas e biológicas do efluente industrial são variáveis com o tipo de indústria, com o período de operação, com a matéria-prima utilizada, com a reutilização de água etc. Com isso, o efluente líquido pode ser solúvel ou com sólidos em suspensão, com ou sem coloração, orgânico ou inorgânico, com temperatura baixa ou elevada. Entre as determinações mais comuns para caracterizar a massa líquida estão às determinações físicas, como: temperatura, cor, turbidez, sólidos etc.; as químicas, como: potencial hidrogeniônico

(pH), alcalinidade, teor de matéria orgânica, metais etc.; e as biológicas, como: bactérias, protozoários, vírus etc (NUNES, 2004).

O conhecimento da vazão e da composição do efluente industrial possibilita a determinação das cargas de poluição/contaminação, o que é fundamental para definir o tipo de tratamento, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo receptor. Portanto, é preciso quantificar e caracterizar os efluentes, para evitar danos ambientais, demandas legais e prejuízos para a imagem da indústria junto à sociedade (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

A Tabela 7 apresenta os resultados de análises realizadas por diferentes autores, relacionados à caracterização físico-química de efluentes de diversas indústrias, que servirão de comparação para os valores do efluente da indústria pesqueira.

Tabela 7 - Caracterização físico-química de efluentes industriais.

Tipos de Indústrias	Variáveis									Autores
	pH	Ác. Vol.	DBO	DQO	SST	STD	N-amon	Nitrato	Nitrito	
Castanha de Caju	8,2	-	-	2.290	604	1.540	24	1,65	-	Sampaio et al, 2004
Embalagem de papel	8,5	-	26.881	31.850	2.449	-	60	251,00	78,80	Beal; Monteggia; Giustina, 2006
Fabricação de explosivo	1,0	-	11	638	1.110	13.260	-	7,00	-	Barreto-Rodrigues; Silva; Paiva, 2007
Fecularia de mandioca	-	-	2.803	8.862	-	-	-	-	-	Silva et al, 2003
Foscação de vidro	3,5	-	-	-	94	195	196	-	-	Schreier, 2001
Indústria de papel	8,5	-	1.260	3.200	-	-	-	-	-	Papa; Orozco, 2007
Lavagem de filmes plásticos	12,6	-	639	2.147	238	10.095	-	-	-	Remédio; Zanin; Teixeira, 1999
Laticínios	10,5	-	-	2.491	-	-	69	-	-	Brião; Tavares, 2005
Parboilização de arroz	-	1.136	-	3.242	-	-	65	-	0,50	Lopes; Koetz; Santos, 1999
	4,6	504	-	1.019	89	-	18	2,00	0,23	Queiroz; Koetz, 1997
Pescado	7,4	229	-	949	340	-	247	-	-	Freitas; Barbosa, 2007
Petroquímica	7,3	-	24	77	28,5	-	9	-	-	Hartmann, 2004
Recicladora de Plásticos	-	-	2.334	4.367	-	-	-	-	-	Rocha et al, 2005
Refinaria de petróleo	7,6	-	24	84	-	-	-	22,00	-	Damato; Sobrinho, 2007
Suinocultura	7,3	-	-	1.806	-	-	-	-	-	Campos et al, 2005
	-	-	-	9.465	5.826	-	-	-	-	Fernandes; Oliveira, 2006
Têxtil	8,8	-	50	169	-	-	-	-	-	Sales; Pelegrini; Pelegrini, 2006
Vitivinícola	5,7	-	-	-	2.792	-	-	-	-	Rodrigues, 2007

No Brasil são reduzidos os estudos relacionados à caracterização de efluente de indústria pesqueira mostrando-se a importância de uma pesquisa específica, para que se tenha dimensão da problemática do lançamento desses efluentes nos corpos hídricos, sem nenhum tipo de tratamento.

O entendimento da natureza das características físicas, químicas e biológicas das águas residuárias industriais é importante para a definição de um tratamento adequado, assim como, para o entendimento de parte dos impactos causados pelo lançamento indiscriminado de efluentes nos corpos receptores.

Dentre as características físico-químicas das águas residuárias, destacam-se as seguintes:

- características físicas: temperatura, turbidez, cor e sólidos;
- características químicas: potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), nutrientes (nitrogênio e fósforo) e matéria orgânica.

2.5.1 Características físicas

As características físicas que representam o estado em que se encontram as águas residuárias podem ser interpretadas pela obtenção das grandezas correspondentes às seguintes determinações: temperatura, turbidez, odor, cor e matéria sólida (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

a) Temperatura

Medida da intensidade de calor. Influi em algumas propriedades da água, como: densidade, viscosidade, OD, com reflexos sobre a vida aquática. A variação de temperatura pode ocorrer naturalmente, ou de forma antropogênica por águas de torres de resfriamento e despejos industriais. A utilização mais freqüente do parâmetro é para caracterização de corpos d'água e caracterização de águas residuárias brutas (CETESB, 2007).

Entre os efeitos das temperaturas elevadas da água podem ser incluídos os seguintes: aumento das taxas de mortalidade de algumas bactérias, tal como o organismo da febre tifóide (*Salmonella typhosa*), assim como o aumento das taxas

de multiplicação de algumas outras bactérias, tais como, as de putrefação; a taxa de proliferação de muitos organismos microscópicos aumentará até uma temperatura limite de 32,2°C a 37,7°C; a eficácia dos desinfetantes geralmente aumenta; acima de 4°C, a viscosidade e a densidade diminuem (GASPAR, 2003).

Do ponto de vista do tratamento biológico aeróbio, temperaturas altas diminuem a concentração de OD e interferem na velocidade de degradação, elevando a atividade dos microrganismos com acréscimo do consumo de oxigênio. Nos sistemas anaeróbios, as temperaturas muito baixas (abaixo de 30°C) retardam o processo de digestão. A temperatura das águas residuárias pode ser decorrente do processo industrial ou das condições climáticas da região (CHAGAS, 2000).

b) Turbidez

Turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de materiais em suspensão, tais como: argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos, conferindo uma aparência turva à mesma (CETESB, 2007).

Pode ser causada por lançamento de esgotos domésticos e industriais. Se sua origem for antropogênica (esgotos), pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

Em corpos d'água a alta turbidez pode reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e de algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos: doméstico, industrial e recreacional de um corpo hídrico. Águas de lagos, lagoas, açudes e represas são, geralmente, possuidoras de turbidez baixa, porém variável em função dos ventos que revolvem seus fundos. Se a água possuir baixa turbidez a probabilidade de haver contaminação biológica é baixa, e a ação de desinfetantes é mais eficaz, pois os microrganismos estão expostos à ação oxidante dos desinfetantes (NUNES, 2004).

c) Cor

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico, como, por exemplo, vegetais que se decompõem dando origem ao que se chama de húmus e também alguns metais como o ferro e o manganês. A presença de cor em água é indesejável na grande maioria das aplicações industriais (CHAGAS, 2000).

A cor indica o estado de decomposição do esgoto e fornece dados que podem caracterizar o estado do despejo. Como exemplo, a cor preta é típica do esgoto velho e de uma decomposição parcial, enquanto a tonalidade acinzentada já indica um esgoto fresco (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

A cor de uma água tem um significado mais estético que sanitário, pois uma água isenta de cor pode ser menos potável do que uma água colorida. Deve-se tomar cuidado para que substâncias em suspensão causadoras de turbidez, não sejam confundidas com cor. Para evitar problemas, no caso da amostra ser turva, deverá ser filtrada antes da determinação da cor (CETESB, 2007).

Deve-se distinguir cor aparente de cor verdadeira. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida a turbidez da água, que causa interferência, absorvendo também parte da radiação eletromagnética. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira (NUNES, 2004).

d) Sólidos

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CHAGAS, 2000).

Nos efluentes industriais, para entender melhor os processos químicos, físico-químicos e biológicos são necessários conhecer os sólidos totais, classificando-os em sólidos fixos e voláteis. Os sólidos apresentam diversas frações, definidas a seguir:

❖ Sólidos totais (ST) são resíduos que restam na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105°C até peso constante. Também denominado resíduo total;

❖ Sólidos em suspensão, ou sólidos suspensos (SS) é a porção dos sólidos totais que fica retida em um filtro que propicia a retenção de partículas de diâmetro maior ou igual a 1,2 µm. Também denominado resíduo não filtrável;

❖ Sólidos voláteis (SV) é a porção dos sólidos (sólidos totais, suspensos ou dissolvidos) que se perde após a ignição ou calcinação da amostra a 550-600°C, durante uma hora para sólidos totais ou dissolvidos voláteis, ou 15 minutos para sólidos em suspensão voláteis, em forno mufla. Também denominado resíduo volátil;

❖ Sólidos fixos (SF) é a porção dos sólidos (totais, suspensos ou dissolvidos) que resta após a ignição ou calcinação a 550-600°C após uma hora (para sólidos totais ou dissolvidos fixos) ou 15 minutos (para sólidos em suspensão fixos) em forno-mufla. Também denominado resíduo fixo; e,

❖ Sólidos sedimentáveis (SSed) é a porção dos sólidos em suspensão que se sedimenta sob a ação da gravidade durante um período de uma hora, a partir de um litro de amostra mantida em repouso em um cone Imhoff.

As demais frações de sólidos são determinadas por diferença.

2.5.2 Características químicas

A composição química das diversas substâncias presentes nos esgotos domésticos e industriais são extremamente variáveis. No caso dos esgotos domésticos, dependem dos hábitos da população, das condições climáticas, entre outros fatores. Já os industriais, dependem das características próprias adquiridas em função do processo empregado pela indústria.

Destacam-se a seguir as principais características químicas das águas residuárias.

a) Potencial hidrogeniônico (pH)

Mede a concentração de íons H^+ (escala antilogarítmica) das águas residuárias. O pH de uma solução varia numa escala de 0 a 14, os quais denotam

vários graus de acidez ou alcalinidade, sendo o valor 7, para o meio neutro, os valores menores que 7 para os meios ácidos e os valores maiores que 7, para os meios alcalinos. Conclusivamente, o pH representa a atividade do íon hidrogênio na água, de forma logaritmizada, resultante inicialmente da dissociação da própria molécula da água e posteriormente acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes como efluentes industriais (ácido sulfúrico, clorídrico, nítrico, etc), dissociação de ácidos orgânicos como o ácido acético, que resulta da “fase ácida” da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, bem como outras substâncias que venham a apresentar reação ácida com o solvente, a água (CETESB, 2007).

As águas naturais têm, em geral pH compreendido entre 4 e 9, na maioria das vezes são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Valores diferentes podem ser atribuídos à presença de despejos industriais ácidos ou alcalinos. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água (NUNES, 2004).

O pH é uma variável importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais. Constitui-se também em padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, pela legislação federal e por estados que possuam legislação específica (GASPAR, 2003)

Nos processos biológicos de tratamento de águas residuárias valores de pH afastados da neutralidade tendem a afetar as taxas de crescimento dos microrganismos. Muitos processos químicos utilizados para coagular esgotos e despejos, adensar lodos ou oxidar substâncias requerem controle do pH (NUNES, 2004).

b) Oxigênio Dissolvido (OD)

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas

biodegradáveis encontradas no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros (CETESB, 2007).

Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que se utilizam do oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores, e conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio dissolvido da água.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em maior extensão em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana, na decomposição de matéria orgânica, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz (GASPAR, 2003)

Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se a condição anaeróbia (ausência de oxigênio), com geração de maus odores. A morte de peixes em rios poluídos se deve, também, à ausência de oxigênio e não à presença de substâncias tóxicas (CHAGAS, 2000).

A determinação da concentração de oxigênio dissolvido em águas é também imprescindível para o desenvolvimento da análise da DBO, que representa o potencial de matéria orgânica biodegradável nas águas naturais ou em esgotos sanitários e muitos efluentes industriais.

c) Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura, e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2007).

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água

aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (NUNES, 2004).

d) Alcalinidade

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados. Os principais componentes da alcalinidade são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos. Outros sais de ácidos fracos inorgânicos, como boratos, silicatos, fosfatos, ou de ácidos orgânicos, como sais de ácido húmico, ácido acético etc., também conferem alcalinidade às águas, mas seus efeitos normalmente são desconsiderados por serem pouco representativos (CHAGAS, 2000).

Em termos de tratamento de águas residuárias, temos que, processos oxidativos (como a nitrificação) tendem a consumir alcalinidade, a qual, caso atinja baixos teores, pode dar condições a valores reduzidos de pH, afetando a própria taxa de crescimento dos microrganismos responsáveis pela oxidação (CETESB, 2007).

A diminuição da alcalinidade das águas é feita mediante a adição de substâncias neutralizadoras, as mesmas indicadas para a redução de pH.

e) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional, e quanto maior esse consumo, maior o potencial poluidor do despejo. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

Como a oxidação completa da matéria orgânica demora de 21 a 28 dias, correspondente à Demanda Última de Oxigênio (DBO_u), padronizou-se o teste de DBO em 5 dias, a uma temperatura de 20°C (DBO padrão).

Nas águas naturais, a DBO representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos

biodegradáveis, o que poderá trazer os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pelos peixes, levando-os à morte. A DBO é também ferramenta imprescindível nos estudos de autodepuração dos cursos d'água e um importante parâmetro na composição dos índices de qualidade da água (NUNES, 2004).

As principais vantagens do teste da DBO, e ainda não igualadas por nenhum outro teste de determinação de matéria orgânica, são relacionadas ao fato de que o teste da DBO permite: a indicação aproximada da fração biodegradável do despejo; assim como, a indicação da taxa de degradação do despejo e de consumo de oxigênio em função do tempo; e, a determinação aproximada da quantidade de oxigênio requerido para a estabilização biológica da matéria orgânica presente (CHAGAS, 2000).

A DBO é limitada pela toxidez de metais pesados (mercúrio, cobre, cromo e chumbo) e de substâncias orgânicas (fenóis e cianeto), que provocam uma oxidação mais lenta da matéria orgânica, levando a DBO a resultados inferiores aos reais (GASPAR, 2003).

No campo do tratamento de esgotos, a DBO é um parâmetro importante no controle da eficiência das estações, tanto de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos (embora de fato ocorra demanda de oxigênio apenas nos processos aeróbios, a demanda “potencial” pode ser medida à entrada e à saída de qualquer tipo de tratamento).

Na Tabela 8 são apresentadas as concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO de alguns tipos de efluentes domésticos e industriais.

Tabela 8 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO_{5,20°C} de efluentes domésticos e industriais.

Tipo de efluente	Concentração de DBO _{5,20°C} (mg/L)		Contribuição unitária de DBO _{5,20°C} (kg/dia)	
	Faixa	Valor típico	Faixa	Valor típico
esgoto sanitário	110-400	220	-	54 g/hab.dia
celulose branqueada (processo Kraft)	-	300	29,2 a 42,7 kg/ton	-
Têxtil	250-600	-	-	-
Laticínio	1.000-1.500	-	1,5-1,8 kg/m ³ leite	-
abatedouro bovino	-	1.125	-	6,3 kg/1.000 kg peso vivo
curtume (ao cromo)	-	2.500	-	88 kg/ton pele salgada
cervejaria	1.611-1.784	1.718	-	10,4 kg/m ³ cerveja
refrigerante	940-1.335	1.188	-	4,8 kg/m ³ refrigerante
suco cítrico concentrado	2.100-3.000	-	-	2,0 kg/1.000 kg laranja
açúcar e álcool	-	25.000	-	-

Fonte: BRAILE; CAVALCANTI (1993); CETESB (1989, 1990).

f) Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO consiste em uma técnica utilizada para a avaliação do potencial de matéria redutora de uma amostra, por meio de um processo de oxidação química em que se emprega o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em meio ácido. Neste processo, o carbono orgânico de um carboidrato é convertido em gás carbônico e água (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

No teste da DQO, além da matéria orgânica biodegradável, também é oxidado a matéria orgânica não biodegradável e outros componentes inorgânicos.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais podendo ser utilizado como indicador do potencial poluidor do efluente. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente (CETESB, 2007).

A relação DBO/DQO pode ser um indicativo da degradabilidade dos despejos. Valores altos da relação indicam que a fração biodegradável é elevada e valores baixos indicam que a fração inerte é elevada. Para esgoto doméstico a relação DBO/DQO varia entre 0,3 e 0,8, se o valor for próximo de 0,5, ou mais, o despejo é considerado facilmente tratável biologicamente, porém, se o valor for inferior a 0,3, provavelmente o despejo possui algum componente tóxico ou compostos refratários de baixa degradabilidade (METCALF; EDDY, 2003).

De acordo com Von Sperling (2005), para esgotos domésticos brutos, a relação DQO/DBO, varia em torno de 1,7 a 2,4, no entanto, para esgotos industriais essa relação pode variar amplamente. Portanto, dependendo da magnitude da relação tem-se um indicativo sobre a biodegradabilidade dos despejos e do método de tratamento a ser empregado, no qual:

- relação DQO/DBO baixa (< cerca de 2,5), apresenta fração biodegradável elevada e indicação para tratamento biológico;
- relação DQO/DBO intermediária (entre cerca de 2,5 e 3,5), apresenta fração biodegradável não elevada e indicação para estudos de tratabilidade para verificar a viabilidade do tratamento biológico;

- relação DQO/DBO elevada (> cerca de 3,5 ou 4,0), apresenta fração inerte elevada e possível indicação para tratamento físico-químico.

Uma das grandes vantagens em relação à DBO é o tempo de realização da análise, de 2 a 3 horas. Além disso, o teste da DQO engloba não somente a demanda de oxigênio satisfeita biologicamente (como a DBO), porém tudo que é susceptível de demandas de oxigênio, em particular os sais minerais oxidáveis. Para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO (CHAGAS, 2000).

g) Nutrientes

Os nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, são elementos considerados essenciais ao crescimento dos microorganismos responsáveis pela degradação das águas residuárias. As principais fontes de nitrogênio são: as proteínas e a uréia, já as fontes de fósforo são: as proteínas e os detergentes sintéticos (GASPAR, 2003).

Uma das grandes preocupações relativas aos nutrientes é a eutrofização de corpos d'água receptores, considerando-se que os efluentes, mesmo tratados, podem carrear concentrações destes nutrientes, suficientes para proliferar grande quantidade de algas (VON SPERLING, 2005).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se parâmetro imprescindível em programas de caracterização de efluentes industriais que se pretende tratar por processo biológico.

g.1) Nitrogênio

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas na forma de nitrogênio orgânico, amoniacal (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as últimas, formas oxidadas.

De acordo com Von Sperling (2005), em relação à presença de nitrogênio na água nas suas várias formas, temos que:

❖ é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização;

❖ o nitrato, na água, pode causar a *metahemoglobinemia infantil*, que é letal para crianças (o nitrato é reduzido a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul);

❖ a amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L, além disso, provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio.

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos, curtumes, etc.

Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio, ou seja, concentrações elevadas de nitrogênio orgânico e de amônia são indicativas de poluição recente, enquanto que concentração elevada de nitrato considera-se devida à poluição mais antiga. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas (CHAGAS, 2000).

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos. No processo de conversão do nitrato a nitrogênio gasoso (desnitrificação), que eventualmente possa ocorrer numa estação de tratamento de esgotos, implica em: consumo de oxigênio e alcalinidade, quando realizado de forma controlada, ou sedimentabilidade do lodo, quando não controlado (VON SPERLING, 2005).

O conhecimento da concentração de nitratos, bem como das outras formas de nitrogênio, é empregado na verificação do grau de oxidação em rios e estuários e na avaliação dos níveis de purificação obtidos em processos biológicos de tratamento.

g.2) Fósforo (mg/L)

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes: os fosfatos orgânicos, sendo a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas; o ortofosfato; e, o polifosfato (CETESB, 2007).

O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (*eutrofização*). É também um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia, em uma massa d'água, é de importância fundamental no controle ecológico das algas. O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, em que os detergentes superfosfatados empregados em larga escala, domesticamente constituem a principal fonte (15,5% de P_2O_5), além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas (GASPAR, 2003).

2.5.3 Equivalente Populacional (EP)

O equivalente populacional é um importante parâmetro caracterizador dos despejos industriais, pois traduz a equivalência entre o potencial poluidor de uma indústria e uma determinada população, a qual corresponde à mesma carga gerada por uma localidade (VON SPERLING, 2005). A carga poluidora do efluente industrial pode ser calculada não só em termos de DBO (que é o mais freqüentemente usado), mas também, em termos DQO total, nitrogênio e fósforo.

Von Sperling (2005) adota diferentes valores de contribuição per capita, para as seguintes cargas poluidoras: DBO de 54 g/hab.d, DQO total de 100 g/hab.d, nitrogênio amoniacal de 4,5 g/hab.d, e fósforo total de 1,0 g/hab.d.

De acordo com o mesmo autor, o equivalente populacional é calculado através da carga poluidora da indústria (kg/d), pela contribuição per capita desta carga (kg/hab.d). Como a carga da indústria é calculada por meio da multiplicação da vazão pela concentração, temos que:

$$\text{Carga (kg/d)} = \frac{\text{vazão (m}^3\text{/d)} \times \text{Concentração (g/m}^3\text{)}}{1000 \text{ (g/kg)}}$$

Com o valor da carga poluidora da indústria, calcula-se o equivalente populacional (EP), da seguinte forma:

$$\text{E.P.} = \frac{\text{Carga poluidora da indústria (kg/d)}}{\text{Contribuição per capita da carga poluidora (kg/hab.d)}}$$

A contribuição per capita representa o valor de cada indivíduo (expressa em termos de massa do poluente) por unidade de tempo. Assim, em relação à carga de DBO, quando se diz que a contribuição per capita é de 54g/hab.d, equivale dizer que cada indivíduo contribui por dia, em média, com o equivalente a 54 gramas de DBO.

Quando se diz que uma indústria tem o equivalente populacional de n habitantes, significa dizer que esta indústria tem um poder poluidor, que equivale à carga gerada por uma cidade de n habitantes.

2.6 RESOLUÇÃO CONAMA 357/05

O lançamento de águas residuárias industriais nos corpos d'água receptores necessita ser acompanhado de um detalhado estudo e avaliação dos impactos ambientais, do comprometimento da biota aquática e da capacidade de autodepuração do corpo receptor. Para impedir que a poluição/contaminação de qualquer espécie modifique os usos dos corpos d'água, a Resolução do Conselho

Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº. 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Nesta, as águas doces (salinidade $\leq 0,5\text{‰}$), salobras (salinidade entre $0,5\text{‰}$ e 30‰) e salinas (salinidade $\geq 30\text{‰}$) são classificadas segundo os usos preponderantes a que se destinam, em treze classes, com os respectivos padrões de qualidade. As águas doces são distribuídas nas classes: especial e classes um a quatro, e as águas salinas e salobras, em especial e classes um a três.

Essa Resolução em seu Art. 34 diz que: “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis”. Ainda nesse mesmo artigo, nos § 4º e 5º são estabelecidas as condições, e os padrões de lançamento de efluentes, respectivamente, os quais servirão de referência para comparação com os resultados obtidos nesse estudo.

A classificação dos corpos d'água superficiais é estabelecida pela mesma Resolução, onde no Art. 42 encontra-se a citação “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces são consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1...”. É neste contexto que está baseado este estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Vigia de Nazaré é uma cidade nascida pelas mãos dos portugueses, lugar quase escondido nas beiradas da baía do Marajó, atrás da ilha de Colares, localizada a 93 quilômetros do Município de Belém (PALHETA, 2007).

O Município de Vigia localiza-se no nordeste do Pará, pertencente a mesorregião paraense e à microrregião do salgado (Figura 9). A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 00° 51' 12" de latitude sul e 48° 08' 41" de longitude oeste de Greenwich, e o percurso Belém/Vigia é realizado pela rodovia BR-316 e PA-140, em estrada pavimentada em todo o roteiro (SEPOF, 2007).

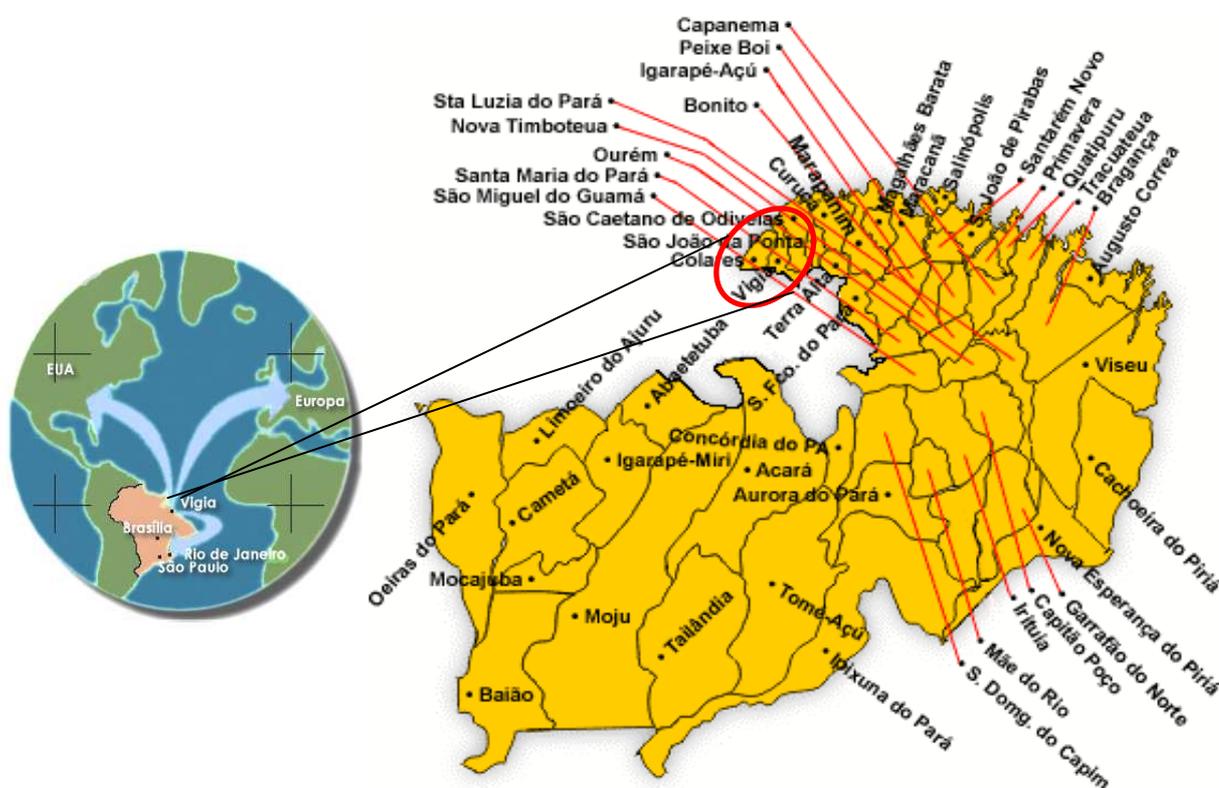


Figura 9 - Localização do Município de Vigia de Nazaré/PA.
Fonte: Adaptado de ECOMAR (2007) e MESORREGIÕES (2005).

Vigia de Nazaré é uma cidade que abriga uma das mais ricas culturas do Estado, apresentando população com cerca de 42.522 habitantes, com área de 557,10 km², e densidade demográfica de 76,33 hab/km² (SEPOF, 2007). Vigia tem na pesca sua principal atividade econômica, sendo predominantemente artesanal. Além da pesca, outra atividade bastante extensiva em Vigia é a extração do

caranguejo, que rende bons lucros aos moradores e ajuda no sustento das famílias (ECOMAR, 2007).

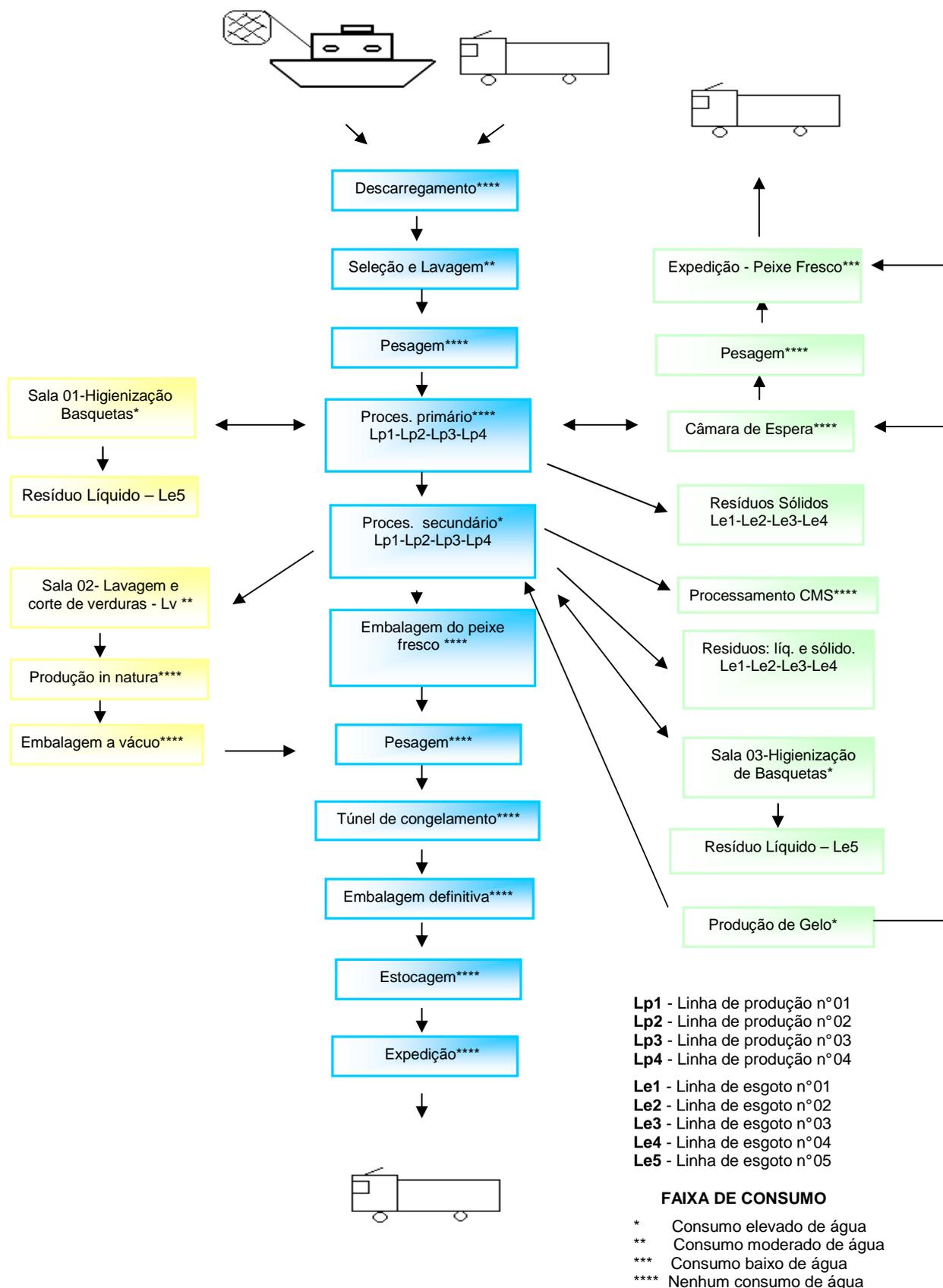
Destaca-se na hidrografia do Município de Vigia, o rio Guajará-Miri (conhecido também por furo da Laura), braço de rio que faz limite oeste com o município de Colares. Para esse furo convergem vários rios e igarapés do município, entre eles o rio Açaí (SEPOF, 2007).

De acordo com a divisão do Estado do Pará em regiões hidrográficas, segundo a Proposta de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), o rio Açaí localiza-se na região Costa Atlântica-Nordeste, na sub-região do Atlântico que possui área de 18.524,22 km², correspondendo a 1,5% do Estado, abrangendo 30 municípios. A hidrografia desta bacia posiciona-se no sentido sul-norte, desaguando no Oceano Atlântico (SEMA, 2007).

O rio Açaí apresenta curso de água permanente, com 7,5 km de extensão e aproximadamente 170 m de largura, e recebe efluentes de indústria de captura e beneficiamento de pescado, os quais são lançados *in natura* em cinco pontos, referentes às linhas de produção e de higienização da indústria.

A indústria de pesca em estudo possui área construída de aproximadamente 7.000 m², com vários espaços específicos para cada etapa de manuseio e processamento do peixe até sua expedição. Durante o período deste estudo foram beneficiados os seguintes tipos de pescados: arraia, cação, dourada, gurijuba, mapará, pargo, pescada branca, piramutaba e rosado.

O Fluxograma desta indústria foi mostrado por Freitas (2006) e Mello (2006), no qual foram levantadas todas as etapas do processamento primário e secundário do pescado e identificadas cinco linhas geradoras de efluente, sendo quatro linhas de produção e uma linha de higienização da indústria, assim como, o tipo de consumo de água em cada etapa (Fluxograma 2).



Fluxograma 2 - Processamento do pescado de uma indústria, em Vigia/PA.
Fonte: MELLO (2006).

Este estudo foi executado em três etapas, compreendendo a caracterização quantitativa e qualitativa do efluente gerado no beneficiamento do pescado, e a caracterização das águas do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA

3.2.1 Caracterização quantitativa do efluente gerado no beneficiamento do pescado

Nesta etapa realizaram-se quatro campanhas de medição de vazão, no período de três meses. A vazão foi monitorada em três das quatro linhas de produção da indústria, denominadas de Lp₂, Lp₃ e Lp₄ (em virtude da linha de produção Lp₁ não estar em funcionamento em nenhuma das campanhas), assim como a linha de higienização denominada de L₅. As Figuras 10 e 11 mostram as linhas de produção Lp₂, Lp₃ e Lp₄, e a linha de higienização L₅, respectivamente.

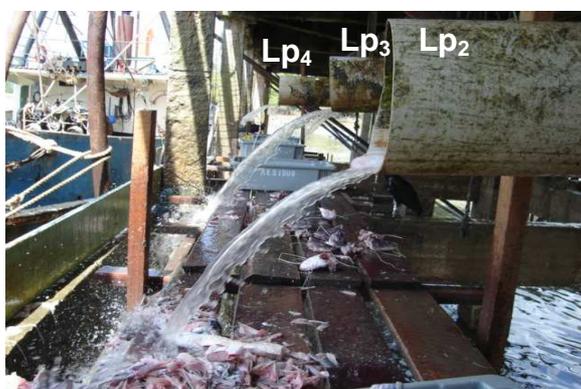


Figura 10 - Linhas de produção.
Fonte: Pesquisa Direta (2005).



Figura 11 - Linha de higienização.
Fonte: Pesquisa Direta (2005).

Em virtude da grande quantidade de sólidos existentes no efluente do beneficiamento do pescado, gerados nas etapas de evisceração, descabeçamento, retirada da espinha e pele, tais como: vísceras, cabeça, guelras, barbatanas e espinha, o procedimento de medição de vazão foi o volumétrico, ou ainda, método direto de medição, onde se registra o tempo necessário para encher recipiente de volume determinado.

O recipiente utilizado para a medição de vazão das linhas Lp₂ a Lp₄ foram basquetas com volume de 32 litros, como pode ser visto na Figura 12, onde foram utilizadas telas para evitar que os sólidos do efluente alterassem a medição, e para a linha L₅ foi utilizado balde de 8,5 litros (Figura 13), ambos cedidos pela indústria. Tal diferenciação fez-se necessária em virtude de apenas as linhas Lp₂, Lp₃ e Lp₄ apresentarem apoio para as basquetas, enquanto que a linha L₅, que é constituída de uma tubulação de menor diâmetro e serve apenas para saída de águas de lavagem, não dispõe de nenhuma sustentação.



Figura 12 - Medição de vazão com basqueta.

Fonte: Pesquisa Direta (2005).



Figura 13 - Medição de vazão com balde.

Fonte: Pesquisa Direta (2005).

A medição da vazão foi feita de 30 em 30 minutos, durante duas horas na primeira, segunda e quarta fases e excepcionalmente durante três horas e meia na terceira fase, a partir do início da produção de pescado, de acordo com as condicionantes da maré, sendo realizadas nos seguintes dias: a primeira em 02/09/05, a segunda 07/10/05, a terceira 11/11/05 e a quarta fase no dia 18/11/05.

3.2.2 Caracterização qualitativa do efluente do beneficiamento do pescado

A caracterização qualitativa do efluente do beneficiamento do pescado foi realizada em seis campanhas, no período de maio de 2006 a agosto de 2007. A estratégia traçada para se ter melhor desempenho entre as atividades de campo e de laboratório consistiu na realização de campanhas independentes de coleta de amostras do efluente da indústria, que totalizou ao final dessa etapa da pesquisa seis amostragens.

A coleta de amostras do efluente foi feita na saída das quatro linhas de produção, ponto de lançamento das águas residuárias ao rio Açaí, mostradas na Figura 14.



Figura 14 - Ponto de lançamento do efluente, através das linhas de produção.

Fonte: Pesquisa Direta (2006).

As campanhas de coleta do efluente industrial foram realizadas nos dias e horários respectivos, sendo: a primeira campanha em 17/05/06 das 10:00h às 13:00h, a segunda 16/06/06 das 11:00h às 14:00h, a terceira 04/07/06 das 08:00h às 11:00h, a quarta 13/07/06 das 07:30h às 10:30h, a quinta 26/07/07 das 11:00h às 14:00h e a sexta campanha no dia 02/08/07 das 09:30h às 12:30h.

Em virtude do lançamento do efluente ser feito em quatro linhas de produção foram coletadas amostras compostas, por meio de perfis temporais de quatro horas, efetuada a cada hora, a partir do qual foi realizada no local da coleta a determinação das variáveis de: temperatura e potencial hidrogeniônico (pH).

Em seguida as amostras foram devidamente preservadas em caixas isortémicas, a uma temperatura de 4°C, e levadas para Belém até o Laboratório de Saneamento do Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET/PA), no qual foram realizadas as determinações das seguintes variáveis físico-químicas: condutividade; ácidos voláteis (AV); alcalinidade total; turbidez; DBO; DQO (total e de amostra filtrada com poro de filtro de 0,45 µm); sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST); sólidos totais dissolvidos (STD); sólidos totais fixos (STF);

sólidos totais voláteis (STV); sólidos sedimentáveis; série de nitrogênio: amoniacal, nitrato e nitrito; e, fósforo total.

A determinação dessas variáveis seguiu os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998), exceto ácidos voláteis que foi determinado através do método proposto por Dilallo e Albertson (1961). A Tabela 9 apresenta as variáveis de estudo, unidades e métodos de determinação utilizados na pesquisa.

Tabela 9 - Variáveis de estudo, unidades e método analítico de determinação do efluente do beneficiamento do pescado.

Variáveis	Unid.	Método Analítico
Temperatura	°C	Potenciométrico
pH	-	Potenciométrico
Condutividade	µS/cm	Potenciométrico
Ácidos Voláteis	mgHAc/L	Titulométrico
Alcalinidade Total	mgCaCO ₃ /L	Titulométrico
Turbidez	uT	Nefelométrico
DBO	mg/L	Manométrico
DQO Total	mg/L	Colorimétrico de refluxo fechado
DQO Filtrada	mg/L	Colorimétrico de refluxo fechado
ST	mg/L	(somatória dos sólidos)
SST	mg/L	Potenciométrico
STD	mg/L	Potenciométrico
STF	mg/L	Gravimétrico
STV	mg/L	Gravimétrico
Sol. Sedimentáveis	mL/L	Volumétrico
N-amoniacal	mg/L	Nesslerização
Nitrato	mg/L	Colorimétrico
Nitrito	mg/L	Colorimétrico
Fósforo total	mg/L	Colorimétrico

Fonte: Standard methods for examination of water and wastewater (1998).

Os resultados das análises do efluente do processamento do pescado foram comparados com as condições e padrões de emissão da Resolução nº 357/05 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Desse modo, os resultados das análises do efluente da indústria de pesca foram comparados com os estabelecidos no Art. 34, § 4º e 5º da Resolução 357/05

do CONAMA, e também, com as características médias de efluentes domésticos e de indústrias alimentícias.

Realizou-se o cálculo do equivalente populacional, para estimar o potencial poluidor da indústria, em termos de carga de DBO, DQO total, nitrogênio e fósforo total, em relação à carga gerada por uma determinada cidade.

Fez-se a relação DBO_5/DQO e DQO/DBO_5 , de forma a mostrar qual é o processo de tratamento do efluente mais adequado para a indústria, em relação à avaliação da biodegradabilidade deste efluente.

3.2.3 Caracterização qualitativa da água do rio Açaí

A avaliação do potencial poluidor do efluente da indústria de pesca no rio Açaí foi realizada ao longo do comprimento desse manancial, mediante o georeferenciamento de cinco pontos de amostragens equidistantes, sendo: dois a montante, um na zona de mistura¹⁰, e dois a jusante da indústria de pesca (Tabela 10).

Tabela 10 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta no rio Açaí.

Pontos de coleta	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
Montante 2	00°50'24.38"S	48°07'40.12"Wgr
Montante 1	00°50'35.50"S	48°08'01.70"Wgr
Zona de Mistura	00°50'40.50"S	48°08'18.80"Wgr
Jusante 1	00°50'47.50"S	48°08'38.00"Wgr
Jusante 2	00°50'56.50"S	48°08'43.90"Wgr

Os pontos foram denominados de montante 2 e 1, zona de mistura e jusante 1 e 2, respectivamente, de acordo com o sentido da coleta das amostras. O ponto referente à zona de mistura está localizado em frente ao lançamento do efluente industrial. Os pontos montante 2 e 1 situam-se, respectivamente, no cruzamento do rio Açaí como o igarapé Itapuã a 1.065 m da zona de mistura, e em frente ao igarapé Sol Nascente a 395 m da mesma. O ponto jusante 1 está situado a 685 m da zona de mistura, no cruzamento dos rios Açaí e Guajará-Miri, e o jusante 2 distante 1.340 m da zona de mistura, localizado no rio Guajará-Miri, conforme mostra a Figura 15.

¹⁰ Zona de mistura - região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.



Figura 15 - Localização dos pontos de coleta no rio Açaí, Município de Vigia de Nazaré/PA.

Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH (2007).

As Figuras 16 a 20, mostram respectivamente os pontos de coleta no rio Açaí a montante do lançamento do efluente da indústria de pesca, montante 2 e 1, o ponto localizado na zona de mistura, e os pontos jusante 1 e 2.



Figura 16 - Ponto de coleta no rio Açaí, montante 2.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).



Figura 17 - Ponto de coleta no rio Açaí, montante 1.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).



Figura 18 - Ponto de coleta no rio Açaí, zona de mistura.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).



Figura 19 - Ponto de coleta no rio Açaí, jusante 1.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).



Figura 20 - Ponto de coleta no rio Açaí, jusante 2.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).

Pode-se observar nas Figuras 19 e 20, que os pontos jusante 1 e 2 também sofrem influência dos despejos de residências e comércios localizados na margem dos rios Açaí e Guajará-Miri.

Nesse estudo, a coleta de água superficial nos pontos de amostragem foi realizada nos dias 15/05/06, 16/06/06, 04/07/06, 13/07/06, 26/07/07 e 02/08/07, respectivamente, que totalizou ao final dessa etapa da pesquisa seis campanhas de coletas de água.

É importante mencionar que as amostras de água superficial, obtidas durante as campanhas de campo foram armazenadas em frascos estéreis de polietileno, devidamente identificados e mantidos sob refrigeração (4°C), em caixas isotérmicas. Depois de encerrada a coleta no rio Açaí foram realizadas análises das seguintes variáveis físico-químicas: temperatura, pH e OD.

Depois de finalizadas as análises, as amostras do rio Açaí foram levadas para Belém, ao Laboratório de Saneamento do CEFET/PA, no qual foram realizadas

determinações das seguintes variáveis: condutividade; cor verdadeira e aparente; alcalinidade total; turbidez; DBO; SST; STD; série nitrogenada: amoniacal, nitrato e nitrito; e, fósforo total.

A determinação dessas variáveis seguiu os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998). As variáveis físico-químicas realizadas nas águas superficiais do rio Açaí, suas unidades e métodos de determinação são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Variáveis de estudo, unidades e método analítico de determinação das amostras do rio Açaí.

Variáveis	Unid.	Método Analítico
Temperatura	°C	Potenciométrico
pH	-	Potenciométrico
OD	mg/L	Difusão em membrana
Condutividade	µS/cm	Potenciométrico
Cor verdadeira	uC	Colorimétrico
Cor aparente	uC	Colorimétrico
Alcalinidade Total	mgCaCO ₃ /L	Titulométrico
Turbidez	uT	Nefelométrico
DBO	mg/L	Manométrico
SST	mg/L	Potenciométrico
STD	mg/L	Potenciométrico
N-amoniacal	mg/L	Nesslerização
Nitrato	mg/L	Colorimétrico
Nitrito	mg/L	Colorimétrico
Fósforo total	mg/L	Colorimétrico

Fonte: Standard methods for examination of water and wastewater (1998).

Os resultados das análises do rio Açaí foram comparados com as condições e padrões da Resolução Nº. 357/05 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Todos os resultados foram interpretados por meio da estatística descritiva, que segundo Von Sperling (2005) consiste em sumarizar os dados coletados da amostra, ordenando-os e classificando-os, para torná-los de fácil entendimento.

Para a análise dos resultados foram utilizadas medidas de tendência central que, de acordo com o mesmo autor, mostram o valor representativo em torno

do quais os dados tendem a agrupar-se, com maior ou menor frequência. As medidas de tendência central, utilizadas para interpretação dos dados foram: média aritmética simples (ou simplesmente média) e mediana.

Além das medidas de tendência central também foram utilizadas as medidas de variação, como desvio padrão e coeficiente de variação, que medem as oscilações de uma variável e servem para indicar o quanto os dados se apresentam próximos uns dos outros. Quanto maior numericamente forem as variáveis, mais afastados estão os dados (ALVES, 2002).

Os dados analisados são apresentados por meio de tabelas, que permitem condensar os resultados de modo a torná-los de fácil compreensão, e de gráficos, que constituem importantes instrumentos de comunicação rápida, clara e efetiva.

De acordo com Von Sperling (2005), os gráficos empregados dependem se os dados são qualitativos (categorizados) ou quantitativos (numéricos). O tipo de gráfico utilizado para análise gráfica descritiva de dados qualitativos foram de barra vertical e de coluna, e para a análise exploratória de dados quantitativos foram box-plot, e de séries temporais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados a seguir os resultados da caracterização quantitativa e qualitativa do efluente do beneficiamento do pescado, e a caracterização qualitativa do rio Açai.

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DO EFLUENTE DO BENEFICIAMENTO DO PESCADO

Fase 1

No dia 02/09/05 estavam em funcionamento três linhas de produção (Lp₂, Lp₃ e Lp₄), e a linha de higienização (L₅). O processamento do pescado teve duração de 5 horas, sendo a vazão medida de meia em meia hora, durante 2 horas, gerando um volume total de 70,25 m³ de efluente (Gráfico 16).

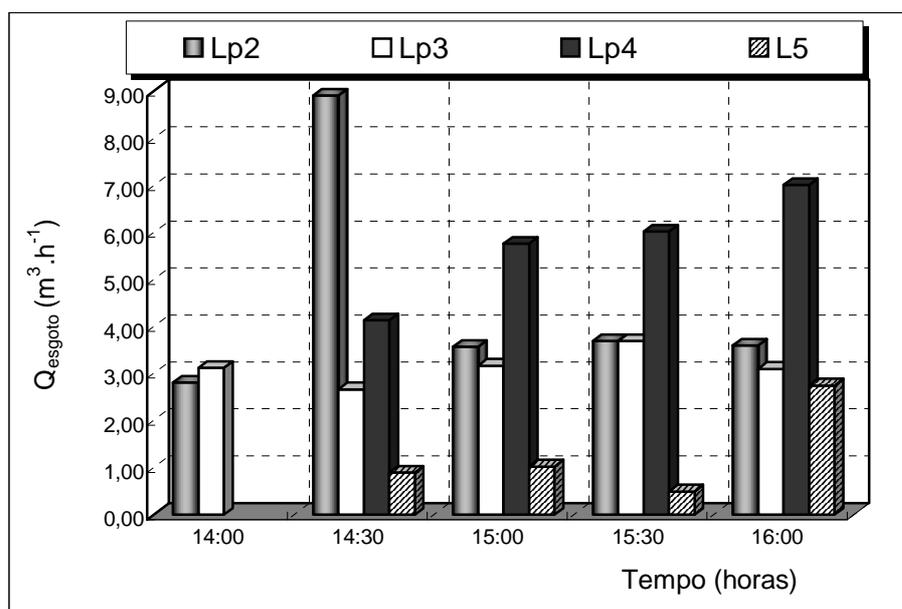


Gráfico 16 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 1.

Na linha Lp₂ houve processamento de piramutaba; na Lp₃ de piramutaba, dourada e pescada branca; e, na Lp₄ de mapará. Para o cálculo da vazão específica na linha de higienização (L₅) foi considerada a produção total das três linhas de produção para o período de 5h, de 16.609,00 Kg de pescado. A Tabela 12 mostra os valores das vazões médias (Q_{média}) e específica (Q_{espec.}) nas linhas de produção da indústria, o tipo e o peso do pescado na Fase 1.

Tabela 12 - Fase 1, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.

Linhas	Q _{média} (m ³ /h)	Funcionamento (h)	Volume Total (m ³)	Tipo de pescado	Peso (Kg)	Q _{específica} (l/kg)
2	4,51	5	22,55	piramutaba	10.294,00	2,19
3	3,15	4	12,60	piramutaba	2.814,00	3,79
				dourada	248,00	
				pescada branca	265,00	
4	5,73	5	28,65	mapará	2.988,00	9,59
5	1,29	5	6,45	-	16.609,00	0,39

Fase 2

No dia 07/10/05 estavam em funcionamento apenas duas linhas de produção (Lp₂ e Lp₃), e o processamento do pescado foi realizado em 3 horas. A vazão foi medida de meia em meia hora durante 2 horas, gerando um volume total de 10,64 m³ de efluente do processamento do pescado (Gráfico 17). A Lp₅ não estava em funcionamento, pois as salas de higienização não estavam em atividade durante o período da medição de vazão.

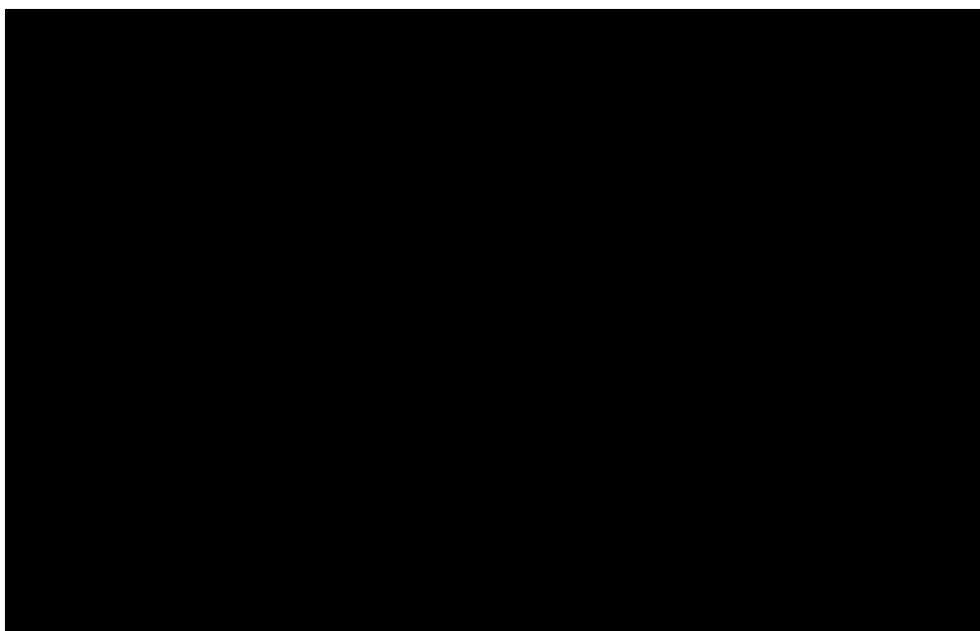


Gráfico 17 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 2.

Na Lp₂ foi processado rosado, e na Lp₃ pargo. A produção total das duas linhas para o período de 3h foi de 4.973,00 kg de pescado. A Tabela 13 mostra os valores de Q_{média} e Q_{espec.}, nas linhas de produção da indústria, o tipo e o peso do pescado na Fase 2.

Tabela 13 - Fase 2, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.

Linhas	Qmédia (m³/h)	Funcionamento (h)	Volume Total (m³)	Tipo de pescado	Peso (Kg)	Qespecifica (l/kg)
2	4,34	1,2	5,21	rosado	1.849,00	2,82
3	1,81	3,0	5,43	pargo	3.124,00	1,74

Fase 3

No dia 11/11/05 funcionaram as linhas Lp₂ e Lp₃, e a linha de higienização (L₅). O processamento do pescado teve duração de 5 horas. A vazão foi medida de meia em meia hora excepcionalmente durante 3,5 horas, gerando um volume total de 41,90 m³ de efluente (Gráfico 18).

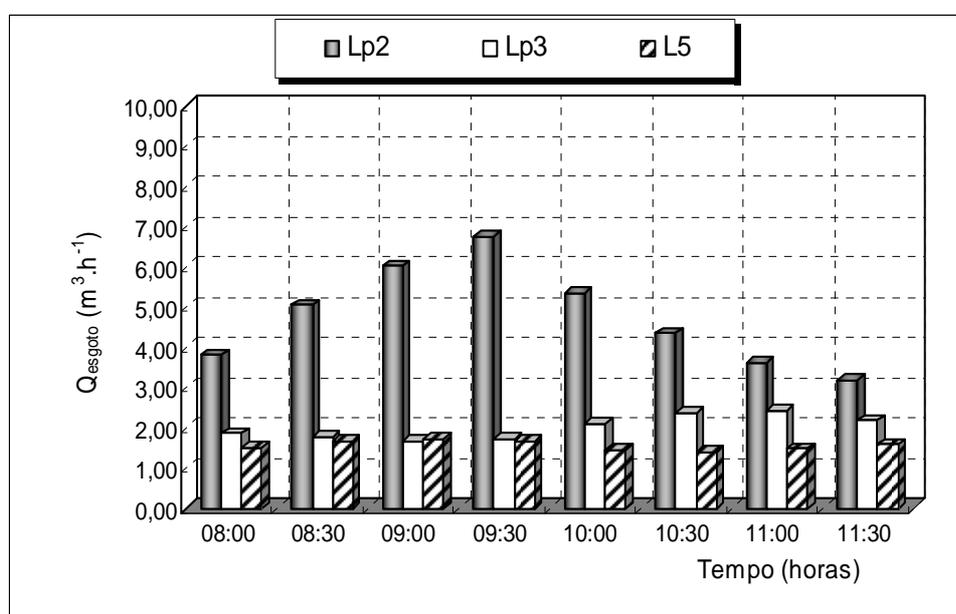


Gráfico 18 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 3.

Foi processado rosado, na Lp₂, e arraia na Lp₃. A produção total das duas linhas para o período de 5h foi de 9.380,00 kg de pescado, sendo a vazão específica na linha de higienização (L₅) calculada através do valor da produção total (Tabela 14).

Tabela 14 - Fase 3, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.

Linhas	Qmédia (m³/h)	Funcionamento (h)	Volume Total (m³)	Tipo de pescado	Peso (Kg)	Qespecifica (l/kg)
2	4,78	5	23,90	rosado	6.092,00	3,92
3	2,02	5	10,10	arraia	3.288,00	3,07
5	1,58	5	7,90	-	9.380,00	0,84

Fase 4

No dia 18/11/05 estavam funcionando duas linhas de produção (Lp₃ e Lp₄), e a de higienização (L₅). O processamento do pescado teve duração de 4 horas. A vazão foi medida de meia em meia hora durante 2 horas, gerando um volume total de 25,76 m³ de efluente (Gráfico 19).

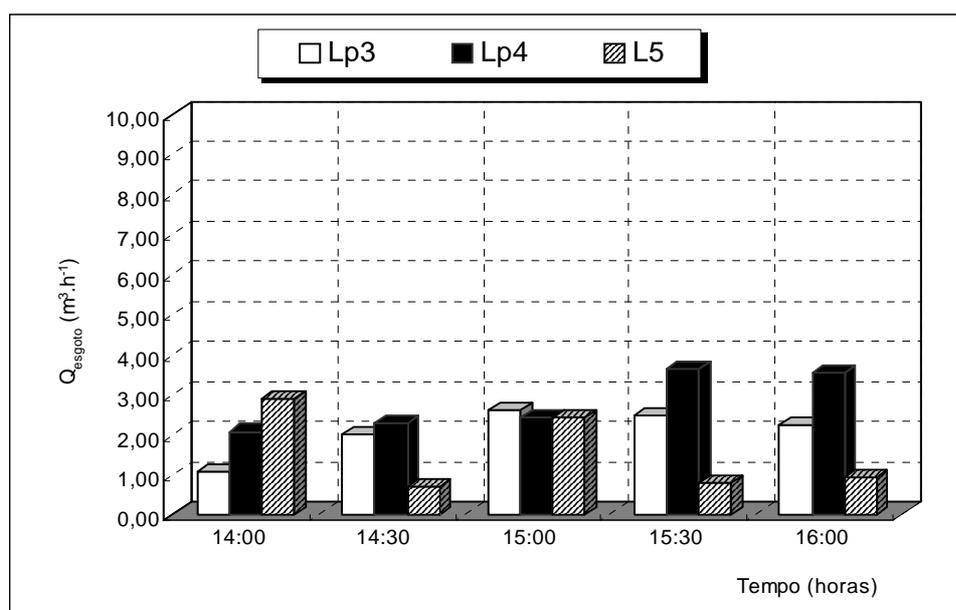


Gráfico 19 - Evolução da vazão em função do tempo na Fase 4.

Na Lp₃ foi processado rosado, e na Lp₄ guriyuba e cação. A produção total das duas linhas para o período de 4h foi de 7.518,00 kg de pescado (Tabela 15).

Tabela 15 - Fase 4, vazão média nas linhas de produção, tipo e peso do pescado.

Linhas	Qmédias (m³/h)	Funcionamento (h)	Volume Total (m³)	Tipo de pescado	Peso (Kg)	Qespecifica (l/kg)
3	2,08	4	8,32	rosado	3.412,00	2,44
4	2,81	4	11,24	guriyuba	1.882,00	2,74
				cação	2.224,00	
5	1,55	4	6,20	-	7.518,00	0,82

A vazão dos efluentes industriais é relacionada com o tempo de funcionamento de cada linha de produção e com as características do processo, da matéria-prima e dos equipamentos, podendo ser constante ou bastante variada. Portanto, o volume de efluente gerado pela indústria varia com a produção total, ou seja, quanto maior a produção de pescado, maior é o volume de efluente gerado.

A vazão média do efluente gerado nas quatro fases, nas linhas de produção, obteve valor mínimo de 1,81 m³/h, máximo de 5,73 m³/h, e valor médio,

das quatro fases, de 3,47 m³/h, o que equivale a 27,76 m³/d, devido o processamento do pescado ocorrer durante oito horas diárias. Considerando as quatro fases realizadas, o valor mínimo identificado na linha de higienização foi de 1,29 m³/h, máximo de 1,58 m³/h e média geral de 1,47 m³/h, representando um valor de 11,76 m³/d. A soma dos valores médios diários das vazões, nas linhas de produção e de higienização, resulta em um valor de 39,52 m³/d de efluente lançado pela indústria pesqueira no rio Açaí.

As vazões específicas, em todas as fases, nas linhas de produção e higienização, apresentaram respectivamente um valor médio de 3,59 l/kg e 0,69 l/kg de pescado processado.

Verificou-se que o mapará foi à espécie com maior produção de efluentes, devido este tipo de peixe possuir tecido muito gorduroso, fazendo com que seja utilizada maior quantidade de água em seu processamento. A vazão específica apresentada para esta espécie foi de 9,59 l/kg. Já nas demais espécies processadas houve menor produção de efluentes, como por exemplo: a arraia com uma vazão específica de 3,07 l/kg, o rosado com 3,06 l/kg (média das três fases), a piramutaba com 2,19 l/kg, e o pargo com 1,74 l/kg, conforme mostrado no Gráfico 20.

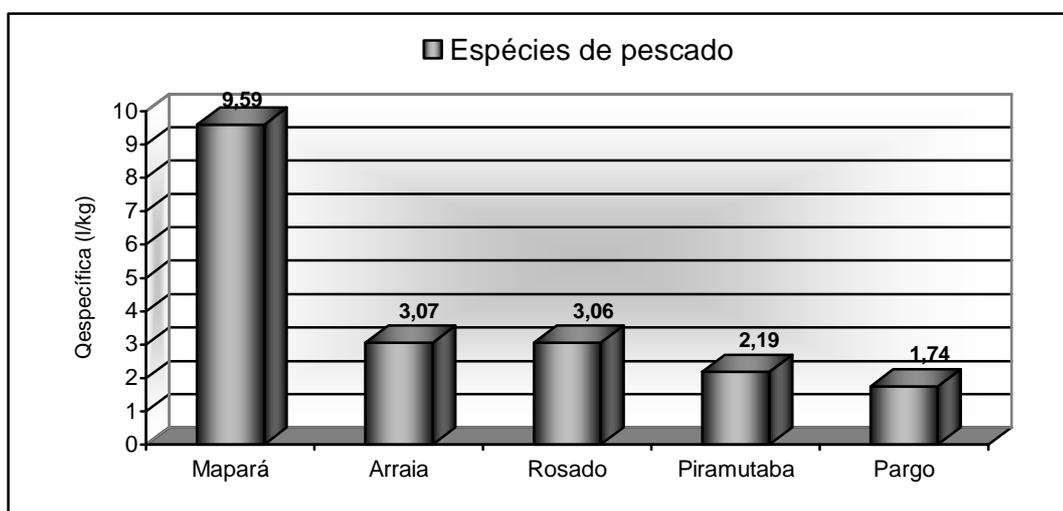


Gráfico 20 – Espécies de pescado em função da produção de efluente.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO EFLUENTE DO BENEFICIAMENTO DO PESCADO

Nesta seção são apresentados os resultados das determinações laboratoriais, das seis campanhas de coleta de efluentes realizadas nos dias: 17/05/06, 16/06/06, 04/07/06, 13/07/06, 26/07/07 e 02/08/07, respectivamente. Os resultados foram dispostos em tabelas e gráficos, como descritos a seguir.

a) Temperatura

Na Tabela 16 é apresentada a estatística básica dos resultados de temperatura do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 16 – Estatística básica para os resultados de temperatura do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Temperatura (°C)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
1ª	1	26,4	18,4	26,4	21,2	20,0	3,57	16,86	
	2	18,4							
	3	20,3							
	4	19,6							
2ª	1	21,6	20,2	21,6	21,0	21,1	0,71	3,39	
	2	21,6							
	3	20,6							
	4	20,2							
3ª	1	18,5	17,5	18,5	18,1	18,1	0,53	2,91	
	2	17,5							
	3	17,7							
	4	18,5							
4ª	1	17,0	17,0	22,8	19,0	18,1	2,61	13,73	
	2	17,8							
	3	18,3							
	4	22,8							
5ª	1	22,3	21,6	22,4	22,0	22,1	0,39	1,75	
	2	21,8							
	3	22,4							
	4	21,6							
6ª	1	20,6	20,6	23,2	21,5	21,2	1,18	5,49	
	2	20,8							
	3	23,2							
	4	21,5							
Resumo			Mínimo					17,0	
			Máximo					26,4	
			Médio					20,5	
			Mediana					20,6	
			Desvio Padrão					2,24	
			Coeficiente de Variação (%)					10,94	

Conforme pode ser observado na Tabela 16, os resultados de temperatura do efluente da primeira campanha variaram de 18,4°C a 26,4°C, apresentando valor médio diário de 21,2°C, desvio padrão de 3,57°C e coeficiente de variação de 16,86%. Na segunda campanha a variação foi de 20,2°C a 21,6°C, valor médio de 21,0°C, desvio padrão de 0,71°C e coeficiente de variação de 3,39%, que significa homogeneidade entre os valores. O valor da temperatura na terceira campanha apresentou valor médio igual ao da mediana, de 18,1°C, desvio padrão de 0,53°C e coeficiente de variação de 2,91%, que significa pequena dispersão dos resultados encontrados. Na quarta campanha houve variação dos resultados de temperatura de 17,0°C a 22,8°C, apresentando desvio padrão de 2,61°C e coeficiente de variação de 13,73%. Os valores de temperatura do efluente na quinta campanha variaram de 21,6°C a 22,4°C, com valor médio de 22,0°C, desvio padrão de 0,39°C e coeficiente de variação de 1,75%, apresentando grande homogeneidade entre os valores. Na sexta campanha a variação foi de 20,6°C a 23,2°C, valor médio de 21,5°C, desvio padrão de 1,18°C e coeficiente de variação de 5,49%.

A Tabela 16 mostra que dentre as campanhas realizadas, a quinta foi a que apresentou menor valor de desvio padrão, de 0,39°C, e de coeficiente de variação, de 1,75%, ressaltando a aproximação entre os valores encontrados. Já a primeira campanha foi a que teve maior coeficiente de variação, de 16,86%, em virtude dos valores serem heterogêneos, em relação as demais campanhas. O valor médio de temperatura encontrado nas seis campanhas realizadas na indústria em estudo foi de 20,5°C, e coeficiente de variação de 10,94%, devido os valores mais altos de desvio padrão na primeira e quarta campanhas, apresentado variação de 17,0°C a 26,4°C (largura da faixa de 9,4°C).

As baixas temperaturas apresentadas nos resultados do efluente se dão em virtude do pescado ser mantido em gelo, na etapa de recepção, e também devido à utilização de água refrigerada durante todo o processamento do pescado nessa indústria.

O Gráfico 21 apresenta o comportamento verificado para a temperatura do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

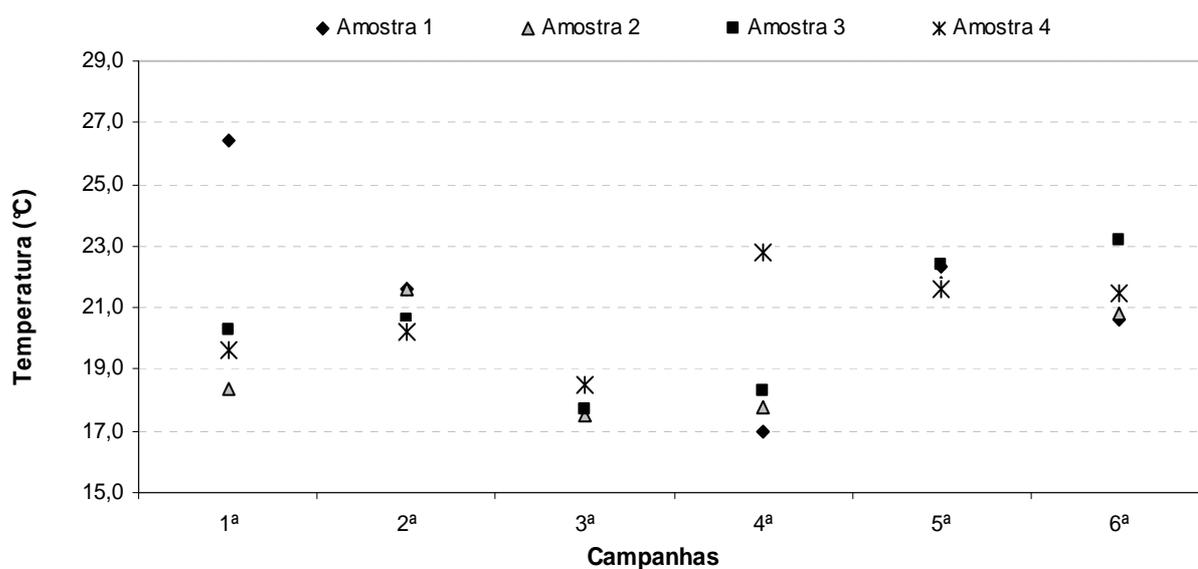


Gráfico 21 - Comportamento da temperatura do efluente do processamento do pescado.

b) pH

Na Tabela 17 é apresentada a estatística básica dos resultados de pH do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 17 - Estatística básica para os resultados de pH do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: pH						
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários			
			Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão
1 ^a	1	7,4	7,4	7,6	7,4	0,11
	2	7,4				
	3	7,6				
	4	7,4				
2 ^a	1	7,5	7,3	7,5	7,5	0,10
	2	7,3				
	3	7,5				
	4	7,5				
3 ^a	1	7,5	7,5	7,6	7,6	0,04
	2	7,6				
	3	7,6				
	4	7,6				
4 ^a	1	7,7	7,7	8,0	7,8	0,14
	2	7,8				
	3	7,8				
	4	8,0				
5 ^a	1	7,5	7,5	7,6	7,5	0,03
	2	7,5				
	3	7,6				
	4	7,5				
6 ^a	1	7,6	7,4	7,6	7,5	0,11
	2	7,4				
	3	7,4				
	4	7,6				
Resumo			Mínimo			7,3
			Máximo			8,0
			Mediana			7,5
			Desvio Padrão			0,16

Como pode ser visto na Tabela 17, o valor do pH do efluente do beneficiamento do pescado variou na primeira campanha de 7,4 a 7,6, com valor de desvio padrão de 0,11. A segunda campanha obteve largura da faixa de variação de 0,2, apresentando valores de mínimo e máximo, respectivos, de 7,3 e 7,5, e desvio padrão de 0,10. A variação do pH na terceira campanha foi de 7,5 a 7,6, mediana de 7,6 e desvio padrão de 0,04, mostrando baixa dispersão dos resultados. Na quarta campanha o pH variou de 7,7 a 8,0, com desvio padrão de 0,14. Na quinta

campanha houve variação de pH de 7,5 a 7,6 e desvio padrão de 0,03, que significa grande homogeneidade dos resultados. Os valores de pH do efluente da sexta campanha apresentaram largura da faixa de variação de 0,2 e desvio padrão de 0,11.

A quinta campanha foi a que apresentou menor valor de desvio padrão de 0,03, devido obter valores muito próximos. A oscilação dos valores de pH nas seis campanhas foi de 7,3 a 8,0 (largura da faixa de 0,7), com mediana de 7,5, e desvio padrão de 0,16, confirmando a baixa dispersão dos resultados desta variável. Os valores de pH do efluente do beneficiamento do pescado em todas as campanhas se mantiveram numa faixa alcalina próximo a 7,0, a qual é propícia a degradação biológica (Tabela 17).

No Gráfico 22 pode ser observado o comportamento verificado para o pH do efluente da indústria de pesca, durante as seis campanhas.

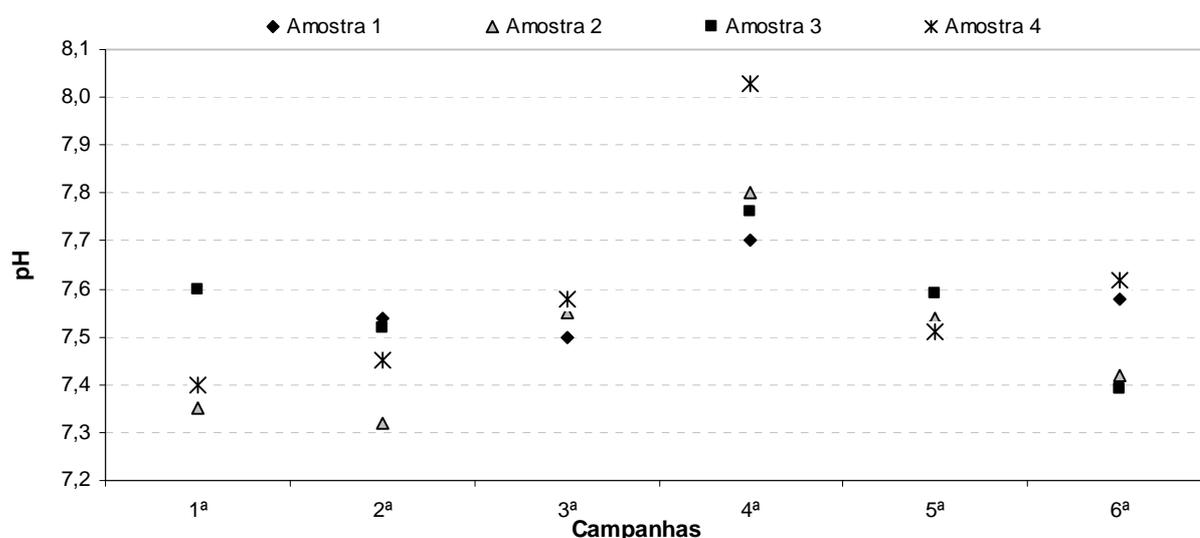


Gráfico 22 - Comportamento do pH do efluente do processamento do pescado.

c) Condutividade

Na Tabela 18 é apresentada a estatística básica dos resultados de condutividade do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 18 - Estatística básica para os resultados de condutividade do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1 ^a	1	973	739	1.015	911	944	121,46	13,34
	2	915						
	3	739						
	4	1.015						
2 ^a	1	784	784	957	867	864	75,27	8,68
	2	832						
	3	895						
	4	957						
3 ^a	1	634	634	856	734	724	103,96	14,16
	2	663						
	3	856						
	4	784						
4 ^a	1	886	857	1.095	942	907	106,40	11,30
	2	857						
	3	928						
	4	1.095						
5 ^a	1	1.042	816	1.042	907	886	103,81	11,44
	2	816						
	3	836						
	4	935						
6 ^a	1	986	654	986	802	785	152,02	18,95
	2	865						
	3	704						
	4	654						
Resumo			Mínimo					634
			Máximo					1.095
			Médio					860
			Mediana					861
			Desvio Padrão					123,67
			Coefficiente de Variação (%)					14,37

A Tabela 18 apresenta os resultados de condutividade do efluente da indústria, onde na primeira campanha houve variação de 739 $\mu\text{S/cm}$ a 1.015 $\mu\text{S/cm}$, com valor médio diário de 911 $\mu\text{S/cm}$, desvio padrão de 121,46 $\mu\text{S/cm}$ e coeficiente de variação de 13,34%. Os valores da segunda campanha apresentaram média de 867 $\mu\text{S/cm}$, mediana de 864 $\mu\text{S/cm}$ e desvio padrão de 75,27 $\mu\text{S/cm}$, que significa grande homogeneidade entre os valores. Na terceira campanha a oscilação foi de

634 $\mu\text{S/cm}$ a 856 $\mu\text{S/cm}$, e desvio padrão de 103,96 $\mu\text{S/cm}$. Os valores de condutividade do efluente da quarta campanha apresentaram média de 942 $\mu\text{S/cm}$, desvio padrão de 106,40 $\mu\text{S/cm}$ e coeficiente de variação de 11,30%. Na quinta campanha a variação de condutividade foi de 816 $\mu\text{S/cm}$ a 1.042 $\mu\text{S/cm}$, apresentando desvio padrão de 103,81 $\mu\text{S/cm}$ e coeficiente de variação de 11,44%. A sexta campanha apresentou valor médio de condutividade de 802 $\mu\text{S/cm}$, desvio padrão de 152,02 $\mu\text{S/cm}$ e coeficiente de variação de 18,95%.

Dentre as campanhas realizadas a segunda foi a que apresentou menor coeficiente de variação, de 8,68%, e valores próximos de média e mediana, de 867 $\mu\text{S/cm}$ e 864 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente, confirmando a baixa dispersão dos resultados encontrados nesta campanha. A maior variação dos resultados se deu na sexta campanha, apresentando oscilação de 654 $\mu\text{S/cm}$ a 986 $\mu\text{S/cm}$, mediana de 785 $\mu\text{S/cm}$, e largura da faixa de variação de 17 $\mu\text{S/cm}$.

Os resultados de condutividade das seis campanhas realizadas apresentaram valores próximos de média e mediana, de 860 $\mu\text{S/cm}$ e 861 $\mu\text{S/cm}$, valores de mínimo e máximo, respectivos, de 634 $\mu\text{S/cm}$ e 1.095 $\mu\text{S/cm}$, com faixa de variação de 461 $\mu\text{S/cm}$. Em virtude da elevada oscilação dos valores apresentados por esta variável, o desvio padrão das seis campanhas realizadas foi de 123,67 $\mu\text{S/cm}$ (Tabela 18).

O Gráfico 23 apresenta comportamento verificado para a condutividade do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

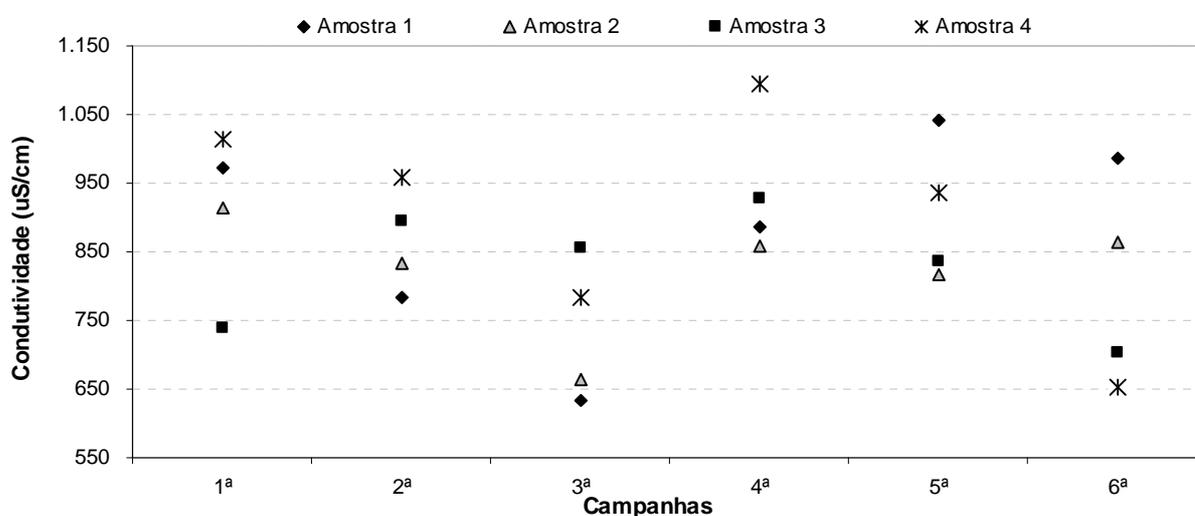


Gráfico 23 - Comportamento da condutividade do efluente do processamento do pescado.

d) Ácidos Voláteis

Na Tabela 19 é apresentada a estatística básica dos resultados de ácidos voláteis do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 19 - Estatística básica para os resultados de ácidos voláteis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Ácidos Voláteis (mgHAc/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
1 ^a	1	127	90	187	140	142	41,37	29,55
	2	90						
	3	156						
	4	187						
2 ^a	1	175	95	175	133	132	40,15	30,13
	2	95						
	3	103						
	4	160						
3 ^a	1	198	98	205	168	184	48,90	29,15
	2	205						
	3	170						
	4	98						
4 ^a	1	180	105	180	138	134	36,68	26,53
	2	158						
	3	110						
	4	105						
5 ^a	1	200	89	200	159	173	51,74	32,59
	2	150						
	3	196						
	4	89						
6 ^a	1	110	90	120	105	105	12,91	12,30
	2	90						
	3	100						
	4	120						
Resumo			Mínimo					89
			Máximo					205
			Médio					141
			Mediana					139
			Desvio Padrão					41,33
			Coeficiente de Variação (%)					29,42

De acordo com a Tabela 19, os valores de ácidos voláteis da primeira campanha apresentaram largura da faixa de variação de 97 mgHAc/L, média de 140 mgHAc/L e desvio padrão de 41,37 mgHAc/L. Na segunda campanha, os

resultados variaram de 95 mgHAc/L a 175 mgHAc/L, com valor médio de 133 mgHAc/L, desvio padrão de 40,15 mgHAc/L e coeficiente de variação de 30,13%. Na terceira campanha houve variação de 98 mgHAc/L a 205 mgHAc/L, apresentando média de 168 mgHAc/L, desvio padrão de 48,90 mgHAc/L e coeficiente de variação de 29,15%. Os valores de ácidos voláteis do efluente do beneficiamento do pescado da quarta campanha oscilaram de 105 mgHAc/L a 180 mgHAc/L, com desvio padrão de 36,68 mgHAc/L e coeficiente de variação de 26,53%. Os resultados da quinta campanha variaram de 89 mgHAc/L a 200 mgHAc/L, com média de 159 mgHAc/L e desvio padrão de 51,74 mgHAc/L. A última campanha realizada apresentou largura da faixa de variação de 30 mgHAc/L, valor da média igual ao da mediana, de 105 mgHAc/L e desvio padrão de 12,91 mgHAc/L, que significa grande homogeneidade entre os resultados.

Das seis campanhas, a última foi a que obteve menor oscilação, de 90 mgHAc/L a 120 mgHAc/L, e baixo coeficiente de variação de 12,30%, ratificando a pequena dispersão dos resultados encontrados. A quinta campanha foi a que apresentou maiores valores de desvio padrão, de 51,74 mgHAc/L, e coeficiente de variação, de 32,59%, confirmando a heterogeneidade dos resultados em relação as demais campanhas (Tabela 19).

Os resultados gerais de ácidos voláteis apresentaram valores mínimo e máximo, respectivos, de 89 mgHAc/L e 205 mgHAc/L, com largura da faixa de 116 mgHAc/L. O valor médio das seis campanhas realizadas foi de 141 mgHAc/L, desvio padrão de 41,33 mgHAc/L e coeficiente de variação de 29,42%.

No Gráfico 24 pode ser observado o comportamento verificado para os ácidos voláteis do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

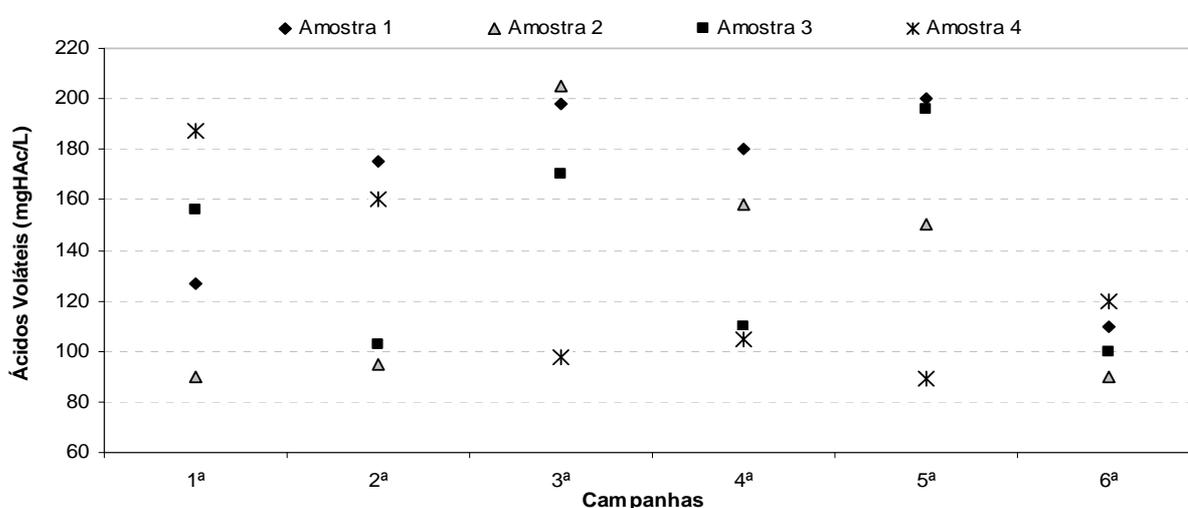


Gráfico 24 - Comportamento dos ácidos voláteis do efluente do processamento do pescado.

e) Alcalinidade Total

Na Tabela 20 é apresentada a estatística básica dos resultados de alcalinidade total do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 20 - Estatística básica para os resultados de alcalinidade total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1 ^a	1	430	430	630	520	510	92,01	17,70
	2	560						
	3	630						
	4	460						
2 ^a	1	550	410	620	510	505	93,45	18,32
	2	620						
	3	410						
	4	460						
3 ^a	1	680	450	680	535	505	100,83	18,85
	2	450						
	3	490						
	4	520						
4 ^a	1	740	590	740	675	685	68,56	10,16
	2	650						
	3	590						
	4	720						
5 ^a	1	410	410	710	560	560	138,80	24,79
	2	480						
	3	640						
	4	710						
6 ^a	1	400	400	670	505	475	123,96	24,55
	2	670						
	3	530						
	4	420						
Resumo			Mínimo					400
			Máximo					740
			Médio					551
			Mediana					540
			Desvio Padrão					110,73
			Coefficiente de Variação (%)					20,10

Conforme pode ser observado na Tabela 20, a alcalinidade total do efluente industrial na primeira campanha variou de 430 mgCaCO₃/L a

630 mgCaCO₃/L, apresentando valor médio de 520 mgCaCO₃/L, desvio padrão de 92,01 mgCaCO₃/L e coeficiente de variação de 17,70%. Os valores na segunda campanha variaram de 410 mgCaCO₃/L a 620 mgCaCO₃/L, apresentando desvio padrão de 93,45 mgCaCO₃/L e coeficiente de variação de 18,32%. Na terceira campanha os valores mínimo e máximo foram de 450 mgCaCO₃/L e 680 mgCaCO₃/L, respectivamente, com média de 535 mgCaCO₃/L e coeficiente de variação de 18,85%. A quarta campanha foi a que apresentou menor valor de desvio padrão, de 68,56 mgCaCO₃/L, e de coeficiente de variação, de 10,16%, em virtude da homogeneidade dos resultados. Os valores da quinta campanha, ao contrário da quarta, apresentaram oscilação de 410 mgCaCO₃/L a 710 mgCaCO₃/L, média e mediana de 560 mgCaCO₃/L, desvio padrão de 138,80 mgCaCO₃/L e coeficiente de variação de 24,79%, mostrando alta dispersão dos resultados, se comparados às demais campanhas. Na sexta campanha a variação foi de 400 mgCaCO₃/L a 670 mgCaCO₃/L, valor médio de 505 mgCaCO₃/L, desvio padrão de 123,96 mgCaCO₃/L e coeficiente de variação de 24,55%.

A largura da faixa de variação das seis campanhas foi de 340 mgCaCO₃/L, com valor médio de 551 mgCaCO₃/L e desvio padrão de 110,73 mgCaCO₃/L (Tabela 20).

No Gráfico 25 pode ser observado o comportamento verificado para a alcalinidade total do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

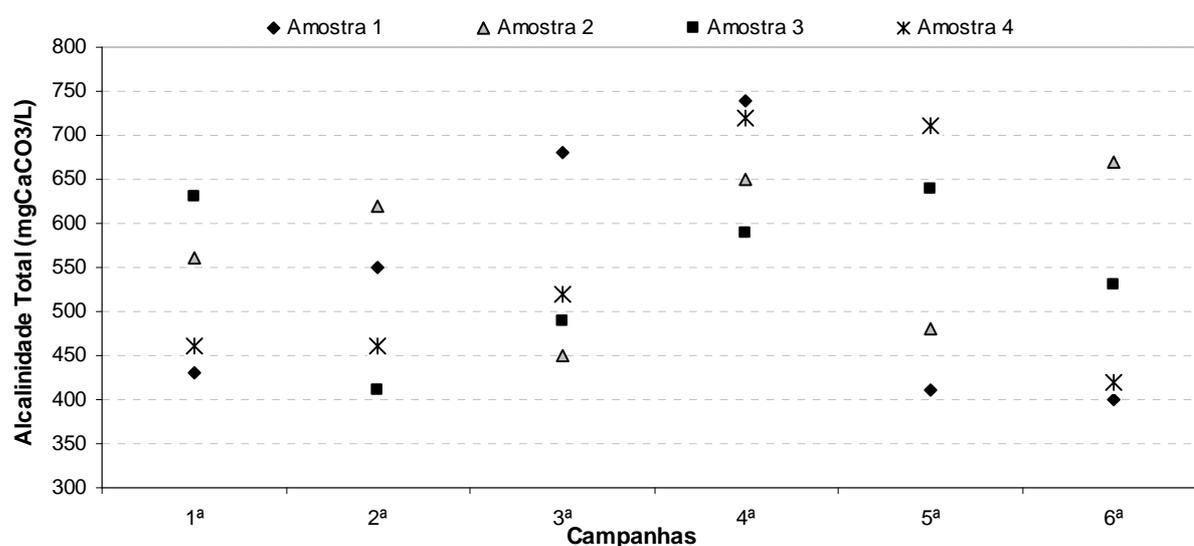


Gráfico 25 - Comportamento da alcalinidade total do efluente do processamento do pescado.

f) Turbidez

Na Tabela 21 é apresentada a estatística básica dos resultados de turbidez do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 21 - Estatística básica para os resultados de turbidez do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Turbidez (uT)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	
1 ^a	1	219	198	254	224	223	23,13	10,31
	2	254						
	3	198						
	4	226						
2 ^a	1	305	225	305	275	284	35,82	13,05
	2	225						
	3	272						
	4	296						
3 ^a	1	274	214	274	237	230	25,85	10,91
	2	228						
	3	232						
	4	214						
4 ^a	1	292	175	292	228	222	55,24	24,26
	2	255						
	3	189						
	4	175						
5 ^a	1	316	201	316	274	289	50,80	18,56
	2	279						
	3	299						
	4	201						
6 ^a	1	234	136	234	182	179	50,03	27,53
	2	215						
	3	142						
	4	136						
Resumo			Mínimo					136
			Máximo					316
			Médio					237
			Mediana					230
			Desvio Padrão					49,38
			Coeficiente de Variação (%)					20,88

De acordo com a Tabela 21, na primeira campanha o valor da turbidez do efluente obteve variação de 198 uT a 254 uT, com média diária de 224 uT, desvio

padrão de 23,13 uT e coeficiente de variação de 10,31%, retratando uma baixa variabilidade dos resultados. A segunda campanha apresentou valor médio diário de 275 uT, desvio padrão de 35,82 uT e coeficiente de variação de 13,05%. A largura da faixa de variação da turbidez na terceira campanha foi de 60 uT, com valor médio diário de 237 uT, e coeficiente de variação de 10,91%, mostrando pequena dispersão dos valores encontrados. Na quarta campanha a turbidez variou de 175 uT a 292 uT, com desvio padrão de 55,24 uT. Os valores mínimo e máximo, respectivos, da quinta campanha foram de 201 uT e 316 uT, desvio padrão de 50,80 uT e coeficiente de variação de 18,56%. A última campanha apresentou valor médio de 182 uT, desvio padrão de 50,03 uT e coeficiente de variação de 27,53%.

A primeira campanha foi a que apresentou menor variabilidade dos resultados de turbidez, com coeficiente de 10,31%, devido obter valores próximos. Já a sexta campanha apresentou maior coeficiente de variação, de 27,53%, no entanto ambas são consideradas de baixa variação. A oscilação dos valores de turbidez nas seis campanhas foi de 136 uT a 316 uT (largura da faixa de variação de 180 uT), com média de 237 uT, mediana de 230 uT, e desvio padrão de 49,38 uT (Tabela 21).

No Gráfico 26 pode ser observado o comportamento verificado para a turbidez do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

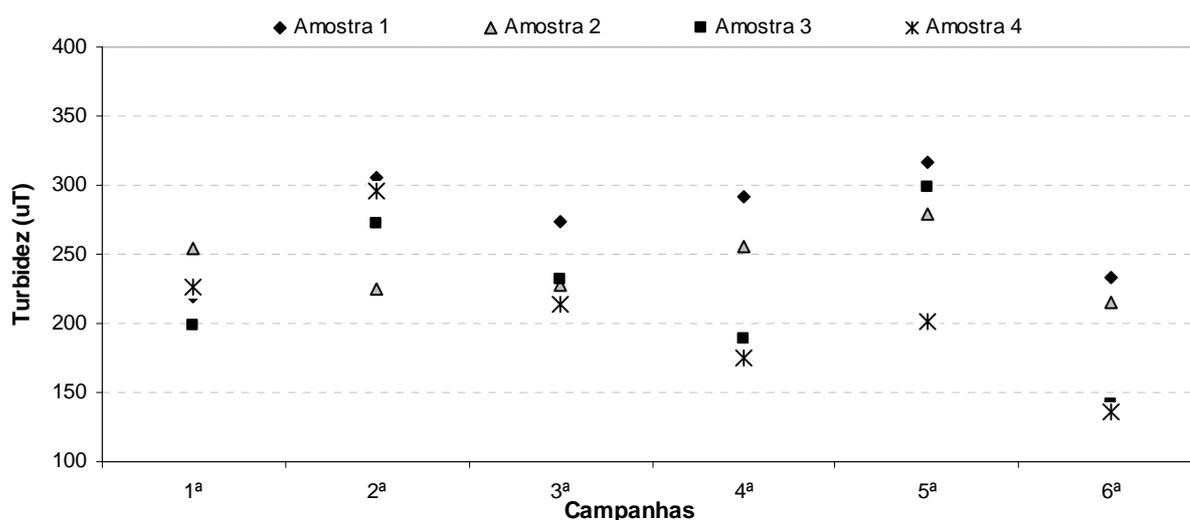


Gráfico 26 - Comportamento da turbidez do efluente do processamento do pescado.

g) DBO

Na Tabela 22 é apresentada a estatística básica dos resultados de DBO do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 22 - Estatística básica para os resultados de DBO do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
3ª	1	844	727	844	775	766	50,89	6,56
	2	750						
	3	780						
	4	727						
4ª	1	862	721	862	790	788	61,30	7,76
	2	815						
	3	721						
	4	765						
5ª	1	715	696	846	748	726	67,58	9,03
	2	740						
	3	846						
	4	696						
6ª	1	687	687	910	786	773	92,84	11,82
	2	785						
	3	910						
	4	760						
Resumo			Mínimo					687
			Máximo					910
			Médio					775
			Mediana					763
			Desvio Padrão					64,69
			Coeficiente de Variação (%)					8,35

Conforme pode ser observado na Tabela 22, os resultados da DBO do efluente da indústria de pesca da terceira campanha variaram de 727 mg/L a 844 mg/L (largura da faixa de 117 mg/L), apresentando valor médio diário de 775 mg/L, desvio padrão de 50,89 mg/L e coeficiente de variação de 6,56%, devido à homogeneidade dos resultados encontrados. Na quarta campanha a variação foi de 721 mg/L a 862 mg/L, com média diária de 790 mg/L e variação dos valores com

coeficiente de 7,76%. A DBO da quinta campanha apresentou valor médio de 748 mg/L, desvio padrão de 67,58 mg/L e coeficiente de variação de 9,03%. A sexta campanha teve largura da faixa de variação de 223 mg/L, com valores mínimo e máximo, respectivos, de 687 mg/L e 910 mg/L, com média diária de 786 mg/L (próximo ao valor da mediana, de 773 mg/L), e coeficiente de variação de 11,82%.

Das campanhas realizadas, a última foi a que obteve maior valor de desvio padrão, de 92,84 mg/L, e de coeficiente de variação, de 11,82%, devido à heterogeneidade dos resultados desta variável. A terceira campanha foi a que apresentou menor dispersão dos valores, com desvio padrão de 50,89 mg/L e coeficiente de variação de 6,56%. A largura da faixa de variação dos resultados das quatro campanhas foi de 223 mg/L, desvio padrão de 64,69 mg/L e coeficiente de variação de 8,35% (Tabela 22).

O Gráfico 27 apresenta o comportamento verificado para a DBO do efluente do processamento do pescado, no efluente nas quatro campanhas estudadas.

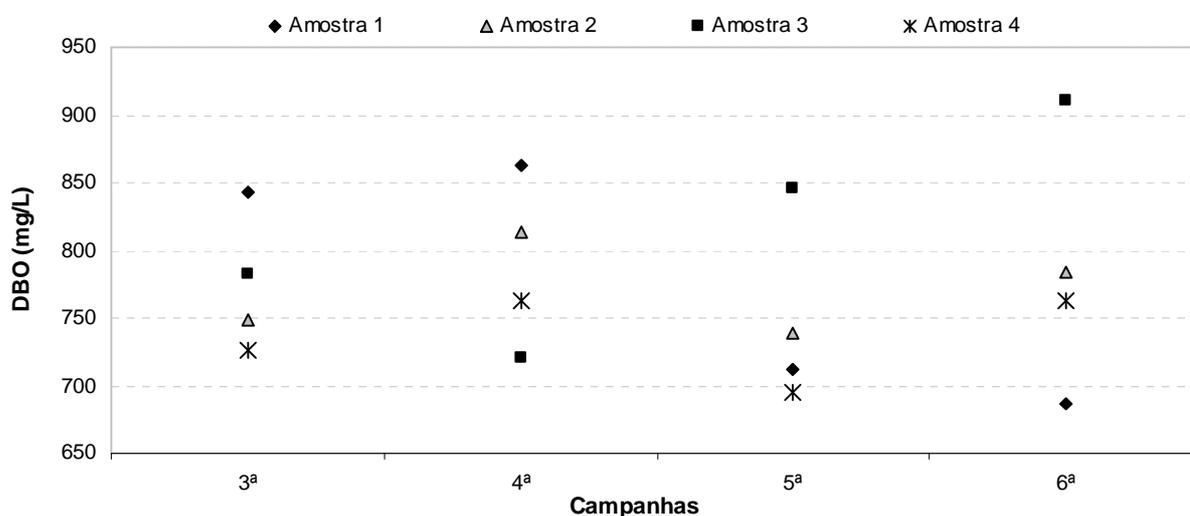


Gráfico 27 - Comportamento da DBO do efluente do processamento do pescado.

h) DQO Total

Na Tabela 23 é apresentada a estatística básica dos resultados de DQO total do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 23 - Estatística básica para os resultados de DQO total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Demanda Química de Oxigênio Total (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1 ^a	1	1.687	1.687	2.366	2.042	2.058	370,37	18,14
	2	2.366						
	3	1.758						
	4	2.358						
2 ^a	1	1.224	996	2.456	1.566	1.406	641,46	40,97
	2	1.587						
	3	996						
	4	2.456						
3 ^a	1	1.347	948	1.550	1.275	1.301	250,45	19,65
	2	1.254						
	3	1.550						
	4	948						
4 ^a	1	1.245	975	1.556	1.231	1.196	243,87	19,81
	2	1.556						
	3	975						
	4	1.147						
5 ^a	1	2.241	1.489	2.241	1.912	1.960	343,85	17,98
	2	2.137						
	3	1.782						
	4	1.489						
6 ^a	1	1.964	1.262	2.793	1.893	1.758	665,87	35,18
	2	2.793						
	3	1.551						
	4	1.262						
Resumo			Mínimo					948
			Máximo					2.793
			Médio					1.653
			Mediana					1.554
			Desvio Padrão					515,74
			Coefficiente de Variação (%)					31,20

De acordo com a Tabela 23, os valores da DQO total da primeira campanha apresentaram largura da faixa de variação de 679 mg/L, com média diária de 2.042 mg/L e desvio padrão de 370,37 mg/L. Na segunda campanha, os resultados variaram de 996 mg/L a 2.456 mg/L, e apresentaram desvio padrão de 641,46 mg/L. Os valores de mínimo e máximo da terceira campanha foram respectivamente de 948 mg/L e 1.550 mg/L, com desvio padrão de 250,45 mg/L e coeficiente de variação de 19,65%. A largura da faixa de variação da quarta

campanha foi de 581 mg/L, com valor médio de 1.231 mg/L e coeficiente de variação de 19,81%. Os resultados da quinta campanha variaram de 1.489 mg/L a 2.241 mg/L, com média diária de 1.912 mg/L e desvio padrão de 343,85 mg/L. A última campanha realizada apresentou largura da faixa de variação de 1.531 mg/L, valor médio de 1.893 mg/L e mediana de 1.758 mg/L.

A quinta campanha foi a que obteve o menor coeficiente de variação, de 17,98%. Já a segunda campanha foi a que apresentou o maior valor de coeficiente de variação, de 40,97%, devido à alta dispersão dos resultados de DQO total desta campanha. A oscilação dos valores das seis campanhas foi de 948 mg/L a 2.793 mg/L, com valor geral de desvio padrão de 515,74 mg/L e de coeficiente de variação de 31,20% (Tabela 23).

No Gráfico 28 pode ser observado o comportamento verificado para a DQO total do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

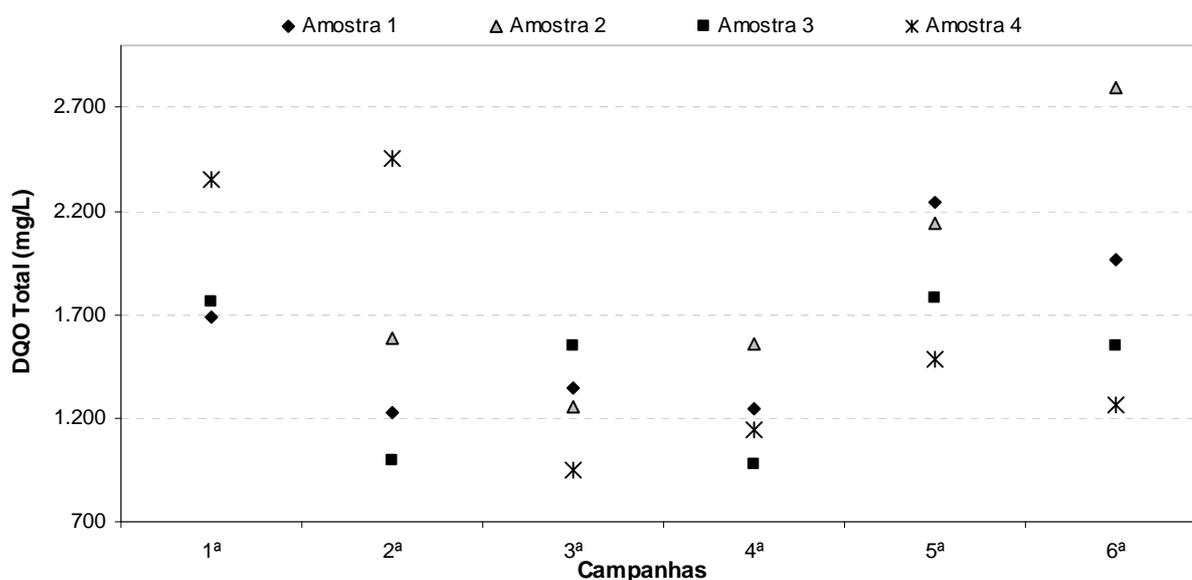


Gráfico 28 - Comportamento da DQO total do efluente do processamento do pescado.

i) DQO Filtrada

Na Tabela 24 é apresentada a estatística básica dos resultados de DQO filtrada do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 24 - Estatística básica para os resultados de DQO filtrada do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Demanda Química de Oxigênio Filtrada (mg/L)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
1ª	1	958	857	1.250	1.044	1.034	172,39	16,52	
	2	1.110							
	3	857							
	4	1.250							
2ª	1	812	657	1.346	937	873	295,14	31,49	
	2	934							
	3	657							
	4	1.346							
3ª	1	895	695	912	832	861	98,61	11,85	
	2	826							
	3	912							
	4	695							
4ª	1	796	684	847	770	775	68,94	8,95	
	2	847							
	3	684							
	4	754							
5ª	1	1.648	1.037	1.648	1.258	1.174	272,82	21,69	
	2	1.110							
	3	1.037							
	4	1.237							
6ª	1	1.487	893	1.487	1.224	1.258	248,51	20,30	
	2	1.212							
	3	1.304							
	4	893							
Resumo			Mínimo						657
			Máximo						1.648
			Médio						1.011
			Mediana						923
			Desvio Padrão						264,91
			Coefficiente de Variação (%)						26,21

Na Tabela 24 são apresentados os valores da DQO filtrada do efluente da indústria, onde na primeira campanha houve variação de 857 mg/L a 1.250 mg/L, com valor médio de 1.044 mg/L e coeficiente de variação de 16,52%. Os valores da segunda campanha apresentaram média de 937 mg/L, mediana de 873 mg/L e desvio padrão de 295,14 mg/L. Na terceira campanha a oscilação foi de 695 mg/L a 912 mg/L, e desvio padrão de 98,61 mg/L. Os valores da DQO filtrada do efluente da

quarta campanha apresentaram média diária de 770 mg/L e desvio padrão de 68,94 mg/L, devido à pequena variabilidade dos valores encontrados para este parâmetro. A quinta campanha foi a que apresentou maiores valores de DQO filtrada, com média diária de 1.258 mg/L, desvio padrão de 272,82 mg/L e coeficiente de variação de 21,69%. A sexta campanha apresentou resultado de mediana de 1.258 mg/L (maior valor das campanhas realizadas), desvio padrão de 248,51 mg/L e coeficiente de variação de 20,30%.

A segunda campanha foi a que apresentou maior heterogeneidade de valores, com coeficiente de variação de 31,49%, e a menor dispersão dos resultados foi identificada na quarta campanha, com faixa de 163 mg/L e coeficiente de variação de 8,95%. O desvio padrão dos valores de DQO filtrada das seis campanhas foi de 264,91 mg/L e coeficiente de variação de 26,21% (Tabela 24).

No Gráfico 29 pode ser observado o comportamento verificado para a DQO filtrada do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas.

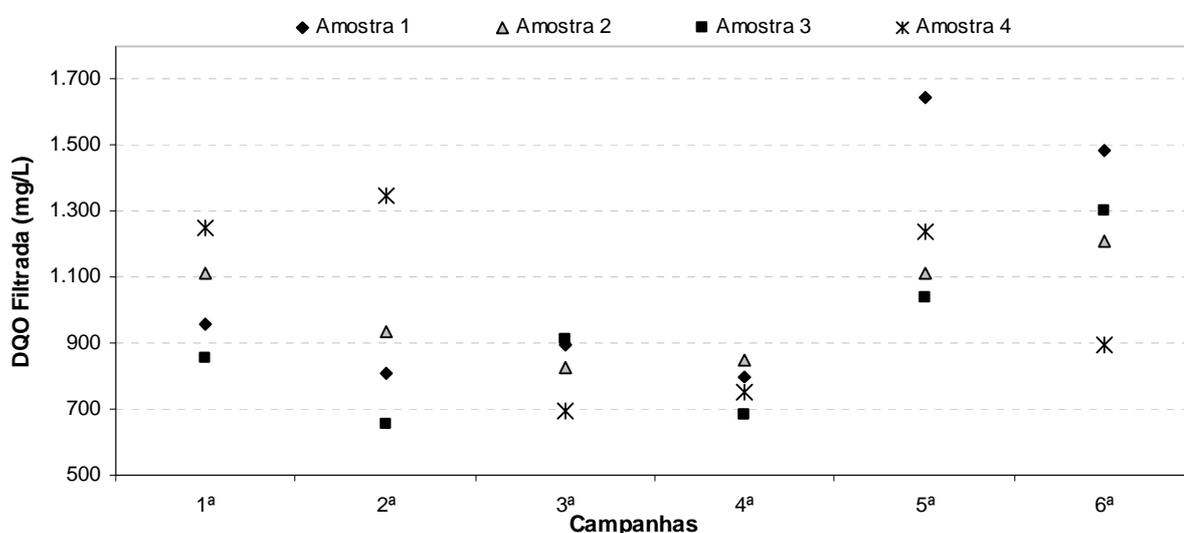


Gráfico 29 - Comportamento da DQO filtrada do efluente do processamento do pescado.

J) Sólidos Totais (ST)

Na Tabela 25 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos totais do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 25 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Totais (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1ª	1	3.524	2.372	3.524	2.897	2.845	592,34	20,45
	2	3.280						
	3	2.410						
	4	2.372						
2ª	1	3.642	2.743	3.642	3.164	3.135	400,15	12,65
	2	3.326						
	3	2.944						
	4	2.743						
3ª	1	3.455	2.732	3.455	3.109	3.124	315,12	10,14
	2	3.257						
	3	2.732						
	4	2.990						
4ª	1	3.252	1.978	3.252	2.581	2.547	522,13	20,23
	2	2.518						
	3	2.575						
	4	1.978						
5ª	1	3.764	2.483	3.764	3.027	2.931	580,83	19,19
	2	2.483						
	3	3.209						
	4	2.653						
6ª	1	3.183	2.463	3.726	3.196	3.298	536,97	16,80
	2	3.412						
	3	2.463						
	4	3.726						
Resumo			Mínimo					1.978
			Máximo					3.764
			Médio					2.995
			Mediana					3.087
			Desvio Padrão					492,65
			Coefficiente de Variação (%)					16,45

Como pode ser observado na Tabela 25, o valor mínimo de sólidos totais de 1.978 mg/L, foi identificado na quarta campanha, e o valor máximo de 3.764 mg/L, na quinta campanha. A menor e a maior variação dos resultados foram identificadas, respectivamente, na terceira e primeira campanhas, com valores respectivos de coeficiente de variação de 10,14% e 20,45%. Os maiores valores de

média diária e mediana, respectivamente, de 3.196 mg/L e 3.298 mg/L, foram obtidos na sexta campanha.

A faixa de variação de ST das seis campanhas foi de 1.786 mg/L, média de 2.995 mg/L, desvio padrão de 492,65 mg/L e coeficiente de variação de 16,45% (Tabela 25).

Do valor médio de ST de 2.995 mg/L, tem-se que: 6,95% correspondem aos SST, 12,9% aos STD, 15,8% aos STF, e 64,4% aos STV, no qual observa-se a grande quantidade de matéria orgânica presente no efluente industrial.

No Gráfico 30 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos totais do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

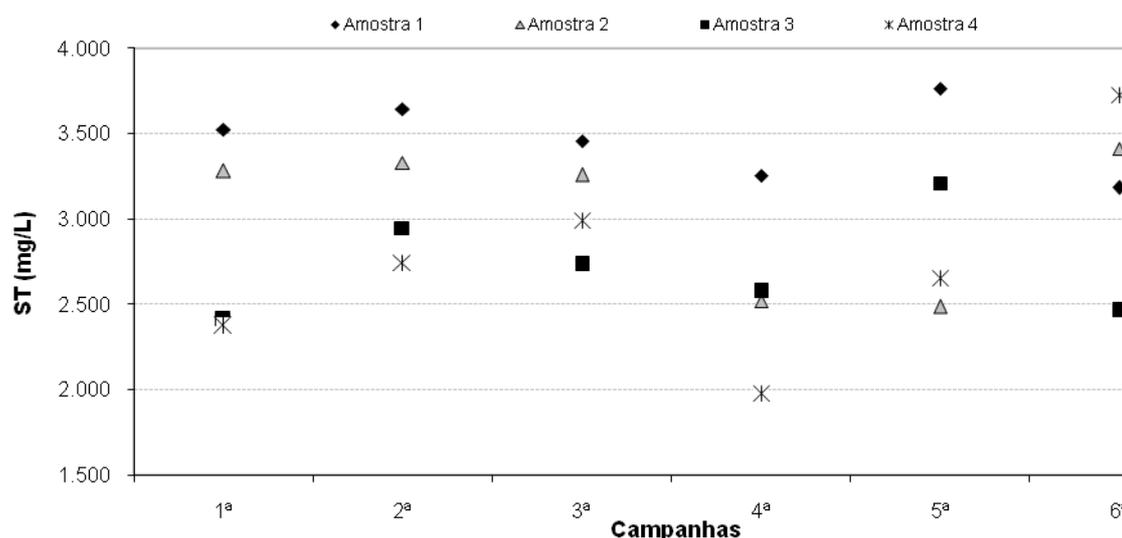


Gráfico 30 - Comportamento dos sólidos totais do efluente do processamento do pescado.

K) Sólidos Suspensos Totais (SST)

Na Tabela 26 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos suspensos totais do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 26 - Estatística básica para os resultados de sólidos suspensos totais do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Suspensos Totais (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1ª	1	246	178	246	201	191	30,54	15,18
	2	187						
	3	178						
	4	194						
2ª	1	256	195	265	240	251	31,26	13,01
	2	265						
	3	195						
	4	245						
3ª	1	370	280	370	332	338	45,71	13,79
	2	306						
	3	280						
	4	370						
4ª	1	237	118	237	171	165	50,56	29,57
	2	150						
	3	118						
	4	179						
5ª	1	294	193	294	235	226	49,28	21,01
	2	193						
	3	256						
	4	195						
6ª	1	255	185	368	281	286	78,92	28,09
	2	316						
	3	185						
	4	368						
Resumo			Mínimo					118
			Máximo					370
			Médio					243
			Mediana					246
			Desvio Padrão					69,40
			Coefficiente de Variação (%)					28,53

De acordo com a Tabela 26, o menor valor de sólidos suspensos totais, de 118 mg/L foi obtido na terceira linha de produção da quarta campanha, e o maior, de 370 mg/L, foi observado na primeira e quarta linhas de produção, da terceira campanha realizada. A menor e maior variação dos resultados foram identificadas, respectivamente, na segunda e quarta campanhas, com valores de coeficiente de variação de 13,01% e 29,57%, respectivamente.

A oscilação dos resultados das seis campanhas foi de 118 mg/L a 370 mg/L, com valor médio de 243 mg/L, desvio padrão de 69,40 mg/L e coeficiente de variação de 28,53% (Tabela 26).

No Gráfico 31 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos suspensos totais do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

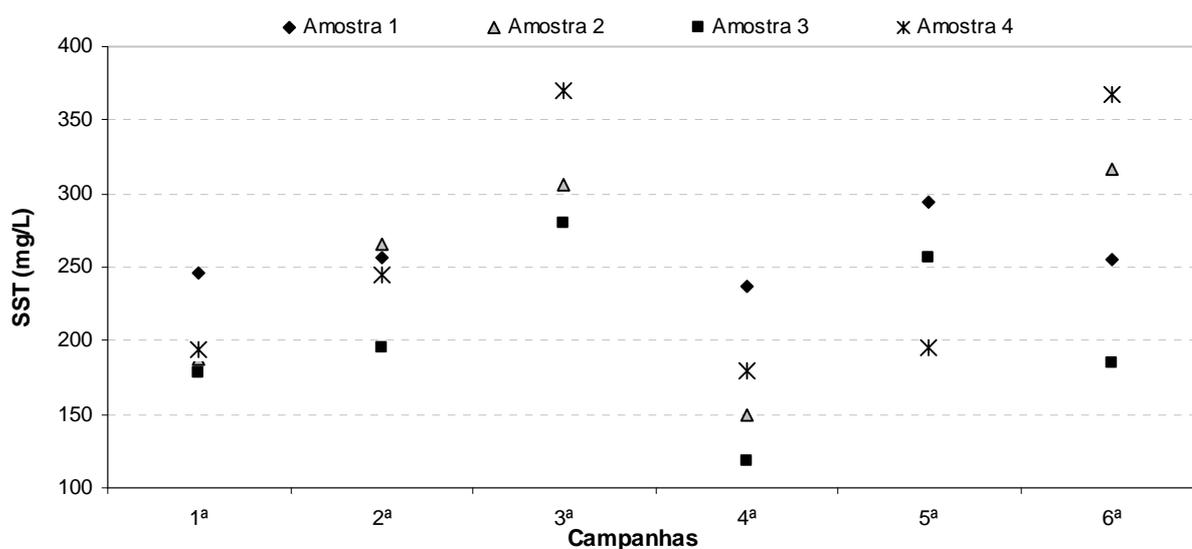


Gráfico 31 - Comportamento dos sólidos suspensos totais do efluente do processamento do pescado.

I) Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Na Tabela 27 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos totais dissolvidos do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 27 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais dissolvidos do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1ª	1	406	289	420	375	396	59,11	15,76
	2	420						
	3	385						
	4	289						
2ª	1	363	363	441	402	401	34,74	8,65
	2	418						
	3	441						
	4	384						
3ª	1	381	319	381	340	329	28,11	8,28
	2	327						
	3	319						
	4	331						
4ª	1	262	158	328	246	250	70,25	28,53
	2	328						
	3	237						
	4	158						
5ª	1	119	114	206	145	130	42,32	29,19
	2	206						
	3	141						
	4	114						
6ª	1	296	296	369	335	338	31,63	9,44
	2	325						
	3	350						
	4	369						
Resumo			Mínimo					114
			Máximo					441
			Médio					307
			Mediana					328
			Desvio Padrão					98,02
			Coefficiente de Variação (%)					31,92

Como pode ser observado na Tabela 27, o valor mínimo de sólidos totais dissolvidos de 114 mg/L, foi identificado na quinta campanha, e o valor máximo de 441 mg/L, na segunda campanha. A menor e maior largura da faixa de variação das seis campanhas foi obtida na terceira e quarta campanhas, respectivamente, com valores de 62 mg/L e 170 mg/L.

Os maiores valores de média diária e mediana, respectivamente, de 402 mg/L e 401 mg/L, foram obtidos na segunda campanha. Os maiores valores de desvio padrão e de coeficiente de variação foram observados na quarta e quinta campanhas, respectivamente, de 70,25 mg/L e 29,19%, conforme observado na Tabela 27.

A largura da faixa de variação de STD das seis campanhas foi de 327 mg/L, média de 307 mg/L, desvio padrão de 98,02 mg/L e coeficiente de variação de 31,92% (Tabela 27).

No Gráfico 32 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos totais dissolvidos do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

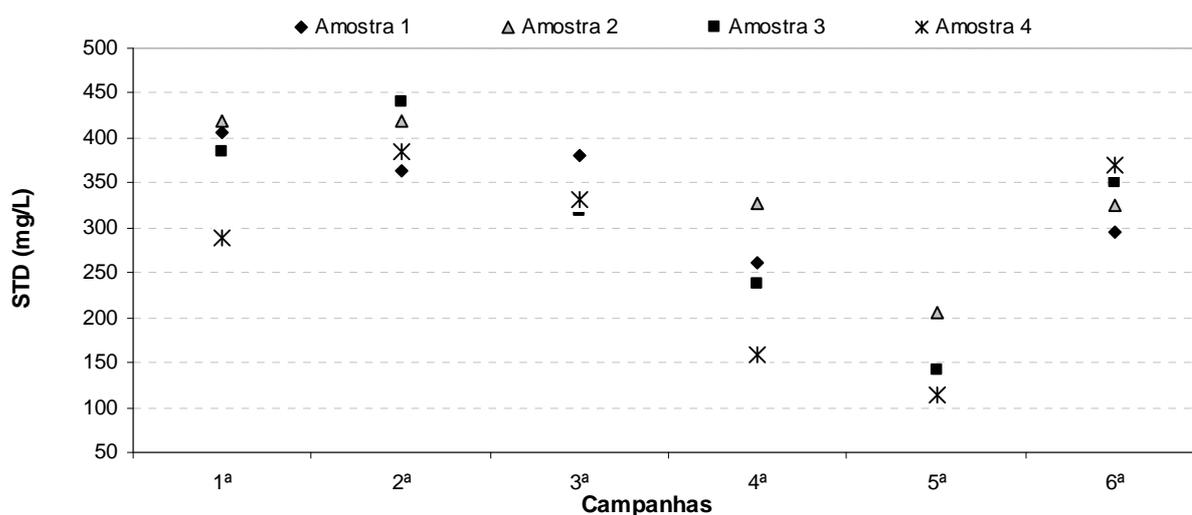


Gráfico 32 - Comportamento dos sólidos totais dissolvidos do efluente do processamento do pescado.

m) Sólidos Totais Fixos (STF)

Na Tabela 28 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos totais fixos do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 28 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais fixos do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Totais Fixos (mg/L)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
1ª	1	422	389	548	457	446	68,98	15,09	
	2	548							
	3	389							
	4	469							
2ª	1	570	398	570	489	494	76,16	15,58	
	2	398							
	3	458							
	4	529							
3ª	1	476	388	485	447	458	44,08	9,86	
	2	485							
	3	388							
	4	439							
4ª	1	585	387	585	486	485	81,25	16,73	
	2	475							
	3	495							
	4	387							
5ª	1	563	400	584	491	490	96,16	19,59	
	2	416							
	3	584							
	4	400							
6ª	1	552	384	613	525	552	98,46	18,75	
	2	613							
	3	384							
	4	552							
Resumo			Mínimo					384	
			Máximo					613	
			Médio					482	
			Mediana					476	
			Desvio Padrão					75,05	
			Coeficiente de Variação (%)					15,56	

Conforme pode ser observado na Tabela 28, a campanha com menor coeficiente de variação de sólidos totais fixos foi à terceira, com valor 9,86%, devido esta apresentar grande homogeneidade entre os resultados. Já a quinta campanha foi a que obteve maior coeficiente de variação, de 19,59%, em virtude da alta dispersão dos valores encontrados. A terceira campanha apresentou largura da faixa de variação de 97 mg/L, e a quinta de 184 mg/L.

A variação dos resultados das seis campanhas de STF foi de 384 mg/L e 613 mg/L, com valor médio de 482 mg/L, desvio padrão de 75,05 mg/L e coeficiente de variação de 15,56%. A largura da faixa de variação das seis campanhas foi de 229 mg/L (Tabela 28).

No Gráfico 33 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos totais fixos do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

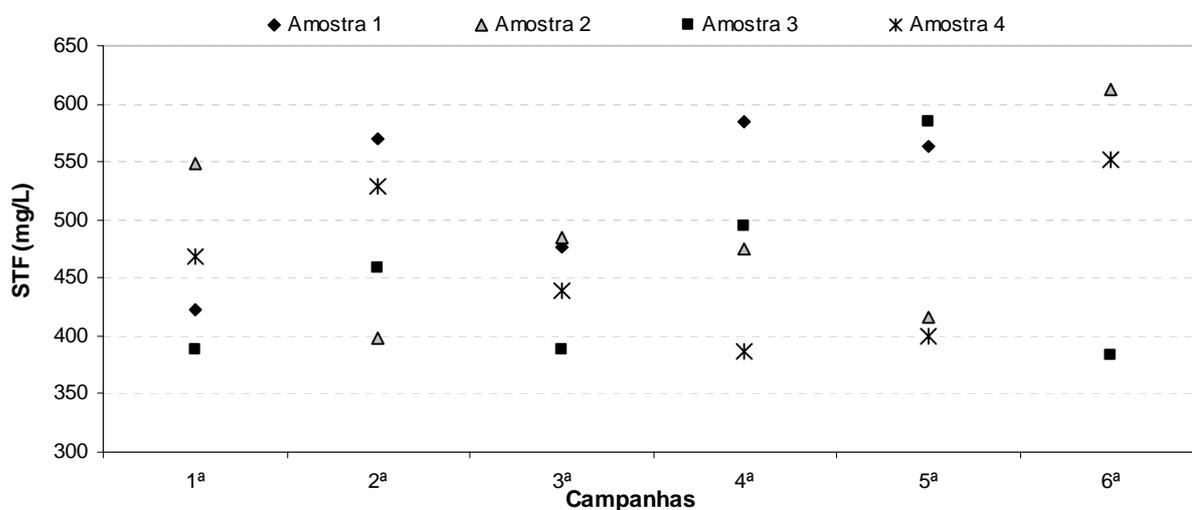


Gráfico 33 - Comportamento dos sólidos totais fixos do efluente do processamento do pescado.

n) Sólidos Totais Voláteis (STV)

Na Tabela 29 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos totais voláteis do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 29 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais voláteis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Totais Voláteis (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1 ^a	1	2.450	1.420	2.450	1.863	1.792	507,77	27,25
	2	2.125						
	3	1.458						
	4	1.420						
2 ^a	1	2.453	1.585	2.453	2.033	2.048	389,67	19,17
	2	2.245						
	3	1.850						
	4	1.585						
3 ^a	1	2.228	1.745	2.228	1.991	1.995	229,83	11,55
	2	2.139						
	3	1.745						
	4	1.850						
4 ^a	1	2.168	1.254	2.168	1.678	1.645	380,72	22,69
	2	1.565						
	3	1.725						
	4	1.254						
5 ^a	1	2.788	1.668	2.788	2.157	2.086	478,78	22,20
	2	1.668						
	3	2.228						
	4	1.944						
6 ^a	1	2.080	1.544	2.437	2.055	2.119	373,40	18,17
	2	2.158						
	3	1.544						
	4	2.437						
Resumo			Mínimo					1.254
			Máximo					2.788
			Médio					1.963
			Mediana					2.012
			Desvio Padrão					390,09
			Coefficiente de Variação (%)					19,87

De acordo com a Tabela 29, a oscilação dos resultados de sólidos totais voláteis na primeira campanha foi de 1.420 mg/L a 2.450 mg/L, com valor médio de 1.863 mg/L e o maior valor de desvio padrão das demais campanhas, de 507,77 mg/L, devido a grande heterogeneidade dos resultados, apresentando coeficiente de variação de 27,25%. A terceira campanha apresentou largura da faixa de variação de 483 mg/L, com oscilação de 1.745 mg/L a 2.228 mg/L, valor médio de

1.991 mg/L, desvio padrão de 229,83 mg/L e o menor resultado de coeficiente de variação de sólidos totais voláteis de 11,55%, devido à baixa dispersão dos valores encontrados.

Os resultados gerais de STV apresentaram valores mínimo e máximo, respectivos, de 1.254 mg/L e 2.788 mg/L, com largura da faixa de 1.534 mg/L. O valor médio das campanhas foi de 1.963 mg/L, mediana de 2.012 mg/L, desvio padrão de 390,09 mg/L e coeficiente de variação geral de 19,87% (Tabela 29).

No Gráfico 34 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos totais voláteis do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

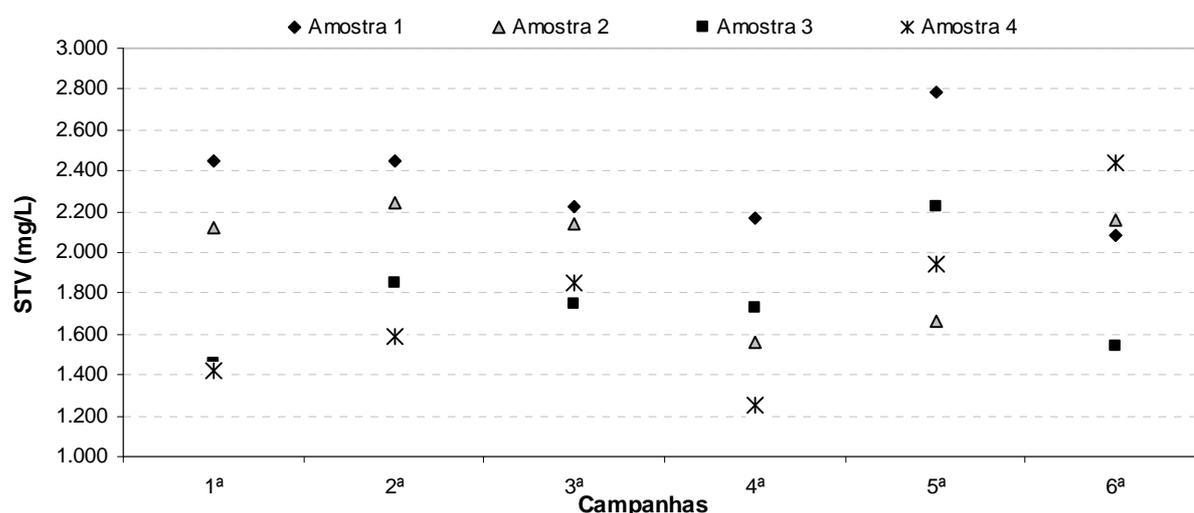


Gráfico 34 - Comportamento dos sólidos totais voláteis do efluente do processamento do pescado.

o) Sólidos Sedimentáveis (SSed)

Na Tabela 30 é apresentada a estatística básica dos resultados de sólidos sedimentáveis do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 30 - Estatística básica para os resultados de sólidos sedimentáveis do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Sólidos Sedimentáveis (mL/L)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
1 ^a	1	20	16	22	19	19	2,58	13,59	
	2	22							
	3	16							
	4	18							
2 ^a	1	12	6	25	15	15	8,14	53,37	
	2	6							
	3	18							
	4	25							
3 ^a	1	22	7	22	15	15	6,34	43,01	
	2	7							
	3	13							
	4	17							
4 ^a	1	9	8	15	11	10	3,10	28,80	
	2	8							
	3	15							
	4	11							
5 ^a	1	23	10	23	18	19	5,56	31,33	
	2	10							
	3	18							
	4	20							
6 ^a	1	18	18	24	21	20	2,65	12,91	
	2	24							
	3	19							
	4	21							
Resumo			Mínimo						6
			Máximo						25
			Médio						16
			Mediana						18
			Desvio Padrão						5,62
			Coefficiente de Variação (%)						34,43

Conforme pode ser observado na Tabela 30, a segunda campanha foi a que apresentou o menor e o maior valor de sólidos sedimentáveis, das seis campanhas, de 6 mL/L e 25 mL/L, respectivamente, apresentando dessa forma maiores valores de desvio padrão, de 8,14 mL/L, e de coeficiente de variação, de 53,37%, devido ser esta a campanha com maior heterogeneidade dos valores. As três primeiras campanhas apresentaram valores iguais de média e mediana, de

19 mL/L (primeira), 15 mL/L (segunda) e 15 mL/L (terceira). O menor valor médio foi observado na quarta campanha, de 11 mL/L, devido aos baixos valores apresentados. O menor valor de desvio padrão, de 2,58 mL/L, foi obtido na primeira campanha e o mais baixo valor de coeficiente de variação, de 12,91% se deu na sexta campanha. A largura da faixa de variação das seis campanhas realizadas foi de 19 mL/L, desvio padrão de 5,62 mL/L e coeficiente de variação de 34,43%.

No Gráfico 35 pode ser observado o comportamento verificado para os sólidos sedimentáveis do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

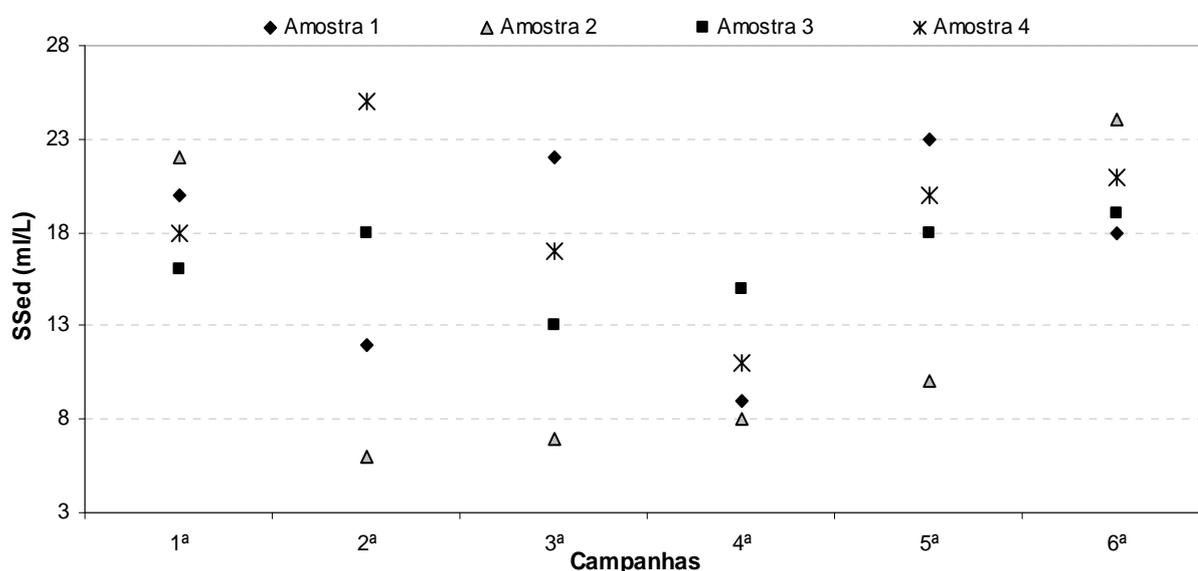


Gráfico 35 - Comportamento dos sólidos sedimentáveis do efluente do processamento do pescado.

p) Nitrogênio Amoniacal

Na Tabela 31 é apresentada a estatística básica dos resultados de nitrogênio amoniacal do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 31 - Estatística básica para os resultados de nitrogênio amoniacal do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Nitrogênio Amoniacal (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1ª	1	213	209	369	253	216	77,78	30,80
	2	209						
	3	369						
	4	219						
2ª	1	251	240	378	281	254	64,85	23,06
	2	378						
	3	256						
	4	240						
3ª	1	394	198	394	311	325	87,44	28,16
	2	363						
	3	287						
	4	198						
4ª	1	287	184	342	250	237	78,07	31,26
	2	186						
	3	342						
	4	184						
5ª	1	162	143	206	168	161	26,99	16,11
	2	143						
	3	206						
	4	159						
6ª	1	164	164	200	184	187	15,06	8,18
	2	184						
	3	200						
	4	189						
Resumo			Mínimo					143
			Máximo					394
			Médio					241
			Mediana					211
			Desvio Padrão					76,89
			Coefficiente de Variação (%)					31,91

Como pode ser observado na Tabela 31, o nitrogênio amoniacal do efluente industrial teve variação na primeira campanha de 209 mg/L a 369 mg/L, apresentando valor médio de 253 mg/L e coeficiente de variação de 30,80%. Os valores da segunda campanha variaram de 240 mg/L a 378 mg/L, apresentando desvio padrão de 64,85 mg/L e coeficiente de variação de 23,06%. Na terceira campanha os valores mínimo e máximo foram de 198 mg/L e 394 mg/L,

respectivamente, com média de 311 mg/L e coeficiente de variação de 28,16%. A quarta campanha apresentou largura de faixa de variação de 158 mg/L, média e mediana de 250 mg/L e 237 mg/L, respectivamente, e desvio padrão de 78,07 mg/L. Os valores da quinta campanha apresentaram oscilação de 143 mg/L a 206 mg/L, desvio padrão de 26,99 mg/L e coeficiente de variação de 16,11%. A sexta campanha foi a que apresentou maior homogeneidade dos valores, com desvio padrão de 15,06 mg/L e coeficiente de variação de 8,18%.

Os valores de mínimo e máximo das seis campanhas foram de 143 mg/L e 394 mg/L, com média de 241 mg/L, desvio padrão de 76,89 mg/L e coeficiente de variação de 31,91% (Tabela 31).

No Gráfico 36 pode ser observado o comportamento verificado para o nitrogênio amoniacal do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

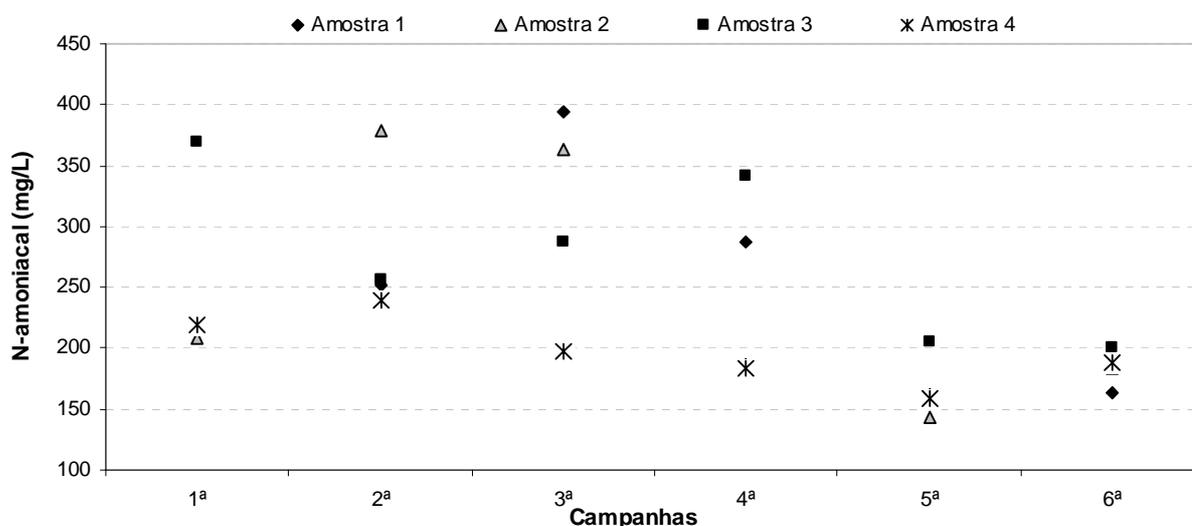


Gráfico 36 - Comportamento do nitrogênio amoniacal do efluente do processamento do pescado.

q) Nitrato

Na Tabela 32 é apresentada a estatística básica dos resultados de nitrato do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 32 - Estatística básica para os resultados de nitrato do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Nitrato (mg/L)								
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
1 ^a	1	24	18	27	24	25	3,87	16,48
	2	27						
	3	18						
	4	25						
2 ^a	1	13	13	47	28	25	15,00	54,55
	2	47						
	3	19						
	4	31						
3 ^a	1	36	33	38	36	37	2,36	6,52
	2	38						
	3	33						
	4	38						
4 ^a	1	19	17	22	19	19	2,16	11,37
	2	22						
	3	17						
	4	18						
5 ^a	1	65	32	65	42	36	15,43	36,73
	2	35						
	3	36						
	4	32						
6 ^a	1	68	40	71	57	58	15,33	27,13
	2	71						
	3	40						
	4	47						
Resumo			Mínimo					13
			Máximo					71
			Médio					34
			Mediana					33
			Desvio Padrão					16,13
			Coefficiente de Variação (%)					47,25

De acordo com a Tabela 32, o valor de nitrato do efluente do beneficiamento do pescado na primeira campanha variou de 18 mg/L a 27 mg/L, com média diária de 24 mg/L e coeficiente de variação de 16,48%. A segunda campanha apresentou valor médio diário de 28 mg/L, desvio padrão de 15,00 mg/L e coeficiente de variação de 54,55%, apresentando alta dispersão dos resultados. A largura da faixa de variação de nitrato na terceira campanha foi de 5 mg/L, com valor médio diário de 36 mg/L e desvio padrão de 2,36 mg/L, mostrando pequena

dispersão dos valores encontrados. Na quarta campanha o nitrato variou de 17 mg/L a 22 mg/L, com desvio padrão de 2,16 mg/L. Os valores de mínimo e máximo, respectivos, da quinta campanha foram de 32 mg/L e 65 mg/L, desvio padrão de 15,43 mg/L e coeficiente de variação de 36,73%. A última campanha apresentou valor médio de 57 mg/L, desvio padrão de 15,33 mg/L e coeficiente de variação de 27,13%.

A terceira campanha foi a que apresentou menor variabilidade dos resultados de nitrato, com coeficiente de 6,52%, devido obter valores próximos. Já a segunda campanha obteve maior coeficiente de variação, de 54,55%. A oscilação dos valores de nitrato nas seis campanhas foi de 13 mg/L e 71 mg/L (largura da faixa de variação de 58 mg/L), com média de 34 mg/L, desvio padrão de 16,13 mg/L e coeficiente de variação de 47,25% (Tabela 32).

No Gráfico 37 pode ser observado o comportamento verificado para o nitrato do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

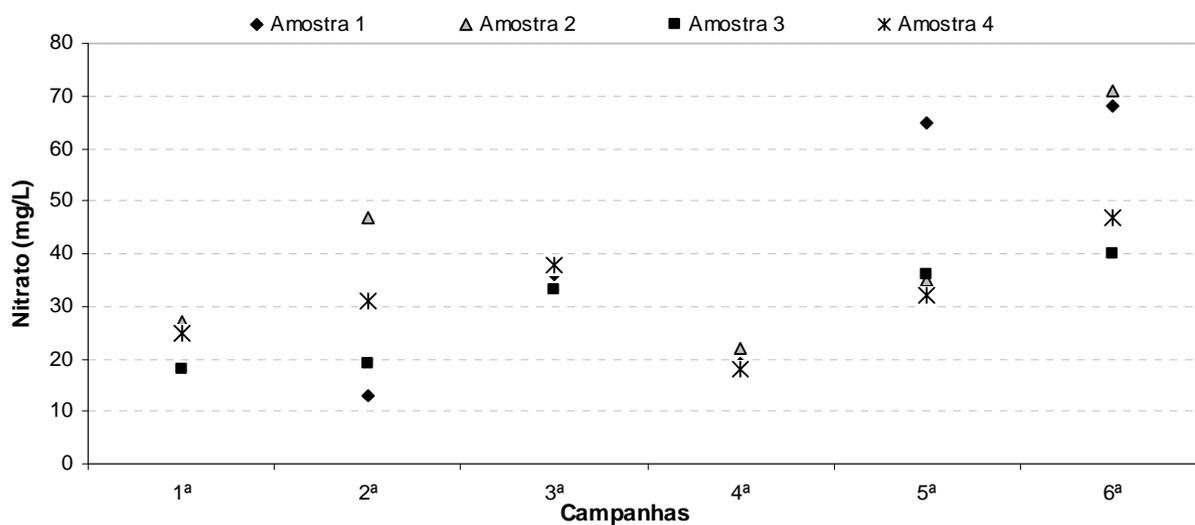


Gráfico 37 - Comportamento do nitrato do efluente do processamento do pescado.

r) Nitrito

Na Tabela 33 é apresentada a estatística básica dos resultados de nitrito do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 33 - Estatística básica para os resultados de nitrito do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Nitrito (mg/L)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
1 ^a	1	0,133	0,124	0,204	0,152	0,139	0,04	23,79	
	2	0,204							
	3	0,124							
	4	0,145							
2 ^a	1	0,190	0,189	0,295	0,231	0,220	0,05	22,22	
	2	0,189							
	3	0,295							
	4	0,250							
3 ^a	1	0,180	0,140	0,180	0,160	0,160	0,02	11,41	
	2	0,170							
	3	0,140							
	4	0,150							
4 ^a	1	0,175	0,168	0,193	0,177	0,174	0,01	6,15	
	2	0,173							
	3	0,193							
	4	0,168							
5 ^a	1	0,346	0,258	0,426	0,328	0,313	0,08	23,07	
	2	0,258							
	3	0,280							
	4	0,426							
6 ^a	1	0,384	0,367	0,410	0,392	0,395	0,02	5,07	
	2	0,367							
	3	0,410							
	4	0,405							
Resumo			Mínimo						0,124
			Máximo						0,426
			Médio						0,240
			Mediana						0,192
			Desvio Padrão						0,10
			Coefficiente de Variação (%)						41,42

De acordo com a Tabela 33, os valores de nitrito da primeira campanha apresentaram largura da faixa de variação de 0,08 mg/L, média de 0,152 mg/L e o maior valor de coeficiente de variação das demais campanhas, de 23,79%, devido a grande dispersão dos resultados. Na segunda campanha, os resultados de nitrito variaram de 0,189 mg/L a 0,295 mg/L, com valor médio de 0,231 mg/L, desvio

padrão de 0,05 mg/L e coeficiente de variação de 22,22%. Na terceira campanha a variação foi de 0,140 mg/L a 0,180 mg/L, apresentando o valor da média igual ao da mediana, de 0,160 mg/L e coeficiente de variação de 11,41%. Os valores de nitrito do efluente do beneficiamento do pescado da quarta campanha oscilaram de 0,168 mg/L a 0,193 mg/L, com desvio padrão de 0,01 mg/L e coeficiente de variação de 6,15%. Os resultados da quinta campanha apresentaram a largura da faixa de variação de 0,168 mg/L, com média de 0,328 mg/L e desvio padrão de 0,08 mg/L. A última campanha realizada variou de 0,367 mg/L a 0,410 mg/L, com média de 0,392 mg/L, desvio padrão de 0,02 mg/L e o menor valor do coeficiente de variação dentre as campanhas realizadas de 5,07%, que significa grande homogeneidade entre os resultados.

Os resultado das seis campanhas apresentaram valores mínimo e máximo de nitrito, respectivos, de 0,124 mg/L e 0,426 mg/L, com largura da faixa de variação de 0,302 mg/L. O valor médio das campanhas foi de 0,240 mg/L, com desvio padrão de 0,10 mg/L e coeficiente de variação geral de 41,42% (Tabela 33).

No Gráfico 38 pode ser observado o comportamento verificado para o nitrito do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

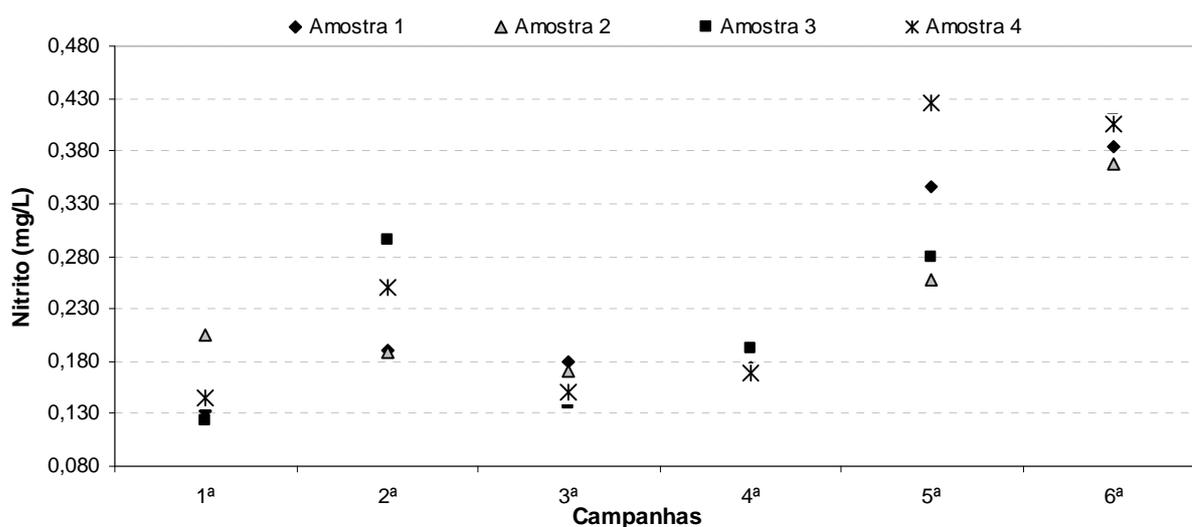


Gráfico 38 - Comportamento do nitrito do efluente do processamento do pescado.

s) Fósforo total

Na Tabela 34 é apresentada a estatística básica dos resultados de fósforo total do efluente da indústria de pesca, durante a etapa experimental.

Tabela 34 - Estatística básica para os resultados de fósforo total do efluente do beneficiamento do pescado obtido por campanha.

Variável: Fósforo total (mg/L)									
Campanhas	Amostras efluente	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)	
1 ^a	1	31	25	32	29	29	3,44	11,93	
	2	32							
	3	25							
	4	27							
2 ^a	1	31	23	31	27	27	3,68	13,61	
	2	23							
	3	29							
	4	26							
3 ^a	1	16	16	23	20	19	3,05	15,58	
	2	21							
	3	18							
	4	23							
4 ^a	1	20	20	23	21	21	1,56	7,44	
	2	21							
	3	23							
	4	20							
5 ^a	1	27	23	31	26	25	4,00	15,31	
	2	31							
	3	23							
	4	23							
6 ^a	1	30	22	30	25	24	3,63	14,48	
	2	25							
	3	23							
	4	22							
Resumo			Mínimo						16
			Máximo						32
			Médio						25
			Mediana						23
			Desvio Padrão						4,44
			Coeficiente de Variação (%)						18,05

A Tabela 34 apresenta os resultados de fósforo total do efluente da indústria, onde na primeira campanha houve variação de 25 mg/L a 32 mg/L, com

valor médio de 29 mg/L, desvio padrão de 3,44 mg/L e coeficiente de variação de 11,93%. A segunda campanha apresentou valores iguais de média e mediana de 27 mg/L e desvio padrão de 3,68 mg/L. Na terceira campanha a oscilação foi de 16 mg/L a 23 mg/L, e desvio padrão de 3,05 mg/L. Os valores de fósforo total no efluente da quarta campanha apresentaram média e mediana de 21 mg/L, desvio padrão de 1,56 mg/L e baixo coeficiente de variação de 7,44%, devido à homogeneidade dos resultados. Na quinta campanha a variação de fósforo total foi de 23 mg/L a 31 mg/L, apresentando desvio padrão de 4,00 mg/L e coeficiente de variação de 15,31%. A sexta campanha apresentou valor médio de fósforo total de 25 mg/L, desvio padrão de 3,63 mg/L e coeficiente de variação de 14,48%.

Dentre as campanhas realizadas a quarta foi a que apresentou menor coeficiente de variação, de 7,44%, confirmando a baixa dispersão dos resultados encontrados nesta campanha. A maior variação se deu na terceira campanha, com coeficiente de variação de 15,58%, em virtude da heterogeneidade dos valores. Os resultados de fósforo total das seis campanhas realizadas apresentaram valores próximos de média e mediana, de 25 mg/L e 23 mg/L, respectivamente. Os valores de mínimo e máximo foram de 16 mg/L e 32 mg/L, respectivamente, com largura da faixa de variação de 16 mg/L (Tabela 34).

No Gráfico 39 pode ser observado o comportamento verificado para o fósforo total do efluente do processamento do pescado, durante as seis campanhas realizadas.

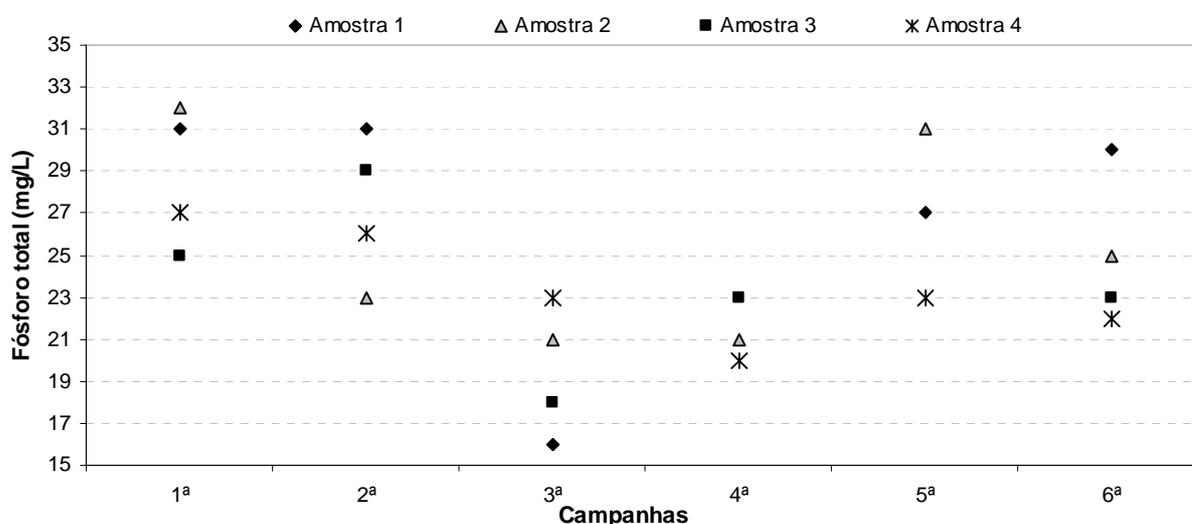


Gráfico 39 - Comportamento do fósforo total do efluente do processamento do pescado.

A Tabela 35 apresenta as médias diária e geral e o desvio padrão (DP) das campanhas realizadas, obtidos para cada variável do efluente do processamento do pescado analisado, com exceção do pH, que apresenta os valores mínimo e máximo.

Tabela 35 - Médias diária e geral, e desvio padrão das variáveis analisadas, do efluente do processamento do pescado.

Variáveis de Estudo	Médias diárias das campanhas						Média Geral \pm DP
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	
Temperatura (°C)	21,2	21,0	18,1	19,0	22,0	21,5	20,5 \pm 2,24
pH	7,4 - 7,6	7,3 - 7,5	7,5 - 7,6	7,7 - 8,0	7,5 - 7,6	7,4 - 7,6	7,3 - 8,0 \pm 0,16
Condutividade (μ S/cm)	911	867	734	942	907	802	860 \pm 123,67
Ácidos Voláteis (mgHAc/L)	140	133	168	138	159	105	141 \pm 41,33
Alcalinidade total (mgCaCO ₃ /L)	520	510	535	675	560	505	551 \pm 110,73
Turbidez (uT)	224	275	237	228	274	182	237 \pm 49,38
DBO (mg/L)	-	-	775	790	748	786	775 \pm 64,69
DQO Total (mg/L)	2.042	1.566	1.275	1.231	1.912	1.893	1.653 \pm 515,74
DQO Filtrada (mg/L)	1.044	937	832	770	1.258	1.224	1.011 \pm 264,91
ST (mg/L)	2.897	3.164	3.109	2.581	3.027	3.196	2.995 \pm 492,65
SST (mg/L)	201	240	332	171	235	281	243 \pm 69,40
STD (mg/L)	375	402	340	246	145	335	307 \pm 98,02
STF (mg/L)	457	489	447	486	491	525	482 \pm 75,05
STV (mg/L)	1.863	2.033	1.991	1.678	2.157	2.055	1.963 \pm 390,09
S.Sed. (mL/L)	19	15	15	11	18	21	16 \pm 5,62
N-amoniaco (mg/L)	253	281	311	250	168	184	241 \pm 76,89
Nitrato (mg/L)	24	28	36	19	42	57	34 \pm 16,13
Nitrito (mg/L)	0,152	0,231	0,160	0,177	0,328	0,392	0,240 \pm 0,10
Fósforo total (mg/L)	29	27	20	21	26	25	25 \pm 4,44

4.2.1 Comparação dos resultados com o disposto na Resolução CONAMA 357/05.

Na Tabela 36 são apresentados os valores médios do efluente do beneficiamento do pescado, com exceção do pH que apresenta os valores de

mínimo e máximo, obtidos nas seis campanhas realizadas, e as condições e padrões para lançamento de efluentes, das variáveis de: temperatura, pH, sólidos sedimentáveis e nitrogênio amoniacal, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 36 - Valores médios do efluente do pescado e condições e padrões para lançamento de efluentes de acordo com a Resolução 357/05.

Variáveis analisadas	Média geral	Resolução CONAMA 357/05
Temperatura (°C)	20,5	Inferior a 40°
pH	7,3 - 8,0	Entre 5,0 e 9,0
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	860	Não faz referência
Ácidos Voláteis (mgHAc/L)	141	Não faz referência
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	551	Não faz referência
Turbidez (uT)	237	Não faz referência
DBO (mg/L)	775	Não faz referência
DQO Total (mg/L)	1.653	Não faz referência
DQO Filtrada (mg/L)	1.011	Não faz referência
ST (mg/L)	2.995	Não faz referência
SST (mg/L)	243	Não faz referência
STD (mg/L)	307	Não faz referência
STF (mg/L)	482	Não faz referência
STV (mg/L)	1.963	Não faz referência
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	16	Até 1 mL/L
N-amoniacal (mg/L)	241	Até 20 mg/L
Nitrato (mg/L)	34	Não faz referência
Nitrito (mg/L)	0,240	Não faz referência
Fósforo total (mg/L)	25	Não faz referência

Conforme os resultados apresentados na Tabela 36, o valor médio da temperatura do efluente do beneficiamento do pescado, de 20,5°C manteve-se dentro das condições estabelecidas pela Resolução 357/05 do CONAMA, de até 40°C, não excedendo em nenhuma das campanhas, no qual o valor máximo desta variável foi de 26,4°C identificado na primeira campanha (Tabela 16).

Os valores de mínimo e máximo de pH do efluente da indústria de pesca, de 7,3 e 8,0, respectivamente, obtidos nas seis campanhas realizadas, se mantiveram dentro das condições de lançamento da referida Resolução (Tabela 36).

De acordo com a Tabela 36, o valor médio de sólidos sedimentáveis do efluente de 16 mL/L, esteve bem acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, de até 1 mL/L. Em todas as campanhas realizadas foram obtidos valores acima do preconizado pela mesma Resolução, com valor mínimo de 6 mL/L, e máximo de 25 mL/L, que são 6 e 25 vezes acima do limite estabelecido pela Resolução (Tabela 30). Estes valores elevados são justificados pela grande quantidade de resíduos descartados nas fases de pré-processamento, barbatanas e cabeças, e no beneficiamento secundário do pescado, onde o mesmo é cortado e transformado em filés e postas, sendo acrescentadas ao efluente as espinhas e demais resíduos dos peixes processados.

O valor médio de nitrogênio amoniacal, de 241 mg/L, mostrado na Tabela 36, é aproximadamente doze vezes maior que o padrão estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, para lançamento de efluentes, de até 20 mg/L. Estes resultados foram altos em todas as campanhas realizadas, apresentando valores de mínimo e máximo, respectivos, de 143 mg/L e 394 mg/L, em virtude do efluente do pescado ser rico em proteínas (Tabela 31).

Conforme pode ser observado na Tabela 36, os valores de sólidos sedimentáveis e nitrogênio amoniacal não estão em conformidade com o padrão de lançamento de efluente disposto pela Resolução 357/05, mostrando a necessidade de tratamento adequado para esse tipo de indústria.

Com relação às demais variáveis mostradas na Tabela 36, a Resolução 357/05 do CONAMA não estabelece valores de referência.

4.2.2 Comparação dos resultados com características de esgoto doméstico e de indústrias alimentícias

Os resultados da caracterização do efluente da indústria pesqueira deste estudo foram comparados com pesquisas realizadas por diversos autores. A Tabela 37 apresenta as referências das pesquisas, assim como, o local do estudo e a procedência do efluente do processamento do pescado.

Tabela 37 - Local do trabalho e procedência do efluente do processamento do pescado, estudado por outros autores.

REFERÊNCIAS	LOCAL	PROCEDÊNCIA DO EFLUENTE
Afonso; Bórquez, 2002	Talcahuano (Chile)	Processamento do pescado
Ferjani; Ellouze; Bem Amar, 2005	Sfax (Tunísia)	Processamento do pescado (polvo), com água subterrânea de alta salinidade
Freitas; Barbosa, 2007	Vigia de Nazaré (Brasil)	Processamento do pescado
Guerrero et al, 1997	Galícia (Espanha)	Processamento do pescado
Omil; Méndez; Lema, 1995	Galícia (Espanha)	Processamento do pescado (para produção de peixe enlatado)
Sridang et al, 2007	Bangcoc (Tailândia)	Processamento do surimi

A maioria dos estudos pesquisados trata do método de tratamento do efluente de indústria pesqueira, e não da caracterização em si, fazendo com que as variáveis estudadas por esse autores sejam apenas as necessárias para avaliar o tipo do tratamento analisado, dificultando dessa forma a comparação das variáveis deste estudo. Na Tabela 38 são mostrados os valores médios das variáveis do efluente do processamento do pescado deste estudo e de outros autores.

Tabela 38 - Valores médios do efluente do pescado deste estudo e de outros autores.

Variáveis analisadas	Este estudo	Estudos de outros autores					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
pH	7,3-8,0	6,3	7,0	7,4	-	-	6,3
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	860	31	54	-	-	-	-
DBO (mg/L)	775	-	-	-	-	-	1.127
DQO total (mg/L)	1.653	-	27.500	949	120.850	55.400	1.923
SST (mg/L)	243	-	-	340	17.930	-	553
N-amoniaco (mg/L)	241	-	-	247	-	-	-

(1) Afonso; Bórquez (2002); (2) Ferjani; Ellouze; Bem Amar (2005); (3) Freitas; Barbosa (2007); (4) Guerrero et al (1997); (5) Omil; Méndez; Lema (1995); (6) Sridang et al (2007).

De acordo com a Tabela 38, os valores de mínimo e máximo de pH deste estudo, de 7,3 e 8,0, e dos estudos de Ferjani, Ellouze e Bem Amar (2005), de 7,0, e de Freitas e Barbosa (2007), de 7,4, se mantiveram numa faixa alcalina, com valores

próximos da neutralidade. Os valores de pH de Afonso e Bórquez (2002), e de Sridang et al (2007), ambos de 6,3, apresentaram condições ácidas.

O resultado da condutividade deste estudo, de 860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foi superior a aproximadamente trinta vezes o valor apresentado por Afonso e Bórquez (2002), de 31 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e dezesseis vezes maior que o de Ferjani, Ellouze e Bem Amar (2005), de 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 38).

O valor de DBO deste estudo mostrado na Tabela 38, de 775 mg/L apresenta-se inferior ao de Sridang et al (2007), de 1.127 mg/L, no entanto com valores aproximados.

Já o resultado de DQO total, de 1.653 mg/L apresentou-se superior ao de Freitas e Barbosa (2007), de 949 mg/L, e pouco inferior ao estudo de Sridang et al (2007), de 1.923 mg/L. Os resultados de Ferjani, Ellouze e Bem Amar (2005), Guerrero et al (1997) e Omil, Méndez e Lema (1995) encontraram-se muito acima dos apresentados, com valores respectivos de 27.500 mg/L, 120.850 mg/L, e 55.400 mg/L (Tabela 38).

O valor de SST deste estudo apresentado na Tabela 38, de 243 mg/L foi próximo ao de Freitas e Barbosa (2007), de 340 mg/L, e ao de Sridang et al (2007), de 553 mg/L. O estudo de Guerrero et al (1997) apresentou valor de SST de 17.930 mg/L, mais de 70% acima do valor apresentado neste estudo e também muito superior aos demais.

De acordo com a Tabela 38, os resultados de nitrogênio amoniacal deste estudo e de Freitas e Barbosa (2007) foram respectivamente de 241 mg/L e 247 mg/L, apresentando valores muito próximos.

Por meio dos resultados da Tabela 38 confirma-se a afirmação de Nunes (2004) de que a diversidade de concentração dos efluentes industriais pode ocorrer até em indústrias de mesmo ramo de atividade, devido nem sempre utilizarem as mesmas matérias-primas.

A Tabela 39 apresenta os valores médios do efluente do beneficiamento do pescado deste estudo, as características de efluente de esgoto doméstico, e resultados de análises realizadas em indústrias de alimentos, por diferentes autores.

Tabela 39 - Valores médios do efluente do pescado, de esgoto doméstico e de indústrias alimentícias.

Variáveis analisadas	Este estudo	Efluente domést. (1)	Indústrias Alimentícias					
			Arroz_1 ^a (2)	Arroz_2 ^a (3)	Castanha de caju (4)	Mandioca (5)	Suínocultura (6)	Laticínios (7)
pH	7,3-8,0	7,0	4,6	-	8,2	-	-	10,5
Ác. Voláteis mgHAc/L	141	-	504	1.136	-	-	-	-
DBO (mg/L)	775	300	-	-	-	2.803	-	-
DQO total (mg/L)	1.653	600	1.019	3.242	2.290	8.862	9.465	2.491
SST (mg/L)	243	350	89	-	604	-	5.826	-
STD (mg/L)	307	700	-	-	1.540	-	-	-
N-amoniaco (mg/L)	241	25	18	65	24	-	-	69
Nitrato (mg/L)	34	≈ 0	3	-	2	-	-	-
Nitrito (mg/L)	0,24	≈ 0	0,23	0,50	-	-	-	-

(1) Von Sperling (2005); (2) Queiroz e Koetz (1997); (3) Lopes, Koetz e Santos (1999); (4) Sampaio et al (2004); (5) Silva et al (2003); (6) Fernandes e Oliveira (2006); (7) Brião e Tavares (2005).

Conforme pode ser observado na Tabela 39, os valores de mínimo e máximo de pH deste estudo, de 7,3 e 8,0 apesar de estarem numa faixa alcalina encontraram-se próximos ao valor do efluente doméstico, de 7,0 (neutro). A indústria de laticínios, estudada por Brião e Tavares (2005), obteve o maior valor de pH, de 10,5, seguida do resultado de pH do efluente da castanha de caju, do estudo de Sampaio et al (2004), de 8,2, que apresentaram condições básicas. O valor da primeira indústria de parboilização de arroz, de 4,6, de acordo com Queiroz e Koetz (1997), foi o único que apresentou condições ácidas.

A primeira e segunda indústrias de parboilização de arroz mostraram valores, respectivos, de ácidos voláteis de 504 mgHAc/L e 1.136 mgHAc/L (Tabela 39), apresentando diferença de mais de 100% entre ambas, e bem superior ao resultado deste estudo de 141 mgHAc/L.

Os valores de DBO apresentados na Tabela 39 mostraram que o resultado deste estudo, de 775 mg/L, é superior ao dobro da concentração típica de esgoto doméstico do estudo de Von Sperling (2005), de 300 mg/L. O valor de DBO da indústria de mandioca, de 2.803 mg/L, é muito superior aos demais.

A DQO total encontrada neste estudo, de 1.653 mg/L é quase três vezes maior que o valor do efluente doméstico, de 600 mg/L. Novamente as indústrias de

parboilização de arroz apresentaram valores bastante diferenciados para DQO total, respectivamente, de 1.019 mg/L e 3.242 mg/L, no qual a segunda indústria apresenta um valor de aproximadamente três vezes o da primeira. Os maiores resultados de DQO total foram encontrados nas indústrias de mandioca e suinocultura, respectivamente, de 8.862 mg/L e 9.465 mg/L (Tabela 39).

Dentre os valores de SST mostrados na Tabela 39, o maior foi de 5.826 mg/L, referente a atividade de suinocultura, apresentando diferença muito grande dos demais. A primeira indústria de parboilização de arroz foi a que apresentou menor valor de SST, de 89 mg/L.

Os valores de STD apresentados na Tabela 39, para este estudo e para o efluente doméstico, foram respectivamente de 307 mg/L e 700 mg/L, ressaltando que o maior resultado de STD foi o da indústria de castanha de caju, de 1.540 mg/L.

De acordo com a Tabela 39, o resultado da primeira indústria de parboilização de arroz foi a que obteve menor valor de nitrogênio amoniacal, de 18 mg/L. Os resultados das indústrias de arroz (primeira), e castanha de caju, respectivos, de 18 mg/L e 24 mg/L, foram próximos ao valor do efluente doméstico de 25 mg/L, e inferiores ao da segunda indústria de arroz de 65 mg/L.

O resultado de nitrato encontrado neste estudo foi de 34 mg/L, bem maior que os da indústria de arroz e castanha de caju, que foram respectivamente de 3 mg/L e 2 mg/L (Tabela 39).

O valor de nitrito deste estudo foi próximo ao obtido pela primeira indústria de parboilização de arroz, de respectivamente, 0,24 mg/L e 0,23 mg/L. Assim como nas demais variáveis obtidas para as indústrias de parboilização de arroz, este também apresentou valores distintos, sendo o valor de nitrito da segunda indústria, maior que o dobro da primeira, com média de 0,50 mg/L (Tabela 39).

Comparando-se os valores médios obtidos neste estudo, de: DBO (775 mg/L), nitrogênio amoniacal (241 mg/L) e fósforo total (25 mg/L), com a relação de DBO:N:P do esgoto doméstico, que é de 100:5:1, verifica-se que o efluente do beneficiamento do pescado apresenta relação de DBO:N:P, de 100:31:3, o que se comprova mais uma vez que os valores de nitrogênio amoniacal e fósforo total do

efluente industrial estão bem superiores aos valores da característica de efluente doméstico, e que esse efluente tem potencialidade para ser tratado por via aeróbia.

4.2.3 Equivalente populacional (EP)

O equivalente populacional foi calculado em termos de carga de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total. Portanto a Tabela 40 mostra o valor da vazão da indústria de pesca, em m³/d, os valores da concentração das variáveis analisadas, da indústria em estudo, em g/m³, assim como, o valor das cargas poluidoras de cada variável, em kg/d, calculadas através da multiplicação da vazão pela concentração.

Tabela 40 - Vazão, concentração e carga poluidora das variáveis de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total do efluente da indústria de pescado.

Variáveis	Vazão da indústria (m ³ /d)	Concentração (g/m ³)	Carga poluidora (kg/d)
DBO	39,52	775	31
DQO		1.653	65
Nitrogênio amoniacal		241	10
Fósforo total		25	1

Na Tabela 41 são mostrados os valores da carga poluidora das variáveis do efluente da indústria de pesca analisados, em kg/d, os valores da contribuição per capita de cada variável, em g/hab.d, mostrados em Von Sperling (2005), e o equivalente populacional das variáveis analisadas.

Tabela 41 - Carga poluidora, contribuição per capita e equivalente populacional das variáveis de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total do efluente da indústria de pescado.

Variáveis	Carga poluidora (kg/d)	Contribuição per capita (g/hab.d)	Equivalente populacional (hab.)
DBO	31	54	567
DQO	65	100	653
Nitrogênio amoniacal	10	4,5	2.117
Fósforo total	1	1,0	988

Com relação aos resultados do equivalente populacional calculados em termos de carga de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total, apresentados na Tabela 41, conclui-se que:

- ❖ a indústria pesqueira em estudo tem potencial poluidor, em termos de DBO, que equivale à carga gerada por uma cidade de 567 habitantes;
- ❖ em termos de DQO total, equivale à carga gerada por uma cidade de 653 habitantes;
- ❖ em termos de nitrogênio amoniacal, equivale à carga gerada por uma cidade de 2.117 habitantes;
- ❖ em termos de fósforo total, equivale à carga gerada por uma cidade de 988 habitantes.

Portanto, esta indústria apresenta altos valores de carga poluidora de DBO, DQO total, nitrogênio amoniacal e fósforo total, no qual o maior valor de carga poluidora apresentada foi a de nitrogênio amoniacal.

4.2.4 Relação entre as variáveis de DBO₅/DQO

A relação DBO₅/DQO é um importante parâmetro para avaliação da biodegradabilidade do efluente da indústria de pesca e também para avaliar, preliminarmente, qual o processo de tratamento é o mais adequado para esta indústria.

A Tabela 42 apresenta a relação DBO₅/DQO do efluente da indústria, para as campanhas realizadas durante o período da pesquisa, já com tratamento estatístico dos dados.

Tabela 42 - Relação DBO₅/DQO do efluente da indústria, nas campanhas realizadas.

Campanhas	Valor médio		Relação DBO ₅ /DQO
	DBO ₅	DQO	
3 ^a	775	1.275	0,61
4 ^a	790	1.231	0,64
5 ^a	748	1.912	0,39
6 ^a	786	1.893	0,42
Média das campanhas	775	1.578	0,49

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 42, da relação de DBO_5/DQO do efluente da indústria pesqueira, pode-se observar que as campanhas apresentaram valores oscilando entre 0,39 e 0,64, que segundo Metcalf e Eddy (2003) são considerados efluentes com fração biodegradável elevada, portanto, indicativo do processo de tratamento biológico, sendo o mais adequado para esta indústria. A terceira e quarta campanhas, apresentaram os maiores valores da relação, de 0,61 e 0,64, respectivamente, sendo considerados os mais biodegradáveis, entre as campanhas.

4.2.5 Relação entre as variáveis de DQO/DBO_5

De acordo com Von Sperling (2005), a relação DQO/DBO_5 é um indicativo sobre a biodegradabilidade dos despejos e do método de tratamento a ser empregado.

Na Tabela 43 é apresentada a relação DQO/DBO_5 do efluente industrial, nas campanhas realizadas no período da pesquisa, já com tratamento estatístico dos dados.

Tabela 43 - Relação DQO/DBO_5 do efluente da indústria, nas campanhas realizadas.

Campanhas	Valor médio		Relação DQO/DBO_5
	DQO	DBO_5	
3ª	1.275	775	1,6
4ª	1.231	790	1,5
5ª	1.912	748	2,5
6ª	1.893	786	2,4
Média das campanhas	1.578	775	2,0

Por meio dos resultados apresentados na Tabela 43, da relação de DQO/DBO_5 do efluente da indústria de pesca, pode-se observar que a oscilação dos valores foi de 1,5 a 2,5, portanto próximo da variação para esgotos domésticos, que de acordo com Von Sperling (2005) é de 1,7 a 2,4.

Os resultados mostraram que a relação DQO/DBO₅ em todas as campanhas realizadas foram abaixo de 2,5, logo apresentam fração biodegradável elevada do efluente industrial e indicação para tratamento biológico, tendo a quinta campanha apresentado fração biodegradável menos elevada que as demais, com valor limite de 2,5.

A terceira e quarta campanhas, apresentaram os menores valores da relação DQO/DBO₅ de 1,6 e 1,5, respectivamente, sendo considerados os mais biodegradáveis, entre as campanhas.

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO RIO AÇAÍ

a) Temperatura

A Tabela 44 mostra a estatística básica dos resultados de temperatura do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 44 - Estatística básica para os resultados de temperatura, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Temperatura (°C)								
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
Montante 2	1ª	29,7	27,8	30,3	29,3	29,8	0,96	3,29
	2ª	27,8						
	3ª	29,8						
	4ª	28,5						
	5ª	29,9						
	6ª	30,3						
Montante 1	1ª	29,8	28,2	30,2	29,3	29,6	0,79	2,69
	2ª	28,2						
	3ª	29,5						
	4ª	28,5						
	5ª	29,7						
	6ª	30,2						
Zona de Mistura	1ª	28,8	27,6	29,5	28,7	28,8	0,69	2,40
	2ª	27,6						
	3ª	28,7						
	4ª	28,3						
	5ª	29,5						
	6ª	29,3						
Jusante 1	1ª	31,6	28,5	31,6	29,6	29,5	1,14	3,85
	2ª	28,5						
	3ª	29,5						
	4ª	28,5						
	5ª	29,8						
	6ª	29,5						
Jusante 2	1ª	31,7	28,6	31,7	29,6	29,4	1,15	3,87
	2ª	28,7						
	3ª	29,1						
	4ª	28,6						
	5ª	29,6						
	6ª	29,9						
Resumo			Mínimo					27,6
			Máximo					31,7
			Médio					29,3
			Mediana					29,5
			Desvio Padrão					0,95
			Coefficiente de Variação (%)					3,25

A variação dos valores de temperatura do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 40.

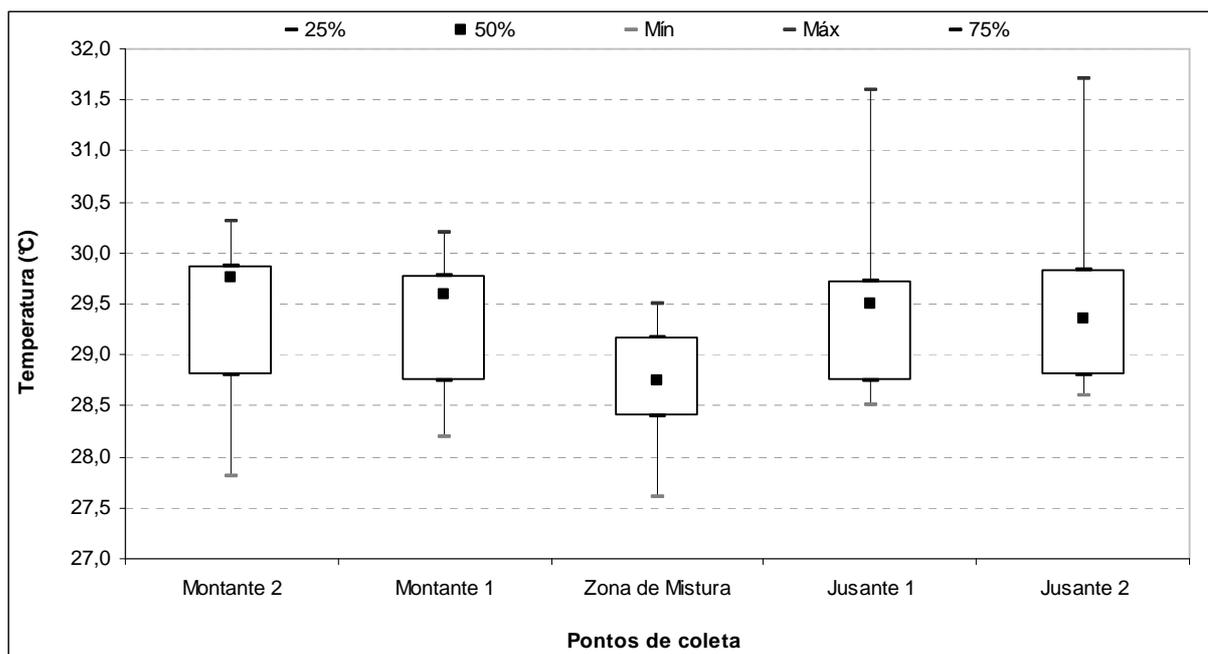


Gráfico 40 – Box-plot dos valores de temperatura, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 44 e no Gráfico 40, com referência a temperatura, observa-se que o ponto com maior variação foi o jusante 2 com variabilidade mínima de 28,6°C, máxima de 31,7°C e valor médio de 29,6°C, que representa coeficiente de variação de apenas 3,87%. O ponto localizado na zona de mistura foi o que obteve menor variação, com valores de mínimo e máximo, respectivos, de 27,6°C e 29,5°C, mediana de 28,8°C e coeficiente de variação de 2,40 %, que significa pequena dispersão dos resultados para este ponto. A discreta redução dos valores de temperatura na zona de mistura se dão em virtude do lançamento do efluente da indústria, que apresentou valor médio de 20,5°C (Tabela 16).

O Gráfico 41 mostra a série temporal da temperatura nos pontos amostragem durante as seis campanhas realizadas, em que se observa a semelhança do comportamento dos pontos de montante 1 e 2, apresentando valores inferiores aos de jusante, na maioria das campanhas. O ponto relativo à zona de mistura foi o que apresentou os menores valores. Já nos pontos que se seguiram (jusante 1 e 2), houve elevação da variabilidade dos valores, onde os valores mais altos ocorreram na primeira campanha. A quarta campanha foi a que apresentou menor variação. Apesar da variação dos resultados de temperatura do rio Açaí,

observados nos pontos de amostragem durante as seis campanhas, estes são considerados normais para rios da região Amazônica.

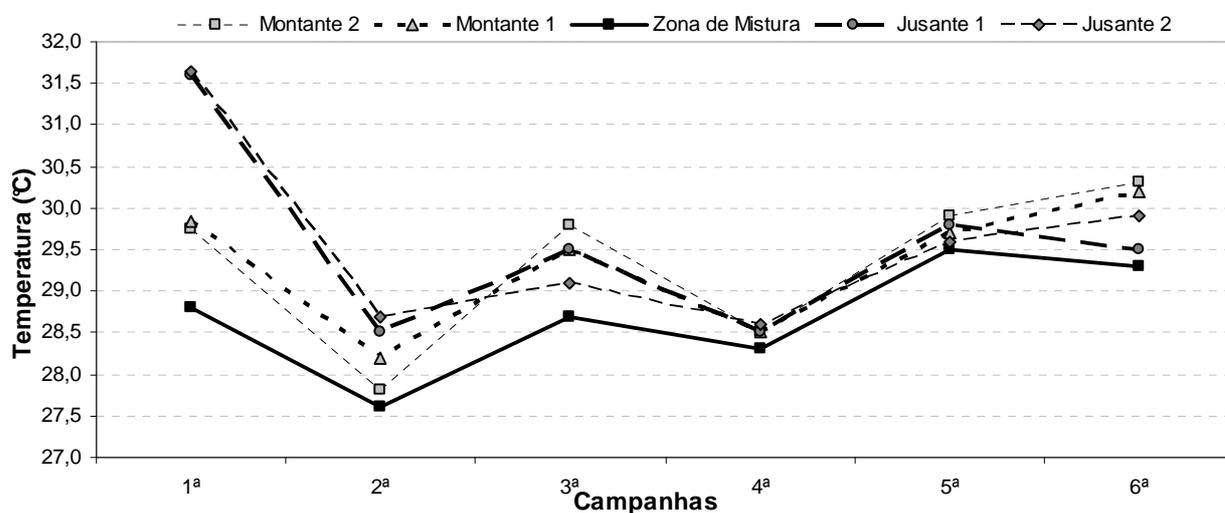


Gráfico 41 - Séries temporais dos valores de temperatura, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

b) pH

A Tabela 45 mostra a estatística básica dos resultados de pH do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 45 - Estatística básica para os resultados de pH, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: pH						
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários			
			Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão
Montante 2	1 ^a	6,8	6,8	8,0	7,1	0,50
	2 ^a	6,8				
	3 ^a	7,0				
	4 ^a	7,2				
	5 ^a	7,7				
	6 ^a	8,0				
Montante 1	1 ^a	6,8	6,8	8,1	7,2	0,56
	2 ^a	6,8				
	3 ^a	7,1				
	4 ^a	7,2				
	5 ^a	7,9				
	6 ^a	8,1				
Zona de Mistura	1 ^a	6,7	6,7	7,7	7,1	0,45
	2 ^a	6,9				
	3 ^a	6,8				
	4 ^a	7,3				
	5 ^a	7,7				
	6 ^a	7,7				
Jusante 1	1 ^a	6,6	6,6	7,8	7,2	0,51
	2 ^a	6,9				
	3 ^a	6,9				
	4 ^a	7,4				
	5 ^a	7,8				
	6 ^a	7,8				
Jusante 2	1 ^a	6,9	6,8	7,7	7,1	0,37
	2 ^a	6,9				
	3 ^a	6,8				
	4 ^a	7,2				
	5 ^a	7,5				
	6 ^a	7,7				
Valores Gerais			Mínimo			6,6
			Máximo			8,1
			Mediana			7,2
			Desvio Padrão			0,45

A variação dos valores de pH do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 42.

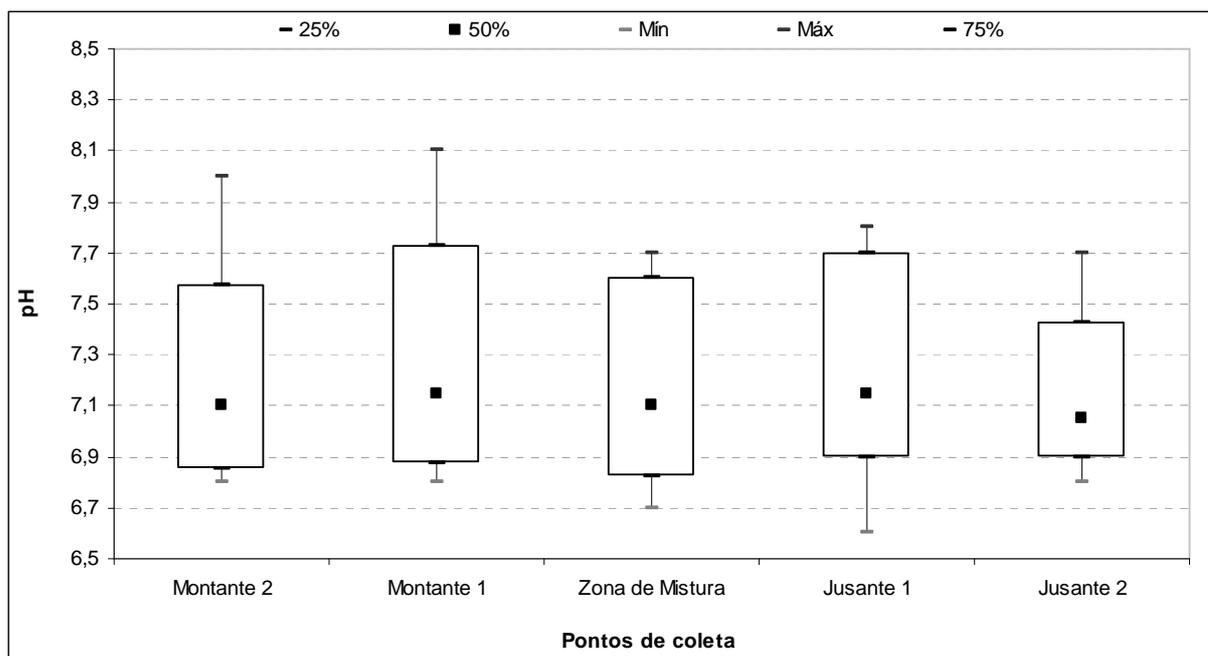


Gráfico 42 - Box-plot dos valores de pH, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Como pode ser observado na Tabela 45 e no Gráfico 42, com referência a variação dos valores de pH, o ponto montante 1 apresentou variabilidade mínima de 6,8 e máxima de 8,1, caracterizando a maior variação dos pontos estudados, com desvio padrão de 0,56. A menor variação ocorreu no ponto jusante 2, que apresentou valores de mínimo e máximo, respectivos, de 6,8 e 7,7, e desvio padrão de 0,37, devido à homogeneidade dos resultados desta variável. O ponto referente ao despejo do efluente do beneficiamento do pescado (zona de mistura) apresentou um discreto declínio, em relação aos pontos de montante, com variabilidade mínima e máxima de 6,7 e 7,7 e desvio padrão de 0,45.

O Gráfico 43 apresenta a série temporal dos valores de pH durante as seis campanhas realizadas, onde se verifica semelhança entre as séries, mostrando uma alcalinidade em ligeira ascendência com tendência à estabilização, provavelmente devido a um bloom de fitoplâncton, que remove CO_2 da água e a torna mais alcalina. Os valores de jusante foram superiores aos de montante, mostrando um aumento dos valores de pH desde o lançamento do efluente. As duas primeiras campanhas obtiveram valores pouco abaixo do neutro (7,0), onde a partir da terceira observa-se uma elevação dos resultados de pH, apresentando condições

básicas, com valor máximo de 8,1, apresentado na sexta campanha. A menor variabilidade dos valores foi apresentada na segunda campanha.

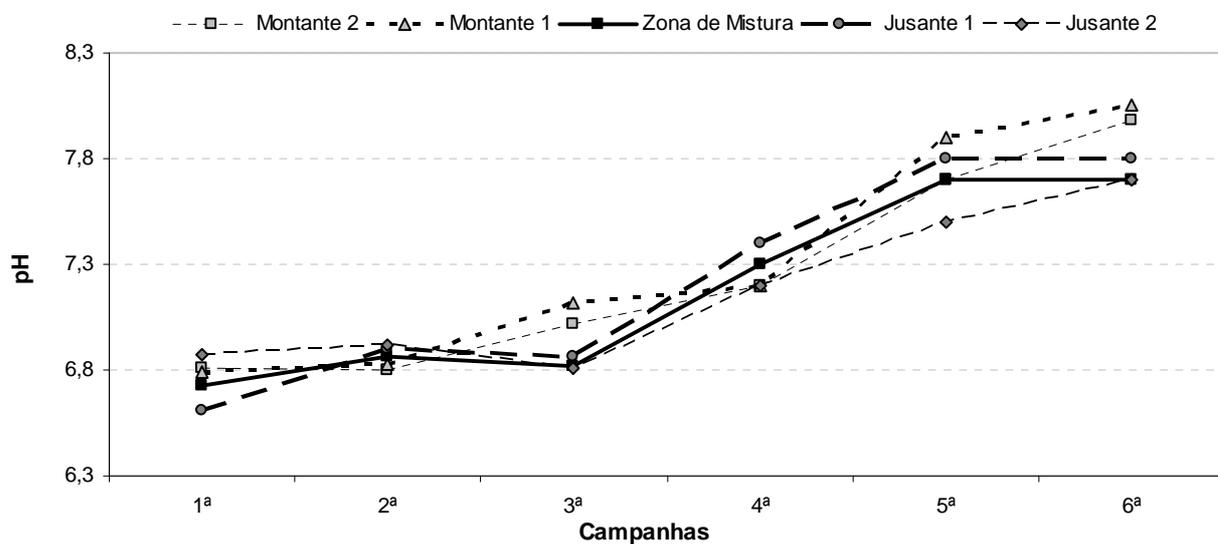


Gráfico 43 - Séries temporais dos valores de pH, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

c) Condutividade

A Tabela 46 mostra a estatística básica dos resultados de condutividade do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 46 - Estatística básica para os resultados de condutividade, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)								
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
Montante 2	1ª	3.589	3.589	6.460	4.680	4.383	1111,28	23,75
	2ª	4.790						
	3ª	6.460						
	4ª	5.440						
	5ª	3.826						
	6ª	3.975						
Montante 1	1ª	3.856	3.706	6.610	4.518	4.003	1122,83	24,85
	2ª	4.970						
	3ª	6.610						
	4ª	4.150						
	5ª	3.818						
	6ª	3.706						
Zona de Mistura	1ª	4.205	3.830	6.150	4.542	4.263	853,55	18,79
	2ª	4.780						
	3ª	6.150						
	4ª	4.320						
	5ª	3.830						
	6ª	3.967						
Jusante 1	1ª	4.156	3.844	5.540	4.376	4.068	690,97	15,79
	2ª	5.540						
	3ª	4.890						
	4ª	3.980						
	5ª	3.847						
	6ª	3.844						
Jusante 2	1ª	3.952	3.100	5.500	3.977	3.878	817,07	20,55
	2ª	5.500						
	3ª	3.100						
	4ª	3.510						
	5ª	3.803						
	6ª	3.996						
Resumo			Mínimo					3.100
			Máximo					6.610
			Médio					4.419
			Mediana					3.988
			Desvio Padrão					901,90
			Coefficiente de Variação (%)					20,41

O Gráfico 44 apresenta a variação dos valores de condutividade do rio Açaí, nos pontos de coleta de águas superficiais.

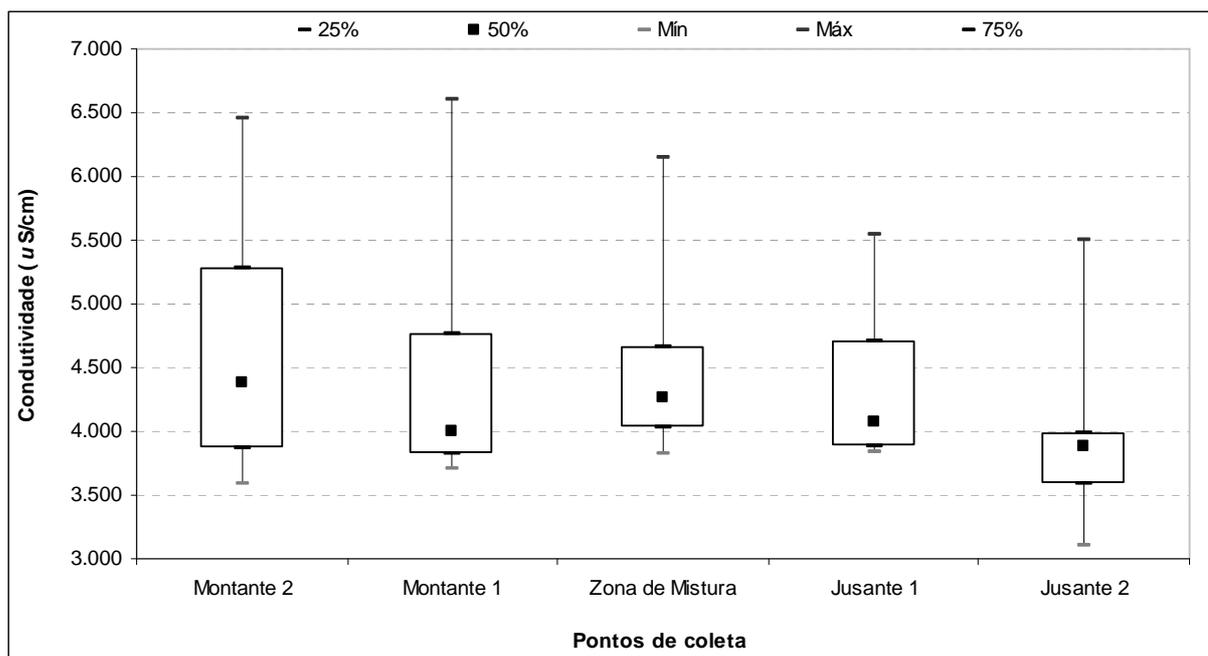


Gráfico 44 - Box-plot dos valores de condutividade, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da Tabela 46 e do Gráfico 44 pode-se observar que os valores das estatísticas de condutividade a montante são superiores aos da estatística de jusante. O ponto montante 1 apresentou variabilidade mínima e máxima de $3.706 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $6.610 \mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, correspondendo à maior variação dos pontos de amostragem com coeficiente de $24,85\%$, devido à grande dispersão dos resultados. A menor variação foi encontrada no ponto jusante 1, apresentando valores de mínimo e máximo de $3.844 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $5.540 \mu\text{S}/\text{cm}$, com largura da faixa de variação de $1.696 \mu\text{S}/\text{cm}$, e coeficiente de $15,79\%$. A faixa entre os quartis de 25% e 75% foi mais estreita, a jusante do lançamento, que a montante, sendo o ponto jusante 2 o que obteve a menor faixa, com quartis de 25% da ordem de $3.600 \mu\text{S}/\text{cm}$, e os de 75% , de $4.000 \mu\text{S}/\text{cm}$. No ponto de lançamento do efluente observou-se um declínio do valor máximo e do quartil de 75% , se comparados aos valores de montante, e um pequeno acréscimo dos valores da mediana, do quartil de 25% e do valor mínimo.

O Gráfico 45 apresenta a série temporal das seis campanhas realizadas, para os valores de condutividade, onde se observa que as séries dos pontos a montante e da zona de mistura tendem a seguir uma trajetória similar, com períodos de pico e depressão coincidentes. A terceira campanha foi a que apresentou maior

variação dos resultados, e a quinta campanha, ao inverso da terceira, obteve a menor variação dos valores encontrados.

A média da condutividade das amostras do rio Açaí foi de $4.419 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 46), demonstrando a influência das águas oceânicas no mesmo, estando bem acima da média obtida pelo efluente industrial de $860 \mu\text{S}/\text{cm}$, apresentado na Tabela 18. Portanto observa-se que o lançamento do efluente não influencia no valor da condutividade do rio Açaí.

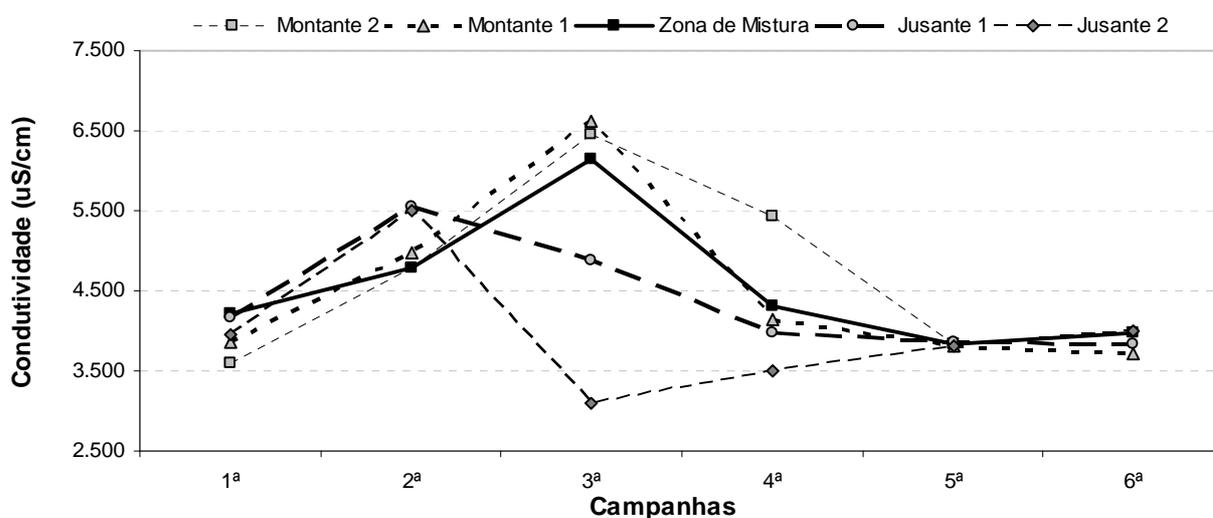


Gráfico 45 - Séries temporais dos valores de condutividade, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

d) Alcalinidade Total

A Tabela 47 mostra a estatística básica dos resultados de alcalinidade total do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 47 - Estatística básica para os resultados de alcalinidade total, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Alcalinidade Total (mg de CaCO ₃ /L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
Montante 2	1 ^a	29	22	29	26	26	2,58	10,06	
	2 ^a	24							
	3 ^a	28							
	4 ^a	22							
	5 ^a	26							
	6 ^a	25							
Montante 1	1 ^a	31	18	31	24	24	4,45	18,40	
	2 ^a	27							
	3 ^a	23							
	4 ^a	18							
	5 ^a	24							
	6 ^a	22							
Zona de Mistura	1 ^a	39	35	46	41	41	4,26	10,44	
	2 ^a	45							
	3 ^a	38							
	4 ^a	46							
	5 ^a	42							
	6 ^a	35							
Jusante 1	1 ^a	37	27	37	32	33	3,50	10,83	
	2 ^a	34							
	3 ^a	27							
	4 ^a	34							
	5 ^a	32							
	6 ^a	30							
Jusante 2	1 ^a	35	29	38	34	36	3,27	9,51	
	2 ^a	36							
	3 ^a	32							
	4 ^a	29							
	5 ^a	36							
	6 ^a	38							
Resumo			Mínimo						18
			Máximo						46
			Médio						31
			Mediana						32
			Desvio Padrão						7,05
			Coefficiente de Variação (%)						22,39

A variação dos valores de alcalinidade total do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 46.

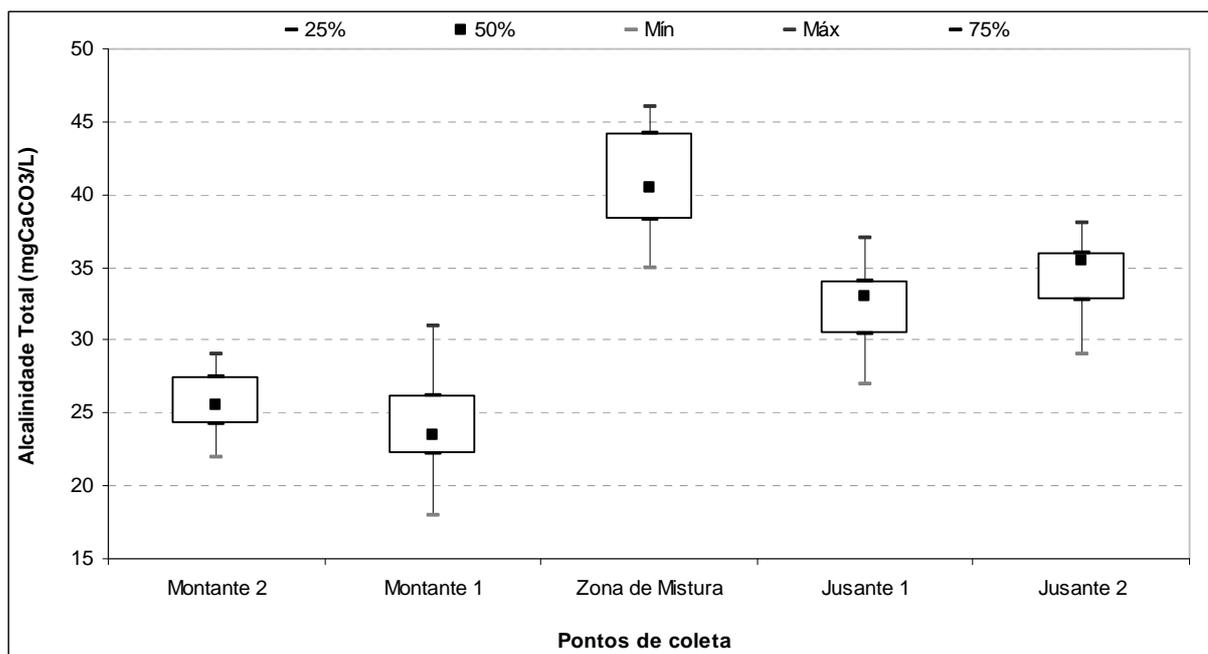


Gráfico 46 - Box-plot dos valores de alcalinidade total, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 47 e no Gráfico 46, com referência a alcalinidade total, observa-se que os pontos, de modo geral, apresentaram pequena variação dos resultados, sendo o ponto montante 1 que obteve a maior variação, com coeficiente de 18,40%, e o ponto jusante 2 apresentou a menor variação, com valor de coeficiente de 9,51%. Observa-se a influência do lançamento do efluente industrial no rio Açaí, onde o valor médio da alcalinidade total do efluente foi de 551 mgCaCO₃/L (Tabela 20), tendendo a um acréscimo dos valores na zona de mistura, com variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 35 mgCaCO₃/L e 46 mgCaCO₃/L, e coeficiente de variação de 10,44%. Os pontos de jusante, apesar de inferiores ao da zona de mistura, tiveram valores bem superiores aos de montante.

Nas séries temporais dos pontos de coleta do rio Açaí, apresentadas no Gráfico 47, durante as seis campanhas realizadas, observa-se uma maior variação na quarta campanha, e menor na primeira. Nos pontos referentes à zona de mistura e jusante 1, e nos pontos montante 1 e jusante 2, observou-se séries temporais com trajetórias semelhantes. O ponto montante 2 foi o que apresentou uma série temporal mais diferenciada das outras campanhas, onde obteve um acréscimo na terceira e quinta campanhas e decréscimo nas demais.

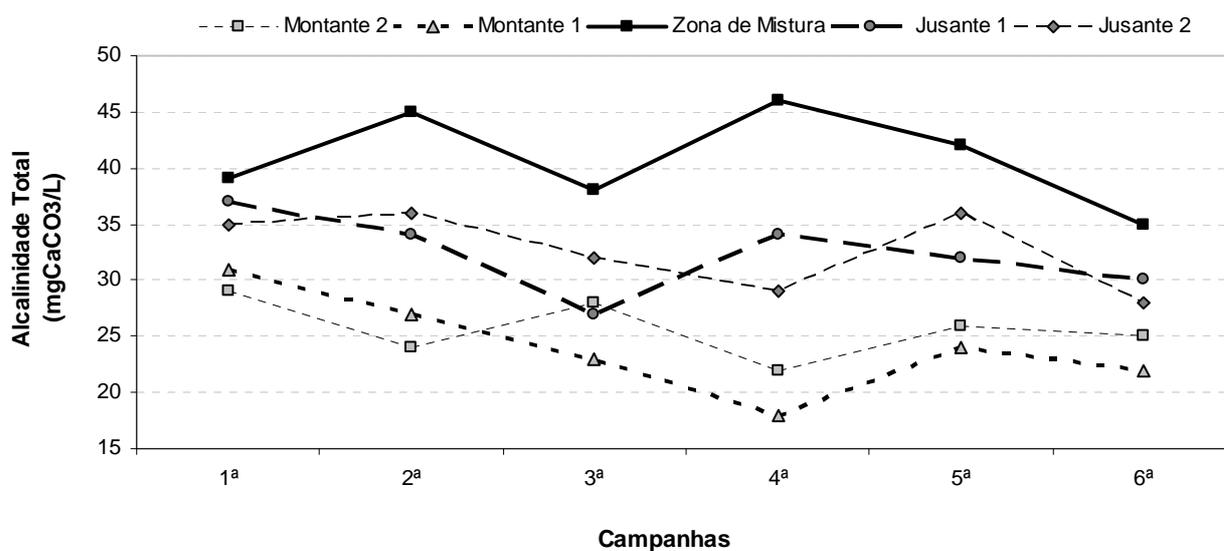


Gráfico 47 - Séries temporais dos valores de alcalinidade total, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

e) Turbidez

A Tabela 48 mostra a estatística básica dos resultados de turbidez do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 48 - Estatística básica para os resultados de turbidez, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Turbidez (uT)								
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
Montante 2	1ª	6	6	23	16	17	5,86	37,78
	2ª	18						
	3ª	12						
	4ª	16						
	5ª	18						
	6ª	23						
Montante 1	1ª	12	8	23	13	12	5,23	39,73
	2ª	10						
	3ª	8						
	4ª	14						
	5ª	12						
	6ª	23						
Zona de Mistura	1ª	26	21	26	24	24	2,34	9,88
	2ª	21						
	3ª	21						
	4ª	23						
	5ª	25						
	6ª	26						
Jusante 1	1ª	16	12	27	18	18	4,97	27,09
	2ª	12						
	3ª	19						
	4ª	17						
	5ª	19						
	6ª	27						
Jusante 2	1ª	14	13	26	18	16	5,01	28,63
	2ª	16						
	3ª	15						
	4ª	13						
	5ª	21						
	6ª	26						
Resumo			Mínimo					6
			Máximo					27
			Médio					18
			Mediana					18
			Desvio Padrão					5,73
			Coeficiente de Variação (%)					32,51

A variação dos valores de turbidez do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 48.

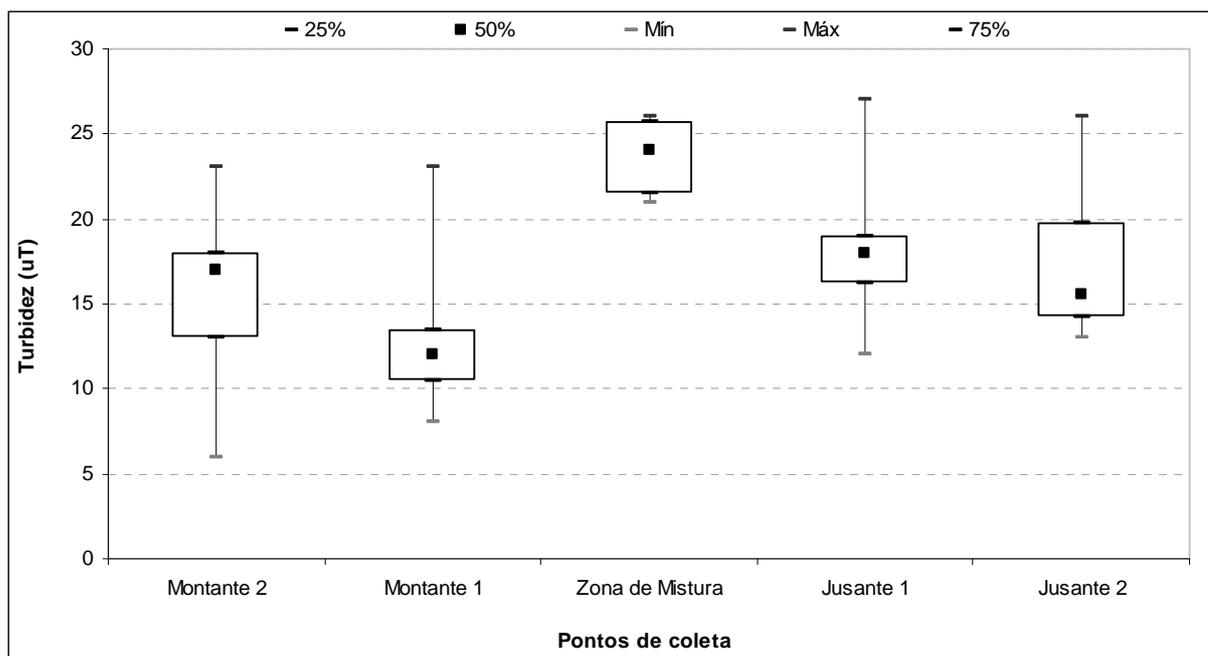


Gráfico 48 - Box-plot dos valores de turbidez, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da Tabela 48 e do Gráfico 48 pode-se observar que os resultados das estatísticas de turbidez a montante foram inferiores aos da estatística de jusante, mostrando que houve uma elevação após o despejo do efluente da indústria pesqueira, que apresentou valor de turbidez de 237 uT, mostrado na Tabela 21. O ponto montante 1 foi o que obteve a maior variação, com variabilidade mínima de 8 uT, máxima de 23 uT, e coeficiente de variação de 39,73%, e o ponto da zona de mistura apresentou a menor variação, com variabilidade mínima e máxima, respectivos, de 21 uT e 26 uT, média de 24 uT e coeficiente de variação de 9,88%.

O Gráfico 49 apresenta a série temporal de turbidez dos cinco pontos de coleta do rio Açaí, onde se observa uma tendência diferenciada em todos os pontos. A zona de mistura apresentou uma elevação a partir da segunda campanha, se prolongando até a sexta. A primeira campanha foi a que apresentou maior variação dos resultados, enquanto que, a sexta campanha obteve a menor variação dos valores encontrados. A série temporal dos pontos montante 2, jusante 1 e 2 apresentaram acréscimo a partir da quarta campanha. O valor do ponto jusante 1 na sexta campanha foi superior ao da zona de mistura.

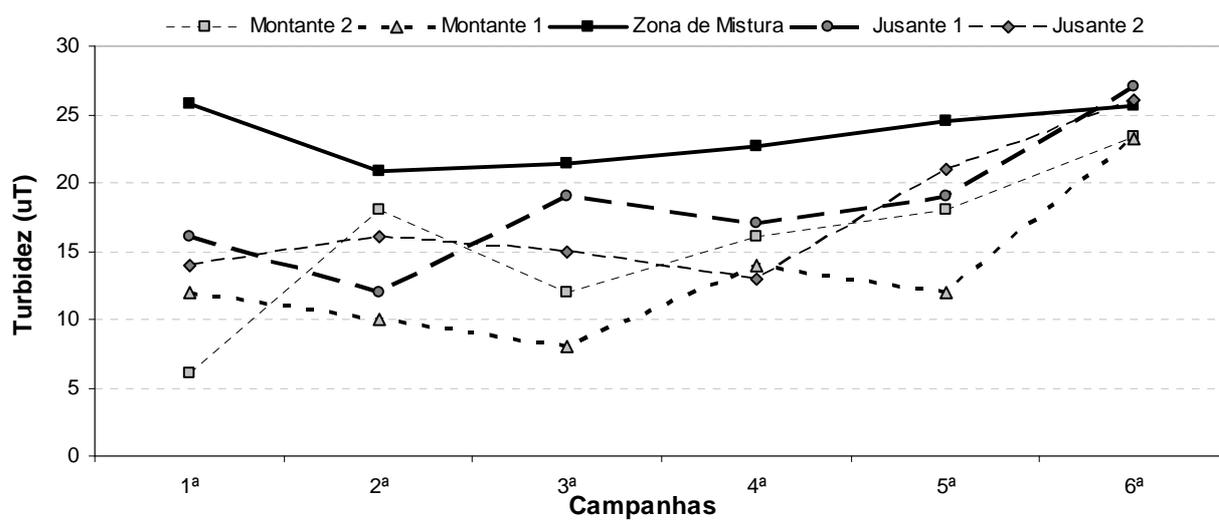


Gráfico 49 - Séries temporais dos valores de turbidez, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

f) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Tabela 49 mostra a estatística básica dos resultados de DBO do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 49 - Estatística básica para os resultados de DBO, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: DBO (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
Montante 2	3ª	2,80	1,00	3,85	2,43	2,43	1,20	49,61	
	4ª	2,05							
	5ª	3,85							
	6ª	1,00							
Montante 1	3ª	2,90	0,93	3,70	2,41	2,50	1,18	49,09	
	4ª	2,10							
	5ª	3,70							
	6ª	0,93							
Zona de Mistura	3ª	3,30	2,80	4,85	3,46	3,10	0,95	27,43	
	4ª	2,90							
	5ª	4,85							
	6ª	2,80							
Jusante 1	3ª	3,10	2,00	4,04	2,94	2,85	0,86	29,41	
	4ª	2,00							
	5ª	4,04							
	6ª	2,60							
Jusante 2	3ª	3,20	2,20	4,00	3,20	3,30	0,75	23,39	
	4ª	2,20							
	5ª	4,00							
	6ª	3,40							
Resumo			Mínimo					0,93	
			Máximo					4,85	
			Médio					2,89	
			Mediana					2,90	
			Desvio Padrão					0,99	
			Coeficiente de Variação (%)					34,33	

A variação dos valores de DBO do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 50.

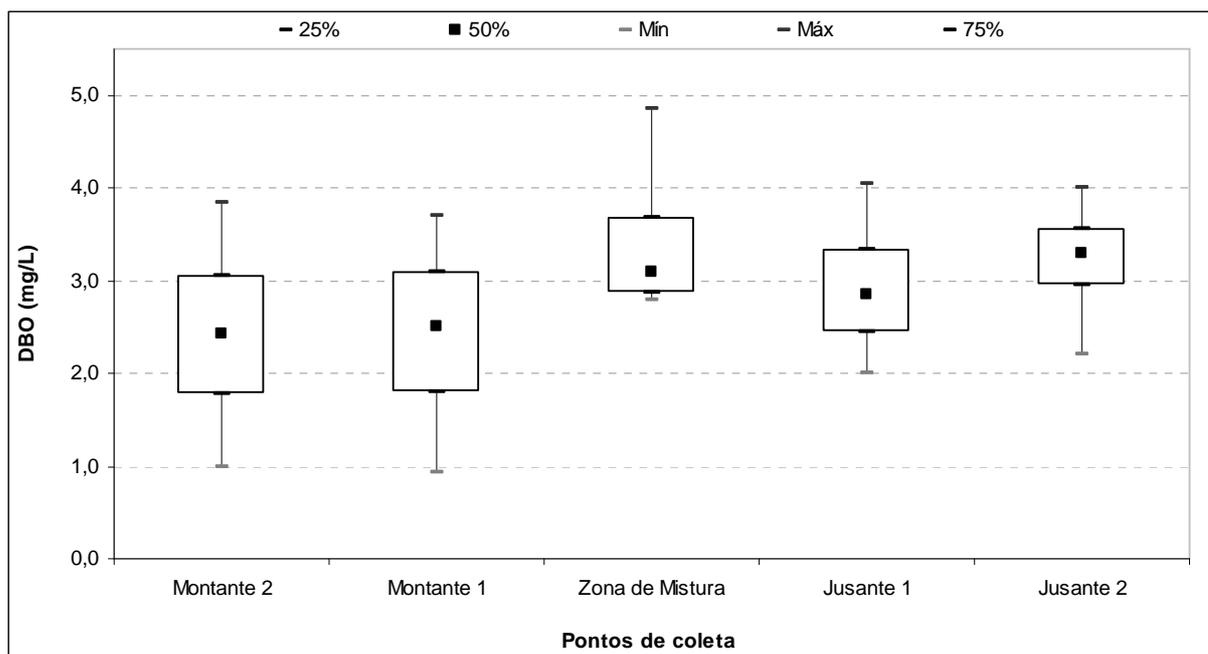


Gráfico 50 - Box-plot dos valores de DBO, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 49 e no Gráfico 50, com referência a DBO, observa-se que os pontos a montante tiveram coeficiente de variação superior aos demais, onde a variabilidade mínima e máxima do ponto montante 2 foi de 1,00 mg/L e 3,85 mg/L, respectivamente, com coeficiente de variação de 49,61%. A menor variação foi observada no ponto jusante 2 com coeficiente de 23,39%, variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 2,20 mg/L e 4,00 mg/L, valor médio de 3,20 mg/L e quartis de 25 % e 75%, de 2,95 mg/L e 3,55 mg/L, respectivamente.

O Gráfico 50 retrata a influência do despejo da indústria pesqueira no rio Açaí, onde o valor médio de DBO do efluente, apresentado na Tabela 22, que foi de 775 mg/L, aumentando ligeiramente o valor da matéria orgânica no corpo receptor e conseqüentemente apresentando um acréscimo dos valores da zona de mistura, com variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 2,80 mg/L e 4,85 mg/L, e coeficiente de variação de 27,43%. Os pontos jusante 1 e 2, apesar de inferiores ao da zona de mistura, tiveram valores superiores aos pontos de montante. Quando a DBO é lançada no ambiente hídrico sem tratamento, sua estabilização biológica pode levar a queda da reserva de oxigênio natural.

As séries temporais dos pontos de coleta do rio Açaí, apresentadas no Gráfico 51, durante as campanhas realizadas, tendem a seguir uma trajetória similar,

onde se observa períodos de pico e depressão coincidentes. Na quarta e sexta campanha nota-se um decréscimo dos valores das séries, e na quinta um aumento dos resultados de todos os pontos. A sexta campanha foi a que obteve maior variação dos resultados de DBO do rio Açaí, e a primeira a menor.

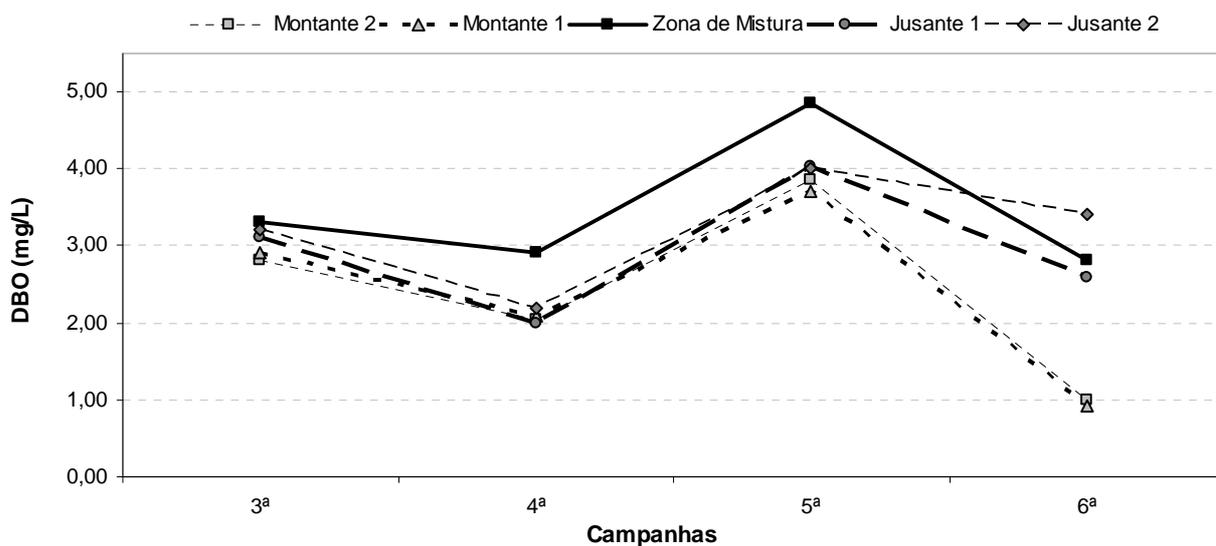


Gráfico 51 - Séries temporais dos valores de DBO, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

g) Oxigênio Dissolvido (OD)

A Tabela 50 mostra a estatística básica dos resultados de OD do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 50 - Estatística básica para os resultados de OD, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Oxigênio Dissolvido (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
Montante 2	1ª	4,3	4,0	5,4	4,5	4,4	0,50	11,26	
	2ª	4,1							
	3ª	4,4							
	4ª	4,0							
	5ª	4,5							
	6ª	5,4							
Montante 1	1ª	4,5	4,0	5,5	4,5	4,4	0,54	11,93	
	2ª	4,2							
	3ª	4,2							
	4ª	4,0							
	5ª	4,6							
	6ª	5,5							
Zona de Mistura	1ª	4,1	3,3	5,0	4,1	4,1	0,55	13,45	
	2ª	3,9							
	3ª	4,0							
	4ª	3,3							
	5ª	4,2							
	6ª	5,0							
Jusante 1	1ª	4,2	3,9	5,1	4,5	4,5	0,44	9,71	
	2ª	4,6							
	3ª	4,3							
	4ª	3,9							
	5ª	4,8							
	6ª	5,1							
Jusante 2	1ª	4,5	3,8	5,0	4,5	4,5	0,40	9,03	
	2ª	4,3							
	3ª	4,5							
	4ª	3,8							
	5ª	4,7							
	6ª	5,0							
Resumo			Mínimo						3,3
			Máximo						5,5
			Médio						4,4
			Mediana						4,3
			Desvio Padrão						0,48
			Coefficiente de Variação (%)						10,94

A variação dos valores do OD do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 52.

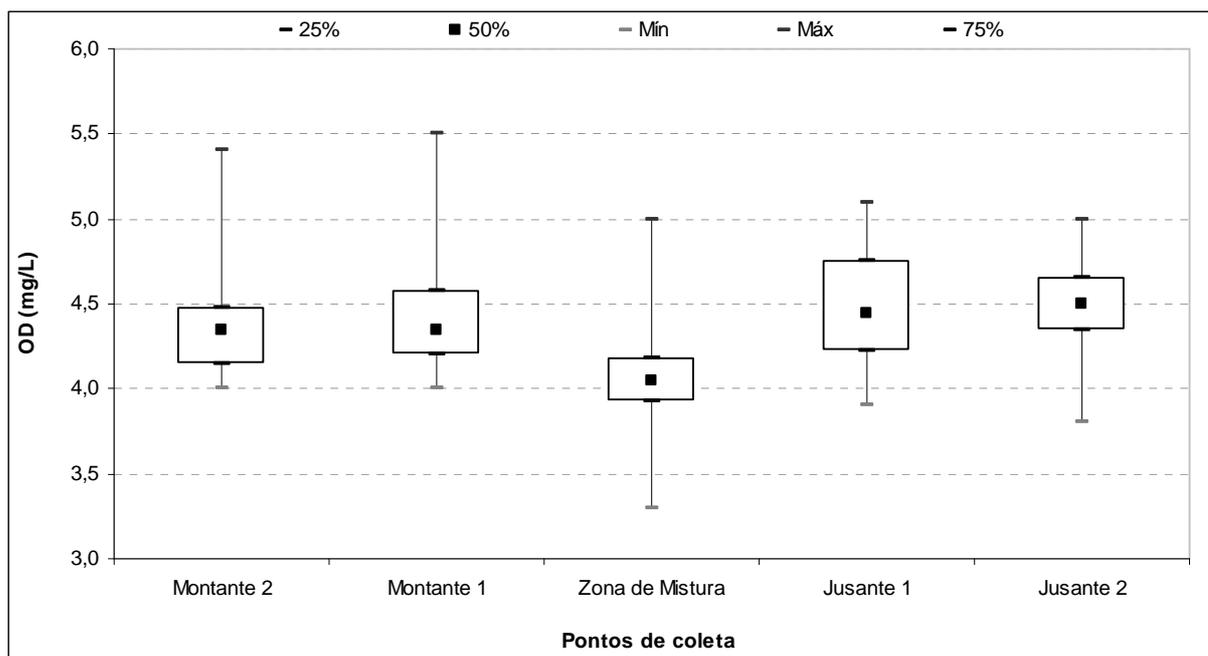


Gráfico 52 - Box-plot dos valores de OD, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Analisando-se a Tabela 50 e o Gráfico 52, tem-se uma noção aproximada da distribuição dos valores de OD nos pontos de coleta de águas superficiais. Pode-se observar que a zona de mistura foi o ponto que apresentou maior variação dos valores de OD, com largura da faixa de 1,7 mg/L, valores de mínimo e máximo, respectivos, de 3,3 mg/L e 5,0 mg/L, desvio padrão de 0,55 mg/L e coeficiente de variação de 13,45%. Os pontos a jusante apresentaram menor de variação, com coeficientes de 9,71% e 9,03%, respectivamente. Pode-se observar ainda, que os valores das estatísticas de OD a montante, referente aos resultados de mínimo, máximo, e mediana foram superiores aos das estatísticas de OD a jusante, indicando uma deterioração da água do rio Açaí após o lançamento da indústria pesqueira, em virtude do despejo de grande quantidade de matéria orgânica, fazendo com que haja uma redução dos valores neste ponto, seguida de uma discreta melhoria nas condições de aerobiose do rio Açaí nos pontos a jusante.

O Gráfico 53 apresenta a série temporal dos valores de OD durante as seis campanhas realizadas, onde se verificam trajetórias semelhantes entre as séries apresentadas, mostrando uma tendência de ascensão a partir da quarta campanha, com valores mais altos no ponto jusante 2. Os pontos apresentaram variação semelhante em todas as campanhas.

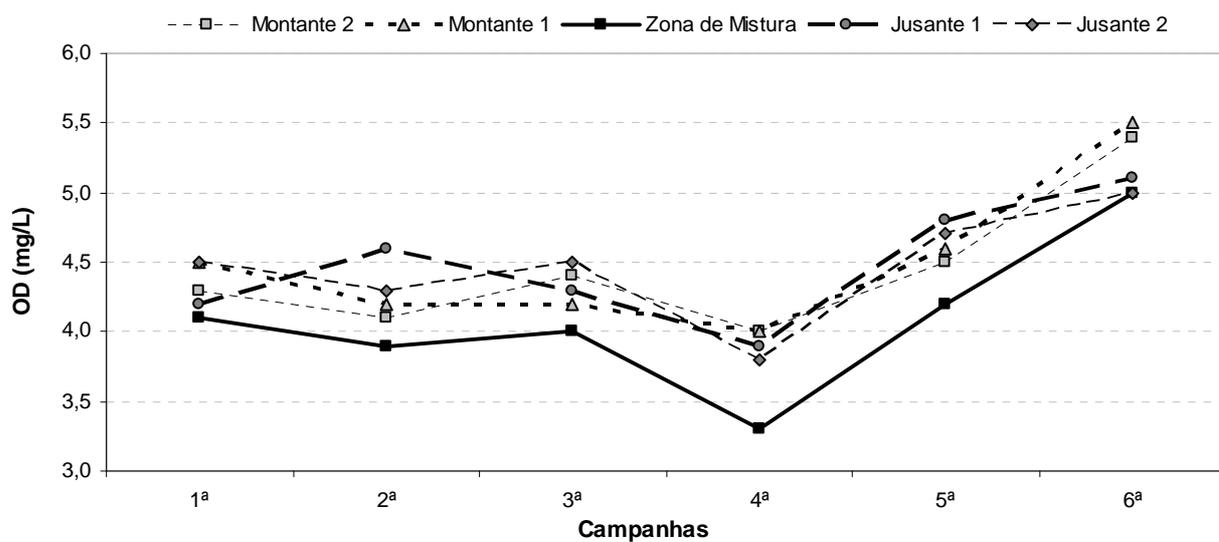


Gráfico 53 - Séries temporais dos valores de OD, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

h) Cor Verdadeira

A Tabela 51 mostra a estatística básica dos resultados de cor verdadeira do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 51 - Estatística básica para os resultados de cor verdadeira, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Cor Verdadeira (uC)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
Montante 2	1ª	38	8	38	18	15	10,71	59,52	
	2ª	21							
	3ª	13							
	4ª	8							
	5ª	16							
	6ª	12							
Montante 1	1ª	36	8	36	19	18	10,09	54,07	
	2ª	22							
	3ª	16							
	4ª	10							
	5ª	20							
	6ª	8							
Zona de Mistura	1ª	42	18	42	27	27	9,12	33,78	
	2ª	31							
	3ª	18							
	4ª	24							
	5ª	29							
	6ª	18							
Jusante 1	1ª	39	11	39	19	13	11,41	59,53	
	2ª	27							
	3ª	14							
	4ª	12							
	5ª	12							
	6ª	11							
Jusante 2	1ª	41	10	41	18	15	11,31	61,68	
	2ª	15							
	3ª	16							
	4ª	15							
	5ª	13							
	6ª	10							
Resumo			Mínimo						8
			Máximo						42
			Médio						20
			Mediana						16
			Desvio Padrão						10,40
			Coefficiente de Variação (%)						51,41

A variação dos valores de cor verdadeira do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 54.

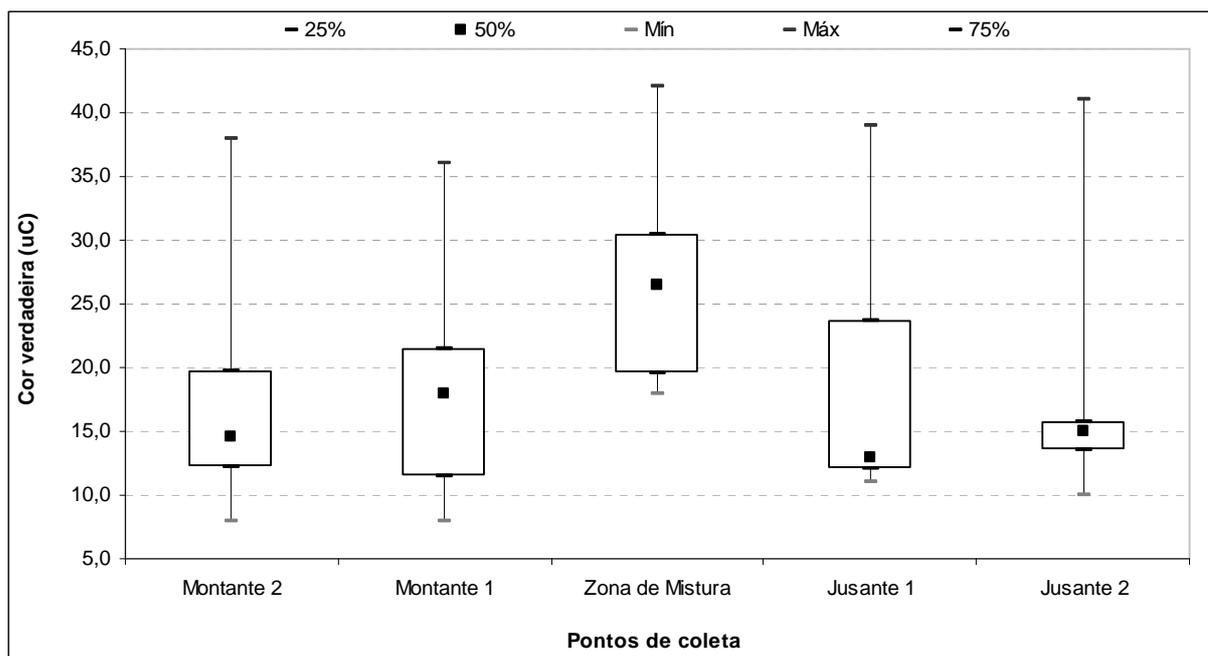


Gráfico 54 - Box-plot dos valores de cor verdadeira, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da Tabela 51 e do Gráfico 54, pode-se observar que o comportamento dos resultados das estatísticas de cor verdadeira a montante foram semelhantes aos de jusante. A maior variação foi identificada no ponto jusante 2, com coeficiente de 61,68%, e largura da faixa de variação de 31 mg/L, e a menor no lançamento da indústria pesqueira (zona de mistura), com variabilidade mínima e máxima, respectiva, de 18 mg/L e 42 mg/L, valor médio de 27 mg/L, desvio padrão de 9,12 mg/L e coeficiente de variação de 33,78%. Os pontos de amostragem do rio Açaí de montante e jusante apresentaram grande variabilidade dos valores encontrados, devido à alta dispersão dos resultados de cor verdadeira do rio Açaí. A menor variação dos quartis de 25% e 75% foi a do ponto jusante 2, com valores respectivos de 14 mg/L e 16 mg/L.

O Gráfico 55 apresenta a série temporal da variável de cor verdadeira do rio Açaí, onde se observa que a primeira, terceira e sexta campanhas foram as que obtiveram menor variação, sendo a primeira a que apresentou maiores valores de cor verdadeira, em relação às demais. A zona de mistura foi o ponto que apresentou valor superior em todas as campanhas, com uma tendência de decréscimo do primeiro ao terceiro ponto, seguida de uma elevação até a quinta campanha.

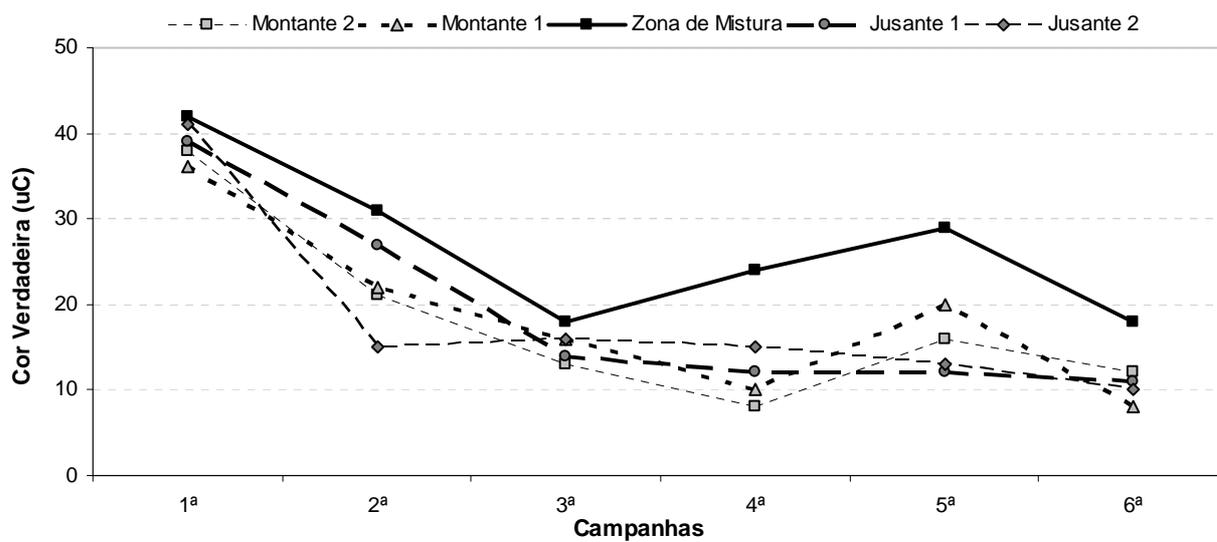


Gráfico 55 - Séries temporais dos valores de cor aparente, nos cinco pontos de amostragem do rio Açáí.

i) Cor Aparente

A Tabela 52 mostra a estatística básica dos resultados de cor aparente do rio Açáí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 52 - Estatística básica para os resultados de cor aparente, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Cor Aparente (uC)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
Montante 2	1ª	259	159	259	198	196	35,67	18,00	
	2ª	205							
	3ª	186							
	4ª	159							
	5ª	170							
	6ª	210							
Montante 1	1ª	281	176	281	204	194	38,45	18,82	
	2ª	193							
	3ª	195							
	4ª	176							
	5ª	183							
	6ª	198							
Zona de Mistura	1ª	312	192	312	245	234	48,60	19,84	
	2ª	212							
	3ª	209							
	4ª	290							
	5ª	192							
	6ª	255							
Jusante 1	1ª	167	141	216	172	168	29,71	17,31	
	2ª	142							
	3ª	168							
	4ª	196							
	5ª	141							
	6ª	216							
Jusante 2	1ª	288	137	288	208	202	57,32	27,62	
	2ª	137							
	3ª	202							
	4ª	258							
	5ª	159							
	6ª	201							
Resumo			Mínimo					137	
			Máximo					312	
			Médio					205	
			Mediana					197	
			Desvio Padrão					46,60	
			Coeficiente de Variação (%)					22,70	

A variação dos valores de cor aparente do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 56.

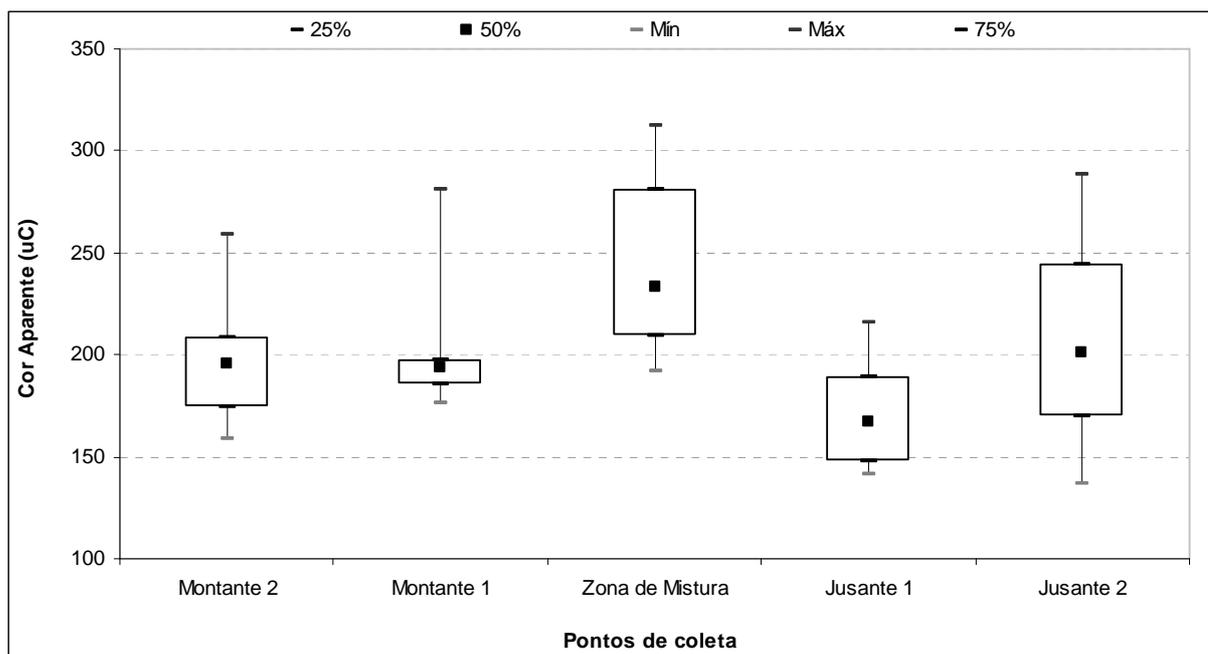


Gráfico 56 - Box-plot dos valores de cor aparente, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da Tabela 52 e do Gráfico 56 pode-se observar que os resultados das estatísticas de cor aparente apresentaram tendência de acréscimo, do ponto montante 2 a zona de mistura, seguida de um acentuado decréscimo no ponto jusante 1, e novamente uma pequena elevação em jusante 2. O ponto jusante 2 foi o que obteve a maior variação, com variabilidade mínima de 137 uC, máxima de 288 uC e coeficiente de variação de 27,62%. No ponto jusante 1 observou-se a menor variação, com variabilidade mínima e máxima de 141 uC e 216 uC, média de 172 uC, coeficiente de 17,31%, e largura da faixa de variação de 75 uC.

O Gráfico 57 apresenta a série temporal de cor aparente dos cinco pontos de coleta do rio Açaí, nas seis campanhas realizadas, onde se observa tendência diferenciada em todos os pontos. A zona de mistura apresentou elevação de valor na quarta e sexta campanhas. A terceira, quinta e sexta campanhas foram as que apresentaram menor variação dos resultados, enquanto que, a primeira e quarta campanhas obtiveram a maior variação dos valores encontrados.

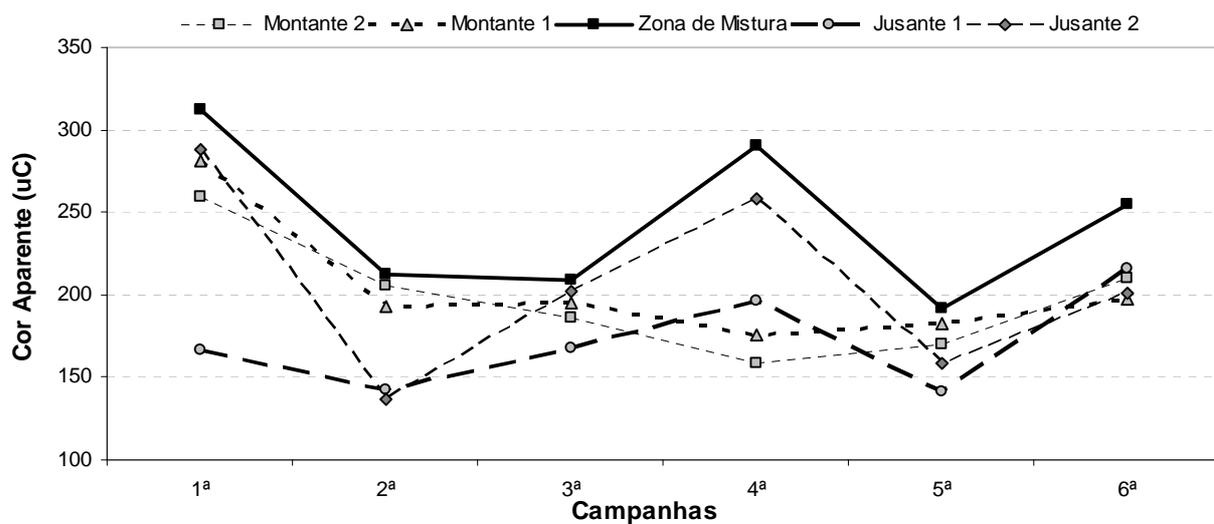


Gráfico 57 - Séries temporais dos valores de cor aparente, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

j) Sólidos Suspensos Totais (SST)

A Tabela 53 mostra a estatística básica dos resultados de sólidos suspensos totais do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 53 - Estatística básica para os resultados de sólidos suspensos totais, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Sólidos Suspensos Totais (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
Montante 2	1ª	22	20	35	25	22	6,44	25,42	
	2ª	21							
	3ª	22							
	4ª	20							
	5ª	35							
	6ª	32							
Montante 1	1ª	28	17	42	25	24	9,54	37,67	
	2ª	19							
	3ª	18							
	4ª	17							
	5ª	28							
	6ª	42							
Zona de Mistura	1ª	29	25	45	38	41	8,60	22,92	
	2ª	25							
	3ª	38							
	4ª	45							
	5ª	44							
	6ª	44							
Jusante 1	1ª	25	15	40	29	31	8,57	29,22	
	2ª	15							
	3ª	34							
	4ª	40							
	5ª	30							
	6ª	32							
Jusante 2	1ª	18	18	41	31	33	9,53	30,74	
	2ª	22							
	3ª	37							
	4ª	39							
	5ª	29							
	6ª	41							
Resumo			Mínimo						15
			Máximo						45
			Médio						30
			Mediana						29
			Desvio Padrão						9,21
			Coefficiente de Variação (%)						31,00

A variação dos valores de sólidos suspensos totais do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 58.

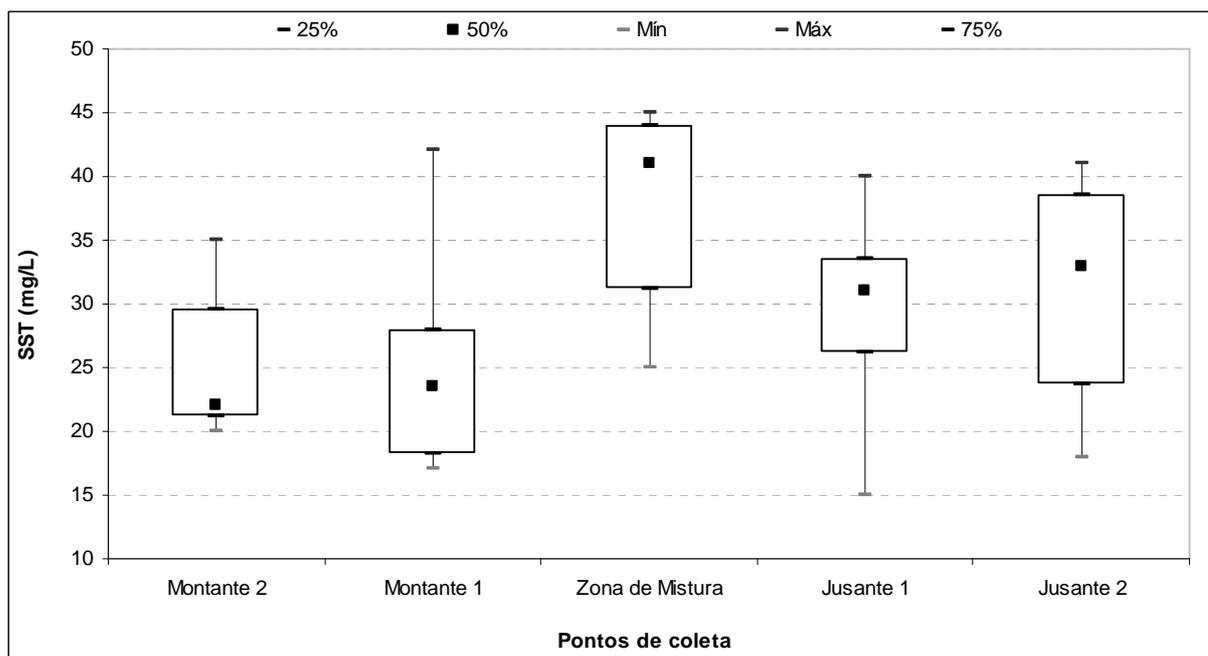


Gráfico 58 - Box-plot dos valores de sólidos suspensos totais, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Por meio da Tabela 53 e do Gráfico 58 pode-se observar que o ponto montante 1 foi o que obteve a maior variação, com variabilidade mínima de 17 mg/L, máxima de 42 mg/L, e coeficiente de variação de 37,67%, e o ponto da zona de mistura apresentou a menor variação, com variabilidade mínima e máxima de 25 mg/L e 45 mg/L, respectivamente, média de 38 mg/L e coeficiente de variação de 22,92%. A variação dos valores de sólidos suspensos totais tende a uma semelhança com o cenário exibido dos resultados de turbidez, visto que, esta é proveniente de partículas em suspensão. Os sólidos suspensos podem levar ao desenvolvimento de depósitos de lodo e condições anaeróbias quando o efluente líquido não tratado é lançado no ambiente aquático.

O Gráfico 59 apresenta a série temporal de SST dos cinco pontos de coleta do rio Açaí, nas seis campanhas realizadas, onde se observa tendência diferenciada dos pontos. A zona de mistura apresentou uma elevação da segunda a quarta campanha, seguida de um discreto decréscimo até a sexta, no entanto, foi a que obteve maiores valores durante as campanhas. Os pontos a montante tiveram comportamento semelhante da segunda a quinta campanhas, assim como os de jusante.

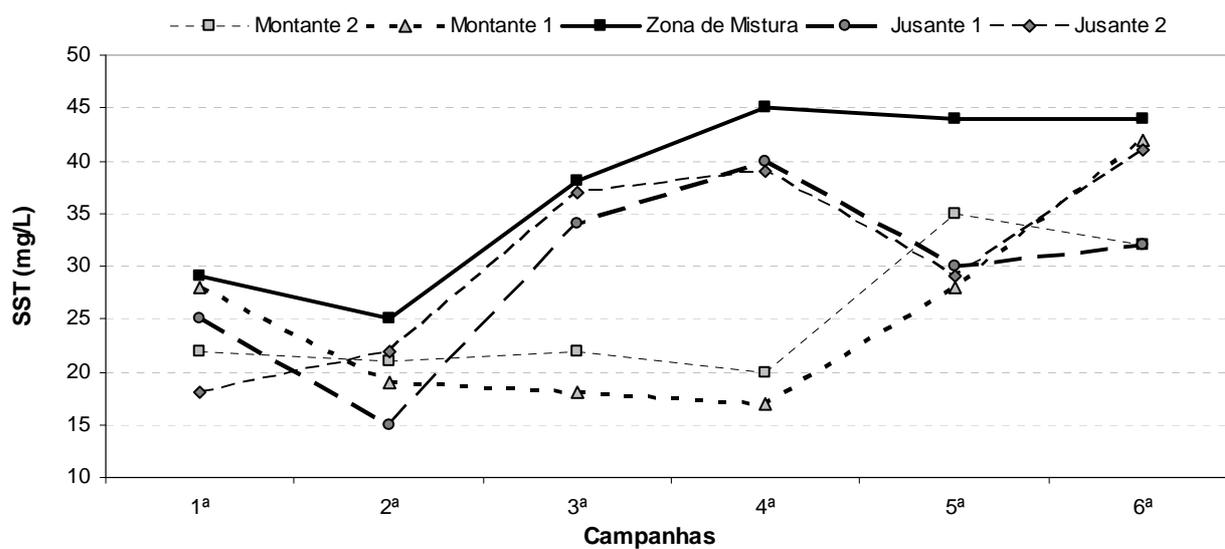


Gráfico 59 - Séries temporais dos valores de sólidos suspensos totais, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

k) Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

A Tabela 54 mostra a estatística básica dos resultados de sólidos totais dissolvidos do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 54 - Estatística básica para os resultados de sólidos totais dissolvidos, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)								
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
Montante 2	1ª	2.980	1.853	3.280	2.616	2.590	634,41	24,26
	2ª	2.200						
	3ª	3.270						
	4ª	3.280						
	5ª	2.110						
	6ª	1.853						
Montante 1	1ª	3.150	1.847	3.360	2.605	2.530	569,37	21,86
	2ª	2.450						
	3ª	3.360						
	4ª	2.610						
	5ª	2.211						
	6ª	1.847						
Zona de Mistura	1ª	3.760	1.951	3.760	2.990	3.050	640,96	21,44
	2ª	2.890						
	3ª	3.460						
	4ª	2.670						
	5ª	3.210						
	6ª	1.951						
Jusante 1	1ª	3.610	1.861	3.610	2.519	2.331	625,32	24,83
	2ª	2.830						
	3ª	2.450						
	4ª	2.150						
	5ª	2.212						
	6ª	1.861						
Jusante 2	1ª	3.540	1.550	3.540	2.277	2.002	726,59	31,91
	2ª	2.710						
	3ª	1.550						
	4ª	1.990						
	5ª	2.013						
	6ª	1.857						
Resumo			Mínimo					1.550
			Máximo					3.760
			Médio					2.601
			Mediana					2.530
			Desvio Padrão					639,61
			Coefficiente de Variação (%)					24,59

A variação dos valores de sólidos totais dissolvidos do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 60.

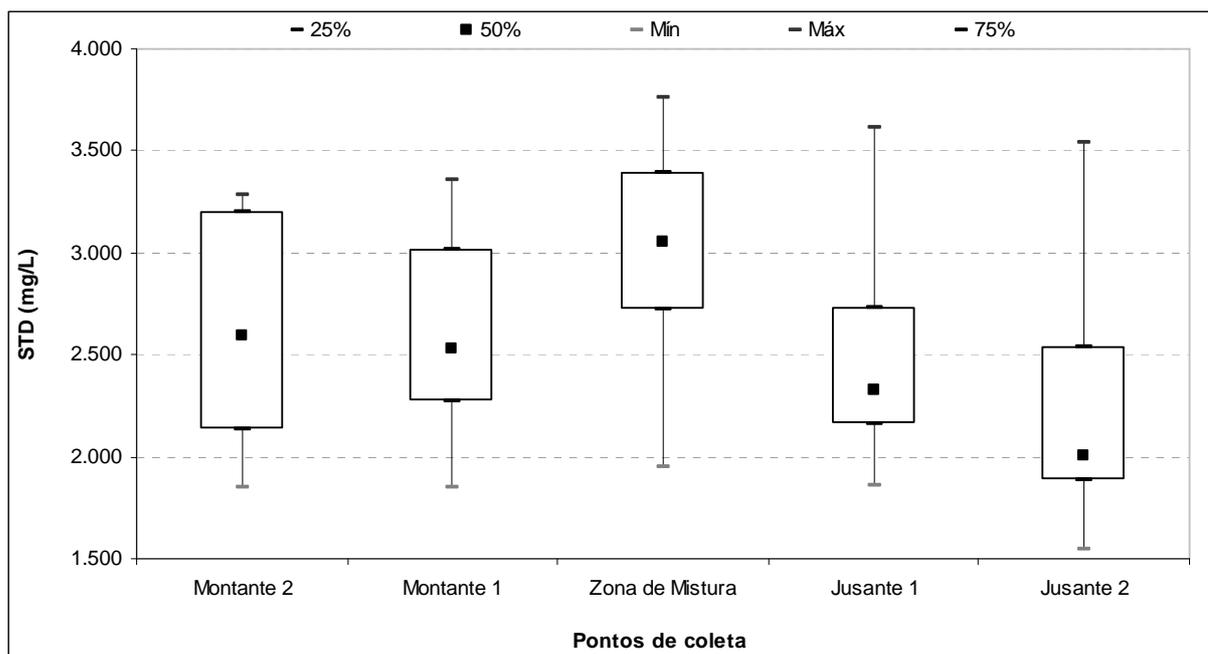


Gráfico 60 - Box-plot dos valores de sólidos totais dissolvidos, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 54 e no Gráfico 60, com referência aos sólidos totais dissolvidos, observa-se que os pontos, de modo geral, apresentaram elevada variabilidade dos resultados, sendo o ponto jusante 2 que obteve a maior variação, com largura da faixa de 1.990 mg/L, valores de mínimo e máximo, respectivos, de 1.550 mg/L e 3.540 mg/L e coeficiente de variação de 31,91%. A zona de mistura apresentou a menor variação, com variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 1.951 mg/L e 3.760 mg/L, média de 2.990 mg/L, e coeficiente de 21,44%. O ponto montante 1 foi o que apresentou a maior faixa entre os quartis 25% e 75%, apresentando valores respectivos de 2.133 mg/L e 3.198 mg/L.

Nas séries temporais dos pontos de coleta do rio Açaí, apresentadas no Gráfico 61, observa-se uma maior variação na terceira campanha, e menor na sexta. Os pontos tiveram comportamentos parecidos, da primeira a segunda campanha. Na terceira campanha houve uma elevação dos resultados, dos pontos de montante e da zona de mistura, ao contrário dos valores dos pontos de jusante que tiveram um decréscimo nesta campanha.

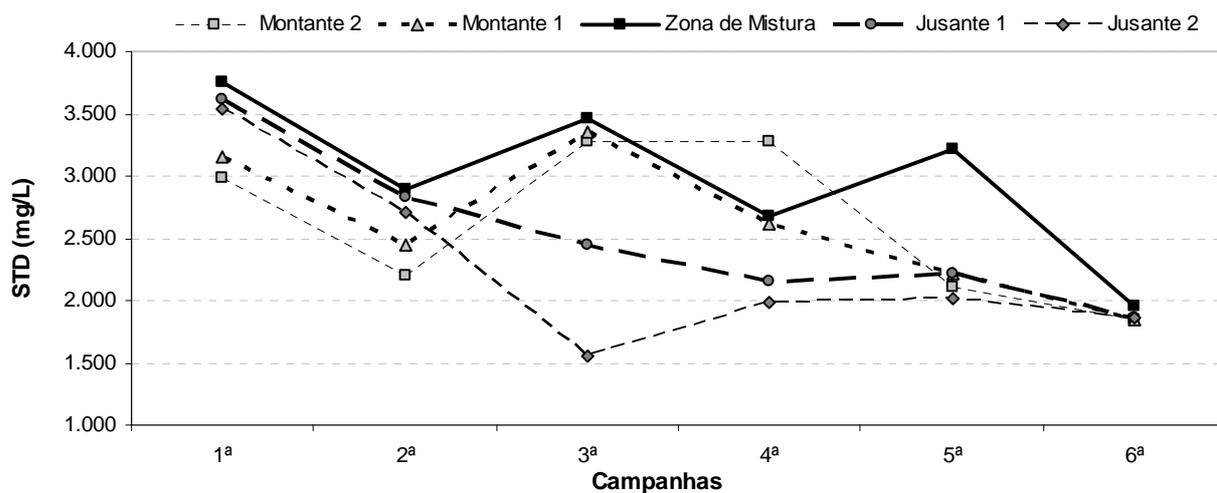


Gráfico 61 - Séries temporais dos valores de sólidos totais dissolvidos, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

I) Nitrogênio Amoniacal

A Tabela 55 mostra a estatística básica dos resultados de nitrogênio amoniacal do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 55 - Estatística básica para os resultados de nitrogênio amoniacal, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Nitrogênio Amoniacal (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
Montante 2	1ª	0,73	0,55	1,12	0,80	0,71	0,23	29,38	
	2ª	1,12							
	3ª	0,69							
	4ª	1,06							
	5ª	0,55							
	6ª	0,64							
Montante 1	1ª	0,78	0,58	1,08	0,82	0,76	0,20	24,60	
	2ª	1,08							
	3ª	0,74							
	4ª	1,06							
	5ª	0,58							
	6ª	0,70							
Zona de Mistura	1ª	0,95	0,89	1,29	1,10	1,11	0,19	17,21	
	2ª	1,26							
	3ª	0,89							
	4ª	1,27							
	5ª	1,29							
	6ª	0,95							
Jusante 1	1ª	0,68	0,46	1,20	0,84	0,79	0,27	32,78	
	2ª	1,11							
	3ª	0,78							
	4ª	1,20							
	5ª	0,80							
	6ª	0,46							
Jusante 2	1ª	0,54	0,54	1,19	0,90	0,94	0,27	30,32	
	2ª	1,15							
	3ª	0,81							
	4ª	1,06							
	5ª	1,19							
	6ª	0,65							
Resumo			Mínimo					0,46	
			Máximo					1,29	
			Médio					0,89	
			Mediana					0,85	
			Desvio Padrão					0,25	
			Coeficiente de Variação (%)					27,70	

A variação dos valores de nitrogênio amoniacal do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 62.

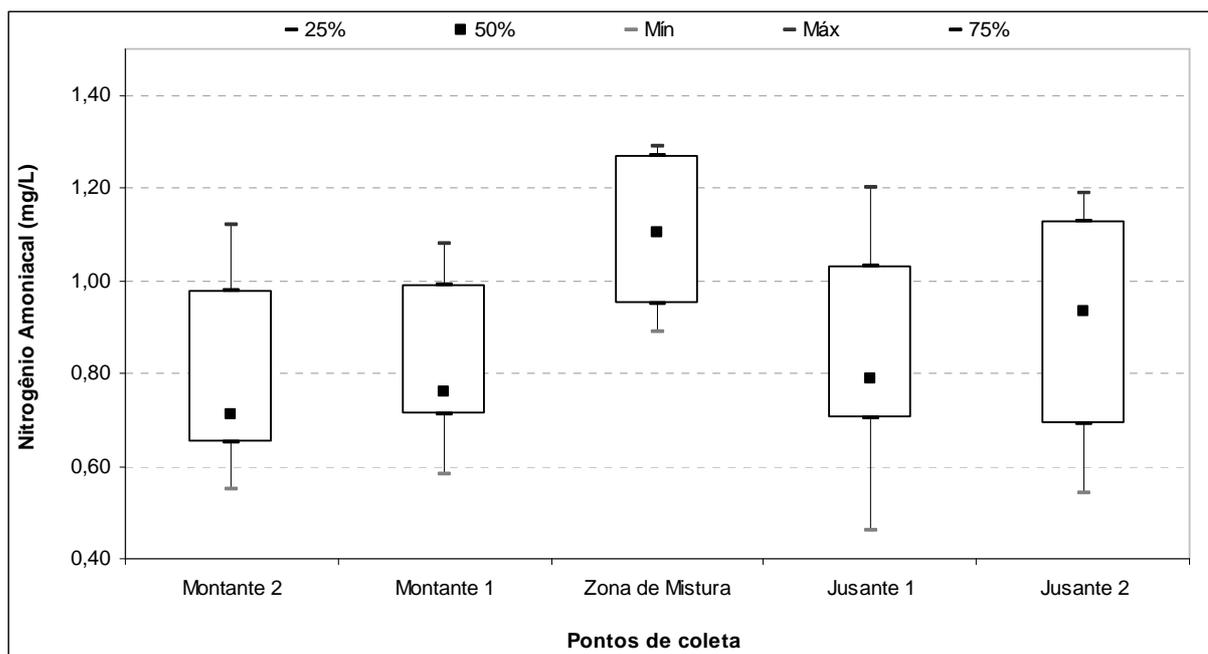


Gráfico 62 - Box-plot dos valores de nitrogênio amoniacal, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 55 e no Gráfico 62, com referência ao nitrogênio amoniacal, observa-se que os pontos a jusante tiveram coeficiente de variação superior aos demais, onde a variabilidade mínima e máxima do ponto jusante 1 foi de 0,46 mg/L e 1,20 mg/L, respectivamente, e os coeficientes de variação dos pontos jusante 1 e 2 foram de 32,78% e 30,32%. A menor variação foi observada na zona de mistura com coeficiente de 17,21%, variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 0,89 mg/L e 1,29 mg/L, valor médio de 1,10 mg/L e quartis de 25% e 75%, de 0,95 mg/L e 1,27 mg/L, respectivamente.

O Gráfico 62 retrata a ligeira influência do despejo da indústria pesqueira no rio Açaí, onde o valor médio de nitrogênio amoniacal do efluente, apresentado na Tabela 31, foi de 241 mg/L, apresentando pequeno acréscimo dos valores da zona de mistura. O ponto jusante 1, apesar de apresentar variação superior aos demais, mostrou uma estabilização após o lançamento da indústria, obtendo valores próximos aos de montante.

As séries temporais dos pontos de coleta do rio Açaí, apresentadas no Gráfico 63, tenderam a seguir uma trajetória similar até a quarta campanha, onde se

observa períodos de pico e depressão coincidentes. A quinta campanha foi a que apresentou maior variação dos valores de nitrogênio amoniacal.

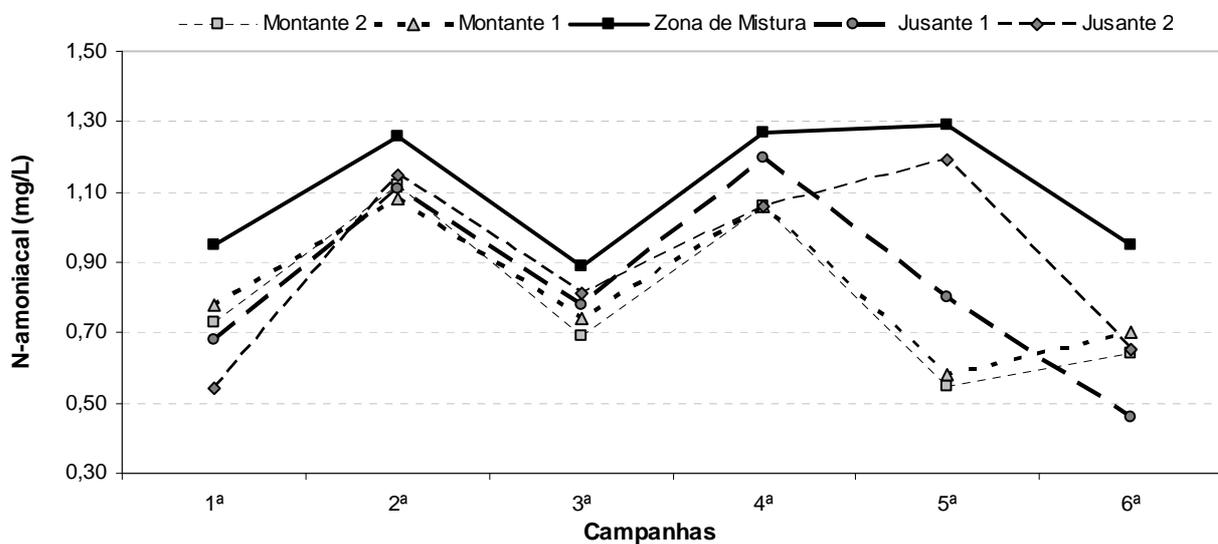


Gráfico 63 - Séries temporais dos valores de nitrogênio amoniacal, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

m) Nitrato

A Tabela 56 mostra a estatística básica dos resultados de nitrato do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 56 - Estatística básica para os resultados de nitrato, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Nitrato (mg/L)								
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)
Montante 2	1ª	2,40	1,10	2,70	2,00	2,25	0,65	32,56
	2ª	2,10						
	3ª	2,40						
	4ª	1,10						
	5ª	2,70						
	6ª	1,30						
Montante 1	1ª	2,30	1,20	2,70	1,93	1,85	0,52	27,11
	2ª	1,70						
	3ª	2,70						
	4ª	1,70						
	5ª	2,00						
	6ª	1,20						
Zona de Mistura	1ª	2,50	1,75	3,20	2,39	2,35	0,55	23,07
	2ª	2,20						
	3ª	3,20						
	4ª	1,75						
	5ª	2,80						
	6ª	1,90						
Jusante 1	1ª	1,70	1,50	2,70	1,98	1,75	0,49	24,79
	2ª	1,70						
	3ª	2,70						
	4ª	1,50						
	5ª	2,50						
	6ª	1,80						
Jusante 2	1ª	1,80	1,30	2,10	1,70	1,70	0,26	15,34
	2ª	2,10						
	3ª	1,70						
	4ª	1,30						
	5ª	1,60						
	6ª	1,70						
Resumo			Mínimo					1,10
			Máximo					3,20
			Médio					2,00
			Mediana					1,85
			Desvio Padrão					0,53
			Coefficiente de Variação (%)					26,33

A variação dos valores de nitrato do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 64.

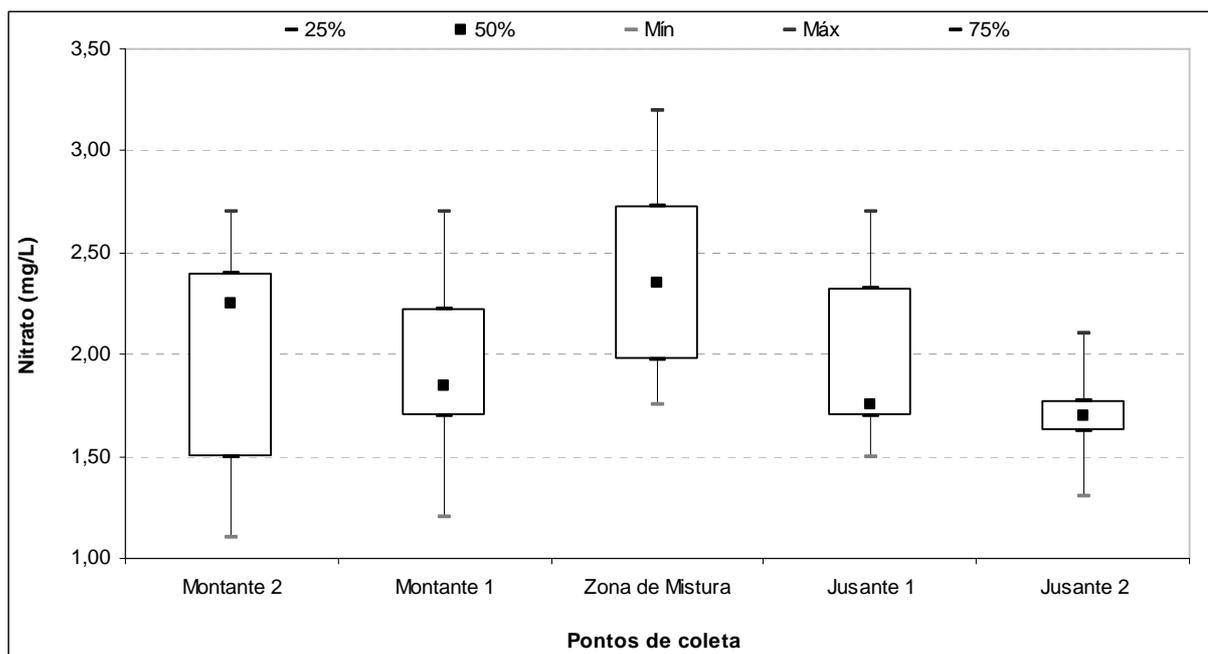


Gráfico 64 - Box-plot dos valores de nitrato, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da análise da Tabela 56 e do Gráfico 64, pode-se observar que os pontos a montante obtiveram maior variação de nitrato que os demais. O ponto montante 2 apresentou variabilidade mínima de 1,10 mg/L, e máxima de 2,70 mg/L, com valor médio de 2,00 mg/L e coeficiente de variação de 32,56%, já o ponto montante 1 obteve valor médio de 1,93 mg/L e coeficiente de variação de 27,11%. Pode-se observar ainda que, o ponto com menor variação foi o jusante 2, com valores mínimo, médio e máximo de 1,30 mg/L, 1,70 mg/L e 2,10 mg/L, respectivamente, e coeficiente de variação de 15,34%. A zona de mistura foi a que obteve maiores valores de nitrato, em virtude do despejo do efluente da indústria pesqueira, que teve valor médio de nitrato de 34 mg/L, mostrado na Tabela 32. A menor faixa dos quartis 25% e 75% foi observada no ponto jusante 2, com valores de 1,63 mg/L e 1,78 mg/L.

O Gráfico 65 apresenta a série temporal dos valores de nitrato durante as seis campanhas realizadas, onde se pode observar que as séries apresentaram trajetórias parecidas, com exceção do ponto jusante 2 que mostrou decréscimo até a quarta campanha, seguido de um discreto acréscimo. A zona de mistura foi à série que apresentou os valores mais elevados em todas as campanhas realizadas, onde obteve valor mais elevado na terceira campanha.

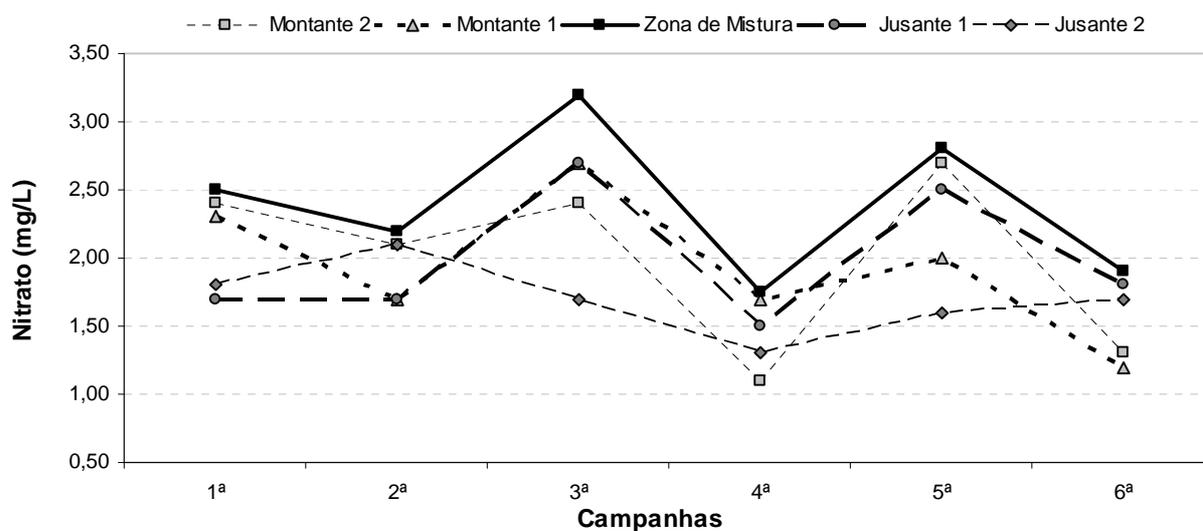


Gráfico 65 - Séries temporais dos valores de nitrato, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

n) Nitrito

A Tabela 57 mostra a estatística básica dos resultados de nitrito do rio Açaí, corpo receptor do efluente da indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 57 - Estatística básica para os resultados de nitrito, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Nitrito (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários						
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente Variação (%)	
Montante 2	1ª	0,015	0,010	0,025	0,016	0,014	0,006	36,23	
	2ª	0,012							
	3ª	0,025							
	4ª	0,010							
	5ª	0,021							
	6ª	0,013							
Montante 1	1ª	0,010	0,009	0,026	0,018	0,020	0,007	38,43	
	2ª	0,009							
	3ª	0,022							
	4ª	0,019							
	5ª	0,026							
	6ª	0,021							
Zona de Mistura	1ª	0,018	0,018	0,034	0,024	0,023	0,006	25,69	
	2ª	0,019							
	3ª	0,029							
	4ª	0,021							
	5ª	0,034							
	6ª	0,025							
Jusante 1	1ª	0,014	0,009	0,018	0,015	0,015	0,003	21,85	
	2ª	0,017							
	3ª	0,014							
	4ª	0,009							
	5ª	0,018							
	6ª	0,016							
Jusante 2	1ª	0,015	0,007	0,018	0,013	0,015	0,004	28,72	
	2ª	0,018							
	3ª	0,007							
	4ª	0,011							
	5ª	0,015							
	6ª	0,014							
Resumo			Mínimo						0,007
			Máximo						0,034
			Médio						0,017
			Mediana						0,017
			Desvio Padrão						0,01
			Coefficiente de Variação (%)						36,82

A variação dos valores de nitrito do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 66.

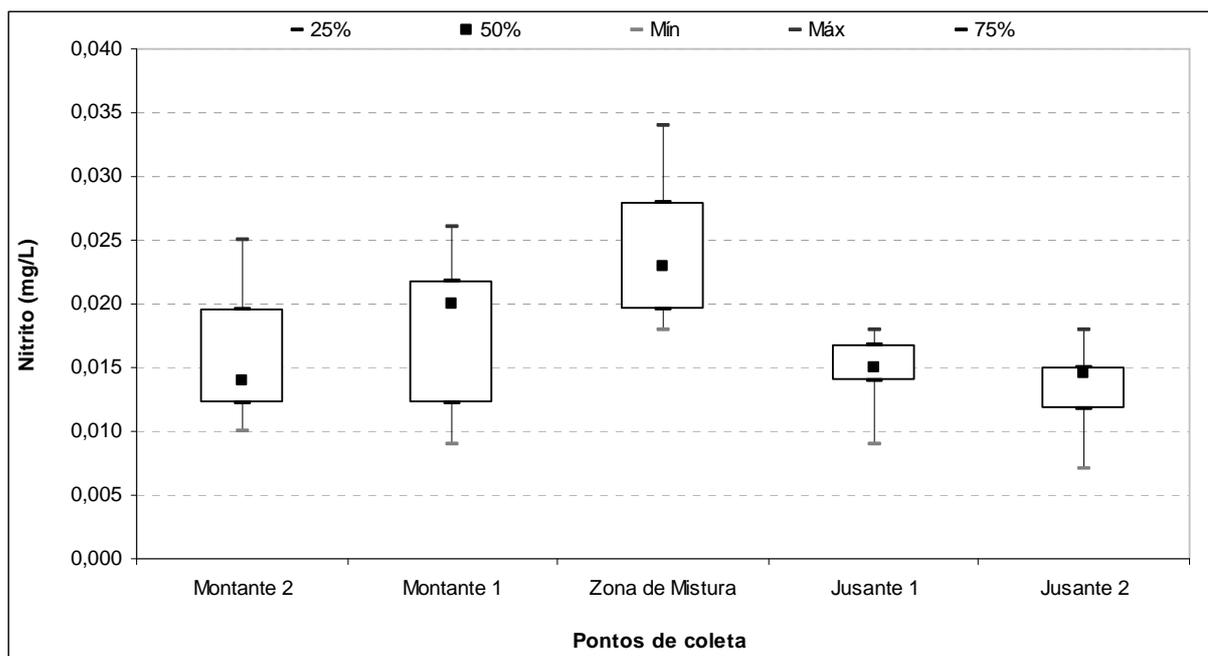


Gráfico 66 - Box-plot dos valores de nitrito, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Através da Tabela 57 e do Gráfico 66 pode-se observar que os valores das estatísticas de nitrito a montante são superiores aos da estatística de jusante. O ponto montante 1 apresentou variabilidade mínima e máxima de 0,009 mg/L e 0,026 mg/L, respectivamente, correspondendo a maior variação dos pontos de amostragem com coeficiente de 38,43%, devido a heterogeneidade dos resultados. A menor variação foi encontrada no ponto jusante 1, apresentando valores de mínimo, média e máximo de 0,009 mg/L, 0,015 mg/L e 0,018 mg/L, respectivamente, e coeficiente de variação de 21,85%. A faixa entre os quartis de 25% e 75% foi mais estreita a jusante, do que a montante do lançamento do efluente, sendo o ponto jusante 1 o que obteve a menor faixa, com quartis de 25% de 0,014 mg/L, e os de 75%, com valor de 0,017 mg/L. A zona de mistura foi o ponto que apresentou valores superiores aos demais, devido ao elevado valor de nitrito observado no efluente do pescado, de 0,240 mg/L, mostrado na Tabela 33.

O Gráfico 67 apresenta a série temporal das seis campanhas realizadas, para os valores de nitrito, onde se observa que as séries de montante 1 e 2, e zona de mistura tendem a seguir uma trajetória similar, com períodos de pico e depressão nas mesmas campanhas. A terceira campanha foi a que apresentou maior variação dos resultados, ao inverso da primeira que obteve a menor variação dos valores

encontrados. A série temporal do ponto jusante 1 apresentou, após a terceira campanha, uma discreta tendência de elevação.

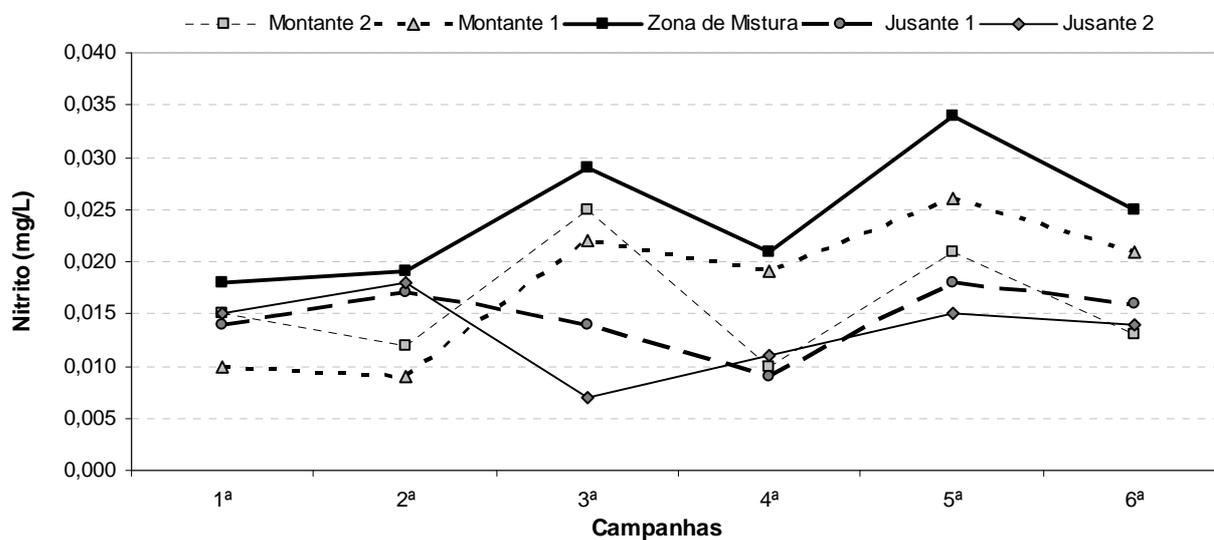


Gráfico 67 - Séries temporais dos valores de nitrito, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

o) Fósforo total

A Tabela 58 mostra a estatística básica dos resultados de fósforo total do rio Açaí, corpo receptor do efluente da Indústria de pesca, por ponto de coleta.

Tabela 58 - Estatística básica para os resultados de fósforo total, do rio Açaí, por ponto de coleta.

Variável: Fósforo total (mg/L)									
Pontos de Coleta	Campanhas	Valor	Valores diários					Desvio Padrão	Coeficiente Variação (%)
			Mínimo	Máximo	Médio	Mediana			
Montante 2	1ª	0,10	0,10	0,29	0,22	0,23	0,07	31,27	
	2ª	0,24							
	3ª	0,29							
	4ª	0,22							
	5ª	0,25							
	6ª	0,19							
Montante 1	1ª	0,07	0,07	0,31	0,23	0,27	0,10	43,12	
	2ª	0,31							
	3ª	0,31							
	4ª	0,24							
	5ª	0,29							
	6ª	0,16							
Zona de Mistura	1ª	0,16	0,16	0,38	0,29	0,30	0,09	29,85	
	2ª	0,36							
	3ª	0,32							
	4ª	0,27							
	5ª	0,38							
	6ª	0,22							
Jusante 1	1ª	0,22	0,18	0,33	0,25	0,24	0,06	23,85	
	2ª	0,33							
	3ª	0,21							
	4ª	0,26							
	5ª	0,32							
	6ª	0,18							
Jusante 2	1ª	0,15	0,15	0,35	0,22	0,20	0,07	33,28	
	2ª	0,35							
	3ª	0,18							
	4ª	0,22							
	5ª	0,24							
	6ª	0,18							
Resumo			Mínimo					0,07	
			Máximo					0,38	
			Médio					0,24	
			Mediana					0,24	
			Desvio Padrão					0,08	
			Coeficiente de Variação (%)					32,12	

A variação dos valores de fósforo total do rio Açaí, nos pontos de coleta das águas superficiais é apresentada no Gráfico 68.

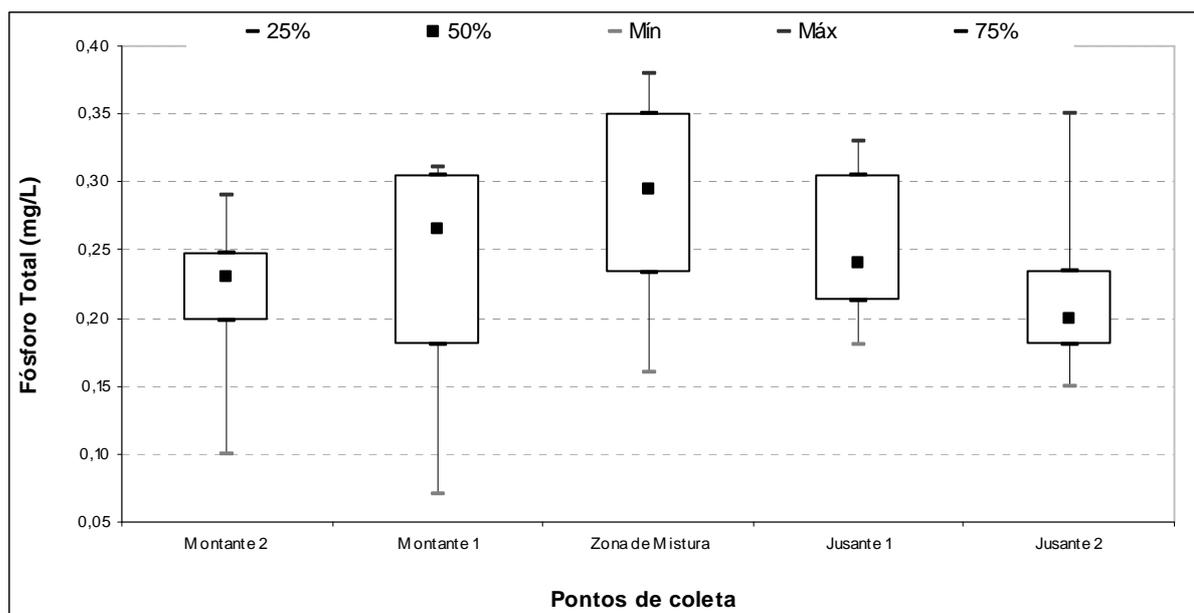


Gráfico 68 - Box-plot dos valores de fósforo total, em função dos cinco pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí, Vigia de Nazaré/PA.

Na Tabela 58 e no Gráfico 68, com referência aos valores de fósforo total, observa-se que o ponto montante 1 foi o que obteve maior variação, com coeficiente de 43,12%, e valores de mínimo e máximo, respectivos, de 0,07 mg/L e 0,31 mg/L e desvio padrão de 0,130 mg/L. A menor variação foi observada no ponto jusante 1 com coeficiente de 23,85%, variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 0,18 mg/L e 0,33 mg/L, valor médio de 0,25 mg/L e quartis de 25% e 75%, de 0,213 mg/L e 0,305 mg/L, respectivamente.

O Gráfico 68 ratifica a influência do despejo da indústria pesqueira no rio Açaí, onde o valor médio de fósforo total do efluente, apresentado na Tabela 34, foi de 25 mg/L, apresentando, dessa forma, um acréscimo dos valores da zona de mistura, com variabilidade mínima e máxima, respectivas, de 0,16 mg/L e 0,38 mg/L, e coeficiente de variação de 29,85%. Os pontos jusante 1 e 2, apesar de inferiores ao da zona de mistura, tiveram valores maiores que os de montante.

Tanto o nitrogênio quanto o fósforo são nutrientes essenciais para o crescimento. No entanto, sendo o efluente rico em proteínas, portanto com alto valor de nitrogênio amoniacal e de fósforo total, quando lançados ao ambiente hídrico, esses nutrientes podem levar ao crescimento de uma vida aquática não desejável.

As séries temporais dos pontos de coleta do rio Açaí, apresentadas no Gráfico 69, mostraram distinção uma das outras, onde se observa que a primeira, terceira e quinta campanhas foram as que apresentaram maior variabilidade dos resultados, ao contrário da quarta e sexta campanhas que se mantiveram menos

variáveis que as demais. Os pontos de montante e o da zona de mistura apresentaram séries com comportamento semelhantes.

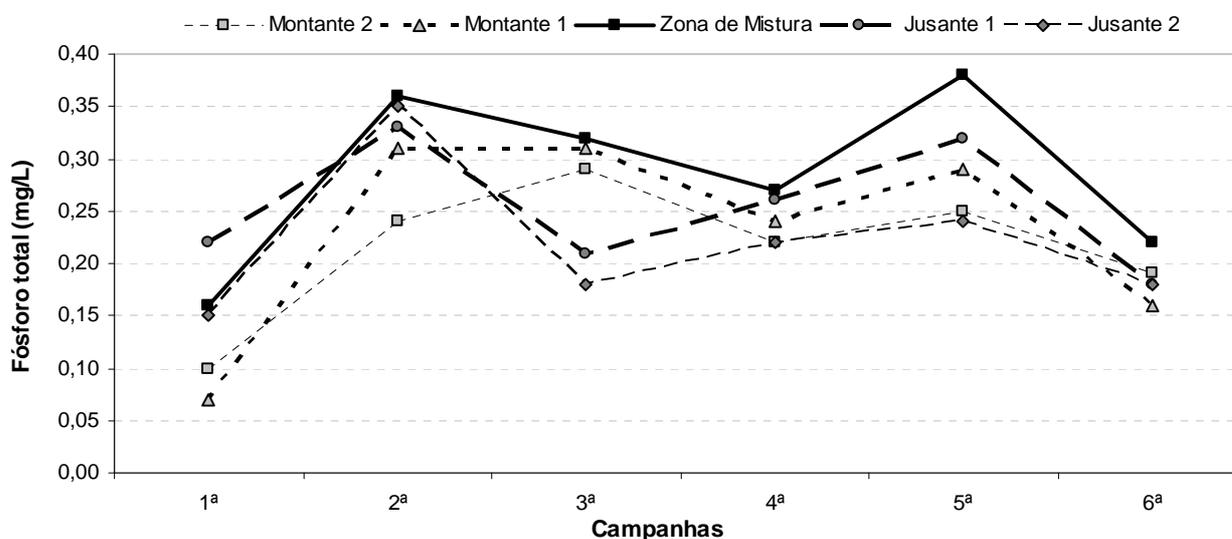


Gráfico 69 - Séries temporais dos valores de fósforo total, nos cinco pontos de amostragem do rio Açaí.

A Tabela 59 apresenta as médias, diária e geral, e o desvio padrão (DP), obtidos para cada variável do rio Açaí, dos seguintes pontos de coleta: montante 2 (M_2), montante 1 (M_1), zona de mistura (ZM), jusante 1 (J_1) e jusante 2 (J_2).

Tabela 59 - Médias diária e geral, e desvio padrão das variáveis analisadas, nos pontos de coleta do rio Açaí.

Variáveis de Estudo	Médias diárias dos pontos de coleta					Média Geral \pm DP
	M2	M1	ZM	J1	J2	
Temperatura ($^{\circ}$ C)	29,3	29,3	28,7	29,6	29,6	29,3 \pm 0,95
pH	6,8 - 8,0	6,8 - 8,1	6,7 - 7,7	6,6 - 7,8	6,8 - 7,7	6,6 - 8,1 \pm 0,45
Condutividade (μ S/cm)	4.680	4.518	4.542	4.376	3.977	4.419 \pm 901,90
Alcalinidade total (mgCaCO ₃ /L)	26	24	41	32	34	31 \pm 7,05
Turbidez (uT)	16	13	24	18	18	18 \pm 5,73
DBO (mg/L)	2,43	2,41	3,46	2,94	3,20	2,89 \pm 0,99
OD (mg/L)	4,5	4,5	4,1	4,5	4,5	4,4 \pm 0,48
Cor Verdadeira (uC)	18	19	27	19	18	20 \pm 10,40
Cor Aparente (uC)	198	204	245	172	208	205 \pm 46,60
SST (mg/L)	25	25	38	29	31	30 \pm 9,21
STD (mg/L)	2.616	2.605	2.990	2.519	2.277	2.601 \pm 639,61
N-amoniaco (mg/L)	0,80	0,81	1,10	0,84	0,90	0,89 \pm 0,25
Nitrato (mg/L)	2,00	1,93	2,39	1,98	1,70	2,00 \pm 0,53
Nitrito (mg/L)	0,016	0,018	0,024	0,015	0,013	0,017 \pm 0,01
Fósforo total (mg/L)	0,22	0,23	0,29	0,25	0,22	0,24 \pm 0,08

4.3.1 Comparação dos resultados com o disposto na Resolução CONAMA 357/05.

Para a classificação do rio Açaí foram realizadas análises de salinidade em todos os pontos estudados, obtendo-se os valores de: 3,9‰ e 4,6‰ nos pontos montante 2 e 1, respectivamente; 5,2‰ na zona de mistura e 5,2‰ e 5,3‰ nos pontos jusante 1 e 2, respectivamente.

De acordo com o Art. 2, inciso II, e o Art. 42 da Resolução CONAMA 357/05, os resultados encontrados neste estudo, para o rio Açaí, corpo receptor do efluente industrial, foram comparados com os padrões Classe I de água salobra, do Art. 21.

Na Tabela 60 são apresentados os resultados das médias das análises do rio Açaí, com exceção do pH que apresenta os valores de mínimo e máximo, por ponto de coleta, e as condições e padrões de qualidade para águas salobras Classe I, de: pH, OD, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 60 - Valores médios do rio Açaí e o padrão de qualidade para água salobra Classe I, de acordo com a resolução CONAMA 357/05.

Variáveis analisadas	Média geral	Resolução CONAMA 357/05
Temperatura (°C)	29,3	Não faz referência
pH	6,6 - 8,1	Entre 6,5 e 8,5
Condutividade (µS/cm)	4.419	Não faz referência
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	31	Não faz referência
Turbidez (uT)	18	Não faz referência
DBO (mg/L)	2,89	Não faz referência
OD (mg/L)	4,4	Não inferior a 5 mg/L
Cor Verdadeira (uC)	20	Não faz referência
Cor Aparente (uC)	205	Não faz referência
SST (mg/L)	30	Não faz referência
STD (mg/L)	2.601	Não faz referência
N-amoniacal (mg/L)	0,89	Até 0,40 mg/L
Nitrato (mg/L)	2,00	Até 0,40 mg/L
Nitrito (mg/L)	0,017	Até 0,07 mg/L
Fósforo total (mg/L)	0,24	Até 0,124 mg/L

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 60, dos pontos de coleta do rio Açaí, os valores de mínimo e máximo de pH, de 6,6 e 8,1, respectivamente, encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, de 6,5 a 8,5. Em nenhuma das campanhas o valor de pH ficou fora do preconizado pela Resolução. O valor de pH do rio Açaí é semelhante ao pH do efluente da indústria pesqueira.

Na Tabela 60 verifica-se que a média de OD foi de 4,4 mg/L, abaixo do recomendado pela Resolução 357/05 do CONAMA. Porém, em todos os pontos analisados obteve-se o valor máximo igual ou superior ao estabelecido (5,0 mg/L). Destaque-se que os menores valores ocorreram nas quatro primeiras campanhas, realizadas de maio a agosto de 2006, provavelmente, devido a um acréscimo na produção da fábrica neste período e conseqüentemente do seu despejo (Tabela 50).

O valor médio de nitrogênio amoniacal mostrado na Tabela 60 foi de 0,89 mg/L, maior que o dobro do padrão estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, para água salobra Classe I, de até 0,40 mg/L). Esta variável apresentou resultados altos em todos os pontos de coleta, com valores médios variando de 0,68 mg/L a 1,12 mg/L (Tabela 55), portanto o fato dos valores encontrados nos cinco pontos de coleta apresentarem médias acima do padrão Classe I de água salobra (CONAMA, 2005), não se deve unicamente ao lançamento industrial, mas certamente também a degradação de matéria orgânica vegetal, muito freqüente nas águas da região.

Conforme pode ser observado na Tabela 60, a média do valor de nitrato do rio Açaí, de 2,00 mg/L, foi cinco vezes superior ao valor estabelecido pela Resolução 357/05, de 0,40 mg/L. Os valores mínimo e máximo de nitrato obtidos em todos os pontos de coleta foram respectivamente de 1,10 mg/L e 3,20 mg/L, logo acima do padrão preconizado pela Resolução em questão (Tabela 56).

O resultado de nitrito do rio Açaí mostrado na Tabela 60 apresenta valor médio de 0,017 mg/L, portanto encontra-se dentro do padrão estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, de 0,07 mg/L. Em nenhum dos pontos de coletas de águas superficiais do rio Açaí o valor de nitrito ficou acima do preconizado pela Resolução, onde o valor máximo obtido foi de 0,034 mg/L, encontrado da zona de mistura da quinta campanha (Tabela 57).

De acordo com a Tabela 60, o valor médio de fósforo total é de 0,24 mg/L, aproximadamente duas vezes maior que o padrão estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, para água salobra Classe I, de até 0,124 mg/L.

Como pode ser observado na Tabela 60, os valores de pH e nitrito encontram-se em conformidade com o padrão de águas salobras Classe I disposto pela Resolução 357/05, enquanto que as variáveis de OD, nitrogênio amoniacal e nitrato e fósforo total apresentaram valores acima do preconizado por esta Resolução mostrando a influência do lançamento do efluente do pescado neste corpo hídrico.

Com relação aos variáveis de temperatura, condutividade, alcalinidade total, turbidez, DBO, cor verdadeira e aparente, sólidos suspensos totais e sólidos totais dissolvidos a Resolução 357/05 do CONAMA não estabelece valores de referência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a caracterização quantitativa e qualitativa do efluente do beneficiamento do pescado e qualitativa do rio Açaí, realizadas durante as três fases do experimento, no período de setembro de 2005 a agosto de 2007, pode-se concluir que:

- A vazão média do efluente gerado nas quatro fases do processamento do pescado, nas linhas de produção, e de higienização foi de 4,94 m³/h, para a indústria em estudo, equivalente a 39,52 m³/d despejados *in natura* no corpo receptor;
- As médias obtidas para as variáveis analisadas das amostras efluente do beneficiamento do pescado, durante as seis campanhas, foram: temperatura (20,5°C), condutividade (860 µS/cm), ácidos voláteis (141 mgHAc/L), alcalinidade total (551 mgCaCO₃/L), turbidez (237 uT), DBO (775 mg/L), DQO total (1.653 mg/L), DQO filtrada (1.011 mg/L), sólidos totais (2.995 mg/L) sólidos suspensos totais (243 mg/L), sólidos totais dissolvidos (307 mg/L), sólidos totais fixos (482 mg/L), sólidos totais voláteis (1.963 mg/L), sólidos sedimentáveis (16 mL/L), nitrogênio amoniacal (241 mg/L), nitrato (34 mg/L), nitrito (0,240 mg/L), e fósforo total (25 mg/L);
- Dentre as variáveis do efluente do pescado, a temperatura e o pH apresentaram valores inferiores às condições para lançamento de efluentes (valor máximo permissível), portanto estando de acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA, enquanto que, os sólidos sedimentáveis e o nitrogênio amoniacal encontram-se fora dos padrões estabelecidos pela mesma Resolução. Com relação aos demais variáveis, esta Resolução não estabelece valores de referência;
- Os resultados de pH e sólidos suspensos totais encontrados neste estudo se aproximam das características dos esgotos sanitários, mostrados por Von Sperling (2005);

- A relação de DBO:N:P do efluente do beneficiamento do pescado foi de 100:31:3. Comparando-se com a mesma relação para esgoto doméstico, que é de 100:5:1, conclui-se que os valores de nitrogênio amoniacal e fósforo total do efluente industrial estão bem superiores aos valores da característica de efluente doméstico;
- O potencial poluidor da indústria pesqueira estudada, em termos de carga de DBO (31 kgDBO/dia), corresponde à carga gerada por uma cidade de 567 habitantes. Já em termos de DQO total (65 kgDQO/dia), corresponde à carga gerada por uma cidade de 653 habitantes;
- A relação de DBO₅/DQO do despejo da indústria pesqueira, por campanha realizada, apresentou valores com oscilação entre 0,39 e 0,64, considerados efluentes com fração biodegradável elevada, portanto, indicativo preliminar do processo de tratamento biológico;
- A relação de DQO/DBO₅ do efluente industrial em todas as campanhas realizadas apresentaram valores abaixo de 2,5, com fração biodegradável elevada e confirmação para tratamento biológico, de acordo com a relação DBO₅/DQO;
- As médias dos valores encontrados nas análises dos cinco pontos de amostragem do rio Açaí, durante as seis campanhas, foram: temperatura (29,3°C), condutividade (4.419 μ S/cm), alcalinidade total (31 mgCaCO₃/L), turbidez (18 uT), DBO (2,89 mg/L), OD (4,4 mg/L), cor verdadeira (20 uC), cor aparente (205 uC), sólidos suspensos totais (30 mg/L), sólidos totais dissolvidos (2.601 mg/L), nitrogênio amoniacal (0,89 mg/L), nitrato (2,00 mg/L), nitrito (0,017 mg/L), e fósforo total (0,24 mg/L);
- De acordo com os resultados médios do efluente do processamento do pescado e dos pontos de coleta do rio Açaí, especificamente no lançamento, pode-se observar que as variáveis de temperatura, alcalinidade total, turbidez, DBO, e conseqüentemente OD, sólidos suspensos totais, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e fósforo total influenciaram nos resultados encontrados na zona de mistura, fazendo com que houvesse um acréscimo dos valores, com exceção da temperatura, que apresentou um decréscimo, em função da baixa

temperatura do efluente, uma vez que parte do pescado beneficiado é recebido congelado, e do OD que obteve redução, em virtude do aumento da DBO. Já nas demais variáveis analisadas do rio Açaí não se percebeu influência do despejo do efluente industrial;

- Dentre os valores médios dos pontos de coleta do rio Açaí, o pH e o nitrito encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, para águas salobras Classe I. Os resultados de OD, nitrogênio amoniacal, nitrato e fósforo total apresentaram valores acima do preconizado por esta Resolução, e para as demais variáveis analisadas não são estabelecidos valores de referência;
- De acordo com os resultados encontrados neste estudo, observa-se a necessidade de tratamento do efluente, para que este atenda os padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, para águas salobras Classe I;
- Recomenda-se que sejam realizadas outras pesquisas, para definir o tipo de tratamento mais adequado a ser implantado em indústrias pesqueiras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, Patrícia Raggi; CASTELLO, Jorge P. **O momento de repensar a economia pesqueira no Brasil**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/litoral/lit13.shtml>>. Acesso em: 01 nov. 2005.

AFONSO, M.D; BÓRQUEZ, R. **Review of the treatment of seafood processing wastewaters and recovery of proteins therein by membrane separation processes - prospects of the ultrafiltration of wastewaters from the fish meal industry**. Desalination, 142, p. 29-45, 2002.

ALMEIDA, Oriana Trindade de. (Org.). **A indústria pesqueira na Amazônia**. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. Manaus: IBAMA; PROVÁRZEA, 2006.

ALVES, Cláudio Nahum. **Apostila de Estatística Descritiva**. Belém, 2002.

AWWA/APHA/WEF. American Water Works Association (AWWA)/Water Environment Federation (WEF) (1998). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th edn., Washington DC, USA.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 6 p, 1987.

Aqüicultura. Disponível em: <<http://www.mercadodapesca.com.br/imprimivel.php?id=369&de=informativos>>. Acesso em: 31 mai. 2005.

AQUICULTURA, no Brasil. Disponível em: <<http://www.mercadodapesca.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

AZEVEDO, Natália. Disponível em: <<http://www.terra.com.br>>. Acesso em: 17 mar. 2005.

BARBOSA, Jackeline do Socorro Benassuly. **Caracterização quantitativa e qualitativa do efluente gerado na indústria pesqueira**. Relatório de Bolsa do FUNTEC. Belém, 2006.

BARRETO-RODRIGUES, M.; SILVA, F.T.; PAIVA, T.C. **Caracterização física, química e ecotoxicológica de efluente da indústria de fabricação de explosivos**. *Quim. Nova*, v. XY, n. 00, 1-x, 200_. Disponível em: <<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/No%20Prelo/Artigos/AR06366.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2007.

BEAL, L.L.; MONTEGGIA, L.O; GIUSTINA, S.V.D. **Otimização de uma estação de tratamento de efluentes de uma indústria de embalagens de papel**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 283-289, jul/set., 2006.

BRAGANÇA, A.J.M. **Pesca, alimentação e crescimento do Amure, *Gobioides broussonneti* Lacepède, 1800 (Pisces: Gobiidae) no Estuário Amazônico, Município de Vigia-Pará**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 2.681, de 21 de julho de 1998**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções Gratificadas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, e dá outras providências. *Legislação*. Disponível em <http://www.servidor.gov.br/legislacao/decretos/dec_1998.htm>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Decreto nº 2.840, de 10 de novembro de 1998**. Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas águas sob jurisdição brasileira e dá outras providências. *Direito Ambiental*. Disponível em <<http://www.lei.adv.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Decreto nº 2.869, de 09 de dezembro de 1998**. Regulamenta a cessão de águas públicas para exploração da aqüicultura, e dá outras providências. *Direito Ambiental*. Disponível em <<http://www.lei.adv.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Decreto nº 3.833, de 05 de junho de 2001** . Revogado pelo Decreto nº 4.548, de 27/12/02. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto/2001/D3833.htm>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967** . Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e, dá outras providências (Código de pesca). Direito Ambiental. Disponível em <<http://www.lei.adv.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989** . Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Direito Ambiental. Disponível em <<http://www.lei.adv.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998** . Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Direito Ambiental. Disponível em <<http://www.lei.adv.br>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003** . Alterada pelas Medidas Provisórias nº 377, de 18/06/07, e nº 369, de 07/05/07, pela Lei nº 11.457, de 16/03/07, incluída pela Lei nº 11.098, de 13/01/05, medida provisória nº 222, de 4 de outubro de 2004. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Disponível em <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/2003/10683.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. **Medida Provisória nº 1.999-17, de 11/04/00** . Altera dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/Antigas/1999-17.htm>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. DOU, Brasília (Brasil).

BOYD, G. E.; GAUTIER, D. **Effluent composition and water quality standards**. Global Aquaculture Advocate, v. 3, Issue (5); p. 61-66, 2000.

BRIÃO, V.B.; TAVARES, C.R.G. **Geração de efluentes na indústria de laticínios: atitudes preventivas e oportunidades**. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, Campo Grande. **Anais...** Mato Grosso do Sul: ABES, 2005. CD-ROM.

BRUSCHI, F. L. F. **Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia). Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Itajaí, 2001.

CAMPOS, C.M.M., et al. **Avaliação do desempenho do reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) em escala laboratorial na remoção da carga orgânica de águas residuárias da suinocultura**. Ciências agrotec., Lavras, v. 29, n. 2, p. 390-399, mar/abr., 2005.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 05 mar. 2007.

CHAGAS, Wellington Ferreira. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da Ilha do Governador e da Penha no Estado do Rio de Janeiro**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos et al. Introdução. In: CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos (coord.). **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias** – Volume 5: Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. Belo Horizonte, 245 p.,1997.

CONDURÚ, Marise Teles; PEREIRA, José Almir Rodrigues. **Elaboração de trabalhos acadêmicos: normas, critérios e procedimentos**. Belém: NUMA/UFPA, UDUFPA, 2005.

CRAVO, A.C. Disponível em: <<http://www.ecopesca.com.br>>. Acesso em: 01 set. 2005.

DAMATO, M.; SOBRINHO, P.A. **Determinação da toxicidade crônica em efluentes finais de refinaria de petróleo para ceriodaphnia dúbia**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01135p04.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2007.

DANTAS, M. A. R. **Estudo da cinética da DBO e sua correlação com DQO e COT: Aplicações às Águas Residuárias da Cidade de Natal – RN**. 1999. Dissertação (Mestrado em Eng. Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós Graduação em Eng. Química. Natal, 1999.

DELATORRE JUNIOR, I.; MORITA, D.M. **Avaliação da eficácia dos critérios de recebimento de efluentes não domésticos em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários em São Paulo**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p.62-70, jan./mar. 2007.

DIEGUES, A.C.S. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. Ensaio 94. São Paulo: Ed. Ática, 1983.

DILALLO, R.; ALBERTSON, O.E. (1961). **Volatile acids by direct titration**. Journal of Water Pollution Control Federation. 33 (4), 357-365.

ECOMAR. Disponível em: <<http://www.Ecomar.com.br>>. Acesso em: 04 mar. 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma: FAO, 1997a.

_____. **Rewiew of the state of world fishery resources**. Departamento de Pesca. (FAO Fisheries Circular nº 920. FIRM/C920). Rome: FAO, 1997b.

_____. **The state of world fisheries and aquaculture**. 2002. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: jun. 2007a.

_____. **Yearbooks of Fishery Statistics Summary tables: world fisheries production, by capture and aquaculture, by country (2004)**. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-0a.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2007b.

FAVERET FILHO, Paulo; SIQUEIRA, Sandra Helena G. de. **Panorama da pesca marítima no mundo e no Brasil**. 2005. Disponível em < <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/rspesca.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2005.

FERJANI, E.; ELLOUZE, E., BEN AMAR, R. **Treatment of seafood processing wastewaters by ultrafiltration-nanofiltration cellulose acetate membranes**. Desalination, 177, p. 43-49, 2005.

FERNANDES, G.F.R; OLIVEIRA, R.A. **Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura**. Eng. Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 243-256, jan/abr., 2006.

FIEPA. **Cadastro industrial do Estado do Pará, 2003/2004**. Federação das Indústrias do Estado do Pará. Belém, 2005.

FIGUEIREDO FILHO, Lahire Dillon F. de. **Proposta de autogestão ambiental para as empresas de pesca do Estado do Pará**. Pará, 1997.

FREITAS, Elenilce Monteiro de. **Elaboração de fluxograma do processo produtivo e da geração de efluentes**. Relatório de Bolsa do FUNTEC. Belém, 2006.

FREITAS, Elenilce Monteiro de; BARBOSA, Jackeline do Socorro Benassuly. **Pré- operação de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento de esgoto de indústria pesqueira.** 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

FONSECA, D.R. **Pesca e abastecimento na colonização da Amazônia.** 2004. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

GASPAR, Patrícia Martins Ferreira. **Pós-Tratamento de Efluente de Reator UASB em Sistema de Lodos Ativado visando a Remoção Biológica do Nitrogênio associada à Remoção Físico-Química do Fósforo.** 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GERMANO, Pedro Manuel Leal; GERMANO, Maria Izabel Simões; OLIVEIRA, Carlos Augusto Fernandes de. **Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública.** Revista Higiene Alimentar, São Paulo, n. 53, jan/abr., 1998.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais.** Disponível em: <<http://www2.uerj.br/~ambiente/projetos/pesquisas/feng.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2005.

GOMES, Socorro; GOMES, Rose; COSTA, Ednir. **Pesca paraense torce por bons ventos.** 2005. Disponível em <<http://www.diariodopara.br/Meio/Ambiente.asp>>. Acesso em: 19 mar. 2005.

GUERRERO, L., et al. **Treatment of saline wastewaters from fish meal factories in an anaerobic filter under extreme ammonia concentrations.** *Biorrsourcetechnology*, 61, p. 69-78, 1997.

HAIMOVICI, Manuel; KLIPPE, Sandro. **Diagnóstico da biodiversidade dos peixes teleósteos demersais marinhos e estuarinos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/ibamaperfuracao/refere/peixesdemersais.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

HARTMANN, C.C. **Avaliação de um efluente industrial através de ensaios ecotoxicológicos e análises físicas e químicas. 2004.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

HAWKINS, W.E., et al. **Use of the Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) and Guppy (*Poecilia reticulata*) in Carcinogenesis Testing Under National Toxicology Program Protocols.** Toxicologic Pathology, v. 31(Suppl.), p. 88-91, 2003. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com/content/tandf/utxp/2003/00000031/A00100s1/art00013>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Geo Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil.** Brasília-DF, 2002.

_____. **Síntese da situação da pesca extrativa marinha no Brasil.** Brasília-DF, 2003a.

_____. **Estatística da pesca 2001 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Tamandaré-PE: IBAMA, 2003b.

_____. **Estatística da pesca 2002 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Tamandaré-PE: IBAMA, 2004a.

_____. **Estatística da pesca 2003 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Brasília-DF: IBAMA, 2004b.

_____. **Estatística da pesca 2004 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Brasília-DF: IBAMA, 2005.

_____. **Estatística da pesca 2000 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 08 fev. 2006.

_____. **Estatística da pesca 2005 – Brasil: grandes regiões e unidades da federação.** Brasília-DF: IBAMA, 2007.

ILVA JÚNIOR, M.G. **Crescimento e mortalidade de algumas espécies de peixes do estuário do Rio Caeté, Bragança-Pa.** 2004. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) – Campus Universitário de Bragança, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2004.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

LAPOLLI, F.R., et al. **Desinfecção de efluentes sanitários através de dióxido de cloro.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 200-208, set., 2005.

LOPES, L.F.; KOETZ, P.R.; SANTOS, M.S. **Desnitrificação de efluentes da parboilização do arroz no topo de reatores UASB.** Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA, v. 5, n. 2, 157-160, mai/ago.,1999.

LUZ, Luiz Augusto Rodrigues da. **A reutilização da água:** mais uma chance para nós. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Serviço de Inspeção Federal:** relatório de estabelecimentos. Disponível em: < http://extranet.agricultura.gov.br/sigsif_cons/ap_estabelec_nacional_rep> Acesso em: 09 ago. 2007.

MELLO, Vanessa Souza Álvares de. **Manejo dos recursos hídricos:** na pesca e na aqüicultura. 2005. Trabalho apresentado para a avaliação da disciplina Gestão de Recursos Hídricos do Mestrado em Engenharia Civil – UFPA/PPGEC. Belém, 2005.

MELLO, Vanessa Souza Álvares de. **Geração de efluentes de indústria pesqueira no Estado do Pará.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Sistemas de Saneamento em Áreas Urbanas). NUMA, UFPA, Belém, 2006.

MESORREGIÕES, do nordeste paraense. Disponível em: <<http://www.pa.gov.br/conhecaopara/nordeste.asp>>. Acesso em: 09 fev. 2005.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4ª ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MILANI, Paulo César Carvalho, et al. **Pesca e pescadores: pesquisadores da PUCRS avaliam a pesca na lagoa do Casamento**. Disponível em: http://www.popa.com.br/docs/cronicas/pesca_casamento.htm. Acesso em: 08 jun. 2007.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

NEIVA, Getúlio de Souza. **Sumário sobre a pesca mundial**. Disponível em: <http://www.pescabrasil.com.br/comercial/artigo2.asp>. Acesso em: 15 abr. 2005.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. Aracaju: Gráfica Editora J. Andrade Ltda., 2004.

OETTERER, Marília. **Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Beneficiamento.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2004.

OMIL, F.; MÉNDEZ, R; LEMA, J.M. **Treatment of saline wastewaters from fish meal factories in an anaerobic filter under extreme ammonia concentrations**. *Biorrsorce Technology*, 54, p. 269-278, 1995.

OSTRENSKY, A. **Espécies cultivadas na aqüicultura brasileira**. *Revista Brasileira de Agropecuária*, ano 1, n.11, nov., 2001.

PÁDUA, Helcias Bernardo de. **Qualidade da água na aqüicultura**. Disponível em: <http://www.jundiai.com.br/abrappesq/materia4.htm>. Acesso em: 11 jun. 2007.

PALHETA, Nélio. **Vigia de Nazaré**. Cidades do Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.cidadesdobrasil.com.br/cgi-n/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=14&newcod=522>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

PAPA, J.L.; OROZCO, M.A.J. **Tratamento anaeróbico de efluentes**: um caso bem sucedido na Pirassununga S.A. Disponível em: <<http://www.acquaeng.com.br/tae.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2007.

PARENTE, Valdeneide de Melo (coord.). **Potencialidades regionais**: estudo de viabilidade econômica. Piscicultura. Sumário executivo. Superintendência da Zona Franca de Manaus. SUFRAMA, 2003.

Pesca do litoral norte. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: 01 set. 2005.

PETRERE JÚNIOR, Miguel. **Setor pesqueiro**: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento da indústria da pesca. Relatório Síntese do Estudo Estratégico. Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. Manaus: IBAMA; PROVÁRZEA, 2004.

Produção pesqueira. Disponível em: <<http://www.dinara.gub.uy>>. Acesso em: 01 set. 2005.

QUEIROZ, Júlio Ferraz de; LOURENÇO, José Nestor de Paula; KITAMURA, Paulo Choji. **A Embrapa e a aqüicultura**: demandas e prioridades de pesquisa. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília DF, 2002.

QUEIROZ, M.I.; KOETZ, P.R. **Caracterização do efluente da parboilização do arroz**. Revista Brasileira AGROCIÊNCIA, v. 3, n. 3, 139-143, set/dez., 1997.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

REMÉDIO, M.V. P., ZANIN, M.; TEIXEIRA, B.A.N. **Caracterização do efluente de lavagem de filmes plásticos pós-consumo e determinação das propriedades**

reológicas do material reciclado. Polímeros: Ciência e Tecnologia, p. 177-183, out/dez., 1999.

ROCHA, E.J.T., et al. **Caracterização das águas de lavagem de uma recicladora de plásticos e viabilidade de seu reúso.** In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, Campo Grande. **Anais...** Mato Grosso do Sul: ABES, 2005. CD-ROM.

RODRIGUES, A.C., et al. **Tratamento de efluentes vitivinícolas: uma caso de estudo na região dos vinhos verdes.** Indústria e Ambiente. Gestão e Tratamento de águas. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/5877/1/industria_ambiente-Rodrigues%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2007.

RUFFINO, Mauro Luís (Coord.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira.** Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. Manaus: IBAMA; PROVÁRZEA, 2004.

RUFFINO, Mauro Luís (Coord.). **Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará 2003.** Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. Manaus: IBAMA; PROVÁRZEA, 2006.

SALLES, P.T.F.; PELEGRINI, N.N.B.; PELEGRINI, R.T. **Tratamento eletroquímico de efluente industrial.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 2, p. 025-040, jul/dez., 2006.

SAMPAIO, G.M.M.S, et al. **Pós-tratamento de efluente de um reator UASB através de um reator biológico com fungos.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 73-81, jan/mar., 2004.

SANTOS, Luciano Miguel Moreira dos. **Avaliação ambiental de processos industriais.** Ouro Preto: ETFOP, 2002.

SARAIVA, E. **Perspectiva da utilização da cianobactéria aphanothece microscopica nagelli no tratamento de efluente da industria de pescado.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2003.

SCHREIER, J, et al. **Tratamento físico-químico de águas residuárias provenientes da foscação de vidro, visando o reuso.** In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: ABES, 2001. CD-ROM.

SEMA. **Divisão do estado em regiões hidrográficas segundo a proposta de gerenciamento dos recursos hídricos do Estado do Pará.** Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Belém: SEMA, 2007. Disponível em: <<http://www.para30graus.pa.gov.br/recursos.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2007.

SEPOF. **Estatística Municipal:** Vigia. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Diretoria de Estudos, Pesquisas e Informações Sócio-econômicas. Belém: SEPOF, 2007.

SILVA, B.B. **Diagnóstico da pesca no litoral paraense.** 2004. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2004.

SILVA, M.H.M. **Levantamento de variáveis de qualidade do produto “Medalhão de Peixe” elaborado a partir de carne mecanicamente separada.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

SINPESCA. **Associados.** Sindicato da Indústria de pesca dos Estados do Pará e Amapá. Disponível em: <<http://www.sinpesca.org.br/associados/index.php>>. Acesso em: 05 jun. 2007.

SPILLERE, L.C.; BEAUMORD, A.C. **Formulação de uma hipótese global de situação de impacto para o parque industrial pesqueiro instalado em Itajaí e Navegantes – SC.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.11, n. 4, p. 380-384, out./dez., 2006.

SRIDANG, P.C., et al. **Anaerobic treatment of saline wastewaters under high sulphide and ammonia content.** Journal of Membrane Science, aceito para publicação em 05 nov. 2007.

TAVARES, M.C. **A Pesca de curral no Estado do Pará.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Universidade Rural da Amazônia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2004.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências:** um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Navegar Editora, 2001.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

UHLY, Steven; SOUZA, Eliene Lopes de (Org.). **A questão da água na grande Belém.** Belém: Casa de Estudos Germânicos, 2004.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

ANEXO A - Empresas pesqueiras com cadastro no SINPESCA e/ou na FIEPA, e suas respectivas atividades de pesca no Estado do Pará

Quadro 1 - Empresas pesqueiras com cadastro no SINPESCA e/ou na FIEPA, e suas respectivas atividades de pesca no Estado do Pará.

(continua)

Nº	Empresa	Atividade	Cidade
1	A L PEREIRA COMERCIAL	Produção e beneficiamento	Belém
2	A M TRINDADE – ME	Captura	Belém
3	A R PESCADOS LTDA	Captura	Belém
4	AGUIA CAPTURA E COMERCIO DE PESCADOS LTDA.	Captura	Belém
5	AMASA S/A	Captura e beneficiamento	Belém
6	AMAZON CATFISH LTDA	Beneficiamento	Belém
7	APN BAURÚ DISTRIB DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS LTDA_PASQUARELLI	Não identificado	Óbidos
8	BELÉM PESCA S/A	Beneficiamento	Belém
9	BETA CORPORATION LTDA	Não identificado	São João de Pirabas
10	BRAGANÇA PESCA LTDA	Captura e beneficiamento	Belém
11	BRASIL NORTE PESCA E EXPORTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
12	BRASILIMPEX – BRASIL, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA.	Captura	Belém
13	BRITO E PORTELLA LTDA	Captura	Belém
14	CAMEXIM CAPTURA EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
15	CAMPASA – CAMARÕES DO PARÁ S/A	Captura e beneficiamento	Curuçá
16	CARDUME INDÚSTRIA DE PESCA LTDA.	Captura e beneficiamento	Vigia
17	CELSO SABINO DE OLIVEIRA - PESCADOS	Produção e beneficiamento	Belém
18	COMÉRCIO DE PESCADO VIGIA LTDA	Beneficiamento	São Caetano de Odivelas
19	COSMO PESCA LTDA	Beneficiamento	Belém
20	CRISMAR PESCA, CAPTURA, EXPORT E IMPORTAÇÃO LTDA.	Captura	Belém
21	D C FRIGORÍFICO & MARCHANTERIA_O PEIXÃO	Não identificado	Santarém
22	ECOMAR INDÚSTRIA DE PESCA S/A	Captura e beneficiamento	Vigia
23	EDIFRIGO COMERCIAL E INDUSTRIAL LTDA	Captura e beneficiamento	Santarém
24	EMPESCA S/A - CONSTRUÇÃO NAVAL, PESCA E EXPORTAÇÃO	Produção e beneficiamento	Óbidos
25	EMPESCA ALIMENTOS S/A	Beneficiamento	Belém

(continuação)

Nº	Empresa	Atividade	Cidade
26	ESPERANÇA PESCADOS LTDA	Captura	Belém
27	EVEIDA BRITO DA SILVA_BRITO PESCA	Captura	Belém
28	EXOTIC FOODS IND. COM. E EXPORTAÇÃO LTDA.	Captura	Belém
29	F E C COMÉRCIO E REPRESENTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
30	F G ADERALDA_UNIPESCA	Não identificado	Belém
31	F M MACHADO DA SILVA	Captura	Belém
32	FIAMA FONTOURA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DA AMAZÔNIA LTDA	Não identificado	Santarém
33	FLUVIAL PESCA S/A_FLUPEL	Captura	Belém
34	FRIGEPE FRIGORÍFICO, GÊLO E PESCA LTDA.	Captura	Belém
35	GILVAN DE P. SILVA	Captura e beneficiamento	Bragança
36	GIOVANE DE P. SILVA	Captura e beneficiamento	Bragança
37	GOLDFISH COMÉRCIO DE PESCADO LTDA	Captura	Belém
38	H L SILVA KIYO	Produção e beneficiamento	Belém
39	I. S. VIANA – ITANORTE	Captura	Bragança
40	ICOARACI PESCADOS E EXPORTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
41	INCOGEL - IND E COM E GÊLO E PESCADOS LTDA	Captura e beneficiamento	Belém
42	INCOPA - INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PESCADOS LTDA	Captura	Belém
43	IPESCA- INDÚSTRIA DE PESCA LTDA	Captura	Belém
44	INDÚSTRIA DUVIER LTDA – ME_FRUTOS DO MAR	Não identificado	Santarém
45	J L MENEGAZZO JÚNIOR	Beneficiamento	Belém
46	J R T OLIVEIRA	Beneficiamento	Belém
47	J. K. PESCA LTDA	Captura	Belém
48	JOSÉ S RODRIGUES – ME	Captura	Belém
49	L. H. DA SILVA CARDOSO – MARISCOS E PESCADOS	Captura	Belém
50	M E F CABRAL LTDA_CABRAL PESCA	Beneficiamento	Belém
51	M S F DA SILVA	Beneficiamento	Maracanã
52	MARIA DAS DORES S SHIZUNO_TARO PESCA	Beneficiamento	Belém
53	N V DE O DE SOUZA_ART DO PESCADO	Não identificado	Belém

(conclusão)

N°	Empresa	Atividade	Cidade
54	N. Q. COMÉRCIO DE PESCADOS LTDA	Captura	Belém
55	NATAL PESCA LTDA	Captura	Belém
56	NORTECON INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE CONCHAS LTDA	Não identificado	Mocajuba
57	NORTEMAR COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO LTDA.	Captura	Bragança
58	OCEAN PESCA INDUSTRIAL LTDA	Beneficiamento	Belém
59	ORION PESCA LTDA	Captura	Belém
60	P W DA SILVA_FRIGORÍFICO PW DA SILVA	Captura e beneficiamento	Belém
61	PARÁ ALIMENTOS DO MAR LTDA.	Captura	Belém
62	PESCADO DO PARÁ COMÉRCIO LTDA	Produção e beneficiamento	Belém
63	PESCADOS AMAZONAS - IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
64	PESCADOS DA AMAZÔNIA LTDA	Captura	Belém
65	PESQUEIRA MAGUARY LTDA	Captura e beneficiamento	Belém
66	PRINCOM - INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ALIMENTOS LTDA	Captura e beneficiamento	São João de Pirabas
67	PRINCOMAR- INDÚSTRIA DE PESCA S/A	Captura e beneficiamento	São João de Pirabas
68	RAILSON PESCA EXPORTAÇÃO LTDA	Captura	Belém
69	REAL PESCADOS LTDA	Captura	Belém
70	RIO CAETÉ INDUSTRIA, COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO LTDA.	Beneficiamentov	Bragança
71	S.J CAPTURA EXPORT. E IMPORT. DE PESCADOS LTDA	Captura	Belém
72	S S L NASCIMENTO_S N PESCADO	Beneficiamento	Belém
73	S. P. DA SILVA PESCA LTDA	Captura	Belém
74	SAKAE INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA_PESCADO SAKAE	Beneficiamento	Cametá
75	SAMBURÁ PESCA LTDA	Captura	Belém
76	SERGIO MUBARAC & CIA LTDA	Não identificado	Santarém
77	SHALON PESCA LTDA	Beneficiamento	Belém
78	TITÃ COMÉRCIO E BENEFICIAMENTO DE PESCADOS LTDA	Produção e beneficiamento	Belém
79	TROPICAL PESCA LTDA	Captura	Belém
80	TUNASA - TUNÍDEOS DA AMAZÔNIA S/A	Produção e beneficiamento	Curuçá
81	VIGIA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PESCADO LTDA_PESCADOS VIGIA	Captura e beneficiamento	Vigia

Fonte: Elaborado a partir de dados do SINPESCA (2007) e FIEPA (2005).