

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS E DE ENGENHARIA DA QUALIDADE PARA**  
**AVALIAR O DESEMPENHO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LEVEDURA NA**  
**CRIAÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

**VANDIR MEDRI**

**ORIENTADOR: FRANCISCO ANTÔNIO PEREIRA FIALHO**  
**CO-ORIENTADORES: JÚLIO HERMANN LEONHARDT**  
**GENI VARÉA PEREIRA**

**FLORIANÓPOLIS**  
**ESTADO DE SANTA CATARINA - BRASIL**  
**DEZEMBRO - 1997**

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS E DE ENGENHARIA DA QUALIDADE PARA  
AVALIAR O DESEMPENHO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LEVEDURA NA  
CRIAÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

**VANDIR MEDRI**

**Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau  
de Doutor em Engenharia de Produção**



---

**Prof. Dr. RICARDO MIRANDA BÁRCIA**  
Coordenador da Pós-Graduação

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. FRANCISCO ANTÔNIO PEREIRA FIALHO**  
Orientador/Presidente



---

**Prof. Dr. GILSON BRAVIANO**  
Moderador



---

**Prof. Dr. JÚLIO HERMANN LEONHARDT**  
Co-orientador



---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> CRISTINA FARIA FIDÉLIS GONÇALVES**



---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> SANDRA SOLAMITA NAHAS BAASCH**

Aos meus pais,

que tantos sacrifícios dedicaram  
à minha formação profissional;

Aos meus sogros,

pelo carinho, amizade e apoio;

Aos meus irmãos,

pela amizade e companheirismo  
que sempre nos uniram;

À minha esposa,

pelo apoio e estímulo constantes;

Aos meus filhos,

Danielle, Rodrigo e Rebeca,

**DEDICO COM AMOR.**

Meu Deus e meu rei, eu anunciarei a tua grandeza,  
e para sempre serei grato a ti.

Todos os dias te agradecerei,  
e te louvarei para sempre.

O Senhor é bom para todos,  
e cuida com carinho de todas as suas criaturas.

Ele ajuda os que estão em dificuldade,  
e levanta os que caem.

A todos os que o temem,  
Deus dá o que é necessário.

Eu sempre louvarei ao Senhor;  
que todas as pessoas louvam seu Santo nome para sempre.

Amém.

(versículos do Salmo 145).

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelas facilidades concedidas na realização do curso de Doutorado em Engenharia de Produção.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

À Universidade Estadual de Londrina pelo apoio e oportunidade concedida para a realização plena deste curso.

Ao Departamento de Matemática Aplicada pela liberação e confiança na realização deste trabalho.

Ao Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Francisco Antônio Pereira Fialho, meu orientador, pela oportunidade, incentivo e amizade.

Ao Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Júlio Hermann Leonhardt coordenador da Estação de Piscicultura (EPUEL), pela contribuição e viabilização deste trabalho, aos funcionários (Luís, Waldemar, e Cláudio) pela convivência sempre amigável e positiva.

À Prof.<sup>a</sup> Geni Varéa Pereira e aos estagiários (Sandro, Miriam e Gilmar) responsáveis pela grande colaboração na análise bioquímica, análise sensorial, avaliação da composição de nutrientes e trabalho de campo, além da amizade e companheirismo no decorrer de todo o trabalho.

Ao Prof.<sup>o</sup> Édio Visoni pelas valiosas sugestões nas análises estatísticas.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivone Yurika Mizubuti, pela colaboração no estudo da formulação das rações experimentais.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha Aparecida Guedes pelo apoio e sugestões.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Helena e Irene O. P. Popper pelas sugestões e viabilização do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos para a realização da avaliação sensorial.

As amigas e funcionárias da biblioteca pela dedicação e carinho com que sempre atenderam minhas solicitações.

Aos professores e funcionários dos Departamentos de Bioquímica e química, Matemática Aplicada, Biologia Animal, Tecnologia de Alimentos e Medicamentos que tornaram possível a realização deste trabalho.

As colegas e funcionárias do Núcleo de Processamento de Dados (NPD), Verinha e Eliete pelas análises estatísticas.

Aos colegas e amigos, pelo incentivo e apoio.

Aos companheiros do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pelo convívio.

À minha família pela paciência, estímulo e dedicação.

Ao Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Plínio Stange (in memoriam), pelas primeiras orientações deste trabalho, sempre com amizade, dedicação e profissionalismo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram na execução deste trabalho.

E a Deus, porque nos momentos mais difíceis, senti a sua presença, proporcionando-me paciência e esperança na execução deste trabalho.

## **SUMÁRIO**

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMO</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 - Tema.....	1
1.2 - Objetivos do trabalho.....	1
1.3 - Hipóteses do trabalho.....	3
1.4 - Justificativa e relevância do trabalho.....	3
1.5 - Limitações do trabalho.....	7
1.6 - Estrutura do trabalho.....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	9
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
2.1 - Introdução.....	9
2.1.1 - Qualidade e produtividade.....	9
2.1.2 - Considerações gerais sobre piscicultura.....	10
2.1.3 - O potencial da aqüicultura na economia brasileira.....	12
2.1.4 - Tilápia do nilo.....	14
2.2 - Levedura de destilaria.....	18
2.2.1 - O que sai da cana-de-açúcar.....	18
2.2.2 - Importância da levedura.....	19
2.2.3 - Obtenção da levedura.....	20
2.2.4 - Composição química e biológica da levedura.....	21
2.2.5 - Valor nutritivo da levedura.....	23
2.2.6 - Levedura na alimentação de peixes.....	25
2.3 - Controle Estatístico de Processos (CEP).....	26
2.3.1 - Abordagem tradicional e atual do CEP.....	27
2.3.2 - Variabilidade do processo na criação de peixes.....	28
2.3.3 - Gráficos de controle da qualidade da água nos viveiros de piscicultura.....	29

2.3.4 - Estrutura de um gráfico de controle.....	30
2.3.5 - Tipos de gráficos de controle.....	31
2.3.6 - Diagrama de Pareto.....	32
2.3.7 - Problema da Mochila.....	33
2.3.8 - Estabilidade e capacidade do processo.....	35
2.4 - Função Perda de Taguchi.....	39
2.4.1 - Visão social da qualidade.....	39
2.4.2 - Função perda.....	40
2.4.3 - Obtenção da função perda.....	42
2.5 - Fatores que afetam a qualidade da água.....	46
2.5.1 - Temperatura da água.....	47
2.5.2 - Teor de oxigênio na água.....	47
2.5.3 - pH da água - potencial hidrogeniônico.....	48
2.5.4 - Alcalinidade.....	48
2.5.5 - Teor de fósforo na água.....	48
2.5.6 - Teor de nitrogênio na água.....	49
2.6 - Composição dos alimentos para peixes.....	50
2.6.1 - Proteína e aminoácido.....	51
2.6.2 - Energia.....	51
2.6.3 - Lipídios.....	52
2.6.4 - Carboidrato.....	53
2.6.5 - Vitaminas.....	53
2.6.6 - Minerais.....	54
2.7 - Resíduos e reciclagem de subprodutos na alimentação de peixes.....	54
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>56</b>
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
3.1 - Local e instalação.....	56
3.2 - Condições experimentais.....	56
3.2.1 - Caixa de amianto.....	57
3.2.2 - Tanque-rede.....	57
3.3 - Coleta de dados.....	59
3.4 - Análises.....	59



3.4.1 - Análise quantitativa.....	59
I - Relação Peso/Comprimento.....	59
II - Biomassa total.....	61
III - Coeficiente aparente de conversão alimentar e eficiência alimentar.....	61
IV - Incrementos em comprimento e em peso.....	62
V - Ganho de peso absoluto e relativo total.....	62
VI - Curva de crescimento em comprimento.....	63
VII - Curva de crescimento em peso.....	64
VIII - Curva de biomassa.....	66
IX - Curva de produção.....	67
3.4.2 - Análise físico-química da água.....	68
3.4.3 - Análise da composição dos filés de tilápia.....	69
3.4.4 - Análise sensorial com filés de tilápia - Delineamento experimental.....	69
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>72</b>
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>72</b>
4.1 - Análise quantitativa.....	72
4.1.1 - Crescimento e produção dos peixes.....	72
4.1.2 - Relação peso/comprimento.....	80
4.1.3 - Curvas de crescimento em comprimento e em peso.....	87
4.1.4 - Curvas de biomassa e de produção.....	91
4.1.5 - Contribuição final das rações experimentais sobre os parâmetros estudados.....	94
4.2 - Análise Físico-química da água dos viveiros de piscicultura.....	97
4.2.1 - Temperatura.....	99
4.2.2 - Alcalinidade e pH.....	102
4.2.3 - Oxigênio dissolvido.....	105
4.2.4 - Amônia e nitrito.....	107
4.2.5 - Fósforo.....	110
4.3 - Gráficos de controle na piscicultura.....	113
4.4 - Índices de capacidade (Cp e Cpk).....	116
4.5 - Diagrama de Pareto.....	118
4.6 - Problema da Mochila.....	119

4.7 - Análise da composição de nutrientes das carcaças e filés de tilápia.....	121
4.8 - Análise sensorial de filés de tilápia.....	124
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>126</b>
<b>5 - FUNÇÃO PERDA DE TAGUCHI NA PISCICULTURA.....</b>	<b>126</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>129</b>
<b>6 - APLICAÇÃO DA FUNÇÃO PERDA DE TAGUCHI.....</b>	<b>129</b>
6.1 - Aplicação realizada nos meses de março a setembro de 1995 nos tanques-rede.....	129
6.1.1 - Função perda de Taguchi na produção nos tanques-rede.....	129
6.1.2 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede.....	130
6.1.3 - Função perda para os peixes mortos nos tanques-rede.....	132
6.1.4 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede.....	133
6.1.5 - Função perda para os peixes descartados nos tanques-rede.....	135
6.1.6 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede.....	136
6.2 - Aplicação realizada nos meses de março a janeiro de 1996 nas caixas de amianto.....	138
6.2.1 - Função perda de Taguchi na produção nas caixas de amianto.....	138
6.2.2 - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto.....	139
6.2.3 - Função perda para os peixes mortos nas caixas de amianto.....	141
6.2.4 - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto.....	142
6.2.5 - Função perda para os peixes descartados nas caixas de amianto.....	144
6.2.6 - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto.....	145
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>150</b>
<b>7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>150</b>
7.1 - Conclusões.....	150
7.2 - Recomendações.....	152
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>153</b>
<b>8 - APÊNDICES.....</b>	<b>153</b>
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	<b>162</b>
<b>9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>162</b>

## **LISTA DE TABELAS**

### **Tabela**

1 - Composição das rações experimentais para tilápias do nilo.....	58
2 - Alimentação diária com ração contendo 25% de proteína.....	58
3 - Informações gerais do experimento em dois diferentes meios.....	72
4 - Ganho de peso médio mensal dos peixes em dois diferentes meios.....	73
5 - Variação de comprimento médio mensal em dois diferentes meios.....	74
6 - Teste de Tukey para as variáveis estudadas em dois diferentes meios.....	78
7 - Regressão cúbica entre peso (y) e o tempo (x) em meses.....	79
8 - Expressões matemáticas das curvas de Peso Total/Comprimento Total das tilápias e a transformação linear em dois diferentes meios.....	80
9 - Resultados de outras expressões matemáticas e a transformação linear em dois diferentes meios.....	82
10 - Parâmetros da relação Peso Total/Comprimento Total ( $\theta$ ) e valores mensais médios do fator de condição ( $\phi$ ) em dois diferentes meios.....	86
11 - Expressões matemáticas das curvas de crescimento em Comprimento e em Peso ajustadas pela expressão de BERTALANFFY.....	87
12 - Parâmetros $L_{\infty}$ , k, $t_e$ , $W_{\infty}$ e $\phi$ obtidos nos tanques-rede.....	87
13 - Expressões matemáticas obtidas através do modelo exponencial para o crescimento em Comprimento e em Peso na caixa de amianto.....	89
14 - Expressões matemáticas obtidas através do modelo exponencial para a Biomassa e Produção das tilápias em dois diferentes meios.....	91
15 - Teste de Tukey para as variáveis estudadas no final do cultivo.....	94
16 - Teste de Tukey para as médias da análise físico-química da água .....	98
17 - Temperatura média mensal da água (x) desvio-padrão (s) e amplitude (R) em dois diferentes meios coletada às 17:00h.....	99
18 - Correlação entre incremento em comprimento mensal e temperatura.....	102
19 - Resultados dos problemas ocorridos no tanque-rede.....	118
20 - Conjunto de causas a serem atacados.....	120
21 - Teste de Tukey para a porcentagem média de nutrientes das carcaças	

de tilápia (base seca) nas caixas de amianto.....	121
22 - Teste de Tukey para a porcentagem média de nutrientes dos filés de tilápia (base seca) nas caixas de amianto.....	122
23 - Análise de variância das notas médias obtidas durante a avaliação sensorial dos filés de tilápia nas caixas de amianto.....	124
24 - Teste de Tukey para notas médias atribuídas aos filés de tilápias.....	125

## **LISTA DE FIGURAS**

### **Figura**

1 - Estrutura de um gráfico de controle.....	31
2 - Distribuição tradicional entre o produto conforme e não conforme.....	40
3 - Gráfico da distribuição Normal ou de Gaus.....	41
4 - Superposição da Distribuição Normal com a Uniforme.....	41
5 - Perda da Qualidade e desvio do valor nominal.....	43
6 - Ganho de peso médio mensal dos peixes nas caixas de amianto.....	75
7 - Variação de comprimento médio mensal dos peixes nas caixas de amianto	75
8 - Ganho de peso médio mensal dos peixes nos tanques-rede.....	76
9 - Variação de comprimento médio mensal dos peixes nos tanques-rede.....	76
10 - Relação peso total/comprimento total dos peixes e a transformação linear correspondente aos tratamentos nas caixas de amianto.....	81
11 - Relação peso total/comprimento total dos peixes e a transformação linear correspondente aos tratamentos nos tanques-rede.....	81
12 - Relação altura do corpo/comprimento total dos peixes nas caixas de amianto.....	83
13- Relação altura do corpo/comprimento total dos peixes nos tanques-rede..	83
14 - Relação comprimento padrão/comprimento total dos peixes nas caixas de amianto.....	84
15 - Relação comprimento padrão/comprimento total dos peixes nos tanques-rede.....	84
16 - Relação comprimento do tronco/comprimento total dos peixes nas caixas de amianto.....	85
17 - Relação comprimento do tronco/comprimento total dos peixes nos tanques-rede.....	85
18 - Curva de crescimento em comprimento e a transformação de FORD-WALFORD dos peixes nos tanques-rede.....	88
19 - Curva de crescimento em peso dos peixes nos tanques-rede.....	88
20 - Curva de crescimento em comprimento dos peixes ajustada pelo modelo exponencial nas caixas de amianto.....	90

21 - Curva de crescimento em peso dos peixes ajustada pelo modelo exponencial nas caixas de amianto.....	90
22 - Curva de biomassa dos peixes nas caixas de amianto.....	92
23 - Curva de biomassa dos peixes nos tanques-rede.....	92
24 - Curva de produção dos peixes nas caixas de amianto.....	93
25 - Curva de produção dos peixes nos tanques-rede.....	93
26 - Variação de temperatura média mensal da água nas caixas de amianto....	101
27 - Variação de temperatura média mensal da água nos tanques-rede.....	101
28 - Alcalinidade da água nas caixas de amianto.....	103
29 - Alcalinidade da água nos tanques-rede.....	103
30 - pH da água nas caixas de amianto.....	104
31 - pH da água nos tanques-rede.....	105
32 - Oxigênio dissolvido nas caixas de amianto.....	106
33 - Oxigênio dissolvido nos tanques-rede.....	107
34 - Amônia da água nas caixas de amianto.....	108
35 - Amônia da água nos tanques-rede.....	108
36 - Nitrito da água nas caixas de amianto.....	109
37 - Nitrito da água nos tanques-rede.....	109
38 - Fósforo total da água nas caixas de amianto.....	110
39 - Fósforo total da água nos tanques-rede.....	111
40 - Fósforo solúvel da água nas caixas de amianto.....	111
41 - Fósforo solúvel da água nos tanques-rede.....	112
42 - Gráfico de controle para a temperatura média mensal nas caixas de amianto.....	114
43 - Gráfico de controle para a amplitude das temperaturas mensais nas caixas de amianto.....	114
44 - Gráfico de controle para a temperatura média mensal nas caixas de amianto.....	115
45 - Gráfico de controle para o desvio-padrão das temperaturas mensais nas caixas de amianto.....	115
46 - Índices de capacidades para a temperatura nas caixas de amianto.....	117

47 - Diagrama de Pareto.....	119
48 - Porcentagem média de nutrientes das carcaças de tilápias.....	123
49 - Porcentagem média de nutrientes dos filés de tilápias.....	123
50 - Perda da Qualidade “o maior é o melhor”.....	127
51 - Perda de Taguchi para a produção dos peixes em dois diferentes meios...	147
52 - Perda de Taguchi para os peixes mortos em dois diferentes meios.....	148
53 - Perda de Taguchi para os peixes descartados em dois diferentes meios...	149

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a busca de soluções econômicas alternativas para a crônica carência de fontes protéicas adequadas à preparação de rações balanceadas. O experimento foi conduzido na Estação de Piscicultura da Universidade Estadual de Londrina (EPUEL). Foram utilizados 480 alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) de 45 dias, sexualmente revertidas com peso médio inicial de  $1,25 \pm 0,14$ g e divididos em dois diferentes meios: caixa de amianto e tanque-rede. Foi avaliado o efeito da substituição de 10%, 20%, 30% de ração por levedura de destilaria sobre o ganho de peso, comprimento, eficiência alimentar, incrementos diários em comprimento e em peso, sobrevivência, composição de nutrientes das carcaças e filés de tilápia e o grau de aceitabilidade dos provadores. Não houve diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para o ganho de peso, comprimento, eficiência alimentar, incrementos diários em comprimento e em peso, indicando que a escolha do nível de levedura na ração para estes peixes depende da sua disponibilidade e custo ocasional. Para a sobrevivência, o teste de Tukey constatou não haver diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e o padrão para as caixas de amianto. Em relação ao tanque rede observou-se que a sobrevivência nos tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente entre si, porém, o tratamento T4 (98,3%) foi superior ao tratamento T3 (81,7%). O emprego dos diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria na ração, promoveu um aumento do teor protéico e houve uma diminuição de lipídios nas carcaças e filés de tilápia do nilo. Revelou também que a inclusão de até 20% de levedura de destilaria como substituto protéico em rações, resultou em melhoria da aceitabilidade dos filés de tilápias. Os resultados médios obtidos nos parâmetros limnológicos para o controle da qualidade da água através da análise físico-química, gráficos de controle e índice de capacidade foram normais. Os valores da temperatura média mensal revelou estar “fora de controle estatístico” e mostrou que 39,74% e 35,20% nas caixas de amianto e tanques-rede respectivamente estão abaixo do limite inferior de especificação. As perdas de Taguchi para a produção total, para os peixes mortos e descartados não revelou uma correlação positiva para os diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria. Observou-se que perdas acentuadas principalmente nas caixas de amianto podem ser atribuídos ao limite de densidade, ausência de alimentação natural e grande dispersão no tamanho dos peixes.



## ABSTRACT

This work has as its aim the search for cheap and alternative solutions to the chronic lack of appropriate proteic sources to the preparation of balanced food. The experiment was conducted in the "Fish Station from State University of Londrina". 480 fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) of 45 days, sexually reverted were used with initial average weight of  $1,25 \pm 0,14$ g and divided in two different environments: amianthus boxes and net-tanks. The effect of the substitution was evaluated from 10%, 20%, 30% of food for yeast of distillery about the gain of weight, length, food efficiency, daily growth in length and weight, survival, nutrients composition of the carcasses and fillets of tilapia and the level of the taster's acceptance. There were no significant statistical differences ( $P < 0,05$ ) among the treatment for the gain of weight, length, food efficiency, daily growth in length and weight, indicating that the choice of the level of yeast in the food for these fish depends on its availability and further cost. To the survival, the test of Tukey showed no statistical difference ( $P < 0,05$ ) between the treatments and the standard to the amianthus boxes. About the net-tanks, it was noticed that the survival in the treatments (T1, T2, and T4 / T1, T2, and T3) did not differ statistically from each other, but the treatment T4 (98,3%) was better to the treatment T3 (81,7%). The use of different levels of inclusion of yeast of distillery in the food, made the quality better in proteins and there was no increase of lipids in the carcasses and fillet of Nile tilapia. It also revealed that including until 20% of yeast of distillery as a protein substitute in food resulted in better acceptance of fillets of tilapia. The average results obtained in the limnological parameters to the control of quality of the water through the physical and chemical analysis, graphics of control and rate of capacity were normal. The values of the monthly average temperature revealed to be "out of the statistical control" and showed that 39,74% and 35,20% in the amianthus boxes and net-tanks respectively were below the inferior limit specification. The losses of Taguchi to the total production, related to the dead fish and the discarded ones didn't reveal a positive correlation to the different levels of inclusion of the yeast of distillery. It was noticed that great loss, specially in the amianthus boxes can be attributed to the density limit, lack of natural food and big dispersal in the size of the fish.

# CAPÍTULO I

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - TEMA

**Técnicas estatísticas e de engenharia da qualidade para avaliar o desempenho de diferentes níveis de levedura na criação de tilápia (*oreochromis niloticus*)**

### 1.2 - OBJETIVO DO TRABALHO

#### ***1.2.1 - Objetivo geral***

Apresentar de maneira simples e eficiente as inovações tecnológicas e as devidas ferramentas da estatística e de engenharia da qualidade para obtenção de altas produções de peixes, avaliando o desempenho da inclusão de levedura de destilaria em rações experimentais balanceadas sobre o desenvolvimento na criação de tilápia do nilo e as características na qualidade da carne.

#### ***1.2.2 - Objetivos específicos***

1 - Avaliar através da estatística a inclusão de **10%**, **20%**, e **30%** de levedura de destilaria em rações experimentais sobre o crescimento em comprimento e em peso dos peixes.

2 - Obter o nível ótimo de levedura sobre o peso e o comprimento das tilápias através da análise de variância.

3 - Avaliar a contribuição dos efeitos dos diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria sobre a composição de nutrientes das carcaças e filés de tilápia do nilo na caixa de amianto.

4 - Avaliar a aceitabilidade de filés de tilápias alimentadas com rações contendo 0%, 10%, 20% e 30% de levedura de destilaria.

5 - Verificar a qualidade da água mensalmente em seus aspectos físicos, químicos e biológicos através de gráficos de controle e índices de capacidade (**Cp** e **Cpk**).

6 - Comparar o peso total (**Wt**), consumo de ração (**Cr**), o coeficiente de conversão alimentar (**S**) e a eficiência do alimento (**Ea**) entre os tratamentos.

7 - Caracterizar biometricamente a espécie em condições de confinamento, através das relações de peso total/comprimento total, altura do corpo/comprimento total, comprimento padrão/comprimento total e comprimento do tronco/comprimento total.

8 - Determinar a curva de crescimento em comprimento e em peso, a curva de biomassa e a curva de produção através do método dedutivo de **SANTOS (1978)** e do modelo exponencial descrito por **RICKER (1979)**.

9 - Aplicar as técnicas de Pareto e do Problema da Mochila, para localizar, quantificar e solucionar os problemas do tanque-rede.

10 - Verificar as perdas monetárias para o produtor através da "**Função Perda de Taguchi**" nos tratamentos.

11 - Integrar a Universidade às agroindústrias e à piscicultura da região.

## **1.3 - HIPÓTESES DO TRABALHO**

### ***1.3.1 - Hipótese geral***

A influência da inclusão de levedura de destilaria em rações experimentais balanceadas isoprotéica e isocalórica não altera o crescimento e as características na qualidade da carne de tilápia do nilo.

### ***1.3.2 - Hipóteses específicas***

1 - O uso da inclusão de levedura de destilaria em rações experimentais balanceadas reduz os custos na produção de carne de tilápia do nilo.

2 - A inclusão de levedura nas rações experimentais melhora a qualidade protéica da carne de tilápia do nilo.

3 - A aceitabilidade de filés de tilápia do nilo não é afetada pelos efeitos dos diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria.

4 - A melhoria da qualidade na piscicultura pode ser avaliada por técnicas de engenharia da qualidade e de análise estatística.

## **1.4 - JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TRABALHO**

### ***1.4.1 - Controle da qualidade da água na piscicultura***

O presente trabalho procura mostrar que as diferentes características físicas e químicas dos viveiros de piscicultura propiciam diferenças na qualidade e quantidade de organismos aquáticos e constituem-se em verdadeiras barreiras para a produção de peixes. Deste modo, é fundamental o conhecimento da qualidade da água, para evitar problemas de pouco crescimento, elevação dos

níveis de doenças, parasitas e morte de peixes. O controle da qualidade da água é sem dúvida um dos problemas mais difíceis enfrentados pelos aqüicultores, pois não são de fácil compreensão, previsão e administração.

Deve-se proceder a avaliação da qualidade da água através de análise química, Controle Estatístico de Processo (**CEP**) e Índice de Capacidade (**Cp** e **Cpk**), para a "Garantia da Qualidade" com reflexos positivos em termos de custos, produtividade e qualidade na piscicultura. Com o controle da qualidade da água, torna-se possível o aumento da taxa de estocagem nos tanques sem redução da taxa de crescimento individual e com obtenção de altas produções de peixes de boa qualidade.

#### **1.4.2 - Piscicultura**

A piscicultura tem conquistado espaço e novos adeptos no Brasil, apesar de seus obstáculos. Os problemas que limitavam seu crescimento estão sendo superados, há maior interesse pela criação em cativeiro e a tendência é de expansão da atividade nos próximos anos. A evolução tecnológica vai permitir maior aproveitamento do vasto potencial hídrico do país para aumentar a oferta de alimentos. A criação de peixes é a maneira mais fácil, rápida e barata de elevar a produção de proteína animal de alto valor biológico.

No Brasil os peixes se desenvolvem num custo quatro vezes menor que na Europa, ou em qualquer outro país desenvolvido, país rico. Principalmente em virtude do fator climático. Na maioria do território brasileiro os peixes se desenvolvem doze meses por ano. Nos países que tem inverno rigoroso, só crescem no verão. Este único fator, no mundo atual, onde a competitividade de produção se torna cada vez maior, e os mercados são e serão disputados e ganhos pelos que possuírem vantagens comparativas, a possibilidade brasileira é fantástica.

Enquanto se gasta entre sete a dez quilos de ração para produzir um quilo de carne bovina, gasta-se três a quatro quilos para produzir um quilo de carne de suíno, e mais de dois quilos para produzir um quilo de frango, a produção de

peixe no Brasil é possível, viável, e comprovadamente assegurada com o gasto de menos de 1,5 kg de ração para a conversão em um quilo de carne de peixe.

Propõe-se a integração da piscicultura com a agricultura, com a indústria e com a pecuária, elas se necessitam, para que a economia de produção de alimentos consiga expandir. O Brasil poderá se transformar no maior e melhor celeiro do mundo. Um celeiro que terá no sistema aquícola a sua principal alavanca de produção de proteína animal a baixo custo.

### **1.4.3 - Aqüicultura**

Atualmente, no Brasil, a aqüicultura (criação de peixes em viveiros) impõe-se como uma das alternativas mais válidas para a produção de proteína nobre a baixo custo. Considerando-se que pode ser praticada nas áreas de propriedades rurais que não se prestariam a outras finalidades. Pode-se utilizar resíduos da agropecuária dentre estes a levedura de destilaria que pode proporcionar aumentos sensíveis na produtividade, tornando o pescado assim obtido, altamente competitivo quando comparado a outras fontes protéicas de origem animal.

Segundo a **FAO** (Food Agriculture Organization), estima-se que no ano **2.000**, os produtos gerados pela aqüicultura poderão ultrapassar **35%** do total de alimentos aquáticos colocados a disposição no mercado mundial. É óbvio que, num futuro próximo, a humanidade toda voltará seu olhar para a aqüicultura que poderá suprir esta enorme demanda.

Um dos objetivos deste trabalho é mostrar que o Brasil é o país que melhores condições tem para liderar um movimento consciente e firme, no sentido de reverter a produção de alimentos. Apesar de todos os inúmeros e graves problemas enfrentados, o Brasil é o país que mais pode esperar de prosperidade no século vinte e um. Tem-se tudo para construir uma grande nação. A aqüicultura tem um papel importante a representar na economia do futuro do homem.

A Aqüicultura juntamente com a Agricultura e a Indústria no Brasil, pode formar um tripé que dará sustentação imbatível à nossa economia.

#### **1.4.4 - Levedura**

O Brasil, sendo o maior produtor de álcool de cana-de-açúcar do mundo, cuja indústria alcooleira acha-se em pleno vapor, torna-se um país privilegiado quanto ao aproveitamento dos subprodutos obtidos no processamento de cana-de-açúcar, notadamente a levedura desidratada, na alimentação humana e animal

A população brasileira se alimenta deficientemente em quantidade e qualidade e, por esta razão, fundamenta-se a necessidade de conhecer-se meios para aproveitar de forma mais racional estes resíduos industriais, convertendo-os em proteína quando de sua utilização na confecção de dietas para animais, além de diminuir seus custos e minimizar o poder poluente que o mesmo tem sobre os rios e lagos.

A proteína unicelular ou levedura, além de ser utilizada como suplemento protéico em rações animais, poderia ser usada no enriquecimento protéico das merendas escolares, principalmente devido ao precário teor de proteína contido nos principais alimentos consumidos pela maioria da população.

É preciso um esforço de convencimento, um contato direto com industriais para mostrar a qualidade de um subproduto derivado da cana. É o caso da levedura retirada do processo de fermentação, um produto valioso, mas que não recebe o devido valor no mercado, e, por isso, as usinas não se estimulam a produzi-lo.

A crescente demanda quantitativa e qualitativa de alimentos vem exigindo dos empresários e cientistas um esforço cada vez maior para o incremento da produção através de métodos mais aperfeiçoados que maximizem a eficiência da utilização dos recursos naturais, humanos, tecnológicos e econômicos sem degradar o meio ambiente.

Neste trabalho foi utilizado a levedura de destilaria como alternativa das fontes tradicionais de proteína de origem animal. Devido à sua escassez, bem

como ao elevado preço de tais fontes, essa pesquisa foi realizada visando a substituição parcial desses produtos com a intenção de dar maior opção aos piscicultores.

## **1.5 - LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

No Brasil, há possibilidade para a produção de levedura de destilaria para consumo animal e humano. A curto prazo, porém o uso animal é mais realista e já vem ocorrendo. Sabe-se que a levedura é um subproduto valioso, podendo alcançar níveis altos de proteínas e outros nutrientes. É uma importante alternativa na formulação de rações animais com adequado balanceamento. Os resultados satisfatórios da utilização da levedura levaram algumas empresas a investir maiores recursos em pesquisas que visem otimizar a produção do alimento. Entretanto, a principal limitação ao emprego da levedura é a presença de paredes celulares rígidas, os ácidos nucléicos e a palatabilidade. Os ácidos nucléicos são responsáveis pelo aumento de ácido úrico no sangue e na urina. Porém, pesquisas vêm sendo realizadas para desenvolver métodos econômicos e efetivos que permitam reduzir seu alto conteúdo de ácidos nucléicos sem afetar a quantidade e qualidade da proteína e outros componentes da levedura.

## **1.6 - ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho apresenta-se estruturado em oito capítulos.

No primeiro capítulo, apresenta-se aspectos preliminares do trabalho tais como: título, objetivos gerais e específicos, hipóteses, justificativa, relevância, limitações e estruturas.

No segundo capítulo, é feita uma revisão bibliográfica pertinente a qualidade e produtividade, potencial da aqüicultura na economia brasileira, a espécie tilápia do nilo, levedura de destilaria, gráficos de controle, diagrama de Pareto, problema da mochila, índices de capacidade e a função perda de Taguchi.



No terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo e as técnicas estatísticas e de engenharia da qualidade para a verificação da viabilização da levedura na criação de tilápia do nilo.

No quarto capítulo, encontra-se os resultados e as discussões da análise quantitativa, análise físico-química da água, análise da composição dos nutrientes das carcaças e filés de tilápia e, análise sensorial de filés de tilápia, além disso, os gráficos de controle, índices de capacidade, diagrama de Pareto e problema da mochila.

No quinto capítulo, encontra-se a Função perda de Taguchi na piscicultura.

No sexto capítulo, encontra-se uma aplicação da função perda de Taguchi para a produção, para os peixes mortos e para os peixes descartados para os dois diferentes meios com os seus respectivos gráficos.

No sétimo capítulo, apresenta-se as conclusões e as recomendações finais deste trabalho.

No oitavo capítulo, encontra-se os apêndices como complemento indispensável para a compreensão de todo o trabalho.

No nono capítulo, encontra-se as referências bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

## CAPÍTULO II

### 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 - Introdução

##### 2.1.1 - Qualidade e produtividade

Dadas as profundas mudanças no cenário sócio-político-econômico mundial ocorridas nas três últimas décadas, intensifica-se dramaticamente a necessidade de produzir melhor e mais barato.

Se as descobertas científicas e tecnológicas proporcionam grandes mudanças, elas também acabam exigindo que todos participam dessas transformações, pois elas também estimulam a concorrência.

Assim, qualquer produto, processo, empresa ou nação, que não se alterar à inovação tecnológica, deixará de ser competitivo e perderá sua posição no mercado, seja ele local, regional ou global.

Para os sistemas de produção são colocadas metas como “**defeito zero**”, “**quebra zero**”, “**perda zero**”, “**estoque zero**”, que são úteis, pois garantem que sempre é possível melhorar e, com isto estimularem ao aperfeiçoamento contínuo.

Trata-se, aqui, do sistema produtivo como um todo, integrado a produção de bens à prestação de serviços, a nível mundial, lembrando que sistema é um conjunto de elementos que atuam de forma independente, mas sinérgica e harmoniosa, para a obtenção de algum resultado almejado e estabelecido previamente (**STANGE, 1996**).

A necessidade de aperfeiçoamento da qualidade se mostra bastante evidente em produtos e em serviços: ao contrário dos compradores de alguns anos atrás, os compradores atuais continuam a comprar conceituando sua atenção sobre o preço, mas atribuem grande e crescente ênfase à qualidade. É a

qualidade, assim como o preço, que proporciona o retorno do cliente pela segunda, terceira e demais vezes (**FEIGENBAUM, 1994, p. 5**).

A demanda por um produto, em uma economia competitiva, é grandemente afetada por sua qualidade e por seu preço de venda. O preço de venda é determinado pelo custo total de produção, pelo custo de marketing, pela demanda e pela margem de lucro. Duas características importantes de um produto são a qualidade e o custo (**KACKAR, 1989**).

Tradicionalmente, a qualidade é vista como valor. Entretanto, valor é um conceito subjetivo que a teoria econômica define como utilidade marginal. A demanda para um produto, a um dado preço, está relacionada com o número de pessoas que consideram o valor do produto igual ou maior que seu preço. A utilidade marginal seria dada pelo valor atribuído pela última pessoa dentre as dispostas a adquiri-lo.

Segundo Martins in **STANGE, (1996, p. 8)**, “vários autores têm procurado dar uma definição para a Qualidade que seja simples, precisa e abrangente: simples para ser facilmente assimilável em todos os níveis da organização; precisa, para não gerar interpretações dúbias e abrangente para mostrar sua importância em todas as atividades produtivas”.

Para **DEMING (1982)**, melhorias na qualidade levam em geral a melhorias na produtividade. As perdas são menores, os custos são mais baixos e os produtos atingem melhor posição frente aos concorrentes.

### ***2.1.2 - Considerações gerais sobre piscicultura***

A piscicultura teve início na China há mais de **2.500** anos, sendo então praticada de maneira rústica, destinando-se a produção, apenas, ao consumo doméstico. Do Oriente, a piscicultura expandiu-se para toda a Europa, através da Grécia e da Itália. No continente europeu, os peixes eram criados, inicialmente, nas piscinas para abastecimento dos restaurantes dos mosteiros. Somente no século passado, a piscicultura começou a ser praticada com fins comerciais no Japão, e pesquisas relacionadas com a nutrição de peixes tiveram início nos

Estados Unidos, na década de **40** deste século, com Tunnison in **CASTAGNOLLI, (1992)**.

O peixe, pelo fato de viver na água, apresenta uma série de vantagens para sua criação, entre as quais se destacam a não necessidade de gasto de energia para a termorregulação corporal (é um animal pecilotérmico) e o baixo consumo de energia para os deslocamentos. Por isso mesmo, é um animal que aproveita com mais eficiência os alimentos (**CASTAGNOLLI, 1992**).

Embora o Brasil já disponha de razoável tecnologia de criação de espécies nativas, há, ainda, a necessidade de se conhecer melhor a biologia de algumas espécies de grande potencial para a piscicultura e tentar impedir que o progresso industrial continue a prejudicar os mananciais tão necessários para o abastecimento das piscigranjas com água de boa qualidade.

As modernas tecnologias de reprodução artificial, propagação e engorda de peixes, além de exercerem um especial fascínio sobre leigos e entendidos, revelaram as mais amplas perspectivas de aproveitamento integrado dos recursos hídricos em diversas nações (**ALMEIDA, 1983**).

Segundo Huet (1983) in **LEITE (1984)**, a moderna piscicultura visa o cultivo de peixes, objetivando o controle da reprodução e do crescimento, através de técnicas que permitam uma multiplicação quantitativa e qualitativa de seus produtos.

Crescimento para **WOOTTON (1990)** é uma mudança no tamanho de um indivíduo, usualmente, um acréscimo medido em comprimento, peso ou energia. Um peixe pode sintetizar novos tecidos quando a sua taxa de consumo de ração for suficientemente alta em relação ao gasto de energia para a manutenção de seu metabolismo basal.

Vários fatores governam, limitam ou estimulam o crescimento dos peixes, sendo que os fatores nutricionais, metabólicos e bioenergéticos são aqueles que influenciam o processo de crescimento de maneira imediata (**WEATHERLEY & GILL, 1987; MOREAU, 1987**).

Segundo **POPMA & LOVSHIN (1994)**, a tilápia ingere uma ampla variedade de alimento natural, incluindo plâncton, organismos bentônicos,

invertebrados aquáticos, larvas de peixe e matéria orgânica em decomposição. É uma espécie filtradora, com grande capacidade de retenção de partículas e microorganismos em suspensão. Nos tanques onde há o alimento natural, é calculado que este se destina a 30 - 50% do crescimento da tilápia.

Para isto há necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de dietas que proporcionem alta produtividade a custos mais baixos.

### **2.1.3 - O potencial da aquicultura na economia brasileira**

Das práticas zootécnicas em atividade no Brasil, uma que surgiu recentemente e que tem crescido rapidamente, com aumento na oferta e ganhos de produtividade, é a aquicultura (criação de peixes em viveiros). A partir dos anos **80**, a aquicultura assumiu características de atividade econômica. Essa nova posição é fruto de uma série de fatores que possibilitaram a sua real implantação. Pode-se citar como um deles a existência de tecnologia compatível com uma criação racional, viabilizando diferentes processos de produção, tanto em larga como em pequena escala (**MARTIN, et al., 1995**).

A aquicultura constitui uma atividade que merece maior atenção devido a sua importância tanto no povoamento e repovoamento de ambientes naturais, quanto na produção de proteína de origem animal, principalmente em locais onde outras fontes protéicas sejam restritas (**PEREIRA et al., 1988**).

Ela entra como fator decisivo, criando patamares crescentes que somente encontrarão barreiras nas disponibilidades de recursos humanos e financeiros, indispensáveis à realização de pesquisas, aos serviços de fomento e extensão e aos financiamentos. Havendo tais recursos esse limite de produção passa a ser, tecnicamente, ilimitado.

Muito embora tenha uma história de milênios, a tecnologia atual da aquicultura e, especificamente da aquicultura intensiva, tem se desenvolvido, em grande parte, à base de ensaios empíricos e não de uma investigação científica mais profunda (**ALZUGUIR, 1984**).

Utilizando-se de técnicas de criação extensiva e semi-intensiva, as tecnologias vêm sendo aprimoradas para melhorar a produtividade das criações, a qualidade dos produtos e o retorno da atividade (**MAINARDES PINTO 1989; CASTAGNOLLI, 1992**).

A aqüicultura deve enquadrar-se nos princípios zootécnicos básicos, isto é, procurar atingir maior produção por área e melhor conversão alimentar, maximizar o incremento em comprimento e peso dos peixes, com decorrente verticalização das curvas de crescimento, em favor de um rápido giro de capital e de economia de alimento, empregar espécies recomendáveis para o cultivo, considerando-se seus principais atributos: precocidade, rusticidade, facilidade de alimentação e manejo, alta taxa de fecundidade e boa qualidade da carne (**VALENTINE et al., 1972; VERANI, 1987; SÁ, 1989**).

A aqüicultura industrial já é considerada atividade de interesse econômico comparável aos demais ramos da produção animal. São provas frisantes deste destaque, a produção do Japão, da Dinamarca, da Itália, dos Estados Unidos, da Rússia e mesmo de países menos desenvolvidos, como a Tailândia, a Índia e Uganda, onde são atingidos níveis cada vez mais elevados de rendimento e onde intensas pesquisas encontram-se em andamento (**VERANI, 1987**).

Em geral, devem ser administradas aos peixes, dietas com teores adequadas de proteína de alta qualidade, níveis de energia suficientes e um balanceamento adequado de ácidos graxos, vitaminas e minerais por períodos relativamente longos (**BARROS et al., 1988**).

Segundo **ANDRADE (1988)**, a produção econômica, em nível de competição, os preços de terras brasileiras, favoráveis à piscicultura, apresentam uma vantagem extraordinária, tendo em vista o seu valor comparativo baixíssimo. A defasagem na produção de proteína animal, de **45%** é devido ao baixo poder de consumo dos povos em desenvolvimento, de carnes produzidas pelos países ricos, com alto gasto de conversão alimentar.

No Brasil e nos países tropicais pode-se produzir toda proteína animal que se deseja, a preço compatível com a capacidade econômica dos povos em desenvolvimento, possibilitando o fortalecimento biológico das grandes parcelas

humanas, capacitando-as, fisicamente, para o trabalho e o caminho do desenvolvimento.

#### **2.1.4 - Tilápia do nilo**

As tilápias, peixes da família Cichlidae, são amplamente utilizados em piscicultura em todas as águas tropicais do mundo. São facilmente reconhecidas pelas listras verticais presentes na nadadeira caudal. São de coloração cinza-azulada, corpo curto e alto, cabeça e cauda pequenas (**OLIVEIRA, 1981; GALLI et al., 1986**).

Formam um gênero de peixes da ordem Peciformes, família Cichidae, que se encontra disperso nas águas da África intertropical. As tilápias são peixes robustos com poucas exigências respiratórias, que suportam muito bem o calor. São fáceis de transportar, o que, somado as facilidades de sua reprodução, explica o êxito de sua grande assimilação (**HUET, 1983**).

Segundo **CASTAGNOLLI, (1992)** e **GUIMARÃES, (1994)**, a tilápia é uma espécie bastante resistente ao manejo e a doenças. Sobrevive em alta densidade populacional, é pouco exigente em relação ao oxigênio dissolvido na água, tolera grandes variações de temperatura, mas seu melhor desempenho é obtido entre **22°C e 32°C**. Quando essa temperatura é inferior a **15°C**, ela pouco se alimenta e não se reproduz .

Para **LUND & FIGUEIRA, (1989)**, esta espécie suporta uma ampla faixa de **pH** de **5** a **11**, sendo o ideal de **7** a **8**. Apesar de ser um peixe de água doce, também pode se desenvolver e se reproduzir em água com salinidade de **29%**, suportando até **35%** de salinidade. Na natureza, a tilápia do Nilo chega à sua primeira maturação sexual a partir dos **20cm**. Já em cativeiro pode atingi-la com quatro à cinco meses quando apresenta **10** a **17cm** de comprimento. Uma fêmea pode por **1500** a **2000** ovos por vez, desovando pelo menos três vezes ao ano. Em locais de clima quente, com temperatura acima de **24°C**, reproduzem-se o ano todo, e se a temperatura ultrapassar **24°C** o intervalo entre duas desovas consecutivas pode ser de **28** dias.

O macho desta espécie é polígamo e escava um ninho no fundo do viveiro, geralmente em águas com menos de 1m de profundidade. Após um breve ritual de acasalamento, a fêmea desova no ninho e incuba os ovos na sua cavidade bucal, depois de fecundados externamente. As larvas permanecem na boca da fêmea até a absorção total do saco vitelínico e freqüentemente buscam refúgio na boca por diversos dias após ser inflada a bexiga natatória (VINATEA, 1995).

As tilápias ingerem uma grande variedade de alimentos naturais, incluindo plâncton, folhas verdes, organismos bentônicos, invertebrados aquáticos, larvas de peixes, detritos e matéria orgânica em decomposição. Mesmo em viveiros com alimentação suplementar adequada, os organismos naturais são responsáveis por **30% a 50%** do crescimento do peixe (VINATEA, 1995).

As tilápias são com freqüência consideradas peixes filtradores porque podem capturar eficientemente organismos planctônicos. Entretanto, “**filtradores**” não é exatamente um termo correto, porque as tilápias fisicamente não filtram a água através dos arcos branquiais como fazem a carpa capim ou a cabeça grande. Nas tilápias, as brânquias secretam um muco no qual se aderem as células planctônicas e o “**bolo**”, rico em plâncton, é então ingerido. Este mecanismo permite à tilápia capturar micro-fitoplânctons menores que **5 micros** de diâmetro.

A tilápia não revira o fundo do viveiro tão agressivamente como a carpa comum. Entretanto, e principalmente nas principais horas da manhã, o fazem à procura de invertebrados bentônicos. Os juvenis mais desenvolvidos e adultos são extremamente territoriais e, como consequência deste comportamento, o crescimento é muito desigual, principalmente em altas densidades quando o alimento é pouco e concentrado em poucos pontos do viveiro.

As tilápias apresentam características excelentes, tais como: rusticidade, rápido ganho de peso e habilidade em aproveitar resíduos da agropecuária, bem como, assimilar também os carboidratos contidos nos ingredientes de origem vegetal das rações, minimizando o custo do alimento. Os jovens alimentam-se principalmente de zooplâncton e fitoplâncton; os adultos alimentam-se de



vegetais, aceitam alimentação artificial variada e comem também larvas e insetos **(MAINARDES PINTO, 1989; CASTAGNOLLI, 1992; NRC, 1993)**.

Para **MAINARDES PINTO, (1989)** e **GUIMARÃES, (1994)**, a tilápia do Nilo pode ser considerada como pertencente à categoria dos peixes magros, por apresentar apenas **2% a 4%** de gordura, enquanto a maioria dos peixes de água doce tem pelo menos **6%**; os peixes magros, se congelados, permitem um armazenamento de até **12 meses a -15°C**.

A Cultura intensiva de tilápias tem ganho popularidade nos anos recentes. A alimentação completa com nutrientes é necessária quando os peixes são estocados em alta densidade nos tanques. Os requerimentos nutricionais da tilápia parece ser similares aos dos outros peixes de água doce **(LUQUET, 1991)**. A formulação de dietas comerciais para carpa comum tem sido a alimentação suficiente para a tilápia do nilo **(LIM, 1989)**.

As propriedades físicas da alimentação peletizada, especialmente o seu tamanho e a estabilidade da água, são fatores de grande importância. A preferência da tilápia é por grãos menores e tem uma resposta mais freqüente devido a sua alimentação contínua, e pequena capacidade estomacal **(KUBARYK, 1980)**.

Segundo **CASTAGNOLLI, (1992)**, são três os métodos mais indicados para a criação de tilápia do Nilo:

- I - método convencional;**
- II - consorciação com peixe carnívoro predador;**
- III - monossexo através da sexagem, hibridação ou reversão sexual.**

Os dois primeiros são bastante simples e do tipo semi-intensivo, onde o piscicultor não tem um total controle sobre a reprodução e alimentação dos peixes.

O terceiro método consiste em:

- A - monossexo através da sexagem;**
- B - hibridação;**
- C - reversão sexual.**

Nestes casos, as criações são intensivas, onde se faz o controle da alimentação, reprodução e densidade.

**A - Sexagem** - Consiste na separação dos sexos ou sexagem dos peixes. Os exemplares precisam ter no mínimo **12cm** de comprimento e cerca de **35 a 40g** de peso, com idade de aproximadamente **4 meses**, para que a sexagem seja segura. Esse método embora trabalhoso, pois a sexagem é feita individualmente pelo exame do orifício genital dos peixes (**MAINARDES PINTO, 1989; GUIMARÃES, 1994**).

**B - Hibridação** - Consiste em criar machos híbridos obtidos no cruzamento entre:

**Machos *O. horrorum* x fêmea *O. niloticus*.**

Esse cruzamento resulta em uma proporção de **100%** de machos híbridos. Esses híbridos são férteis e também apresentam boas características de rusticidade, de precocidade e boa qualidade da carne (**OLIVEIRA, 1981; MAINARDES PINTO, 1989; GUIMARÃES, 1994**).

**C - Reversão sexual** - A reversão sexual é um processo no qual esteróides masculinos são administrados a larvas recém eclodidas. Este manejo faz com que os tecidos, ainda indiferenciados, das gônadas das fêmeas se desenvolvam em tecido testicular, produzindo indivíduos que crescem e funcionam reprodutivamente como machos (**LEONHARDT, 1993; VINATEA, 1995**).

Em experimentos com administração do hormônio **17-alfa metiltestosterona** em tilápia "***Oreochromis niloticus***", **AFONSO et al. (1993)**, utilizando ração farelada contendo **42%** de proteína bruta com adição de **60mg** do hormônio por kg de ração e taxa de alimentação de **20%** da biomassa total, conseguiu **100%** de indivíduos machos, em condições de laboratórios.

O crescimento das tilápias varia muito de acordo com sua espécie e o sexo a que pertencem. Dependem também do alimento disponível: natural ou artificial. O crescimento é muito mais rápido nas águas ricas em nutrientes. Está ligado a temperatura como as demais espécies piscícolas (**HUET, 1983**).

O interesse pela obtenção e utilização exclusiva de machos, baseou-se, principalmente, na maior velocidade de crescimento, no melhor sabor e aproveitamento de sua carne. Por exemplo, o macho leva cinco meses para chegar a **300g**, enquanto que a fêmea, ocupada em incubar os ovos na boca, precisa pelo menos oito meses e rende menos em filés. E há um outro problema com fêmeas no tanque: fica difícil controlar a população desse peixe tão prolífico. A cada dois meses, no verão, elas estão prontas para nova reprodução e o resultado é a superpopulação nos tanques, indesejável para o criador, por causar atraso no crescimento dos peixes. A solução para este caso é o cultivo monossexo, que consiste em proceder a sexagem e/ou a reversão sexual através de alimentação com ração adicionada de hormônio masculinizante. Estas técnicas visam a separação de indivíduos do sexo masculino antes do transporte dos alevinos para os tanques de crescimento e engorda (**GUIMARÃES, 1994, VINATEA, 1995**).

## **2.2 - Levedura de destilaria**

O Brasil com suas **346** usinas de destilaria desenvolveu uma tecnologia de ponta para cultivar cana-de-açúcar e produzir um combustível “verde” e seus subprodutos. E a cada dia, mais países adotam políticas diversificadas e sustentáveis. Para os cientistas, o Brasil chegou primeiro no caminho do futuro e, agora, não pode andar para trás (**FRANK, 1996**).

### **2.2.1 - O que sai da cana-de-açúcar**

De acordo com os artigos **O SOL por aliado, (1992); ALCOPAR, (1992)** e **FRANK, (1996)**, da cana não saem apenas açúcar e álcool. Há um grande número de subprodutos, dentre os quais se destacam:

a) **O bagaço**, é um subproduto nobre na indústria sucro-alcooleira, tanto pelo aspecto econômico, quanto pela versatilidade de sua utilização. Produz

vapor e fornece energia através da queima em caldeiras, tornando **95%** das usinas do Estado de São Paulo auto-suficiente.

**b) A vinhaça**, também conhecida como vinhoto, restilo ou calda, é um resíduo de destilaria alcoólica, disponível em abundância, considerado um dos mais importantes sub-produtos da indústria alcooleira. Sua composição química é rica em nutrientes notadamente potássio, cálcio e matéria orgânica, e pode ter diversos usos, dentre os quais a substituição parcial das adubações minerais da cana-de-açúcar, extração do metano, utilização da biomassa para fertilização agrícola e também seu uso como rações animais, na forma de proteína bruta.

**c) A torta de filtro**, é um resíduo sólido formado por bagacilho e substâncias não solúveis da calda de cana após decantação e filtragem. É rica em matéria orgânica (**70% em média**), além de nutrientes, sendo também utilizada na fertilização agrícola.

**d) A levedura**, é um produto valioso, com adequado balanceamento, retirado do processo de fermentação alcoólica, sendo uma importante alternativa protéica na formulação de rações animais, podendo alcançar níveis altos de proteínas, carboidratos, lipídios, extrato etéreo, vitaminas e minerais.

### **2.2.2 - Importância da levedura**

Os freqüentes aumentos nos preços de grãos de cereais e suplementos protéicos vegetais, usados na alimentação dos animais domésticos, têm despertado um grande interesse pelo aproveitamento de alimentos conhecidos como “**não convencionais**” na indústria animal do Brasil e na de outros países produtores de grãos (**MATTOS et al., 1984; NETO et al., 1988**).

Dentre os produtos que podem substituir os suplementos protéicos convencionais usados na alimentação animal, destacam-se os microorganismos (algas, fungos, bactérias), considerados como fontes de proteínas unicelulares. O interesse na utilização desses microorganismos na alimentação, tanto humana como animal, deve-se, entre outros motivos, à sua velocidade de crescimento, à possibilidade de cultivo em substratos diversos e também a seu elevado teor

protéico (**MATTOS et al., 1984, NETO et al., 1988; BARROS et al., 1988, MARTINS, 1991**).

Esses produtos podem se converter em subproduto se forem recuperados economicamente para a alimentação humana e animal (**FALANGHE, 1975; LIMA, 1975**). Muitos estudos têm apontado a possibilidade da utilização de resíduos industriais para obtenção de biomassa de microorganismos, também chamada proteína microbiana, proteína unicelular ou “**Single cell protein**” (**CARNEIRO, 1971; ARAÚJO et al., 1976; GAMBALE, 1980; CARUSO, 1985; KIYAN, 1987**).

### **2.2.3 - Obtenção da levedura**

Embora vários gêneros de levedura possam ser cultivados nos mais variados tipos de substrato, o interesse deste trabalho é apenas abordar aspectos ligados a leveduras usadas na indústria alcooleira.

As leveduras usadas na indústria alcooleira podem ser classificadas em dois tipos: de recuperação e de cultura. As primeiras, do gênero *Saccharomyces*, constituem-se num subproduto da fermentação alcoólica, do mosto açucarado, obtido em meio anaeróbico após a centrifugação do vinho; nesse caso, a produção de levedura é secundária à produção de álcool Desmonts (1966) in **VASCONCELOS (1985)**.

As leveduras de cultura são representadas pelas diferentes espécies capazes de ploriferar nos mais variados substratos, através da fermentação aeróbica, o que resulta numa intensa multiplicação de células, bem maior do que aquela verificada pelo processo anaeróbico e, nesse caso, a levedura é o produto principal Desmonts (1966) in **ALVES (1988)**.

De acordo com **LOPES (1984) e LEME (1986)**, o leite de levedura tipo recuperação é obtido ao final do processo fermentativo, quando as células tendem a se depositar, formando um material caracterizado pela alta incidência de células em brotamento e elevada taxa de viabilidade. Após o término da fermentação alcoólica, é feita a recuperação deste fermento, mediante separação

por centrifugação, dando origem ao vinho deslevedurado (**90%**) e de suspensão de levedura denominado leite de levedura (**10%**). As leveduras obtidas são reutilizadas nas fermentações subseqüentes e, nesta fase, existe um excedente de levedura, que pode ser “**sangrado**” e, a seguir, dirigido para um aparelho secador, onde é desidratado, obtendo-se um material razoavelmente puro chamado de levedura seca (**LEME, 1986; RHEINHOLDT et al., 1987; BENASSI et al., 1990**).

A disponibilidade teórica da levedura obtida na produção de álcool, *Saccharomyces cerevisiae*, é de **2,0kg a 2,5kg** de levedura seca por hectolitro produzido. Todavia, para que tal quantidade seja obtida, é necessário que as condições de fermentação sejam rigorosamente controladas para que o rendimento da produção de álcool não seja afetado pela retirada parcial da levedura durante o processo industrial. (**DESMONTS, 1966; BENASSI et al., 1990**). Isto nos leva a concluir que a obtenção de nutrientes microbiologicamente sintetizados, a partir de resíduos da indústria alcooleira, representa contribuição das mais preciosas para a solução da crônica e aguda carência de fontes de nutrientes, adequados à preparação de rações balanceadas para alimentação animal e humana (**RASK, 1982; TAVARES, 1985; RHEINHOLDT et al., 1987; O SOL por aliado, 1992**). O aproveitamento diversificado de subprodutos industriais pode contribuir ainda para a diminuição do poder poluidor do meio ambiente (**MEDEIROS, 1981; LITCHFIELD, 1983; ALCOPAR, 1992; O SOL por aliado, 1992**).

#### **2.2.4 - Composição química e biológica da levedura**

A composição química da levedura é bastante variável e depende de uma série de fatores, dentre os quais se destacam: natureza e procedência do substrato, espécie de levedura, idade da célula, temperatura, pH, grau de aeração e concentração de sais no meio (**KRIDER et al., 1982; LEME, 1986**).

Segundo **RASK (1982)**, o valor da levedura não pode ser medido sob um único aspecto, pois ela possui um conjunto de fatores que concorrem para o seu

mérito no campo alimentar. As proteínas apresentam alto valor biológico revelado pelo equilíbrio das percentagens de aminoácidos. Para **AMORIM (1985)** os minerais são elementos fundamentais para a manutenção da vida da levedura, para a multiplicação aeróbica ou anaeróbica e também para a fermentação alcoólica. Dentre eles temos o nitrogênio (**N**), o fósforo (**P**), o potássio (**K**), o enxofre (**S**), o magnésio (**Mg**), o manganês (**Mm**) e o zinco (**Zn**). Os fatores minerais indispensáveis ao equilíbrio orgânico variam de acordo com **VASCONCELOS (1985)** entre 7% a 15%, sendo aproximadamente a metade deste teor constituído por fósforo, especialmente nas formas de fosfato de magnésio e de cálcio.

Para **MATTOS et al., (1984)**, o conteúdo em proteína bruta é bastante variável (30% a 60%), enquanto que **YOUSRI (1982)**, e **KOPP (1992)**, relatam que algumas espécies de levedura podem chegar a níveis protéicos de até 70%, sendo desta forma, considerado um concentrado protéico. Sua fração nitrogenada contém em média 70% a 80% de aminoácidos, 8% a 12% de ácidos nucleicos, 6% a 8% de amônia, além de glucosaminas, galactosaminas, glutathiona, lecitina e outros compostos em concentrações menores (**ROSE et al., 1970, MATTOS et al., 1984**). Cerca de 20% a 30% do nitrogênio está na forma não protéica, representando basicamente por ácidos nucleicos (**MATTOS et al., 1984**).

A composição em aminoácidos das leveduras é razoavelmente bem balanceada e, de acordo com **ANGELIS (1987)**, apresentam-se ricas em aminoácidos essenciais ao homem e animais, dentre os quais se destacam a lisina, valina, leucina, fenilalanina, arginina e outros em concentrações menores. Devido aos seus elevados teores de lisina, é recomendada sua utilização como suplemento protéico em dietas à base de cereais (**KIHLBERG, SANTANA et al., 1984**).

De acordo com **SAMPAIO et al. (1986)**, os lipídios acumulados nas células constituem material de reserva energética encontrando-se cerca de 2808 Kcal de energia digestível por Kg de levedura.

Quanto às vitaminas, pode-se afirmar que as leveduras são fontes muito ricas em vitaminas do complexo B, particularmente em tiamina, riboflavina, niacina

e ácido pantotênico e são usados como suplemento vitamínico em dietas de monogástricos (**KRIDER et al., 1982; YOUSRI, 1982; MATTOS et al., 1984**).

Os carboidratos representam de **15% a 60%** do peso seco das leveduras e a fração de extrato etéreo varia de **1% a 6%** e compreende aproximadamente proporções iguais de triglicerídeos e fosfolipídios. Os ácidos graxos são de cadeia longa, saturados e insaturados, de número par e ímpar de átomos de carbono (**ROSE & HARRISON, 1970; KANEKO, 1976**).

### **2.2.5 - Valor nutritivo da levedura**

Para **YOUSRI (1982)**, as leveduras são, há muito tempo, consideradas de grande valor na nutrição humana e animal. As leveduras apresentam alta digestibilidade de todos os seus nutrientes e, em particular, da fração nitrogenada (**MATTOS et al., 1984**).

A utilização de levedura por ruminantes foi avaliada em uma série de estudos realizados na Escola Superior de Agricultura "Luís de Queirós" (**ESALQ**) com vacas em lactação e em manutenção e mostraram que não houve diferença significativa nos níveis de produção, havendo no entanto um aumento significativo no teor de proteína do leite nos animais que receberam a levedura como uma única fonte suplementar de proteína. As digestibilidades da matéria seca, da matéria orgânica e da proteína bruta também foram elevadas significativamente, além do aumento de peso e de gordura com a inclusão da levedura no concentrado (**MATTOS et al., 1984**).

Trabalhos citados em alimentação de aves de acordo com **SAMPAIO et al., (1986)**, concluíram que é possível utilizar levedura como suplemento protéico até níveis de **15%** em rações para aves em crescimento. As leveduras apresentam vitaminas essenciais podendo ser utilizada como suplemento para aves e suínos (**LEME, 1986**). Dando seqüência a este trabalho, **PEZZATO et al., (1982)**, analisaram o desempenho das aves e não verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os resultados.



Dos trabalhos realizados com levedura cultivada em melaço de cana-de-açúcar na alimentação de aves, pode-se observar que com a introdução dessa matéria prima substituindo soja- milho, os níveis mais promissores foram na faixa de **10% a 15%** da ração. Em níveis superiores as fezes das aves tornavam-se pegajosas (**SAMPAIO et al., 1986**).

O maior número de pesquisa com a levedura tem sido desenvolvido com suínos. De acordo com vários experimentos realizados no Departamento de Zootécnica da **ESALQ**, este subproduto pode constituir-se numa fonte de proteína para esta espécie doméstica, nas várias fases do ciclo produtivo (**LIMA, 1983; MENTEN et al., 1984, MOREIRA, 1984**), compondo até **21%** da ração de suínos em crescimento-acabamento (**MIYADA, 1978 a, 1978 b, MIYADA et al., 1979**), baseados em milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos (**MOREIRA, 1984**). Além disso, **MIYADA (1978, 1986) e MIYADA et al., (1979)** observaram que a qualidade da carcaça foi melhorada pela presença de levedura na ração, possivelmente devido ao aumento do consumo de proteína e lisina pelos animais.

Estudos sobre a produção de leveduras alimentícias vêm sendo realizadas no **ITAL** desde **1965**. **SADIR & PAPINI, (1965/66)**, iniciaram os primeiros trabalhos, estudando a viabilidade técnica e econômica da utilização de resíduos celulósicos para a produção do etanol e levedura alimentícia.

Em **1972**, na seção de Fermentação Industriais com **MENEZES, (1971/72)** e colaboradores foram começados estudos sobre a produção de levedura alimentícia em substrato de mandioca e em melaço de cana de açúcar.

A metodologia para a produção da levedura em substrato de melaço foi descrito por **SALES et al. (1976)**. A levedura foi recuperada por centrifugação e submetida a estudos para rompimento da parede celular, secagem, determinações químicas e avaliação nutricional. Após a desintegração celular por plasmólise, a suspensão foi incubada a **50°C**, durante **20** minutos, para redução do teor de ácidos nucléicos e, em seguida, as proteínas foram precipitadas em pH **4,5**. Estas experiências demonstram claramente que são os ácidos nucléicos presentes nas leveduras os fatores responsáveis pelo aumento do ácido úrico no sangue e na urina, para solucionar esse problema de consumo em grande escala

de proteínas unicelular pelo homem tem-se que desenvolver métodos econômicos e efetivos que permitam reduzir nos alimentos de origem unicelular seu alto conteúdo de ácidos nucléicos sem afetar a quantidade e qualidade da proteína.

As pesquisas têm mostrado a possibilidade de se utilizar este subproduto como fonte protéica para animais em recria, crescimento-acabamento e lactação, perfazendo em média até cerca **25%** da dieta. Embora esta levedura, sendo atualmente processada por algumas destilarias, tenha sido pesquisada principalmente como fonte de proteína, ela poderá vir a ser utilizada também como suplemento vitamínico para estes animais. Tem-se observado que, devido às ações de sinergismos, as vitaminas das leveduras têm, em quantidades equivalentes, efeitos mais marcantes que as vitaminas sintéticas (**KRIDER et al., 1982**).

Além disso, é importante ressaltar que há também a possibilidade de alguns outros fatores contribuírem para o valor nutritivo das leveduras. São eles possivelmente alguns metabólicos até aqui não identificados (**ENSMINGER, 1970; KRIDER et al., 1982**).

### **2.2.6 - Levedura na alimentação de peixes**

A primeira referência sobre o uso da levedura no arraçamento de peixes coube a Tunison et al., (1942), in **ALVES (1988)**, que trabalhando com trutas, na determinação das suas exigências em tiamina, riboflavina e ácido nicotínico, cita que as doenças das brânquias devido a deficiências nutritivas podem ser reduzidas através da incorporação de levedura seca na dieta.

Para Shacklandy et al., (1973), in **ALVES, (1988)**, o valor biológico das leveduras sem suplementação é inferior ao do farelo de soja, e suplementada com metionina resulta numa elevação neste índice, podendo inclusive ultrapassar o valor biológico da farinha de peixe, fato este que vem comprovar a deficiência das leveduras em aminoácidos sulfurados.

De acordo com o **NAS-NRC, (1993)**, é desejável que se faça a substituição dos ingredientes convencionais para a obtenção de menor custo dietário, porém é necessário que haja informações sobre o valor biológico desses produtos.

Assim sendo, faz-se importante o conhecimento do nível de nutrientes disponíveis aos peixes, sendo que em nosso país são raras as informações sobre o coeficiente de digestibilidade das diversas frações nutritivas dos mais variados produtos e subprodutos disponíveis. Somente quando se conhecerem os nutrientes requeridos pelos peixes, os coeficientes de digestibilidade dos diversos ingredientes e seus níveis ótimos de utilização é que a piscicultura poderá consolidar-se como atividade zootécnica, verdadeira em nosso país (**PEZZATO, 1987, BARROS et al., 1988**).

Alguns autores destacaram que os ingredientes que compõem a dieta podem determinar sua ingestão ou rejeição e até a quantidade a ser consumida. Neste sentido, **PEREIRA - DA - SILVA e PEZZATO (1994)**, estudaram as respostas comportamentais da tilápia do nilo frente a diferentes ingredientes comumente empregados na confecção de dietas, constatando que a levedura de cana-de-açúcar apresentou média atrato-palatabilidade.

No Brasil, há possibilidade para produção de leveduras ou grupos para consumo humano, ou animal. A curto prazo, porém o uso animal é mais realista e já vem até ocorrendo. Serão necessários, porém daqui para a frente mais trabalhos de avaliação nutricional e toxicológica, estabelecimento de técnicas e normas para tal, adequadas as nossas condições e produtos (**LAJOLO 1983; ALVES, 1988**).

### **2.3 - Controle Estatístico de Processos (CEP)**

Dentre as ferramentas da Qualidade, destaca-se o Controle Estatístico de Processo (**CEP**), que objetiva demonstrar a variação do processo produtivo. Sendo os gráficos de controle instrumentos de caráter passivo, têm como única resposta o apelo visual que influenciam a qualidade do produto.

O CEP é definido como “um método preventivo de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas e, eliminando ou controlando estas variações, com o objetivo de reduzi-las cada vez mais” (Moura in FRANCISCO, 1991, p.125).

Fazendo uso do controle estatístico de processo (CEP) tem-se; maior uniformidade de Qualidade nos produtos, acompanhada, da redução de descartes e diminuição das perdas na produção de peixes. O gráfico de controle é uma poderosa ferramenta, que permite uma maior eficácia no monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos nos viveiros de piscicultura com conseqüente melhoria da qualidade e incremento na produtividade.

### **2.3.1 - Abordagem tradicional e atual do CEP**

De acordo com PALADINI (1990), o controle de Qualidade atua de duas formas básicas , *fixa sua atenção no produto ou prioriza o processo*.

No primeiro caso, *ao centrar-se no produto*, o Controle de Qualidade procura, na verdade, detectar as perdas e corrigi-las. Assim, trabalha-se com uma situação já definida. Trata-se de um controle orientado para o passado, quando não há mais chance de modificar-se determinada situação - no máximo, atestar a existência de erros, falhas e desperdícios. Esta ação corrige as perdas do produto, mas não dá a menor garantia de que outros produtos deixarão de portá-los em um futuro imediato.

Tem-se, então, que a ação centrada no produto é apenas corretiva e limitada à análise de um caso bem específico.

No segundo caso, *ao direcionar-se para o processo*, o Controle de Qualidade passa a observar os parâmetros fora dos limites de especificação na fonte, isto é, nas suas causas. Agora, a idéia é combater o desperdício antes que ele ocorra, atuando de forma *preventiva*, em uma análise orientada para o futuro. Além disso, não se fixará atenção num caso exclusivo, mas observar-se-á o processo como um todo.

Esta última ação parece muito mais eficaz e eficiente. Na verdade, o que se pretende aqui é adotar uma estratégia de não ocorrer morte de peixes e muito menos descartes por não atingir o tamanho desejado, com isso, o piscicultor obtém menor perda e maior lucro.

Agir no processo é, antes de tudo, evitar perdas, independente de onde elas possam manifestar-se. Este é o princípio do Controle Estatístico de Processos (**CEP**), que, além de atuar sobre o processo produtivo, sem se fixar, portanto, no produto em si, utiliza-se da estatística como instrumento básico para a organização, tratamento e análise das informações do processo. De fato, o **CEP** opera preventivamente, utiliza-se de uma base objetiva de análise, tem atuação abrangente, não se limita a alguns casos específicos, mas à produção como um todo, e, enfim, permite adequada avaliação da Qualidade (**PALADINI, 1990, p.127-128**).

### **2.3.2 - Variabilidade do processo na criação de peixes**

Manter os processos estáveis (previsíveis) e com um nível de variação tal que as perdas sejam mínimas é tarefa de todos e pode ser obtido através do Controle Estatístico do Processo (**CEP**).

Em qualquer processo sempre existe uma certa quantidade de variabilidade. A variação presente nas diversas causas geram a variação observada nos efeitos (**DELLARETTI, 1994**).

Embora as causas das variações da Qualidade sejam incontáveis, nem toda causa afeta a Qualidade com a mesma intensidade. Algumas delas, realmente, afetam muito a Qualidade enquanto outras, embora consideradas muito importantes na teoria, afetam muito pouco a variação da Qualidade (**KUME, 1993, p.5**).

No povoamento dos alevinos nos viveiros de piscicultura é importante a seleção no tamanho dos peixes, isto é, seu comprimento e peso. A variabilidade (dispersão) inicial deve ser a menor possível. A “**perda da Qualidade esperada**” é função direta da dispersão do processo produtivo. A variância deve ser reduzida

para obter um crescimento mais uniforme. Controlado as variações dos parâmetros físicos e químicos da água através do (CEP). Tem-se, então, uma variabilidade menor no comprimento e peso final dos peixes com menor perda e maior lucro para o piscicultor.

### **2.3.3 - Gráficos de controle da qualidade da água nos viveiros de piscicultura**

O CEP dispõe de algumas ferramentas (técnicas estatísticas) ou instrumentos que auxiliam no manuseio e análise dos dados com o objetivo final de identificar corretamente os problemas (FRANCISCO, 1991, p.127).

O gráfico de controle é uma das técnicas estatísticas, que tem por objetivo dar um aviso de que existem anomalias nas características físicas e químicas da água, ou seja, o gráfico de controle permite saber, em determinado instante, se um certo viveiro de piscicultura está ou não sob controle.

Se o viveiro estiver sob controle, as amostras apresentarão aquela variabilidade correspondente a amostras extraídas de uma população normal, isto é, a variabilidade devida apenas ao acaso na amostragem. O viveiro sob controle supõe, portanto, que o característico de qualidade do conjunto dos itens possuam distribuição normal. Além disso, supõe também que essa distribuição permaneça estável, isto é, que seus dois parâmetros, a média (centralizado) e o desvio padrão (dispersão), permaneçam constantes (LOURENÇO FILHO, 1982). O que é verificado periodicamente pela extração de uma seqüência de amostras, aqui representados pelos gráficos de controle dos parâmetros: pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, fósforo total, fósforo solúvel amostrados mensalmente e temperatura da água diariamente.

Sabe-se que os valores de uma distribuição normal (de média  $\mu$  e desvio padrão  $\sigma$ ), se distribuem em torno da média nas seguintes proporções aproximadas:

68,26% dos valores no intervalo  $\mu \pm \sigma$ ,

95,46% dos valores no intervalo  $\mu \pm 2\sigma$ ,

99,73% dos valores no intervalo  $\mu \pm 3\sigma$ .

Conseqüentemente, diferenças entre um valor observado  $x$  e a média  $\mu$ , maiores do que  $\pm 3\sigma$  são esperadas, apenas, três vezes em cada mil observações. Por isso a faixa de variabilidade normal no viveiro sob controle é a do intervalo  $\mu - 3\sigma$  e  $\mu + 3\sigma$ .

Quando a variabilidade se torna anormal, as alterações nas características da qualidade da água são sensíveis. As causas da modificação podem ser descobertas, e, por isso, são denominadas causas identificáveis. Sua influência, rápida e crescente, exige pronta ação corretiva, no sentido de eliminar a presença dessas causas identificáveis.

A presença de causas identificáveis é indicada pela ocorrência de diferenças significativas entre o valor observado e a média do processo, isto é, de valores amostrais fora da faixa de controle; essa presença é revelada por meio de um dispositivo prático, o gráfico de controle.

#### **2.3.4 - Estrutura de um gráfico de controle**

Com base na distribuição normal, os gráficos de controle constituem um instrumento de diagnóstico da existência ou não de controle. O gráfico fica dividido em duas zonas; a **zona I**, interior aos "limites de controle de  $3\sigma$ " e correspondente à faixa de normalidade ou de controle; a **zona II**, exterior aos limites de controle e correspondente à faixa da anormalidade ou falta de controle. A ocorrência de um ou mais pontos na **zona II** indica a presença de uma causa identificável, que deverá ser investigada e eliminada. A construção de um gráfico de controle é mostrada na Figura 1.

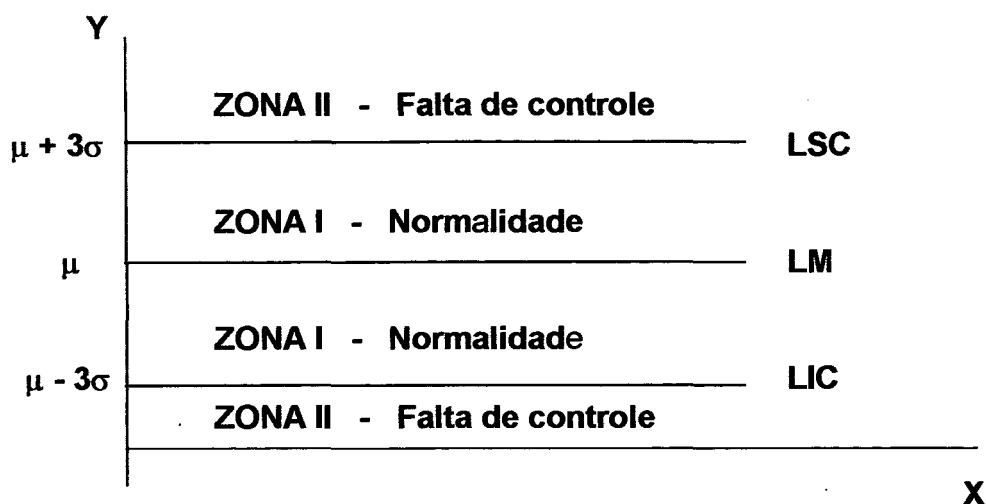


Figura 1 - Estrutura de um gráfico de controle.

onde:

**X** é o número de ordem cronológica da amostra extraídas em seqüência durante o processo ( $\Delta t = \text{constante}$ ).

**Y** é o valor observado do característico de qualidade (variável ou atributo).

**LSC** é a linha superior de controle, correspondente ao limite superior de controle,  $\mu + 3\sigma$ .

**LM** é a linha média ou linha central do gráfico, correspondente a média  $\mu$  do processo.

**LIC** é a linha inferior de controle, correspondente ao limite inferior de controle,  $\mu - 3\sigma$ .

A situação "**fora de controle estatístico**" é indicado pelo gráfico quando:

- pelo aparecimento de um ponto fora dos limites de controle;
- 7 pontos sucessivos no gráfico, situados em um mesmo lado;
- alguns pontos situados na **zona I**, muito próximos a uma linha de controle.

### 2.3.5 - Tipos de gráficos de controle

Há duas classes principais de gráficos de controle de qualidade:

Gráfico de controle por variáveis

Gráfico de controle por atributos.



Os gráficos de controle de variáveis baseiam-se em mensurações do característico de qualidade do processo, e podem ser de três tipos:

Gráficos de média ( $\bar{x}$ );

Gráfico de desvio padrão ( $s$ );

Gráfico da amplitude ( $R$ ) e

são sempre utilizados em pares (valor médio e dispersão).

Os gráficos de controle de atributos baseiam-se na verificação da presença ou ausência de um atributo. Há quatro tipos:

Da fração defeituosa  $p$ ;

Do número  $np$  de itens não-conformes;

Do número  $n$  de defeitos por unidade;

Do número  $c$  de defeitos em uma amostra.

### **2.3.6 - Diagrama de Pareto**

O diagrama de Pareto é uma ferramenta de controle de qualidade que permite alcançar ótimos resultados com poucas ações. Seu objetivo é detectar os problemas, permitindo priorizá-los quantitativamente. Indica os problemas que devem ser resolvidos primeiro na eliminação de defeitos e improvisar a operação (ISHIKAWA, 1983; FALCONI, 1992).

São gráficos que indicam “o que é importante”. Eles podem ser utilizados como guias para o estabelecimento de prioridades e mostrar áreas onde maiores esforços devem ser direcionados, facilitando a tomada de decisão.

Permite análises em termos financeiros, associando aos problemas detectados um valor monetário. Sendo o custo, um parâmetro importante na tomada de decisões. Se as implicações financeiras de um problema não forem devidamente apreciadas, o estudo em si pode ser ineficaz. Este tipo de diagrama se torna muito útil para a administração de qualquer setor.

Vilfredo Pareto, economista e sociólogo italiano, apresentou em 1897 a curva da repartição dos rendimentos, mostrando que a distribuição de renda é

desigual, isto é, que a maior parte da renda ou da riqueza pertence a muito poucas pessoas (**PARETO, 1996**).

A frase: “**Os poucos vitais e os muitos triviais**” é frequentemente chamada de “**Princípio de Pareto**”.

A maior parte dos defeitos e de seus custos decorrem de um número relativamente pequeno de causas. Deve-se sempre tomar os itens prioritários como novos problemas, até serem localizados, quantificados e solucionados. Esta seqüência de operações pode ser repetida várias vezes.

Entretanto, se um item que parece ter uma importância relativa menor pode ser resolvido por uma medida corretiva simples, ele servirá como um exemplo da eficiência da solução de problemas. A experiência, as informações e a melhoria da moral obtidas serão de grande valor em futuras soluções de problemas.

Segundo **STANGE (1990)**, pode-se pensar em avaliar de uma outra forma: a “urgência” com que cada problema deva ser eliminado. Detecta-se o problema cuja eliminação traga o maior lucro em menos tempo possível.

### **2.3.7 - Problema da Mochila**

O nome “**problema da mochila**” deriva de uma situação hipotética, o qual trata de um problema clássico de programação linear inteira e binária.

Este problema surgiu em várias situações e consiste de selecionar a partir de uma coleção finita de objetos uma subcoleção que maximize uma função linear de objetos selecionados obedecendo uma restrição de desigualdade linear (**BRADLEY, 1976; BRONSON, 1985**).

#### **2.3.7.1 - Formulação matemática do problema da Mochila**

O problema pode ser formulado matematicamente como segue:

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{s.a. } \sum_{j=1}^n p_j x_j = \mathbf{b}$$

$$x_j = 0 \text{ ou } 1, \quad j= 1, 2, \dots, n$$

onde:

$z$  = valor da função objetivo;

$c_j = 0$  e inteiro - valor do  $j$ -ésimo item;

$p_j = 0$  e inteiro - peso do  $j$ -ésimo item;

$\mathbf{b} = 0$  e inteiro - limite total de peso; e

$n$  é o número total de itens.

Para **SHIH, (1979)** na forma como foi apresentado o problema, pode-se caracterizá-lo como uni-dimensional, porém se ocorrer mais de uma restrição, como por exemplo a limitação de recursos, tem-se um problema multi-dimensional. Neste caso, a formulação matemática é dada da seguinte maneira:

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{s.a. } \sum_{j=1}^n p_j x_j = \mathbf{b}$$

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j = \mathbf{R}$$

$$x_j = 0 \text{ ou } 1, \quad j= 1, 2, \dots, n$$

onde:

$r_j = 0$  e inteiro - recurso do  $j$ -ésimo item e

$\mathbf{R} = 0$  e inteiro - limite total de recursos.

O problema da mochila é formulado através de uma programação linear e inteira  $0$  ou  $1$ , tal que:

$$x = \begin{cases} 1, & \text{se o item é incluído na mochilla} \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

Seleciona-se para o problema da mochila o melhor conjunto de causas (problemas), levando em conta a restrição de recursos, sendo que o orçamento da piscicultura é limitado.

### **2.3.8 - Estabilidade e capacidade do processo**

#### ***i - Estabilidade do processo***

Para REIMER (1989), um processo é "estável" quando as variações que nele ocorrem não são provocadas por "causas especiais", mas apenas por "causas comuns". Nesta condição de "estabilidade", diz-se que o processo está "sob controle estatístico", e apresenta as seguintes características:

1) Nos gráficos de controle, não importa qual (is) tipo (s) se utilizem, os pontos se situam sempre dentro dos limites de controle e não apresentam seqüências de pontos acima ou abaixo da média.

2) A distribuição de freqüência para os dados obtidos do processo apresenta-se conforme ou aproximadamente uma **distribuição normal**.

#### ***II - Capacidade do processo***

Envolve a comparação entre os "limites naturais" do processo com os "limites de especificação", ou seja, é uma medida que verifica o quanto o processo (ou seu produto) é capaz de atender as especificações.

#### ***III - Limites naturais do processo***

Os "limites naturais" de um processo estável são definidos como os pontos localizados a mais e a menos 3 desvios-padrões de cada lado da média do processo ( $\mu$ ), ou seja:

$$\text{LNI} = \mu - 3\sigma$$

$$\text{LNS} = \mu + 3\sigma$$

Isto significa que, como foram tomados  $\pm 3\sigma$  ao redor da média, **99,73%** dos resultados obtidos no processo devem-se situar entre os "**limites naturais**" e **0,27%** poderão situar-se fora deles. Entretanto, normalmente não se conhece os reais valores da média ( $\mu$ ) e do desvio-padrão ( $\sigma$ ) do processo ("**população**"). O que se faz é estimar tais valores através de **amostras** que sejam representativas da população. Assim, os limites naturais passam a ser:

$$\text{LNI} = \bar{x} - 3s$$

$$\text{LNS} = \bar{x} + 3s$$

onde:

$\bar{x}$  é uma média estimada do processo

$s$  é o desvio-padrão estimado do processo que é determinado através da fórmula matemática cujos termos dependerão de com que medidas de posição (média, mediana, individuais) e dispersão (amplitude, desvio padrão) se trabalhe.

#### ***IV - Índices de capacidade***

Para se medir o quanto o processo é capaz de atender as especificações, utiliza-se o que se chama de **índices de capacidade (REIMER, 1989)**, que são dois:

- 1) Potencial do processo (**Cp**)
- 2) Desempenho do processo (**Cpk**)

##### ***IV.1 - Potencial do processo (Cp)***

O índice **Cp - Potencial do processo** - mede **se e quanto** o processo (ou seu produto) é capaz de atender suas especificações, ou seja, é definido pela relação:

$$\text{Cp} = \text{Faixa especificada/Faixa Natural do Processo} = (\text{LSE} - \text{LIE}) / 6s$$

onde:

**LSE** é o limite superior de especificação.

**LIE** é o limite inferior de especificação.

O potencial do processo (**Cp**) pode ser definido:

**Cp = 1** ⇒ Processo "**CAPAZ**"

**Cp < 1** ⇒ Processo "**NÃO CAPAZ**"

#### **IV.2 - Desempenho do Processo (Cpk)**

O índice **Cp** (potencial do processo) mede a capacidade de um processo em atender limites especificados; a localização da média do processo em relação a tais limites não foi considerada, isto é, o índice **Cp** "não se preocupa" com a **centralização** do processo; dessa forma, é possível haver uma certa porcentagem de resultados fora dos limites especificados com um alto valor de **Cp**, tende-se a média do processo suficientemente perto de um dos limites de especificação. Dessa forma, pode-se ter um processo "capaz" mas com grande parte dos resultados não atendendo à especificação.

O índice **Cpk** (desempenho do processo) preocupa-se não apenas se o processo é "**capaz**" de atender suas especificações, mas também se sua média estimada (**x**) está bem posicionada (**centralizada**) em relação aos limites de especificação.

Existem duas formas equivalentes de se determinar o **Cpk**:

**1ª forma:** leva em consideração os limites Inferiores e Superiores de Especificação separadamente.

- quando se utiliza o **Limite Superior de Especificação (LSE)**, define-se um novo índice **CPU** (do inglês "Cp Upper") como:

$$\text{CPU} = (\text{LSE} - x) / 3s$$

- quando se utiliza o **Limite Inferior de Especificação (LIE)**, define-se um novo índice **CPL** (do inglês "Cp Lower") como:

$$\text{CPL} = (x - \text{LIE}) / 3s$$

Assim, no caso de tolerância unilateral, o valor assumido pelo índice **Cpk** será o mesmo do índice "**CPU**" ou "**CPL**":

$$\text{Cpk} = \text{CPU} \text{ (quando existe apenas LSE)}$$

**Cpk = CPL** (quando existe apenas LIE)

Entretanto, quando se tem uma faixa de especificação, portanto um LIE e um LSE, o valor do Cpk será o valor mínimo assumido pelos índices CPU ou CPL.

**Cpk = min {CPU, CPL}**

**2ª forma:** uma segunda forma de se obter o valor do índice Cpk, quando se dispõe de ambos os limites de especificação (LIE e LSE), é através da comparação entre a posição da média estimada do processo (x) e a posição do valor médio (m) dos limites de especificação, juntamente com a utilização do índice Cp (potencial do processo).

- o ponto médio da faixa de especificação (m) é dado por:

$$m = (LIE + LSE) / 2$$

- define-se um índice "k" como:

$$k = |m - x| / (LSE - LIE) / 2$$

O índice k mede a proporção entre a distância (m - x) e a distância entre o centro da faixa da especificação e um dos limites LIE e LSE (metade da faixa), ou seja:

1) quanto maior o valor de "k", maior será a descentralização do processo, o valor máximo de "k" é 1 (um).

2) quanto menor o valor de "k", menor será a descentralização do processo. O valor mínimo de "k" é zero.

- O índice Cpk, uma vez determinado "k", será dado por:

$$Cpk = Cp (1 - k)$$

onde:

$$Cp = (LSE - LIE) / 6s, \text{ como já foi visto.}$$

## **2.4 - Função Perda de Taguchi**

### **2.4.1 - Visão social da qualidade**

Uma dimensão importante da qualidade de um produto manufaturado é a perda gerada por este produto para a sociedade. Mas qualidade, segundo **DEHNAD (1989, p. 4)** é um conceito multifacetado, que muda com a natureza do produto e com as necessidades do usuário.

**Taguchi** enfoca esta dimensão de qualidade: a perda causada pelo produto, desde o momento em que ele é lançado (**DEHNAD, 1989, p.4**). Assim, quando este produto não funciona como esperado, ele causa uma perda para o cliente.

Além disso **Taguchi** avalia a qualidade por esta perda causada à sociedade após a sua venda, com exceção das perdas causadas por sua função intrínseca, quando realizada conforme a especificação pretendida. Quanto maior a perda associada ao produto, menor a sua qualidade.

O coração do Método **Taguchi** é a definição deste termo "**qualidade**", que não é vista como valor (que é um conceito objetivo) mas sim como as perdas monetárias que este produto impõe à sociedade (**BARKER, 1986, p.32**).

Este conceito de perda para a sociedade mostra uma nova forma de pensar em investimentos na melhoria da qualidade em projetos, pois numa economia competitiva, a melhoria contínua da qualidade e redução do custo fazem-se necessária para que a empresa se mantenha no mercado (**KACKAR, 1986, p. 22**).

Contudo, um programa contínuo de melhoria da qualidade inclui redução incessante na variação do desempenho das características de um produto ou processo (**DEHNAD, 1989, p.6**). Isto porque as condições de variabilidade e adversidade do meio ambiente sempre existirão, afetando tanto o desempenho do produto, quanto o do processo.



### 2.4.2 - Função perda

A **perda** da qualidade é definida como o valor esperado da perda monetária causada por desvios da característica de desempenho em relação ao valor desejado ou especificado. As perdas consideradas aqui são medidas em valor monetário e estão associadas a características quantificáveis do produto.

O princípio fundamental do controle da qualidade tem sido tradicionalmente a distribuição uniforme da teoria das probabilidades, aliada à classificação por atributos. Isto equivale a dizer que qualquer produto produzido será **conforme** se estiver **dentro** dos limites de tolerância especificados pela engenharia do projeto, ou **não-conforme** se estiver fora desses limites. (Fig. 2).

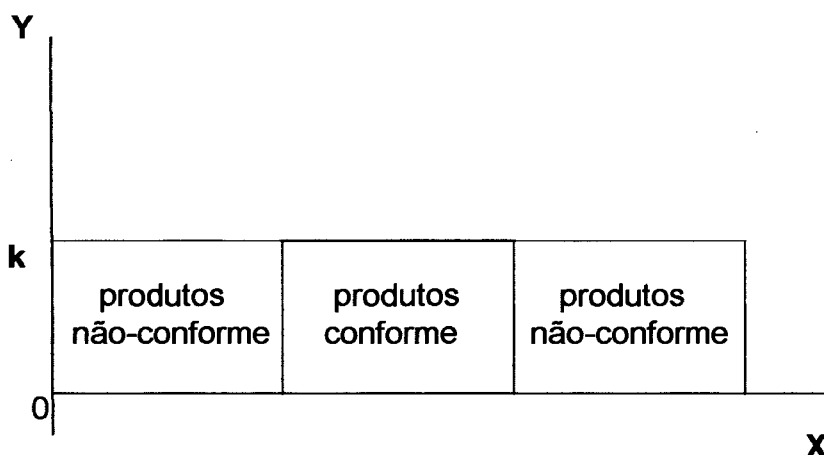


Figura 2 -Distribuição tradicional entre o produto conforme e não conforme.  
onde:

**X** = Dimensão que determina a qualidade do produto;

**Y** = Valor do produto;

**k** = constante de proporcionalidade.

A Fig.2 representa o gráfico da função:

$$Y(x) = \begin{cases} k, & \text{se } x \in [LIE, LSE] \\ 0, & \text{se } x \notin [LIE, LSE] \end{cases}$$

ou seja:

- todos os produtos obtidos **dentro** das especificações são igualmente **conformes** e, por isto, valem **k**.

- todos os produtos obtidos **fora** das especificações são **não-conformes** e por isto, valem zero.

A partir destas colocações, **Taguchi** apresenta a seguinte problemática:

- produtos **fora** das especificações são **não-conformes**, por não terem utilidade e, por isto, representam uma perda equivalente ao valor do produto **conforme**.

- produtos **dentro** das especificações podem estar mais próximos ou mais distantes do valor especificado (nominal) **N** e, por isto, terem valores diferentes entre si.

**Taguchi** baseia-se na hipótese, geralmente aceita, de que a distribuição probabilística dos valores obtidos na produção em grande escala é **normal** e **não uniforme**, isto é, segue a função reduzida de **Gauss**. Ver Fig. 3.

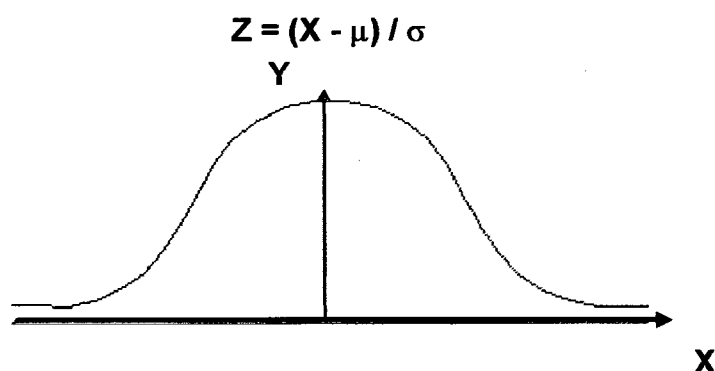


Figura 3 - Gráfico da Distribuição Normal ou de Gauss.

Assim sendo, superpondo-se os gráficos das distribuições uniforme e normal, tem-se a Fig. 4.

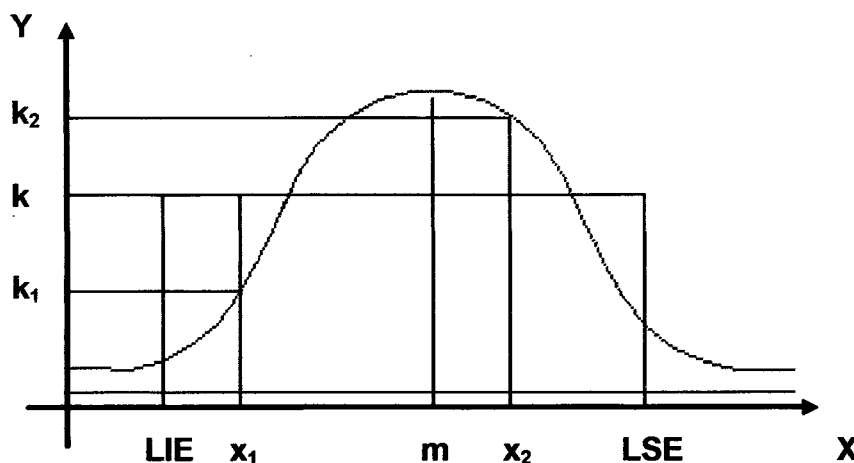


Figura 4 - Superposição da Distribuição Normal com a Uniforme.

Como se vê:

- pela distribuição uniforme os produtos cujas dimensões são  $x_1$  e  $x_2$ , respectivamente, têm o mesmo valor  $k$ , mas,

- pela distribuição normal, o produto com dimensões  $x_1$  vale muito menos que a outra com dimensão  $x_2$ . É que o produto com dimensão  $x_1$  tem probabilidade muito maior de falhar ao longo do seu uso que o outro com dimensão  $x_2$  causando assim maior prejuízo.

**Taguchi** toma como base da perda para a sociedade, a diferença entre o valor nominal  $m$  e o valor obtido  $X$ , para cada produto, no caso simplificado de sua qualidade depender de uma única dimensão. No caso mais geral da qualidade do produto depender de várias dimensões, aplica-se a **Função Perda** a cada dimensão e o valor da perda causada pelo produto todo é a soma de todas essas perdas individuais. Em outras palavras, cada unidade causa uma perda, que se distribui entre a sociedade toda e não fica só para o seu proprietário (**STANGE, 1996**).

### **2.4.3 - Obtenção da função perda**

**Taguchi** desenvolveu o conceito de **Função Perda da Qualidade**. Função esta que relaciona o valor monetário da **Perda da Qualidade** com o afastamento do valor nominal ( $m$ ) da especificação. Mostrou que esta função é do tipo quadrático. Atinge um valor máximo quando o desvio excede os limites da especificação, ou seja, o limite inferior da especificação:  $(m - \Delta)$  ou o limite superior de especificação:  $(m + \Delta)$ . Neste caso, o produto é considerado não conforme. Seja  $A$  a perda em produzir uma unidade não conforme e o correspondente desvio  $\Delta$ . ver Figura 5.

Seja  $L(Y)$  a função que representa a perda financeira para o consumidor, durante o ciclo de vida do produto, devido ao desvio de  $Y$  em relação ao seu valor nominal. Dessa forma, pode-se deduzir a **Função Perda da Qualidade**  $L(y)$  através da expansão da "**série de Taylor**" :

$$L(Y) = L(m) + L'(m)(Y - m)/1! + L''(m)(Y - m)^2/2! + \dots \quad (1)$$

Quanto maior o desvio da característica funcional  $Y$  de seu valor nominal, maior é a perda  $L(Y)$ . Segundo Taguchi in **GUEDES (1996)**, quando  $Y$  encontra o valor nominal  $m$ , a perda  $L(Y)$  é mínima e, geralmente a perda financeira pode ser assumida como zero sob a condição ideal, isto é,

$$L(Y) = 0$$

Dessa forma, a derivada primeira da função perda em relação a  $Y$  será zero, obtendo-se:

$$L'(Y) = 0$$

Logo, a função perda da qualidade fica reduzida a:

$$L(Y) = L''(m) / (Y - m)^2 / 2! + \dots$$

Os termos de ordem superior a dois podem ser considerados desprezíveis, portanto, a função perda pode ser expressa:

$$L(Y) = k(Y - m)^2, \quad (2)$$

sendo  $k$  uma constante de proporcionalidade.

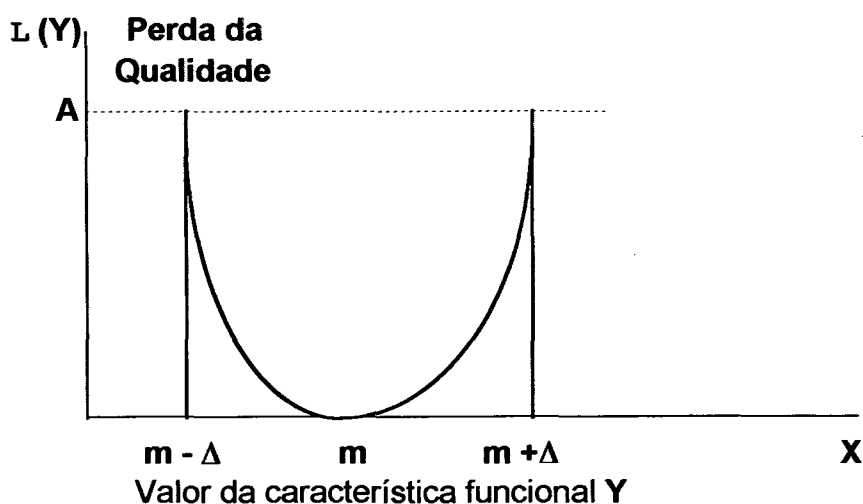


Figura 5 - Perda da Qualidade e desvio do valor nominal ( $m$ ).

Quando o desvio da característica funcional do valor nominal aumenta, a correspondente função perda da qualidade também aumenta. Quando o desvio excede as especificações de tolerâncias, o produto é considerado defeituoso (**A**).

Substituindo **A** e a tolerância  $\Delta$  na equação (2) pode-se determinar o valor da constante **k** através da equação:

$$k = A / \Delta^2 \quad (3)$$

onde:

**A** é o custo de uma unidade não conforme

$\Delta$  é a tolerância.

Na prática, costuma-se trabalhar com a "**Perda da Qualidade esperada**" ou "**média**" ( $L(Y)$ ), obtida pela aplicação do operador esperança matemática à expressão (2.2.5).

$$L(Y)=E[L(Y)] = A / \Delta^2 E(Y - m)^2 = A / \Delta^2 EQM (Y) = k\sigma^2 \quad (4)$$

onde:

**EQM(Y)** é o erro quadrático médio, isto é,

$$EQM(Y) = E(Y - m)^2 = \text{var}(Y) + [E(Y) - m]^2$$

Observa-se pela equação (4), que a variância do processo ( $\sigma^2$ ) deve ser reduzida e isso pode ser conseguido através da utilização dos procedimentos de aplicação dos métodos de Controle Estatístico de Processos (**CEP**).

O conceito da **Função Perda de Qualidade** se aplica a todas as situações observadas na prática, podendo ser considerado um instrumento de uso geral nas tomadas de decisão presentes na engenharia da Qualidade, bem como na própria operação do processo produtivo (**SODRÉ, 1993**).

**JESSUP (1985)** discutiu razões que suportam a função perda quadrática em relação ao valor de se dar continuidade ao aperfeiçoamento. Ele utilizou muitos exemplos práticos para demonstrar perdas causadas pela variação na saída do processo e por efeito dos diferentes tipos de variações do desempenho econômico a longo prazo, equivalente ao conceito de "**perda sofrida pela sociedade**".

Quando a função perda cresce simetricamente com o desvio da característica funcional em torno do valor nominal, tem-se, **nominal é melhor** (função perda apresentada acima). Mas, para Taguchi in **PHADKE (1989)** o conceito pode ser estendido para outros dois casos especiais de características funcional de qualidade:

**a) O menor é o melhor**

Característica funcional, que tem bons exemplos em **ROSS (1991, p.21)** e **TAGUCHI (1990, p.45)**. Envolve uma característica cujos valores são não negativos e tem valor nominal igual a zero. São alguns exemplos desse tipo de característica: tempo de espera em um restaurante, teor de impureza, desgaste, encolhimento, deterioração, nível de perturbação e balanço no volante de um carro.

Portanto:

$$Y \geq 0 \quad e \quad m = 0$$

A função perda neste tipo de característica é expressa por:

$$L(Y) = kY^2 \tag{5}$$

Considerando  $k$  como definido na equação (3), tem-se:

$$L(Y) = (A / \Delta^2) Y^2$$

ou

$$L(Y) = (A / \Delta^2) v^2$$

sendo:

$$v^2 = 1/n (y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2)$$

onde:

$$v^2 = \text{desvio quadrático médio.}$$

e

$$L(Y) = A / \Delta^2 E(Y^2) = (A / \Delta^2) \sigma^2 \tag{6}$$

**b) O maior é o melhor**

Característica funcional, cujo valor ideal é indefinido. Neste caso, não há valores nominais especificados e quanto maior for o valor da característica, melhor será. Ver exemplo em **TAGUCHI (1990, p.48)**.

Sua característica funcional de qualidade tem valores não negativos, isto é,  $y \geq 0$  e o valor nominal (ou ideal) é  $m = \infty$ .  $A$  é a perda causada por se estar fora do limite inferior da tolerância. São alguns exemplos: produção de bens,

rendimento de combustíveis, resistência de materiais e satisfação do consumidor. Este caso pode ser considerado como uma aplicação particular do caso anterior, quando o recíproco  $1/Y$  é tratado como a característica funcional de qualidade. A função perda é dada por:

$$L(Y) = L(\infty) + L'(\infty) \frac{1}{Y} + \frac{L''(\infty)}{2!} \left(\frac{1}{Y}\right)^2 + \dots$$

Para  $Y \approx \infty$ , a perda é zero, então, estipulando que:

$$L(\infty) = 0, \quad e \quad L'(\infty) = 0$$

tem-se,

$$L(Y) = K \left[\frac{1}{Y^2}\right] \quad (7)$$

Para determinar a constante  $K$  para este caso, acha-se a função limite,  $\Delta$  e a correspondente perda  $A$ . tem-se:

$$k = A \Delta^2 \quad (8)$$

Substituindo-se a equação (8) na equação (7), tem-se:

$$L(Y) = A \Delta^2 \left[\frac{1}{Y^2}\right] \quad (9)$$

**Taguchi**, partindo do conceito que existe um valor ideal para a dimensão de determinada característica, criou uma nova forma de explicar a **perda da qualidade**, dando maior clareza e base às decisões.

Segundo ele, qualquer que seja a variação em uma característica de desempenho do produto, em relação ao valor nominal, gera a perda para o consumidor que pode ser desde mera inconveniência até uma perda monetária ou um dano físico.

## **2.5 - Fatores que afetam a qualidade da água**

A água, o fator mais importante do viveiro de piscicultura, deve ser de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades. A água deve ser, de preferência, originária de nascentes não poluídas localizadas na periferia dos tanques, o que garante ao piscicultor total controle sobre a sua qualidade. A vazão deve ser suficiente para renovar a água do viveiro ao nível de, pelo menos 5% ao dia. Essa quantidade é suficiente para repor as perdas provocadas pela evaporação e infiltração no solo. Deve-se proceder a avaliação prévia de seus

rendimento de combustíveis, resistência de materiais e satisfação do consumidor. Este caso pode ser considerado como uma aplicação particular do caso anterior, quando o recíproco  $1/Y$  é tratado como a característica funcional de qualidade. A função perda é dada por:

$$L(Y) = L(\infty) + L'(\infty) \frac{1}{Y} + \frac{L''(\infty)}{2!} \left(\frac{1}{Y}\right)^2 + \dots$$

Para  $Y \approx \infty$ , a perda é zero, então, estipulando que:

$$L(\infty) = 0, \quad \text{e} \quad L'(\infty) = 0$$

tem-se,

$$L(Y) = K \left[ \frac{1}{Y^2} \right] \quad (7)$$

Para determinar a constante  $K$  para este caso, acha-se a função limite,  $\Delta$  e a correspondente perda  $A$ . tem-se:

$$k = A \Delta^2 \quad (8)$$

Substituindo-se a equação (8) na equação (7), tem-se:

$$L(Y) = A \Delta^2 \left[ \frac{1}{Y^2} \right] \quad (9)$$

Taguchi, partindo do conceito que existe um valor ideal para a dimensão de determinada característica, criou uma nova forma de explicar a **perda da qualidade**, dando maior clareza e base às decisões.

Segundo ele, qualquer que seja a variação em uma característica de desempenho do produto, em relação ao valor nominal, gera a perda para o consumidor que pode ser desde mera inconveniência até uma perda monetária ou um dano físico.

## **2.5 - Fatores que afetam a qualidade da água**

A água, o fator mais importante do viveiro de piscicultura, deve ser de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades. A água deve ser, de preferência, originária de nascentes não poluídas localizadas na periferia dos tanques, o que garante ao piscicultor total controle sobre a sua qualidade. A vazão deve ser suficiente para renovar a água do viveiro ao nível de, pelo menos **5%** ao dia. Essa quantidade é suficiente para repor as perdas provocadas pela evaporação e infiltração no solo. Deve-se proceder a avaliação prévia de seus



fatores físicos e químicos, uma vez que é destas características que dependerá a produtividade piscícola.

### **2.5.1 - Temperatura da água**

A primeira característica que se deve levar em conta é a temperatura da água. Todo organismo é capaz de sobreviver dentro de certos limites de temperatura máximo e mínimo. Ela é importante porque ela determina, também outros fatores ou variáveis do meio aquático, inclusive regula o apetite dos peixes, que diminui com a redução de temperatura, devido à queda de seu metabolismo (BOYD, 1990; CASTAGNOLLI, 1992).

### **2.5.2 - Teor de oxigênio na água**

Outra importante medida a ser realizada no ambiente aquático é a quantidade de oxigênio dissolvido. Em piscicultura os níveis permitidos situam-se entre **5mg/l-12mg/l (NAGY, 1988)**, e valores abaixo e a acima destes são progressivamente perigosos para a vida dos peixes.

O excesso de adubação orgânica reduz a disponibilidade do oxigênio dissolvido, deixando em prejuízo a capacidade de assimilação dos nutrientes do alimento ingerido, devido à falta de oxigênio que é indispensável para a catabolização desse alimento.

O oxigênio é fundamental para todos os animais para realizar o ato vital da respiração, através da qual é possível a assimilação da energia contida nos alimentos. O oxigênio da água é proveniente da atmosfera e dos vegetais que ocorrem submersos. O oxigênio é consumido pelos animais (como os peixes), pelos vegetais (algas e plantas aquáticas submersas) e também, pelo processo de decomposição da matéria orgânica (CASTAGNOLLI, 1992 ; TAVARES, 1995).

O oxigênio permite mais peixes por metro cúbico de água; em conseqüência, os custos de produção são diminuídos (HEATHY fish, 1996).

### **2.5.3 - pH da água - potencial hidrogeniônico**

O **pH** é um fator que desempenha grande papel na vida da piscicultura que pode ser facilmente medido e que também, determina a qualidade e a quantidade de organismos que ocorrem nestes ecossistemas. Seu nível adequado situa-se entre **7,0** e **8,5**, não excedendo os limites de **6,5** e **9,0** (BOYD, 1990). São vários os fatores que determinam o **pH** de um viveiro, porém os mais importantes são a concentração de sais em solução e de ácido carbônico.

O **pH** é medido numa escala de **0** a **14**. O valor intermediário de **7** indica condições neutras, valores menores que **7** indicam condições ácidas e valores maiores, condições alcalinas na água (OGAWA, 1987; BOYD, 1990).

### **2.5.4 - Alcalinidade**

A alcalinidade da água mede a sua capacidade de neutralizar um ácido, ou seja, se refere à quantidade e tipos de compostos dissolvidos que movem o pH acima de **7**. A alcalinidade indica a presença de carbonatos, bicarbonatos e hidroxilas, e de modo menos significativo outras substâncias. É expressa em equivalente a miligramas de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (OGAWA, 1987).

A alcalinidade ideal da água de um viveiro deve oscilar entre **30Emg** a **500Emg** de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ . A alcalinidade funciona como um tampão regulador do pH da água do tanque de um viveiro. Quando a alcalinidade baixa para menos de **20Emg** de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ , geralmente, pode determinar altas oscilações no índice do pH, o que dificulta um bom desempenho de produção de peixes, e nesse caso recomenda-se a calagem (BOYD, 1990; CASTAGNOLLI, 1992; TAVARES, 1995).

### **2.5.5 - Teor de fósforo na água**

O fósforo é um elemento de destacada importância para a produtividade da água. Sua concentração dentro dos organismos vivos é bem maior do que fora

deles, se comparada a outros elementos. A deficiência de fósforo pode ser o maior obstáculo ao incremento da produtividade da água. Se em quantidade insuficiente, esse desenvolvimento será lento, o viveiro muito pobre em organismos fitoplanctônicos e zooplanctônicos e, de acordo com a exigência das espécies de peixes produzidas, vai haver redução na taxa de crescimento e sobrevivência dos peixes. Entretanto, se o teor de fósforo for muito elevado poderá haver superprodução de fitoplâncton e, com isso, criar problemas com o teor de oxigênio durante a noite (NAGY, 1988; NRC, 1993; TAVARES, 1995). Em piscicultura, a concentração do fósforo solúvel na água deve ser menor que 1,0mg/l (BOYD, 1990).

#### **2.5.6 - Teor de nitrogênio na água**

O nitrogênio destaca-se como outro elemento de grande importância para a vida de um viveiro. Como matéria básica das proteínas ele é indispensável a vida. O teor de nitrogênio, juntamente com o do fósforo, é determinante do desenvolvimento geral do fito e zooplâncton e, conseqüentemente, da quantidade de alimento natural (NAGY, 1988). O nitrogênio é um elemento que pode ocorrer na água sob seis formas mais importantes: N total, N particulado, N dissolvido, amônia, nitratos e nitritos (CASTAGNOLLI, 1992). Entre estes, pode-se afirmar que as três últimas formas são mais importantes numa piscicultura.

Os íons de amônia e seus sais são muito solúveis na água e, embora em pequena proporção, contribuem para a fertilização da água. Os peixes não toleram grandes concentrações de amônia na água podendo causar severas mortalidades nos viveiros de criação. As principais fontes de amônia em viveiros são os fertilizantes, excrementos e decomposição microbiana dos compostos nitrogenados.

Quantidades maiores de nitritos na água são indicadoras de poluição orgânica. Sendo mais tóxico que a amônia e nitrato. Os peixes apresentam tolerância aos diferentes compostos nitrogenados até uma determinada faixa, a

partir da qual pode ser letal. Para amônia, até **0,1mg/l**, para nitrito, até **0,2mg/l** e para o nitrato, **5,0mg/l**.

A maior parte da amônia em tanques de água é devida a excreções dos peixes e crustáceos (**BOYD, 1990**). A amônia em pequenas proporções contribui para a fertilidade da água. Os peixes não toleram grandes concentrações de amônia na água porque ela reduz a capacidade do sangue transportar oxigênio e aumenta a suscetibilidade do peixe a doenças (**CASTAGNOLLI, 1992; TAVARES, 1995**).

## **2.6 - Composição dos alimentos para peixes**

Acredita-se que a nutrição de peixes seja um dos componentes mais importantes da pesquisa e desenvolvimento da aquicultura. Somente os custos da alimentação são responsáveis por **40% a 70%** do total dos custos operacionais dentro de um programa de cultivo intensivo.

Do ponto de vista da alimentação dos peixes em viveiros, os organismos mais importantes são os que vivem sobre e/ou no fundo e, entre as plantas aquáticas, sendo os organismos planctônicos importantes sobretudo para larvas, alevinos e peixes planctófagos (**HUET, 1983; LEITE, 1987**).

Apesar dos alimentos naturais proporcionarem bom desenvolvimento das diversas espécies de peixes, apresentam a limitação de nem sempre atenderem à demanda em quantidades suficientes para uma produção industrial de alimentos e de peixes de consumo.

Para suprir esta demanda, é necessário que se faça, periodicamente, a fertilização orgânica ou inorgânica da água e que seja incluída ração artificial na dieta alimentar dos peixes.

Na escolha da ração artificial adequada é importante avaliar, além dos custos, as necessidades nutritivas tais como proteínas e aminoácidos, energia, lipídios, carboidratos, vitaminas, minerais, ácidos graxos e o coeficiente aparente de conversão alimentar de cada espécie.

A utilidade de um alimento está em função de seu valor nutritivo, sendo que este é dado pela soma dos nutrientes que o compõem.

Segundo **NRC (1983)** e **(1993)** o valor energético ou calórico dos principais nutrientes são:

### **2.6.1 - Proteína e aminoácido**

Se uma quantidade de proteína adequada não é fornecida na dieta, há uma cessação ou redução rápida do crescimento, ou uma perda de peso, porque o peixe retira proteína de alguns tecidos para manter as funções mais vitais. Quando em excesso, as proteínas serão utilizadas como fonte de energia.

A quantidade mínima de proteína necessária para o suprimento de aminoácidos e produção de crescimento máximo é variável para os diferentes tipos de peixes, sendo a média próxima a **28%** de matéria seca.

A maioria dos peixes requer **10** tipos de aminoácidos essenciais que são: Arginina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. A falta de alguns destes aminoácidos na dieta resulta em diminuição de apetite e redução na faixa de crescimento.

A síntese de proteína tem sido considerada a unidade fundamental de crescimento dos peixes (**BRODY, 1945**) e a utilização de proteína o foco principal da pesquisa no requerimento nutricional das tilápias (**JAUNCEY, 1982; SIDDIQUI, 1988**).

A participação das leveduras como fonte protéica na alimentação animal tem aumentado nos últimos anos, sendo aproveitada principalmente nas rações para eqüinos, bovinos, suínos e aves (**CASTAGNOLLI, 1992**).

### **2.6.2 - Energia**

A exigência de energia pelos peixes depende dos seguintes fatores: espécie, tamanho, idade, atividade fisiológica, temperatura da água, tipo de

alimento, exposição à luz, fatores ambientais, condições químicas da água e composição da dieta.

Os peixes têm menor requerimento de energia da dieta do que outros animais, porque:

- a) eles não têm que manter a temperatura corporal constante;
- b) gastam menos energia para se posicionarem e moverem-se na água do que mamíferos e pássaros (**TUCKER, 1969**);
- c) excretam a maioria dos seus compostos nitrogenados como amônia ao invés de uréia ou ácido úrico, perdendo portanto menos energia do catabolismo protéico (**KLEIBER, 1975**);

Os peixes utilizam proteínas, carboidratos e triglicerídios (gorduras) como fontes principais de energia (**PAIVA et al., 1971**). O alimento é fornecido aos peixes, como fonte de energia que é requerida pelos organismos animais em geral, para proporcionar capacidade de trabalho. Apenas uma parcela de energia contida no alimento é utilizada para o desempenho de funções produtivas, como o crescimento e ganho de peso.

### **2.6.3 - Lipídios**

Lipídios são as gorduras que podem ser encontradas em diversas formas. Lipídios da dieta são importantes originadores de energia e ácidos graxos, que são essenciais para crescimento normal e sobrevivência dos peixes. Os lipídios da dieta provêm o veículo para absorção de vitaminas solúveis em gorduras e provêm elementos necessários para síntese de determinados hormônios. Lipídios (fosfolipídios) desempenham uma função vital na estrutura de membranas biológicas.

Alguns sinais de deficiência de lipídios são redução de crescimento, conteúdo de água muscular elevado, erosões da pele (especialmente da cauda) e aumento da mortalidade. Os lipídios se constituem em fontes de energia de aproveitamento imediato pelos peixes. Com efeito, os peixes parecem metabolizar

as gorduras com muita eficiência como uma fonte de energia, com resultado semelhante à utilização da proteína para o máximo crescimento.

#### **2.6.4 - Carboidrato**

Carboidratos são açúcares e são considerados a forma menos dispendiosa de energia da dieta para o homem e animais domésticos, mas sua utilização pelos peixes varia e o assunto permanece obscuro. Carboidratos da dieta são utilizados por vários peixes, mas somente informação limitada está disponível com relação à sua digestibilidade e metabolismo.

Carboidratos podem também servir como precursores para vários processos metabólicos necessários para o crescimento. Na ausência de uma quantidade adequada de carboidratos ou lipídios, os peixes têm somente as proteínas disponíveis para servir como fonte de energia. Quando outros originadores de energia estão disponíveis, algumas proteínas podem ser utilizadas para crescimento ao invés de servirem como fonte de energia.

#### **2.6.5 - Vitaminas**

Os Requerimentos de vitaminas são afetados pelo tamanho, idade e taxa de crescimento dos peixes, bem como pelos fatores ambientais e inter-relações dos nutrientes. As vitaminas são essenciais na alimentação animal pelo importante papel coadjuvante na assimilação dos nutrientes. Os requerimentos de vitaminas são usualmente apresentados como uma função da formulação da dieta. Os Requerimentos podem variar com a taxa de crescimento, tamanho do peixe ou seu estágio de maturidade sexual. Alterações nas condições ambientais e na fórmula da dieta podem também afetar os requerimentos.

A deficiência de algumas vitaminas na água resulta em perda de apetite e prejudica o crescimento. Em peixes, a deficiência de algumas vitaminas pode, eventualmente, conduzir à morte. Para alguns peixes de água doce, a síntese intestinal pelos microorganismos supre o requerimento de certas vitaminas. Um suprimento constante de vitaminas solúveis em água é requerido para prevenir

sinais de deficiência nos peixes, porque nos estoques estas vitaminas são rapidamente depletados.

### **2.6.6 - Minerais**

Poucos trabalhos têm sido apresentados a respeito das exigências dos peixes em elementos minerais. Os peixes podem assimilar minerais dissolvidos na água dos tanques de piscicultura por osmose, através da pele e das brânquias.

Cálcio e fósforo são requeridos para a formação do tecido esquelético. O cálcio é requerido para coagulação do sangue, contração muscular, transmissão de impulso nervoso, osmo regulação e para servir como um co-fator durante vários processos enzimáticos.

O fósforo está envolvido na transformação de energia, permeabilidade da membrana celular, código genético e controle geral da reprodução e crescimento. Sua deficiência causa redução de crescimento (**ANDREWS, 1973; LOVELL et al. 1978**). Outros minerais conhecidos são nutricionalmente essenciais para os peixes incluindo sódio, cobre, selênio, zinco e manganês.

### **2.7 - Resíduos e reciclagem de subprodutos na alimentação de peixes**

As expectativas devida à falta de uma orientação técnica adequada à aqüicultura tem proporcionado desestímulo a esta atividade que, especialmente nos países tropicais, se constitui na via mais econômica de produção de proteína, com o cultivo de espécies herbívoras, omnívoras e planctófagas, cuja produtividade pode ser ampliada consideravelmente com a reciclagem de subprodutos da agropecuária utilizados como fertilizantes dos tanques ou viveiros (**ALZUGUIR, 1984**).

Em qualquer criação animal, o custo da ração corresponde a um alto percentual dos investimentos. O elevado custo das rações para peixes, somado ao crescente preço dos fertilizantes inorgânicos, tem tornado a piscicultura uma atividade que requer grandes somas de recursos, criando assim a necessidade



urgente de substituir estes materiais por outros de menor custo. Por outro lado, as atividades agropecuárias têm produzido uma ampla variedade de resíduos. A utilização de resíduos da agropecuária na produção de alimentos poderá minimizar os custos de produção **(ODUM, 1985; VERANI, 1987)**.

A popularidade do uso de resíduos de origem animal é constatada em vários outros países, com a utilização dos mais diferentes tipos de resíduos orgânicos em experimentos de piscicultura e que apresentaram resultados compensadores **(DA SILVA et al., 1973; CARVALHO et al., 1978; WOHLFARTH & SCHROEDER, 1980; ALBINATI et al., 1983; JUSTO et al., 1985; COSTA et al., 1986; SÁ, 1989)**.

Testes feitos nos EUA demonstraram que a tilápia, criada com ração granulada de milho fermentado e destilado, e com farinha de cereais e soja, tem carne tão saborosa quanto a criada com ração comum **(COOKE, 1994)**. Para Patrick especialista em economia agrícola na Universidade Estadual de Illinois, **in COOKE, (1994)**, o custo da produção de alimentos para peixes a partir de subprodutos pode ser menor que o preço da ração comercial, dependendo da quantidade produzida.

Recentemente tem aumentado muito o interesse no aproveitamento de resíduos agrícolas e agro-industriais através da biomassa para transformá-las em produtos destinados à alimentação animal e mesmo humana. O potencial de utilização é enorme especialmente se pensarmos que muitos resíduos são poluentes. Para o aproveitamento desses resíduos em alguns casos se requer certa sofisticação tecnológica e de capitais.

## CAPÍTULO III

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Local e instalações

O experimento foi realizado na Estação de Piscicultura da Universidade Estadual de Londrina (EPUEL) localizada ao Norte do Paraná, a uma altitude de 600 metros e tem como coordenadas geográficas 23°30' de Latitude Sul e 51°30' de Longitude Oeste de Greenwich. O clima da região caracteriza-se por apresentar verões quentes, com temperaturas acima de 23°C e com tendência a invernos amenos, com temperaturas que oscilam entre 16,4 e 19,8°C. De acordo com a Divisão Climática do Estado do Paraná, esta classificação climática se enquadra no tipo Cfa - clima mesotérmico; sem estação seca bem definida, sempre úmido e com precipitação maior que 600mm anuais.

#### 3.2 - Condições experimentais

Foram utilizados **480** alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), cedidos pela Estação de Piscicultura do Departamento de Biologia Animal e Vegetal do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina.

O peso e o comprimento total médio inicial dos alevinos de tilápia foram respectivamente  $1,25 \pm 0,14\text{g}$  e  $3,84 \pm 0,17\text{cm}$ . Os peixes foram revertidos através do fornecimento de ração com 60mg/kg de dieta do hormônio masculinizante 17 $\alpha$ -metiltestosterona, durante um período de 30 dias.

Foi utilizado um programa computacional para elaboração de ração **BRUN 10** com às necessidades da espécie em questão. As quatro rações balanceadas isoprotéicas (**28%PB**) e isocalóricas (**2933kcal/kg**) contendo **0%** (Grupo padrão) **10%**, **20%** e **30%** (grupos teste) de levedura excedente de destilaria alcooleira (Tabela 1). A ração comercial é a mesma habitualmente utilizada pela Estação de Piscicultura para a alimentação de peixes (Apêndice C), e a levedura de destilaria foi proveniente da Usina de Álcool COROL, Rolândia- Pr.

Os peixes foram divididos em dois ambientes: **caixa de amianto e tanque-rede**.

### **3.2.1 - Caixa de amianto**

Os alevinos foram distribuídos aleatoriamente em **12** grupos de **20** indivíduos, cada grupo foi colocado em caixa de amianto com capacidade de **500** litros, constante aeração e entrada de água. Foram abastecidos com água do poço semi-artesiano com vazão de **6** litros/segundo/hectare e alocados em ambiente fechado, ou seja, dentro de um galpão.

Semanalmente os tanques foram sifonados, retirando-se os resíduos e algas que se desenvolviam no fundo e nas paredes. Os peixes foram observados diariamente quanto a apresentação de comportamento incomum, variações morfológicas e mortalidade.

### **3.2.2 -Tanque-rede**

Foi utilizado um viveiro de terra retangular (**12,5m x 8m**) com área aproximadamente de **100m<sup>2</sup>**. Este viveiro foi abastecido com água do poço semi-artesiano com vazão de **6** litros/segundo/hectare. Inicialmente o viveiro foi drenado e tratado com cal virgem (**50 gramas/m<sup>2</sup>**). Posteriormente sofreu a ação dos raios solares por um período de sete dias, e então rapidamente abastecido com água e povoado por outros **12** grupos de **20** indivíduos distribuídos aleatoriamente.

Cada grupo foi mantido em tanques-rede (**3m x 1,5m x 1m**) de comprimento, largura e profundidade, respectivamente com malha de **2mm** presos por estacas fixas no viveiro de terra separados um do outro por **0,3m** de largura onde a água passa continuamente por todos os tanques ligados ao sistema.

Antes do povoamento com alevinos de tilápia, procedeu-se à análises limnológicas, para o controle da qualidade da água. As limpezas nos tanques-rede foram feitas mensalmente após cada biometria.

Tabela 1 - Composição das rações experimentais para tilápias do nilo.

% Ingredientes	Padrão (T1)	Teste (T2)	Teste (T3)	Teste (T4)
Levedura	0	10	20	30
Ração	100	90	80	70
Total	100	100	100	100
<b>Formulações das rações</b>				
Levedura	0,00	10,00	20,00	30,00
Far. de peixe	27,00	25,00	23,00	15,00
Far. de trigo	13,00	15,00	17,00	15,00
Milho moído	47,30	41,01	35,31	30,11
Far. de soja	11,05	7,75	3,99	9,89
Óleo vegetal	1,65	1,24	0,70	----
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Nutrientes das rações</b>				
Mat. seca	87,86	88,34	88,90	89,24
Prot. bruta	28,00	28,00	28,00	28,00
E. M.(kcal/kg)	2933,00	2933,00	2933,00	2933,00
Cálcio (Ca)	1,54	1,55	1,34	0,97
Fósforo (P)	1,15	1,14	1,13	0,97

Cada uma das rações experimentais denominada daqui por diante de tratamentos (T) foi oferecida a três grupos de peixes (*triplicata*), duas vezes ao dia, às 8:00h e 16:00h durante o experimento, ver Tabela 2.

Tabela 2 - Alimentação diária com ração contendo 25% de proteína em viveiros de crescimento de tilápias.

Peso do peixe (g)	Quantidade de ração (g)
05 - 10	0,5
10 - 20	0,8
20 - 50	1,6
50 - 70	2,0
70 - 100	2,4
100 - 150	2,7
150 - 200	3,0
200 - 300	3,7
300 - 400	4,5
400 - 500	5,2
500 - 600	6,0

Fonte: Marek M. Bamidgeh (1975) in WILSON (1991).

### **3.3 - Coleta de dados**

Medidas de peso total (**Wt**) em gramas, comprimento total (**Lt**), altura do corpo (**Hco**), comprimento padrão (**Lp**) e comprimento do tronco (**Ltr**) em centímetros, foram coletados mensalmente utilizando-se paquímetro e balança de precisão (capacidade até 2000g e precisão de 0,01g) para verificar o crescimento dos peixes.

A captura dos exemplares foi efetuada na caixa de amianto com puçá. No tanque-rede foi retirado as amarras de um dos extremos, levantando-se o tanque-rede, concentrando os peixes no outro extremo e com as próprias mãos foram feitas a captura. Essa técnica relativamente simples, em que é de fundamental importância o acompanhamento contínuo dos fatores físicos e químicos da água, tem ajudado a viabilizar mais ainda o cultivo das tilápias em tanques-rede. As biometrias foram realizadas a cada 30 dias com os totais dos peixes na Estação de Piscicultura da Universidade Estadual de Londrina.

O experimento em caixa de amianto teve a duração de 330 dias (15/03/95 a 15/02/96). Enquanto o experimento em tanque-rede foi realizado em 180 dias (15/03 a 15/09/95).

### **3.4 - Análises**

#### **3.4.1 - Análise Quantitativa**

A partir dos dados coletados a cada 30 dias foi realizada uma análise quantitativa, avaliando o desempenho das tilápias em relação aos diferentes tratamentos a que foram submetidas.

#### **1 - Relação Peso/Comprimento**

Para análise da relação peso total/comprimento total, procurou-se estabelecer a expressão matemática que melhor se ajustava aos dados da relação entre as duas variáveis envolvidas para cada tratamento. Para tanto, utilizou-se a distribuição dos

valores em gráficos, chamados de diagrama de dispersão, onde o comprimento total médio foi considerado a variável independente (x) e o peso total médio (y) como variável dependente. O método dedutivo empregado é o de (Santos 1978, in **WEATHERLEY & GILL, 1987, PEREIRA, 1988; SÁ, 1989**) cuja expressão a ser utilizada para o ajuste das curvas através da regressão dos mínimos quadrados é do tipo:

$$Y = a x^b$$

onde:

**y = Wt** = peso total médio dos peixes;

**x = Lt** = comprimento total médio dos peixes;

**a =  $\phi$**  = fator de condição, relacionado com o grau de engorda dos peixes;

**b =  $\theta$**  = constante relacionada com a forma de crescimento do corpo dos peixes.

Os valores de  $\phi$  e  $\theta$  foram estimados pelo método dos mínimos quadrados após a transformação logarítmica dos dados empíricos, demonstrando haver relação linear entre essas duas variáveis, transformadas através da expressão:

$$\ln Wt = \ln \phi + \theta \ln Lt \text{ (WOOTTON, 1990)}$$

Como  $\theta$  é uma constante relacionada com a forma de crescimento dos indivíduos, deve ser constante para a espécie. Por esta razão, estimou-se um único valor de  $\theta$  para cada tratamento, a partir de todos os dados de peso médio total (**Wt**) e comprimento médio total (**Lt**) dos exemplares amostrados. Estimando-se assim com este valor o  $\phi$  médio mensal através da fórmula:

$$\phi = Wt / (Lt)^\theta$$

Por esta expressão  $Y = \phi x^\theta$ , obtém-se outras relações matemáticas:

- Altura do Corpo / Comprimento Total: **Hco =  $\phi (Lt)^\theta$** .

- Comprimento Padrão / Comprimento Total: **Lp =  $\phi (Lt)^\theta$**

- Comprimento do Tronco / Comprimento Total:  $L_{tr} = \phi (L_t)^{\theta}$

## ***II - Biomassa total***

Foram estimados mensalmente os valores da biomassa total das tilápias do nilo para todos os tratamentos nos dois diferentes meios através da expressão:

$$B_t = n_t W_t$$

onde:

**B<sub>t</sub>** = biomassa total no instante **t** de cultivo

**n<sub>t</sub>** = número de indivíduos no instante **t** de cultivo

**W<sub>t</sub>** = peso total médio dos peixes no instante **t** de cultivo.

Com a finalidade de verificar a variação temporal da biomassa, os dados foram lançados em gráficos em função do tempo de cultivo.

## ***III - Coeficiente aparente de conversão alimentar (S) e índice de eficiência alimentar (Ea)***

Coeficiente de conversão alimentar (S) é a quantidade de alimento consumida (matéria seca)/ganho de peso (matéria úmida). Altos valores indicam que grandes quantidades de alimentos são requeridas para produzir uma unidade de crescimento em peso (CHIU, 1989).

Com os valores da biomassa total e a quantidade de ração balanceada fornecida durante o período do cultivo, foram calculados os valores de **S** (coeficiente aparente de conversão alimentar) e **Ea** (índice de eficiência do alimento), baseados em fórmulas sugeridas, respectivamente, por Swingle & Ivlev (1945) in **SÁ, (1989)**.

$$S = Cr / B_t$$

onde:

**Cr** = Consumo total de ração fornecida

**Bt** = Peso total dos peixes.

A eficiência alimentar (Ea) é o inverso da conversão alimentar (S), isto é, ganho de peso/alimento consumido (CHIU, 1989). A eficiência refere-se à habilidade com que o animal pode converter o alimento consumido em produtos alimentícios ou outros produtos (WEBB, 1978; DEVENDRA, 1989). A redução da taxa de crescimento é acompanhada por um decréscimo na eficiência alimentar.

$$Ea = Bt / Cr$$

#### ***IV - Incrementos em comprimento e em peso***

Os valores dos incrementos em comprimento (**ILt**) foram obtidos através da razão entre a diferença do comprimento total médio num instante **t** (**Lt**) e do comprimento total médio num instante anterior (**Lta**) pelo intervalo de tempo entre amostragens sucessivas em dias.

$$ILt = (Lt - Lta) / \Delta t \text{ (cm/dia)}$$

O mesmo critério foi aplicado ao incremento em peso (**IWt**), sendo:

$$IWt = (Wt - Wta) / \Delta t \text{ (g/dia)}$$

#### ***V - Ganho de peso absoluto total (Gpa) e relativo total (Gpr) em gramas***

$$Gpa = Pf - Pi$$



onde:

**Pf** = peso final total dos exemplares

**Pi** = peso inicial total dos exemplares

$$Gpr = (Pf - Pi) / (Pi) \times 100.$$

### **VI - Curva de crescimento em comprimento**

A curva de crescimento em comprimento foi estabelecida e ajustada pela expressão de **BERTALANFFY (1938)** após ter sua validade testada através da transformação (**FORD-WALFORD, 1946**). Esta metodologia também citada por outros autores, tais como: (**PEREIRA, 1988; SÁ, 1989**).

$$Lt = L_{\infty} [ 1 - e^{-k(t - t_0)} ]$$

De acordo com **SANTOS (1978)**, esta fórmula, quando aplicada a experimentos de cultivo, modifica-se para:

$$Lt = L_{\infty} [ 1 - e^{-k(t + t_e)} ]$$

onde:

**Lt** = comprimento total médio dos indivíduos no tempo (**t**) de cultivo

**L<sub>∞</sub>** = comprimento total máximo que, em média, os indivíduos poderiam atingir nas condições deste cultivo

**t** = tempo de cultivo

**t<sub>e</sub>** = fator de correção do tempo de cultivo

**k** = parâmetro relacionado com a taxa de crescimento.

Os valores dos parâmetros **L<sub>∞</sub>**, **k** e **t<sub>0</sub>** foram estimados pelas fórmulas:

$$L_{\infty} = a / (1 - b)$$

$$k = \ln b$$

$$t_0 = 1/k \ln (L_{\infty} - L_0) / L_0$$

onde:

**a e b** = parâmetros da regressão linear

**L<sub>0</sub>** = comprimento inicial do peixe.

Os peixes foram medidos em intervalos de tempos iguais (**Δt = 30 dias**).

Os dados de comprimento total médio (**L<sub>t</sub>**) de cada tratamento foram distribuídos em gráficos cuja variável independente será o tempo de cultivo (**t**), em meses.

### **VII - Curva de crescimento em peso**

Através do método dedutivo (**SANTOS, 1978**), a partir das equações que ajustarão as curvas de crescimento em comprimento e as relações peso/comprimento, serão obtidas as curvas teóricas de crescimento em peso resultante da expressão matemática:

$$W_t = W_{\infty} [ 1 - e^{-k(t + t_e)} ]^{\theta}$$

onde:

**W<sub>t</sub>** = peso total médio dos indivíduos no tempo (**t**) de cultivo

**W<sub>∞</sub>** = peso total máximo que, em média, os indivíduos atingiriam nas condições do presente cultivo (valor assintótico de **W<sub>t</sub>**).

**K** = parâmetros relacionados com a taxa de crescimento

**t** = tempo de cultivo

**t<sub>e</sub>** = fator de correção do (**t**) de cultivo

**θ** = constante relacionada com a forma de crescimento do corpo dos peixes.

Um outro método usado para a obtenção das curvas de crescimento é o modelo exponencial descrito por Ricker (1979) in **WEATHERLEY & GILL, 1987; MELO, 1993**), o qual propõe que, se um peixe cresce a uma taxa instantânea para um intervalo de tempo finito, o peso em algum tempo durante o intervalo é descrito por uma curva exponencial dado pela fórmula:

$$W = a e^{gt} \tag{1}$$

onde:

a é o peso inicial (quando  $t=0$ ) e

$g$  é a taxa instantânea de crescimento ( $dW/Wdt$ ).

### a) Curva de crescimento em peso

É dado pela fórmula:

$$Wt = Wo e^{gt} \quad (2)$$

onde:

$Wt$  = peso médio no tempo  $t$

$Wo$  = peso médio quando  $t = 0$

$e$  = base do logaritmo natural (neperiano)

$g$  = taxa instantânea de crescimento relativo, obtida pela diferença entre o logaritmo natural do peso médio final e o do peso médio inicial

$t$  = tempo de criação em meses.

Considerando o comprimento inicial ( $Lo$ ) e fazendo  $Wo = \phi Lo^\theta$  e substituindo-a em (2) tem-se:

$$Wt = \phi Lo^\theta e^{gt} \quad (3)$$

### b) Curva de crescimento em comprimento

Tomando a relação peso total ( $Wt$ ) e comprimento total ( $Lt$ ) obtêm-se as curvas de crescimento:

Se

$$Wt = \phi Lt^\theta$$

então:

$$Lt^\theta = Wt / \phi$$

$$Lt^{\theta/\theta} = (Wt / \phi)^{1/\theta}$$

$$L_t = (W_t / \phi)^{1/\theta} \quad (4)$$

Substituindo-se (3) em (4) tem-se,

$$L_t = [ (\phi L_0^\theta e^{g t}) / \phi ]^{1/\theta}$$

Portanto:

$$L_t = [ L_0^\theta e^{g t} ]^{1/\theta}$$

ou,

$$L_t = L_0 e^{g t / \theta} \quad (5)$$

que é a expressão da curva de crescimento em comprimento, considerando-se o comprimento inicial ( $L_0$ ).

Pode-se substituir (2) em (4) para obter

$$L_t = [ (W_0 e^{g t}) / \phi ]^{1/\theta} \quad (6)$$

que é a expressão da curva de crescimento em comprimento, considerando o peso inicial ( $W_0$ ).

### **VIII - Curva de biomassa**

Tomando a equação da biomassa estimada em determinado tempo, tem-se:

$$B_t = N_t W_t \quad (7)$$

Sabe-se,

$$N_t = N_0 S_t \quad (8)$$

onde:

$N_0$  = número de indivíduos no início da criação ( $t = 0$ )

$S_t$  = taxa de sobrevivência no tempo  $t$ .

Através da substituição de (2) e (8) em (7) e multiplicando-se o resultado por  $10^{-3}$  para expressar a biomassa em kg, tem-se:

$$B_t = N_0 S_t 10^{-3} W_0 e^{g t} \quad (9)$$

que é a expressão da curva de biomassa a partir do peso inicial (**Wo**)

Para obtenção da curva de biomassa a partir do comprimento inicial (**Lo**), substitui-se (3) e (8) em (7), obtendo-se:

$$Bt = No St 10^{-3} \phi Lo^{\theta} e^{gt} \quad (10)$$

### ***IX - Curva de produção***

A produção (**Pt**) pode ser definida como a biomassa existente em determinado instante da criação (**Bt**), somado à biomassa retirada antes (**Br**),

$$Pt = Bt + Br \quad (11)$$

Se

$$Br = Nr Wo e^{gt} \quad (12)$$

onde:

**Nr** = número de indivíduos retirados até o instante **t**, e substituindo (9) e (12) em (11) tem-se:

$$Pt = No St Wo e^{gt} + \sum Nr Wo e^{gt}$$

$$Pt = (No St + \sum Nr) Wo e^{gt}$$

Como:

$$\sum Nr = No Mt$$

e

$$St + Mt = 1$$

onde:

**Mt** = taxa de mortalidade no tempo **t**,

então:

$$Pt = (No St + No Mt) Wo e^{gt}$$

$$Pt = No (St + Mt) Wo e^{gt}$$

$$Pt = No Wo e^{gt} \quad (13)$$

ou substituindo-se  $W_0$  por  $\phi Lo^0$  em (13) tem-se:

$$P_t = N_0 \phi Lo^0 e^{gt} \quad (14)$$

Multiplica-se (13) e (14) por  $10^{-3}$  para expressar a produção em kg.

### 3.4.2 - Análise físico-química da água

O controle da qualidade da água foi realizado através da análise de determinação da alcalinidade, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, fosfato e pH, conforme preconizado por **NAGY (1988)**. Os valores da temperatura da água foi controlados diariamente utilizando-se potenciômetro digital (**Digimed**) e termômetro graduado.

Estas análises foram feitas no laboratório de Bioquímica da Universidade Estadual de Londrina. A metodologia utilizada para a avaliação desses parâmetros, foi conforme **LIND, (1979)** e **STANDARD METHODS (1980)**.

Este controle tem a finalidade de se obter a determinação quantitativa e qualitativa da água, o que é essencial para a interpretação dos resultados desta pesquisa. Assim, pode-se atribuir a qualquer dispersão ocorrida no crescimento dos peixes somente à variação da ração aplicada.

A metodologia utilizada para a determinação dos parâmetros foi:

- Oxigênio dissolvido (Método de Winkler ou iodométrico);
- Amônia (Método fotométrico de Berthelot);
- Alcalinidade (Método da adição);
- Nitrito (Método de Griess-Hosvay)
- Fósforo (Método de Murphy e Rley)

### **3.4.3 - Análise da composição dos filés de tilápia**

As análises da composição dos filés de tilápia foram realizadas no laboratório de tecnologia de alimentos e medicamentos da Universidade Estadual de Londrina. A metodologia utilizada para a realização dessas análises foi de acordo com o **INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985)**.

A composição de nutrientes dos filés dos peixes, abatidos após 11 meses, foi avaliada quanto a:

- Matéria seca (Método gravimétrico);
- Proteínas (Método de Kjeldahl);
- Lipídios (Método de Soxhlet);
- Carboidratos (Diferença centesimal);
- Minerais (Método gravimétrico).

Estas análises visam obter informações sobre a composição de nutrientes dos filés de tilápias alimentadas com rações contendo 10, 20 e 30% de levedura de destilaria comparadas ao grupo controle.

### **3.4.4 - Análise sensorial com filés de tilápias - Delimitação experimental**

A análise sensorial com filés de tilápia foi realizada no laboratório de tecnologia de alimentos e medicamentos da Universidade Estadual de Londrina. Delineou-se o experimento em blocos casualizados com 4 tratamentos (T1=0%, T2=10%, T3=20% e T4=30% de levedura de destilaria), 43 provadores e repetido 3 vezes em uma escala hedônica de 1 a 7 pontos (**MONTGOMERY, 1991; SHIROSE et al., 1994**).

Os 43 provadores foram os alunos de tecnologia de alimentos da Universidade Estadual de Londrina. O experimento foi repetido 3 vezes com 4 amostras por sessão, isto é, 12 amostra por provador (Quadro 1). Segundo Yates in **MEDRI, 1988** é consenso geral dos pesquisadores que um degustador não consegue diferenciar mais do que cinco a oito amostras por sessão. Esta limitação é conseqüência, principalmente, da inabilidade do provador em testar muitas amostras sem perder a acuidade. Quando um provador avaliar muitas amostras por sessão, os seus sentidos entorpecem rapidamente e ele obtém impressões errôneas.

Procedeu-se para a escolha das 4 amostras por sessão (código) `a tabela estatística de números aleatórios com o respectivo sorteio da ordem de apresentação.

Quadro 1 - Análise sensorial em 3 sessões.

Prov	Repetição 1				Repetição 2				Repetição 3			
	T <sub>1</sub> (1)	T <sub>2</sub> (4)	T <sub>3</sub> (7)	T <sub>4</sub> (10)	T <sub>1</sub> (2)	T <sub>2</sub> (5)	T <sub>3</sub> (8)	T <sub>4</sub> (11)	T <sub>1</sub> (3)	T <sub>2</sub> (6)	T <sub>3</sub> (9)	T <sub>4</sub> (12)
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
43	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Prov. = Provadores ou blocos; T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> = Tratamentos; Números entre parênteses = tanques.

Esta análise pode promover alterações das características sensoriais dos filés de tilápia do nilo, uma vez que a levedura de destilaria apresenta-se com sabor amargo.

O objetivo do experimento foi o de avaliar se os diferentes níveis crescente de levedura de destilaria presentes na ração diferiam estatisticamente entre si.

A análise de variância dos resultados obtidos durante a avaliação sensorial foi realizada em parcelas subdivididas (Split-Plot), Utilizando-se a programação Statistical Analysis Sistem (SAS).

Neste experimento, tem-se:

t = número de tratamentos = 4

p = número de provadores = 43

r = número de repetições = 3

N = número total de observações = rpt = 516.



**Escala hedônica:**

- 7 - gostei muito;
- 6 - gostei moderadamente;
- 5 - gostei ligeiramente;
- 4 - não gostei nem desgostei;
- 3 - desgostei ligeiramente;
- 2 - desgostei moderadamente;
- 1 - desgostei muito.

Só tem sentido testar o efeito de tratamentos, se a interação **P x T** for não significativa, a significância indica inconsistência dos provadores nas suas avaliações de amostras.

O coeficiente de variação (**CV**) do experimentado é:

$$CV = 100 \frac{\sqrt{QMR(b)}}{m}$$

Quanto menor for o coeficiente de variação melhor é o experimento, isto é, os dados são mais homogêneos e a média mais representativa.

A significância (**p<0,05**) do efeito de tratamentos indica que pelo menos duas médias diferem significativamente entre si ao nível de erro de **5%**. Quando isto ocorre, fazem-se estas médias acompanhar de letras diferentes, caso contrário, de letras iguais.

## CAPÍTULO IV

### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 - Análise quantitativa

##### 4.1.1 - Crescimento e produção dos peixes

As informações gerais do experimento com tilápias do nilo realizada em dois diferentes meios: caixa de amianto com duração de 330 dias e tanque-rede com 180 dias se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Informações gerais do experimento realizado na caixa de amianto com duração 330 dias e tanque-rede com 180 dias.

	% LEVEDURA: CAIXA AMIANTO				% LEVEDURA: TANQUE-REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
Ni	60	60	60	60	60	60	60	60
Nf	42	41	44	44	56	56	49	59
Sb(%)	70,00	68,33	73,33	73,33	93,33	93,33	81,67	98,33
Bti(kg)	0,077	0,079	0,070	0,082	0,079	0,079	0,056	0,078
Btf(kg)	6,476	5,471	6,203	7,113	7,748	8,127	6,679	8,074
ILd(cm)	0,044	0,041	0,044	0,045	0,080	0,083	0,083	0,080
Iwd(g)	0,463	0,418	0,455	0,486	0,761	0,799	0,752	0,753
Gpa(g)	152,89	138,04	150,13	160,32	137,03	143,80	135,36	135,55
Gpr(g)	11851	10537	12942	11786	10381	10894	14400	10427
Cr(kg)	24,183	23,772	24,741	30,330	20,387	20,952	19,329	21,626
S	3,7343	4,3451	3,9886	4,2640	2,6313	2,5781	2,8940	2,6785
Ea	0,2678	0,2301	0,2507	0,2345	0,3800	0,3878	0,3455	0,3733

Onde:

Ni = número inicial de exemplares

Nf = número final de exemplares

Sb = porcentagem de sobrevivência ao final do cultivo

Bti = biomassa total inicial dos exemplares em kg

Btif = biomassa total final dos exemplares em kg

ILd = incremento total médio em comprimento diário em cm

Iwd = incremento total médio em peso diário em g

Gpa = ganho de peso absoluto total em g

Gpr = ganho de peso relativo total em g

Cr = consumo médio de ração em kg

S = coeficiente médio de conversão alimentar aparente

Ea = eficiência média alimentar.

Ao comparar os seis primeiros meses nos dois diferentes meios, percebe-se que os peixes cresceram mais no tanque-rede (Tabela 4).

Tabela 4 - Ganho de peso médio mensal (g) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 em dois diferentes meios.

MESES	CAIXA DE AMIANTO				TANQUE-REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
0	1,29	1,31	1,16	1,36	1,32	1,32	0,94	1,30
1	3,45	4,32	4,15	5,05	18,25	17,62	16,63	17,96
2	5,98	7,91	7,37	10,68	43,12	42,91	39,08	43,31
3	7,92	11,14	9,14	14,08	67,16	66,52	64,03	67,13
4	11,29	15,42	13,56	19,85	83,82	84,41	78,25	83,86
5	17,41	22,71	19,43	27,32	97,90	104,27	92,55	100,01
6	30,14	36,03	31,90	43,86	138,35	145,12	136,30	136,85
7	44,10	49,15	45,17	57,06				
8	64,60	69,84	68,13	79,16				
9	90,19	81,37	99,28	102,32				
10	116,75	113,75	115,75	122,43				
11	154,18	139,35	151,29	161,65				

O baixo índice de crescimento em peso e em comprimento (Tabelas 4 e 5) e (Figuras 6 e 7) na caixa de amianto pode ser atribuído a pouco espaço disponível por exemplar, não obedecendo o limite de densidade populacional, o que segundo (PEREIRA, 1988; CODA, 1996), influi decisivamente no índice de crescimento dos peixes, além da ausência de alimentação natural.

Tabela 5 - Variação de comprimento médio mensal (cm) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 em dois diferentes meios.

MESES	CAIXA DE AMIANTO				TANQUE-REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
0	3,75	3,75	3,73	3,93	4,06	3,85	3,60	4,06
1	5,43	5,61	5,88	6,39	9,41	9,25	9,18	9,51
2	6,25	6,57	7,02	8,038	12,34	12,49	12,30	12,42
3	6,94	7,64	7,46	8,86	14,12	14,18	14,01	14,17
4	7,81	8,56	8,66	9,91	15,70	15,74	15,55	15,69
5	9,141	9,83	9,74	11,05	16,34	16,93	16,10	16,69
6	10,67	11,12	11,11	12,33	18,39	18,84	18,55	18,49
7	11,78	12,13	12,30	13,18				
8	13,38	13,36	13,70	14,60				
9	15,23	14,40	15,56	15,86				
10	17,22	16,65	17,09	17,61				
11	18,28	17,40	18,09	18,69				

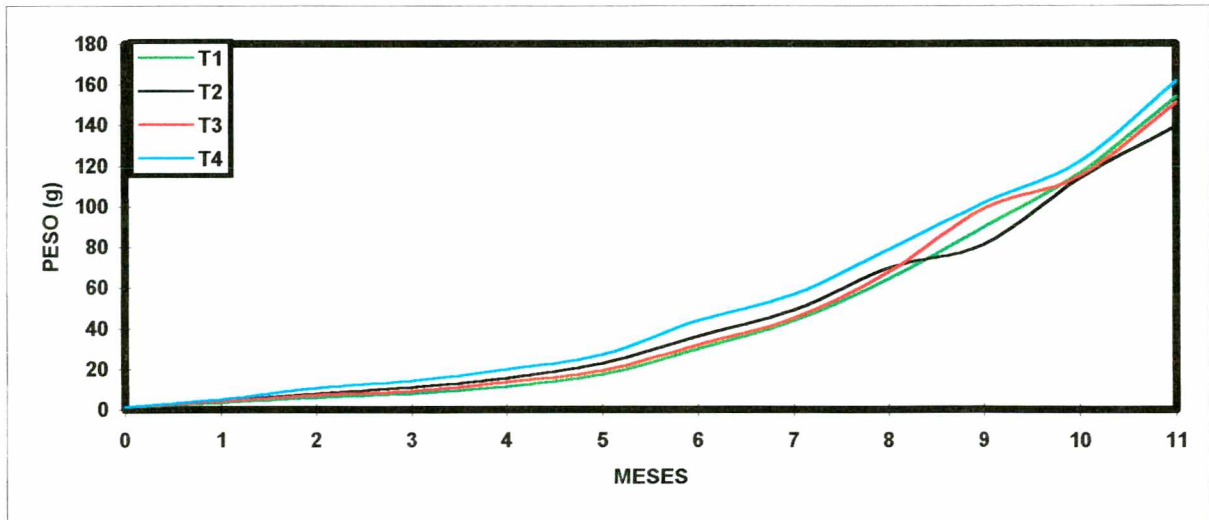


Figura 6 - Ganho de peso médio mensal (g) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

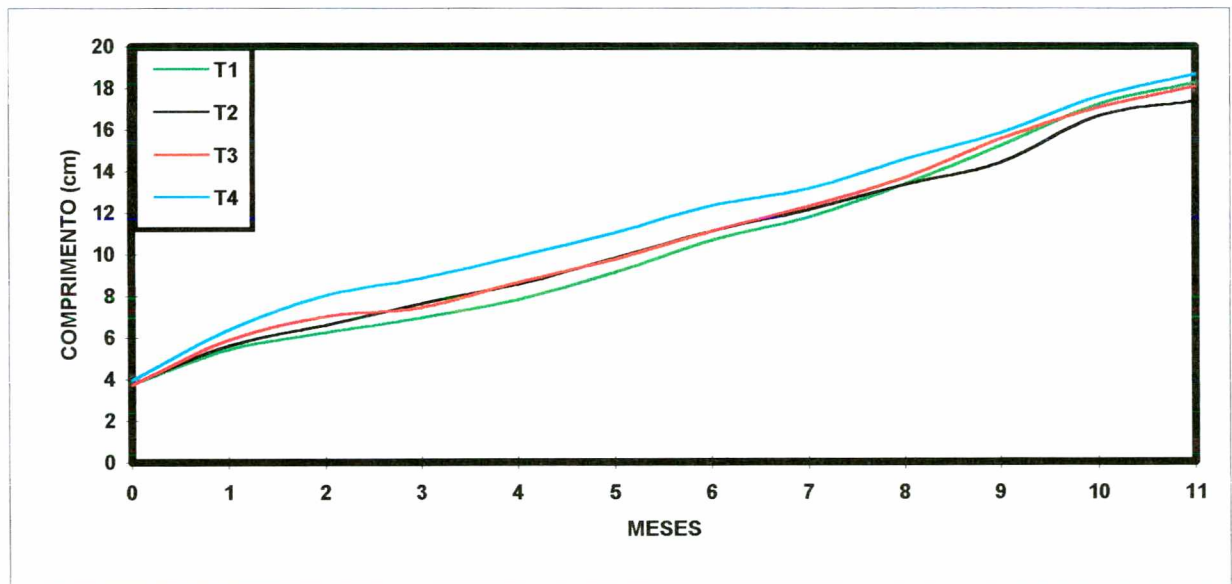


Figura 7 - Variação de comprimento médio mensal (cm) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

As figuras 8 e 9 mostram respectivamente o ganho de peso e a variação de comprimento médio mensal dos peixes nos tanques-rede.

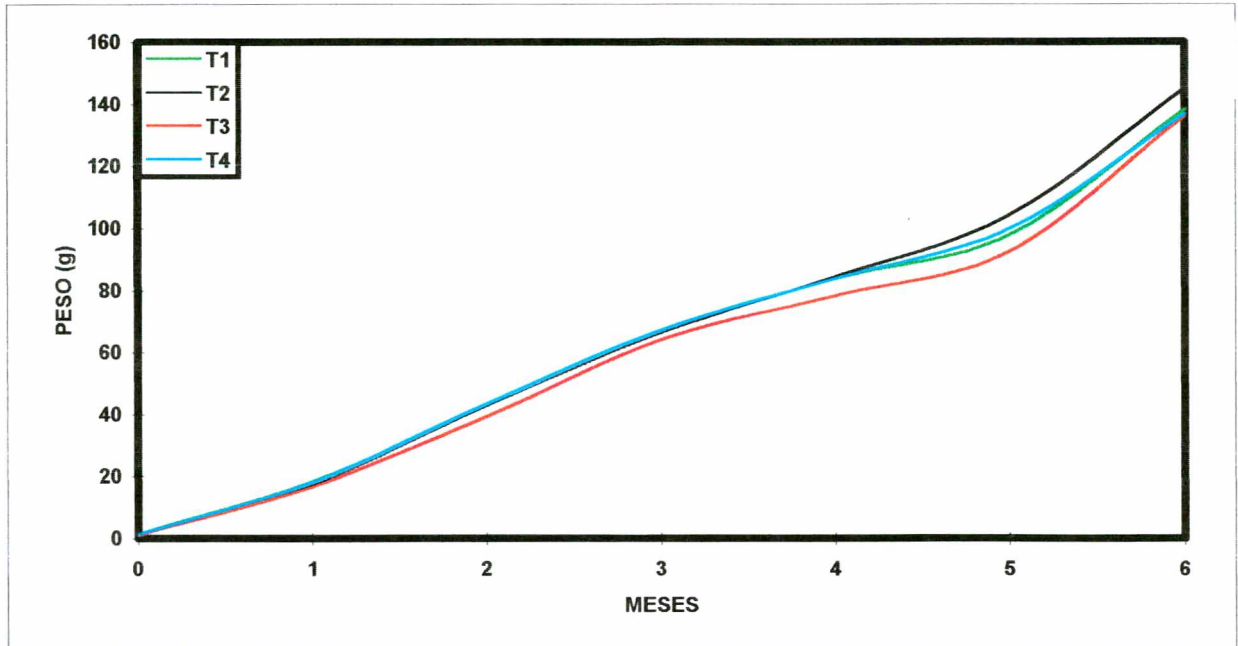


Figura 8 - Ganho de peso médio mensal (g) dos peixes dos tratamentos T1, T2, T3, e T4 nos tanques-rede.

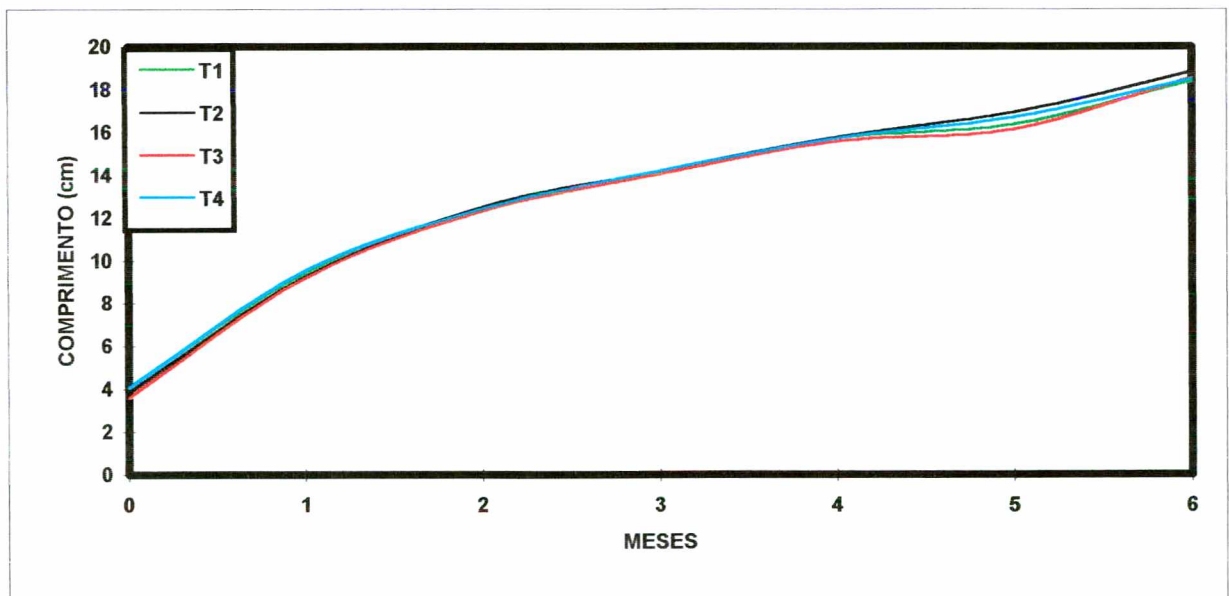


Figura 9 - Variação de comprimento médio mensal (cm) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

A análise de variância e o teste de Tukey para comparação de médias mensais dos principais parâmetros do experimento se encontram na Tabela 6.

O teste de Tukey realizado para ganho de peso médio mensal na caixa de amianto revelou diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. Observou-se que os tratamentos contendo 0%, 10% e 20% de levedura de destilaria não diferiram estatisticamente entre si, porém diferiram do tratamento com 30% de levedura, que mostrou-se superior a todos (Tabela 6).

Quanto ao tanque-rede, o teste de Tukey revelou que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para ganho de peso médio mensal entre os tratamentos. Observou-se que os tratamentos com 0%, 10% e 30% de levedura não diferiram estatisticamente entre si, porém diferiram do tratamento T3=20%, que mostrou-se inferior a todos.

Para a biomassa total média houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ). Sendo que os tratamentos T1=0% e T4=30% mostrou-se estatisticamente superiores aos tratamentos T2=10% e T3=20% na caixa de amianto. Observou-se ainda que para o tanque-rede o tratamento T3=20% foi inferior aos tratamentos T1, T2 e T4 sendo que estes não diferiram estatisticamente entre si ( $P < 0,01$ ), conforme pode ser verificado no teste de Tukey (Tabela 6).

Quanto ao consumo médio de ração durante as amostragens, constatou-se que para a caixa de amianto, a ração contendo 30% de levedura de destilaria foi estatisticamente ( $P < 0,01$ ) superior aos tratamentos T1=0%, T2=10% e T3=20% que por sua vez não diferiram entre si, apresentando um coeficiente de variação (C.V.=14,19). O teste de Tukey também revelou que no tanque-rede os tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si, todavia, o tratamento T4 mostrou-se superior ao tratamento T3.

O índice de eficiência alimentar (Ea) estima a quantidade de biomassa (peso) que um peixe pode produzir com 1kg de ração consumida. Neste experimento, tanto para caixa de amianto quanto para o tanque-rede (Tabela 6), não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as médias de tratamentos.

Observou-se na Tabela 6 que o teste de Tukey não revelou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para incremento médio em comprimento e em peso nos dois diferentes meios.

Tabela 6- Teste de Tukey para as médias mensais de ganho em comprimento (Lt), de ganho de peso (wt), altura do corpo (Hco), comprimento padrão (Lp), comprimento do tronco (Ltr), biomassa total (Bt), consumo de ração (Cr), conversão alimentar (S), eficiência alimentar (Ea), sobrevivência (Sb), incremento em comprimento (IL), incremento em peso (IW), ganho de peso absoluto (Gpa) e ganho de peso relativo (Gpr) durante todo o período experimental.

	% LEVEDURA CAIXA AMIANTO				% LEVEDURA TANQUE-REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
Lt(cm)	10,5 c	10,6bc	10,9 b	11,7 a	12,9AB	13,0 A	12,8 B	13,0AB
wt(g)	45,6 b	46,0 b	47,1 b	53,7 a	64,3 A	66,0 A	61,1 B	64,3 A
Hco(cm)	3,54 c	3,74 b	3,60 c	3,90 a	4,39AB	4,44 A	4,29 B	4,39 AB
Lp(cm)	8,32 c	8,34 c	8,66 b	9,31 a	10,3AB	10,4AB	10,2 B	10,5 A
Ltr(cm)	5,95 b	5,84 b	6,08 b	6,59 a	7,36 A	7,53 A	7,35 A	7,46 A
Bt(kg)	2,70 a	2,18 b	2,06 b	2,74 a	3,65 a	3,75 a	3,21 b	3,81 a
Cr(kg)	2,20 b	2,17 b	2,25 b	2,76 a	3,43AB	3,49AB	3,22 B	3,62 A
S	4,35 A	4,76 A	4,54 A	4,16 A	2,44 A	2,38 A	2,63 A	2,44 A
Ea	0,23 A	0,21 A	0,22 A	0,24 A	0,41 A	0,42 A	0,38 A	0,41 A
Sb(%)	88,8 b	82,8 c	89,9 b	94,7 a	96,9ab	96,9ab	92,1 b	99,3 a
IL(cm)	1,33 A	1,34 A	1,30 A	1,37 A	2,39 A	2,50 A	2,49 A	2,57 A
IW(g)	13,9 A	12,5 A	13,7 A	14,5 A	22,8 A	23,97 A	22,5 A	22,6 A
Gpa(g)	48,3 b	48,8 b	50,2 b	57,2 a	73,4ab	75,5 a	70,2 b	73,6ab
Gpr(g)	3748 b	3724 b	4348 a	4201ab	5564 b	5719 b	7468 a	5658 b

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) e seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ).



Para as médias mensais de ganho de peso absoluto na caixa de amianto (Tabela 6), verificou-se diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. O tratamento contendo T4=30% de levedura foi superior a T1=0%, T2=10% e T3=20%, que por sua vez não diferiram estatisticamente entre si. Quanto ao tanque-rede, constatou-se que as diferenças de médias de ganho de peso absoluto entre os tratamentos foram significativas ( $P < 0,01$ ). Os tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T3 e T4) não diferiram estatisticamente entre si, entretanto, o tratamento T2 foi superior ao tratamento T3.

A Tabela 7 apresenta o resultado da regressão cúbica entre o peso ( $y$ ) em função dos meses ( $x$ ) das biometrias nos dois diferentes meios:

Tabela 7 - Regressão cúbica entre peso ( $y$ ) e o tempo ( $x$ ) em meses nas caixas de amianto e tanques-rede respectivamente.

% LEVEDURA	REGRESSÃO CÚBICA	R <sup>2</sup>	C. V.
T1 = 0	$y = - 2,29 + 0,52x + 0,06x^2 + 0,10x^3$	0,9994	3,125
T2 = 10	$y = - 2,12 + 1,28x + 0,34x^2 + 0,06x^3$	0,9975	5,889
T3 = 20	$y = - 3,17 - 0,16x + 0,53x^2 + 0,09x^3$	0,9956	8,291
T4 = 30	$y = 2,13 + 2,79x + 0,28x^2 + 0,07x^3$	0,9981	4,965
% LEVEDURA	REGRESSÃO CÚBICA	R <sup>2</sup>	C. V.
T1 = 0	$y = - 1,07 + 27,60x - 3,59x^2 + 0,46x^3$	0,9907	10,067
T2 = 10	$y = - 0,81 + 25,78x - 2,91x^2 + 0,43x^3$	0,9985	7,944
T3 = 20	$y = - 1,59 + 27,00x - 4,14x^2 + 0,56x^3$	0,9881	11,747
T4 = 30	$y = - 0,89 + 26,12x - 2,75x^2 + 0,36x^3$	0,9931	8,634

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; C.V. = coeficiente de variação.

Através da Tabela 7 observa-se que os elevados valores do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) demonstraram um perfeito ajuste das variáveis estudadas ao modelo matemático empregado. Por outro lado os valores dos coeficientes de variação (C.V.) menores ou próximos a 10% caracterizaram homogeneidade dos dados, média representativa e o experimento ótimo. Estes resultados indicaram a possibilidade da utilização de até 30% de levedura de destilaria na ração sem prejuízo para o ganho de peso de tilápias do nilo, tanto para o cultivo nas caixas de amianto ou nos tanques-rede.

#### 4.1.2 - Relação peso/comprimento

As expressões matemáticas das curvas que relacionam o peso total (Wt) e o comprimento total (Lt) das tilápias bem como os respectivos valores dos coeficientes de correlação linear de Pearson ( $r_{xy}$ ) mostraram-se semelhantes para os dois diferentes meios (Tabela 8). O valor da constante relacionada com a forma de crescimento do corpo dos peixes ( $\theta$ ), mostrou-se bem próximos de 3,0 indicando o desenvolvimento praticamente isométrico dos peixes. Valores próximos a este foram encontrados por **MAINARDES PINTO (1989)**, trabalhando com crescimento de tilápias (*O. niloticus*).

Tabela 8 - Expressões matemáticas das curvas de Peso Total/Comprimento Total das tilápias e a transformação linear correspondente aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 na caixa de amianto e tanque-rede respectivamente.

% LEVEDURA	$Wt = \phi Lt^\theta$	$\ln Wt = \ln \phi + \theta \ln Lt$	$r_{xy}$
T1 = 0	$WT = 0,02143Lt^{3,05}$	$\ln Wt = - 3,8429 + 3,05 \ln Lt$	0,9842
T2 = 10	$WT = 0,02318Lt^{3,05}$	$\ln Wt = - 3,7645 + 3,05 \ln Lt$	0,9842
T3 = 20	$WT = 0,01695Lt^{3,13}$	$\ln Wt = - 4,0775 + 3,13 \ln Lt$	0,9842
T4 = 30	$WT = 0,01563Lt^{3,15}$	$\ln Wt = - 4,1586 + 3,15 \ln Lt$	0,9842
T1 = 0	$WT = 0,01783Lt^{3,08}$	$\ln Wt = - 4,0270 + 3,08 \ln Lt$	0,9842
T2 = 10	$WT = 0,02433Lt^{2,96}$	$\ln Wt = - 3,7160 + 2,96 \ln Lt$	0,9842
T3 = 20	$WT = 0,01911Lt^{3,04}$	$\ln Wt = - 3,9575 + 3,04 \ln Lt$	0,9842
T4 = 30	$WT = 0,01746Lt^{3,08}$	$\ln Wt = - 4,0478 + 3,08 \ln Lt$	0,9842

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Os resultados (Figuras 10 e 11) comprovaram a relação existente entre as variáveis comprimento total e o peso total do corpo para os quatro tratamentos.

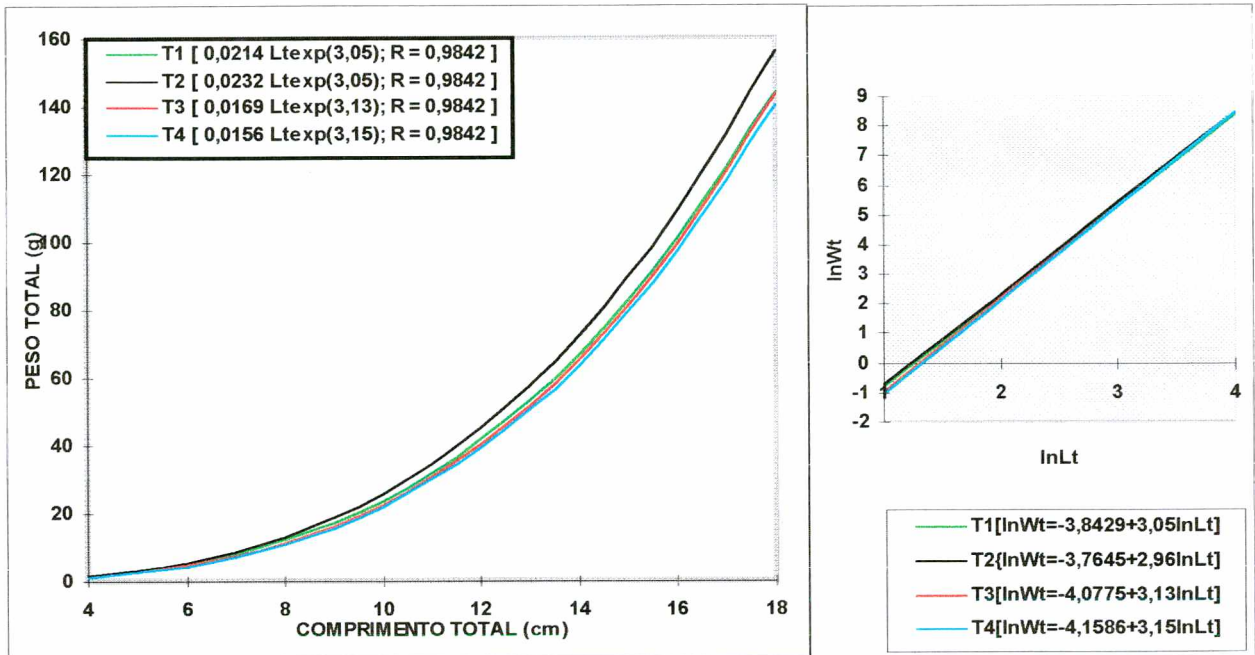


Figura 10 - Relação peso total (Wt)/comprimento total (Lt) dos peixes e a transformação linear correspondente aos tratamentos nas caixas de amianto.

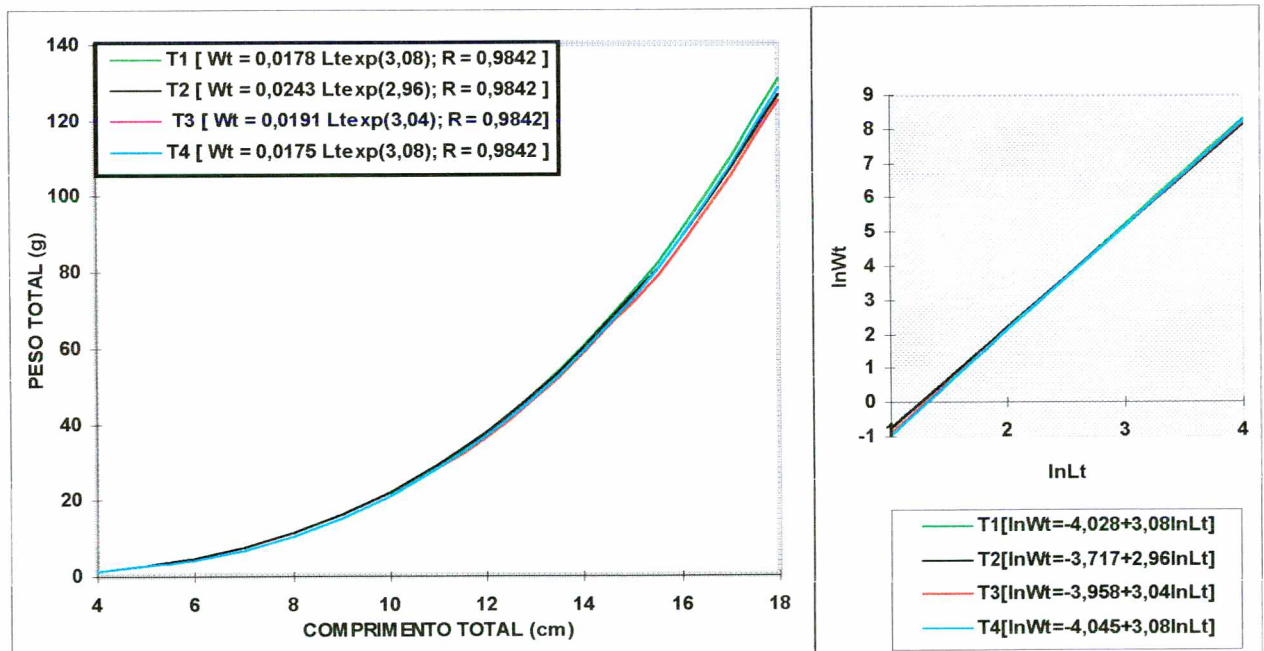


Figura 11 - Relação peso total (Wt)/comprimento total (Lt) dos peixes e a transformação linear correspondente aos tratamentos nos tanques-rede.

Analogamente foram encontradas outras expressões matemáticas (Tabela 9).

Tabela 9 - Expressões matemáticas da relação Altura do Corpo/Comprimento Total, Comprimento Padrão/Comprimento Total e Comprimento do Tronco/Comprimento Total das tilápias e a transformação linear correspondente aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 na caixa de amianto e tanque-rede respectivamente.

Altura do Corpo/Comprimento Total			
% LEVEDURA	$HCo = \phi Lt^{\theta}$	$\ln HCo = \ln \phi + \theta \ln Lt$	$r_{xy}$
T1 = 0	$HCo = 0,25347Lt^{1,12}$	$\ln HCo = - 1,3728 + 1,12 \ln Lt$	0,9997
T2 = 10	$HCo = 0,25315Lt^{1,13}$	$\ln HCo = - 1,3738 + 1,13 \ln Lt$	0,9996
T3 = 20	$HCo = 0,25905Lt^{1,10}$	$\ln HCo = - 1,3507 + 1,10 \ln Lt$	0,9999
T4 = 30	$HCo = 0,24606Lt^{1,12}$	$\ln HCo = - 1,4022 + 1,12 \ln Lt$	0,9968
T1 = 0	$HCo = 0,23735Lt^{1,14}$	$\ln HCo = - 1,4382 + 1,14 \ln Lt$	0,9996
T2 = 10	$HCo = 0,25679Lt^{1,11}$	$\ln HCo = - 1,3573 + 1,11 \ln Lt$	0,9997
T3 = 20	$HCo = 0,26330Lt^{1,09}$	$\ln HCo = - 1,3345 + 1,09 \ln Lt$	0,9998
T4 = 30	$HCo = 0,24840Lt^{1,12}$	$\ln HCo = - 1,3927 + 1,12 \ln Lt$	0,9997
Comprimento Padrão/Comprimento Total			
% LEVEDURA	$Lp = \phi Lt^{\theta}$	$\ln Lp = \ln \phi + \theta \ln Lt$	$r_{xy}$
T1 = 0	$Lp = 0,78625Lt^{1,00}$	$\ln Lp = - 0,2405 + 1,00 \ln Lt$	1,0000
T2 = 10	$Lp = 0,75406Lt^{1,02}$	$\ln Lp = - 0,2823 + 1,02 \ln Lt$	1,0000
T3 = 20	$Lp = 0,76975Lt^{1,01}$	$\ln Lp = - 0,2617 + 1,01 \ln Lt$	1,0000
T4 = 30	$Lp = 0,78588Lt^{1,00}$	$\ln Lp = - 0,2500 + 1,00 \ln Lt$	1,0000
T1 = 0	$Lp = 0,77563Lt^{1,01}$	$\ln Lp = - 0,2541 + 1,01 \ln Lt$	1,0000
T2 = 10	$Lp = 0,78358Lt^{1,01}$	$\ln Lp = - 0,2439 + 1,01 \ln Lt$	1,0000
T3 = 20	$Lp = 0,80234Lt^{1,00}$	$\ln Lp = - 0,2202 + 1,00 \ln Lt$	1,0000
T4 = 30	$Lp = 0,77159Lt^{1,02}$	$\ln Lp = - 0,2593 + 1,02 \ln Lt$	1,0000
Comprimento do Tronco/Comprimento Total			
% LEVEDURA	$Ltr = \phi Lt^{\theta}$	$\ln Ltr = \ln \phi + \theta \ln Lt$	$r_{xy}$
T1 = 0	$Ltr = 0,45610Lt^{1,09}$	$\ln Ltr = - 0,7850 + 1,09 \ln Lt$	0,9998
T2 = 10	$Ltr = 0,47875Lt^{1,06}$	$\ln Ltr = - 0,7366 + 1,06 \ln Lt$	1,0000
T3 = 20	$Ltr = 0,51578Lt^{1,03}$	$\ln Ltr = - 0,6621 + 1,03 \ln Lt$	1,0000
T4 = 30	$Ltr = 0,51649Lt^{1,04}$	$\ln Ltr = - 0,6607 + 1,04 \ln Lt$	0,9999
T1 = 0	$Ltr = 0,48610Lt^{1,06}$	$\ln Ltr = - 0,7213 + 1,06 \ln Lt$	0,9999
T2 = 10	$Ltr = 0,48108Lt^{1,07}$	$\ln Ltr = - 0,7317 + 1,07 \ln Lt$	0,9998
T3 = 20	$Ltr = 0,51578Lt^{1,05}$	$\ln Ltr = - 0,6849 + 1,05 \ln Lt$	0,9999
T4 = 30	$Ltr = 0,51649Lt^{1,03}$	$\ln Ltr = - 0,6605 + 1,03 \ln Lt$	1,0000

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Os valores estimados do coeficiente de correlação linear de Pearson apresentaram-se valores positivos próximos a 1(um), indicando o alto grau de associação entre as variáveis das expressões logaritmizadas, comprovando analiticamente a validade das expressões de ajustamento e corroborando com a

pequena dispersão observada dos pontos empíricos às curvas teóricas (Figuras 12 a 17).

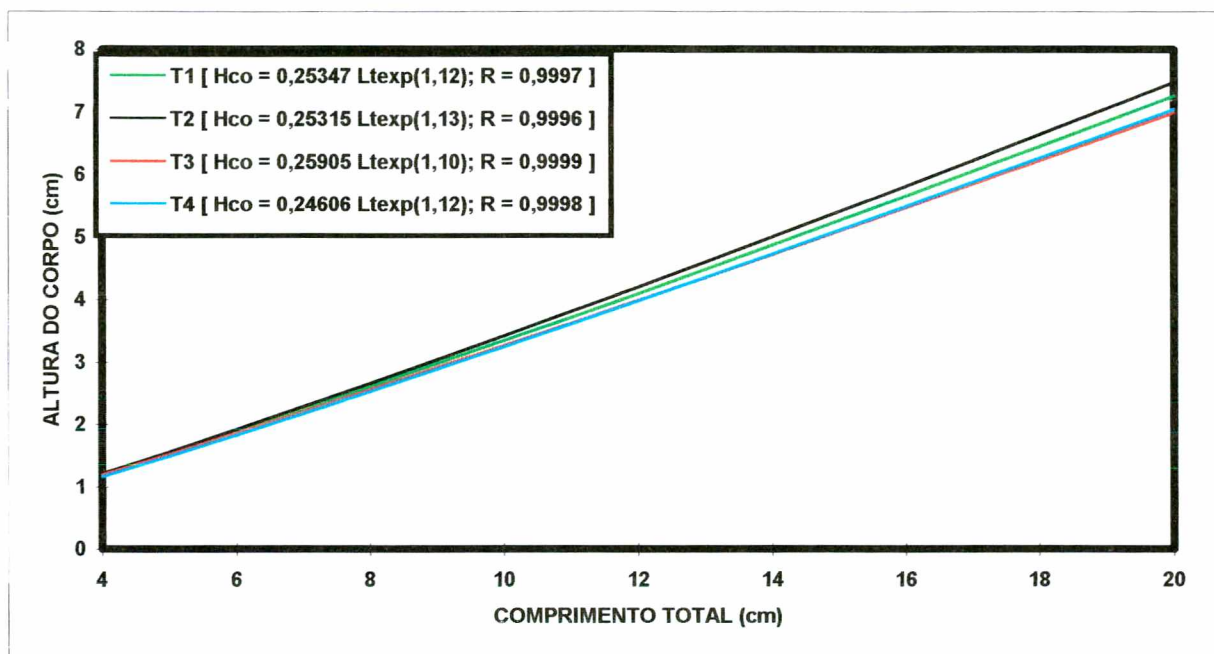


Figura 12 - Relação altura do corpo (Hco)/comprimento total (Lt) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

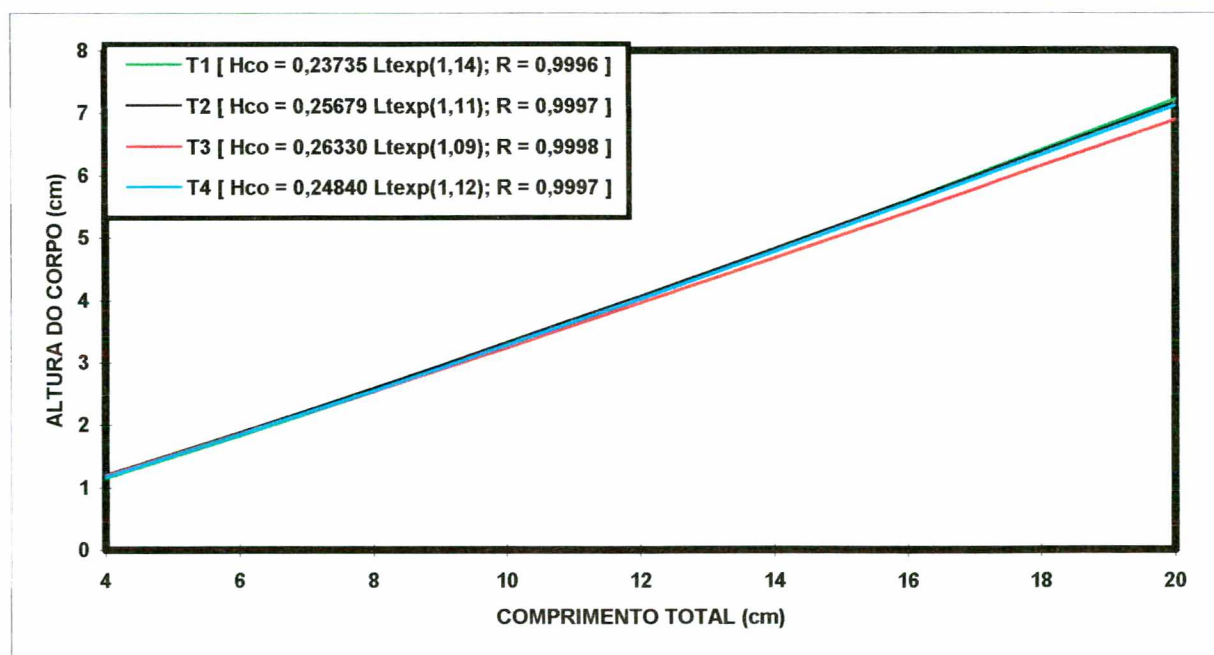


Figura 13 - Relação altura do corpo (Hco)/comprimento total (Lt) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3, e T4 nos tanques-rede.

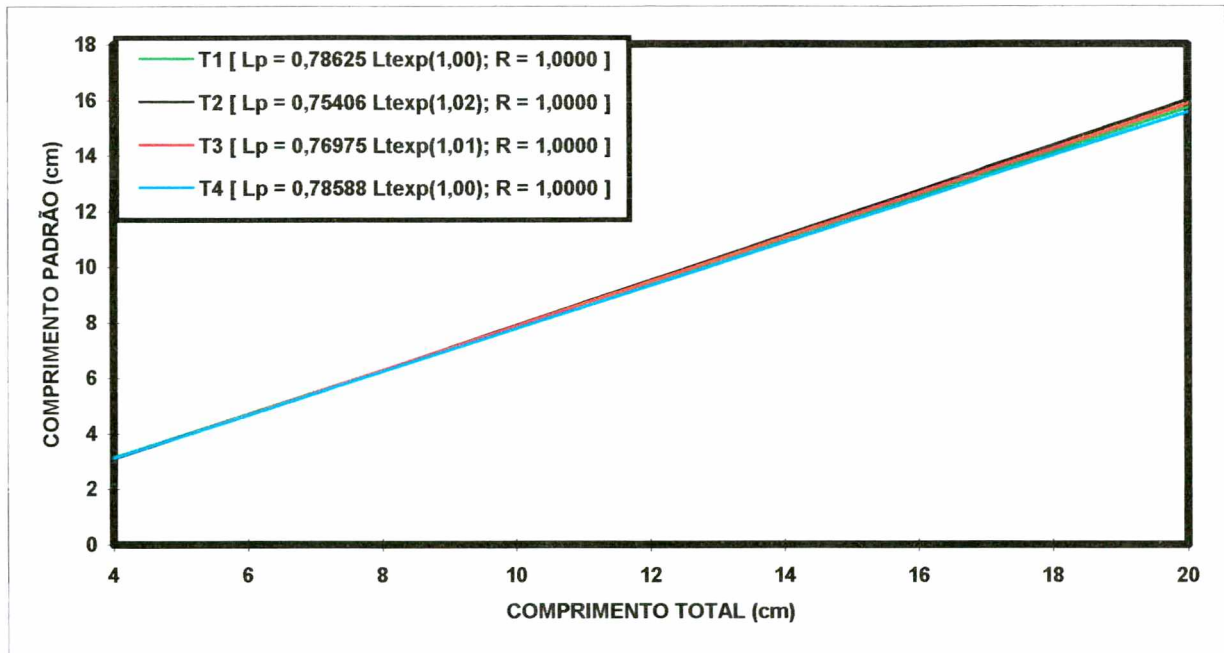


Figura 14 - Relação comprimento padrão (Lp)/comprimento total (Lt) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

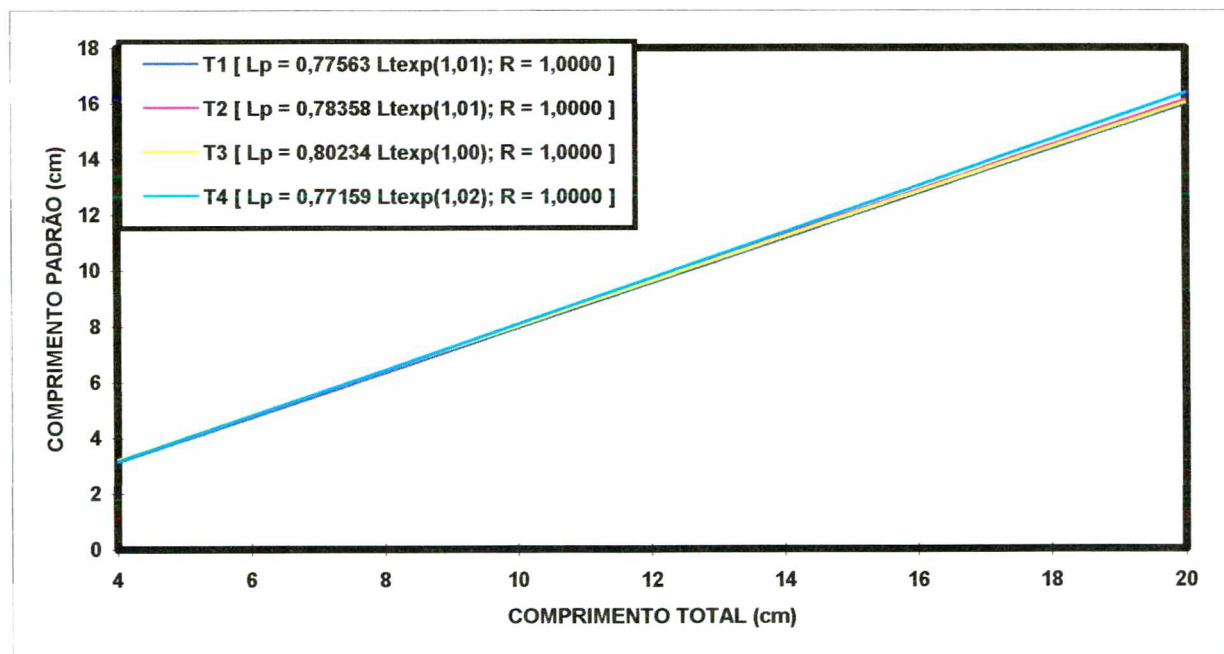


Figura 15 - Relação comprimento padrão (Lp)/comprimento total (Lp) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

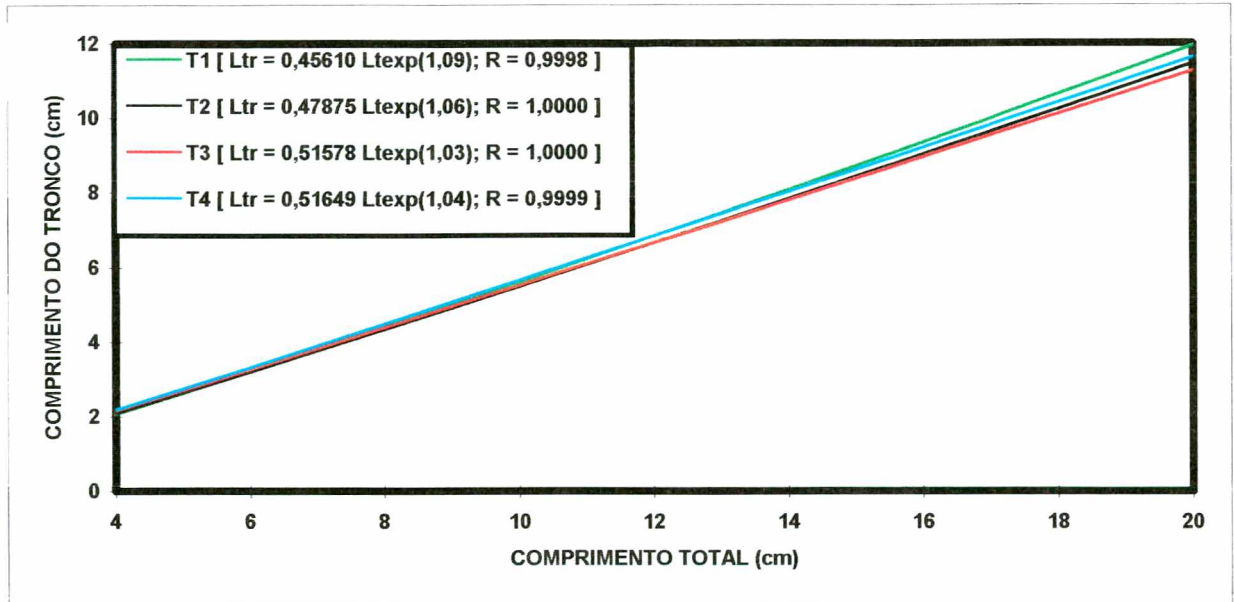


Figura 16 - Relação comprimento do tronco (Ltr)/comprimento total (Lt) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

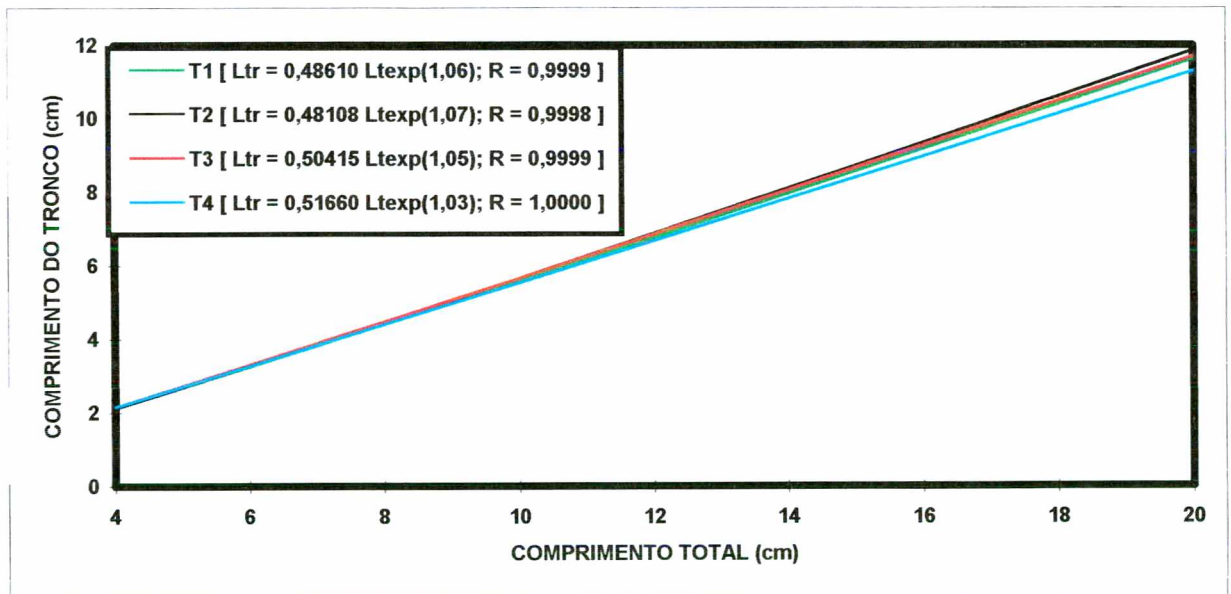


Figura 17 - Relação comprimento do tronco (Ltr)/comprimento total (Lt) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

Os parâmetros das relações Peso Total/Comprimento Total ( $\theta$ ) e valores mensais médios do fator de condição ( $\phi$ ) verificados para os tratamentos na caixa de amianto e tanque-rede estão representados na Tabela 10. Para os exemplares de tilápia do nilo o valor médio de ( $\phi$ ) variou de 0,0156 no tratamento T4 para 0,0232 no

tratamento T2 da caixa de amianto. A variação de ( $\phi$ ) para o tanque-rede foi de 0,0174 no tratamento T4 a 0,0243 no tratamento T2.

A constante média relacionada com a forma de crescimento do corpo dos peixes ( $\theta$ ) da caixa de amianto e tanque-rede ficou muito próxima de 3,0, não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 10).

Segundo **WOOTTON (1990)** o valor de  $\theta = 3,0$  indica um crescimento isométrico. Um valor maior que 3,0 mostra que o peixe tornou-se mais leve, devido seu incremento em comprimento. Um valor menor que 3,0 indica que tornou-se mais pesado, devido ao seu incremento em peso.

O fator de condição ( $\phi$ ) é muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, indicando o grau de bem estar dos peixes frente ao meio em que vive, verificando se está ou não fazendo bom uso da fonte alimentar (**WEATHERLEY & GILL, 1987**).

Tabela 10 - Parâmetros da relação Peso Total/Comprimento Total ( $\theta$ ) e valores mensais médios do fator de condição ( $\phi$ ) verificados para os tratamentos em caixas de amianto e tanques-rede.

% DE LEVEDURA DE DESTILARIA					
		T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
$\theta$	CAIX/RED	3,05 / 3,08	3,05 / 2,96	3,13 / 3,04	3,15 / 3,08
MAR	CAIX/RED	0,0229/0,0176	0,0232/0,0244	0,0188/0,0191	0,0182/0,0173
ABR	CAIX/RED	0,0198/0,0183	0,0224/0,0243	0,0177/0,0197	0,0148/0,0174
MAI	CAIX/RED	0,0223/0,0188	0,0254/0,0244	0,0165/0,0190	0,0153/0,0185
JUN	CAIX/RED	0,0215/0,0193	0,0226/0,0259	0,0169/0,0209	0,0146/0,0191
JUL	CAIX/RED	0,0214/0,0173	0,0221/0,0242	0,0158/0,0186	0,0145/0,0174
AGO	CAIX/RED	0,0204/0,0179	0,0213/0,0242	0,0156/0,0198	0,0142/0,0172
SET	CAIX/RED	0,0220/0,0176	0,0232/0,0244	0,0170/0,0190	0,0160/0,0171
OUT	CAIXA	0,0238	0,0243	0,0175	0,0169
NOV	CAIXA	0,0236	0,0257	0,0188	0,0170
DEZ	CAIXA	0,0222	0,0238	0,0184	0,0169
JAN	CAIXA	0,0198	0,0214	0,0159	0,0146
FEV	CAIXA	0,0218	0,0229	0,0175	0,0159
$\phi$ (Med.)	CAIX/RED	0,0214/0,0178	0,0232/0,0243	0,0169/0,0191	0,0156/0,0174



#### 4.1.3 - Curvas de crescimento em comprimento e em peso

A expressão de Von Bertalanffy e a transformação de Ford-walford mostraram-se válidas para o ajuste das curvas de crescimento em comprimento e em peso para o tanque-rede (Tabela 11 e Figuras 18 e 19).

Tabela 11 - Expressões matemáticas das curvas de crescimento em Comprimento e em Peso das tilápias nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 no tanque-rede ajustadas pela expressão de **BERTALANFFY**.

% LEVEDURA	$L_t = L_{\infty} [ 1 - e^{-k(t+te)} ]$	$r_{xy}$
T1 = 0	$L_t = 19,34 [ 1 - e^{-0,394(t+0,598)} ]$	0,9966
T2 = 10	$L_t = 20,23 [ 1 - e^{-0,366(t+0,577)} ]$	0,9978
T3 = 20	$L_t = 19,33 [ 1 - e^{-0,401(t+0,514)} ]$	0,9962
T4 = 30	$L_t = 19,49 [ 1 - e^{-0,393(t+0,594)} ]$	0,9966
% LEVEDURA	$W_t = W_{\infty} [ 1 - e^{-k(t+te)} ]^{\theta}$	$r_{xy}$
T1 = 0	$W_t = 163,20 [ 1 - e^{-0,394(t+0,598)} ]^{3,08}$	0,9877
T2 = 10	$W_t = 178,38 [ 1 - e^{-0,366(t+0,577)} ]^{2,96}$	0,9872
T3 = 20	$W_t = 155,30 [ 1 - e^{-0,401(t+0,514)} ]^{3,09}$	0,9865
T4 = 30	$W_t = 164,31 [ 1 - e^{-0,393(t+0,594)} ]^{3,08}$	0,9876

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Os valores de  $L_{\infty}$  (valor assintótico da curva de crescimento em comprimento),  $k$  (taxa de crescimento),  $te$  (fator de correção de cultivo)  $W_{\infty}$  (valor assintótico da curva de crescimento em peso),  $\theta$  (crescimento do corpo dos peixes) para a tilápia do nilo no tanque-rede estão registradas na Tabela 12. O tratamento T2 apresentou valores de  $L_{\infty}$  e  $W_{\infty}$  superiores aos demais tratamentos.

Tabela 12 - Parâmetros  $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $te$ ,  $W_{\infty}$ , e  $\theta$  obtidos nos tanques-rede.

% LEVEDURA	$L_{\infty}$	$k$	$te$	$W_{\infty}$	$\theta$
T1 = 0	19,34	0,394	0,598	163,20	3,08
T2 = 10	20,23	0,366	0,577	178,38	2,96
T3 = 20	19,33	0,401	0,514	155,30	3,09
T4 = 30	19,49	0,393	0,594	164,31	3,08

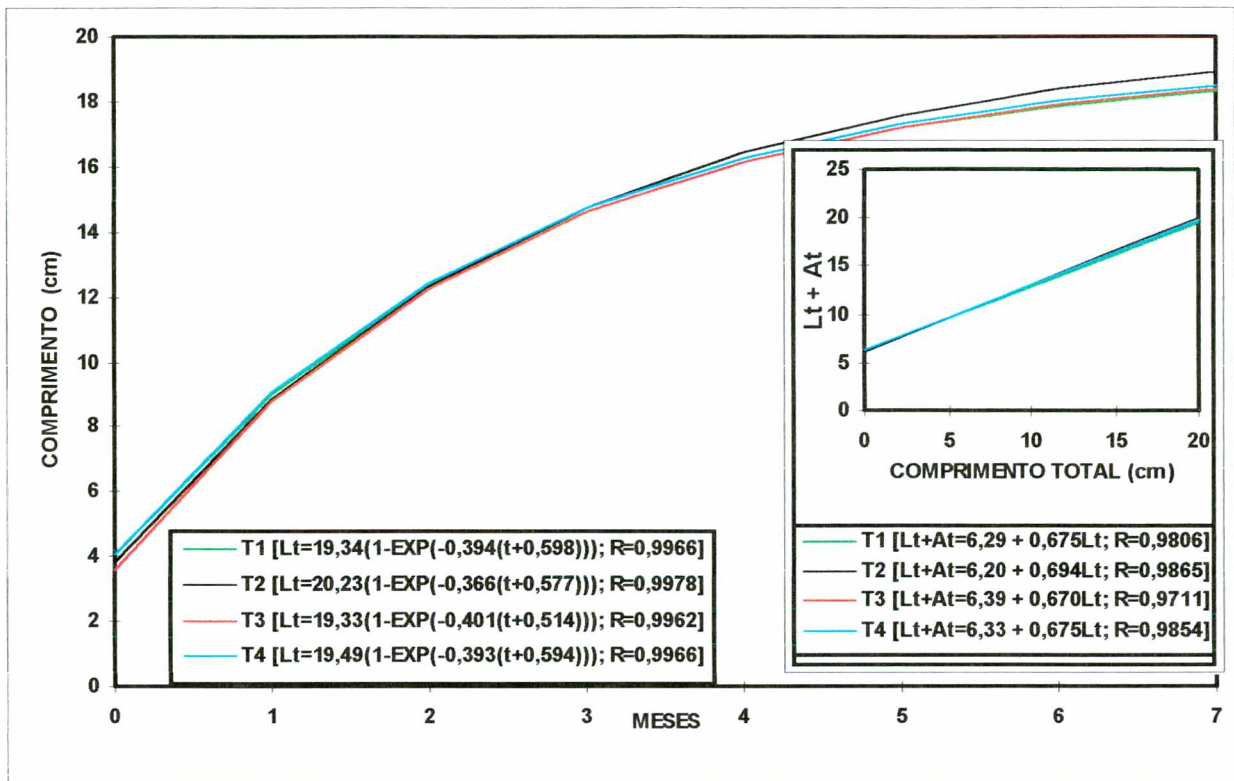


Figura 18 - Curva de crescimento em comprimento -  $L_t$  (cm) e a transformação de FORD-WALFORD dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

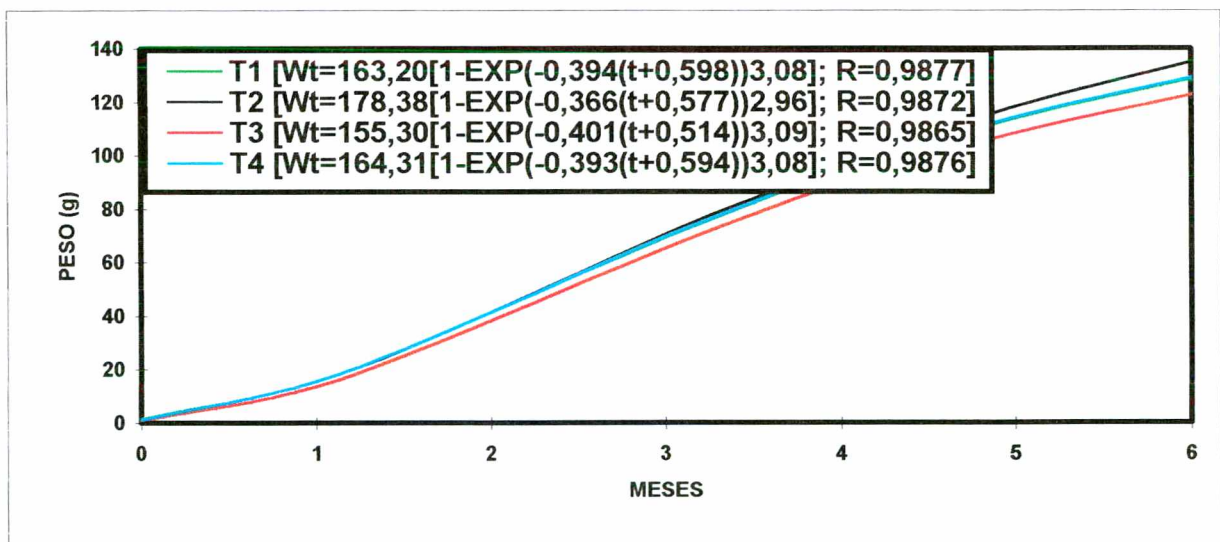


Figura 19 - Curva de crescimento em peso -  $W_t$  (g) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

Quando as características dos dados empíricos impossibilitam calcular as curvas de crescimento de Von Bertalanffy, torna-se necessário procurar uma outra expressão, conforme recomendado por Santos (1978) **in MELLO (1993)**.

Neste trabalho, não havendo possibilidade de calcular as curvas de crescimento em comprimento e em peso para a caixa de amianto pela expressão de Von Bertalanffy por não apresentar ajuste satisfatório aos dados do experimento, optou-se pelo modelo exponencial descrito por Ricker (1979) **in WEATHERLEY & GILL, (1987); MELO, (1993)**.

As expressões matemáticas (Tabela 13) empregadas neste estudo de crescimento em comprimento foram obtidas do modelo exponencial da curva de crescimento em peso.

Tabela 13 - Expressões matemáticas obtidas através do modelo exponencial para o crescimento em Comprimento e em Peso das tilápias nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 na caixa de amianto.

% LEVEDURA	$L_t = L_o e^{gt/\theta}$	$r_{xy}$
T1 = 0	$L_t = 3,75 e^{0,14211 t}$	1,0000
T2 = 10	$L_t = 3,75 e^{0,13910 t}$	1,0000
T3 = 20	$L_t = 3,73 e^{0,14147 t}$	1,0000
T4 = 30	$L_t = 3,93 e^{0,13789 t}$	1,0000
% LEVEDURA	$W_t = W_o e^{gt}$	$r_{xy}$
T1 = 0	$W_t = 1,29 e^{0,43486 t}$	1,0000
T2 = 10	$W_t = 1,31 e^{0,42427 t}$	1,0000
T3 = 20	$W_t = 1,16 e^{0,44280 t}$	1,0000
T4 = 30	$W_t = 1,36 e^{0,43436 t}$	1,0000

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

As curvas de crescimento em comprimento (Figura 20) e em peso (Figura 21), ajustadas pelo modelo exponencial, podem ser obtidas considerando-se tanto o comprimento quanto o peso no início da criação ( $t = 0$ ).

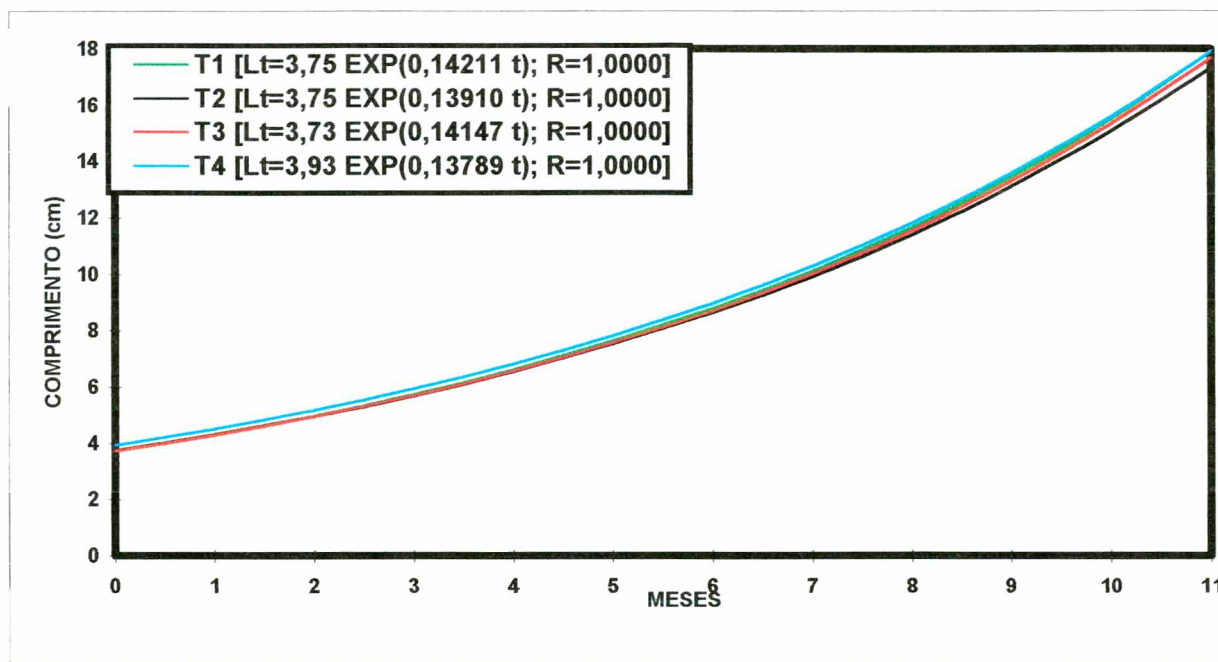


Figura 20 - Curva de crescimento em comprimento - Lt (cm) dos peixes ajustada pelo modelo exponencial nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

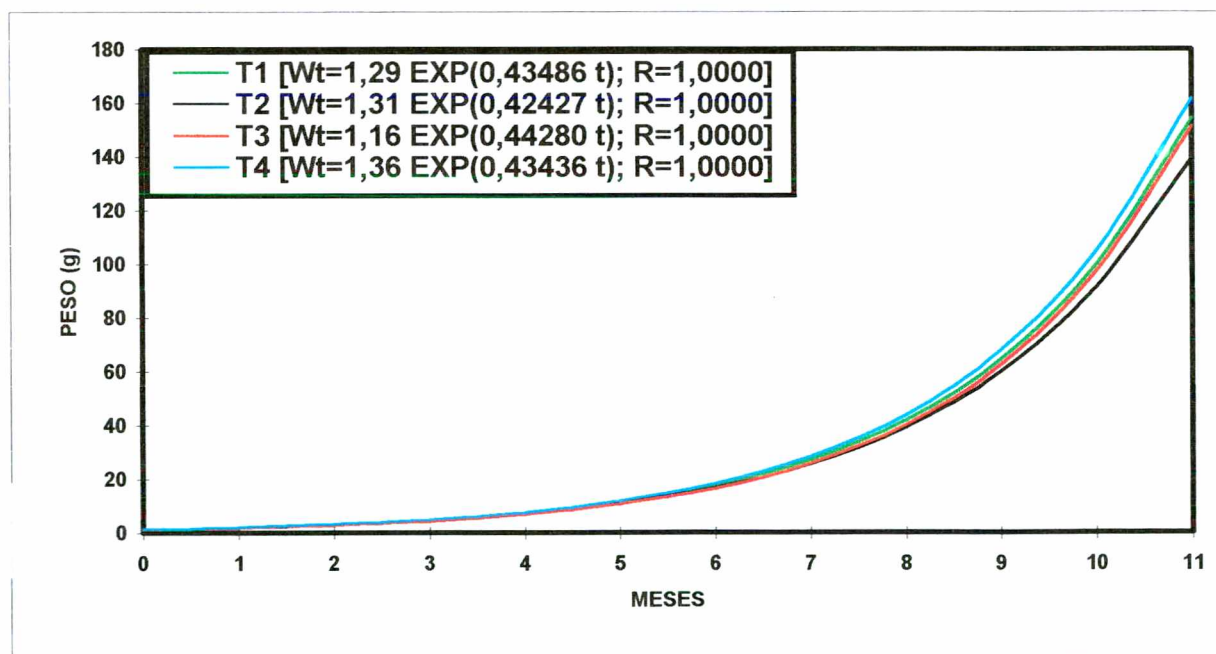


Figura 21 - Curva de crescimento em peso - Wt (g) dos peixes ajustada pelo modelo exponencial nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

#### 4.1.4 - Curvas de biomassa e de produção

As expressões matemáticas obtidas através do modelo exponencial para biomassa e produção estão representadas na Tabela 14.

Tabela 14 - Expressões matemáticas obtidas através do modelo exponencial para a Biomassa e Produção das tilápias nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 na caixa de amianto e tanque-rede respectivamente.

Biomassa		
% LEVEDURA	$Bt = 10^{-3} NoS_t Wo e^{gt}$ (kg)	$r_{xy}$
T1 = 0	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,29) e^{0,43486t}$	0,9997
T2 = 10	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,31) e^{0,42427t}$	0,9998
T3 = 20	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,16) e^{0,44280t}$	0,9999
T4 = 30	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,36) e^{0,43436t}$	0,9990
T1 = 0	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,32) e^{0,77536t}$	1,0000
T2 = 10	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,32) e^{0,78333t}$	1,0000
T3 = 20	$Bt = 10^{-3} NoS_t (0,94) e^{0,82982t}$	0,9999
T4 = 30	$Bt = 10^{-3} NoS_t (1,30) e^{0,77609t}$	1,0000
Produção		
% LEVEDURA	$Pt = 10^{-3} No Wo e^{gt}$ (kg)	$r_{xy}$
T1 = 0	$Pt = 10^{-3} No (1,29) e^{0,43486t}$	1,0000
T2 = 10	$Pt = 10^{-3} No (1,31) e^{0,42427t}$	1,0000
T3 = 20	$Pt = 10^{-3} No (1,16) e^{0,44280t}$	1,0000
T4 = 30	$Pt = 10^{-3} No (1,36) e^{0,43436t}$	1,0000
T1 = 0	$Pt = 10^{-3} No (1,32) e^{0,77536t}$	1,0000
T2 = 10	$Pt = 10^{-3} No (1,32) e^{0,78333t}$	1,0000
T3 = 20	$Pt = 10^{-3} No (0,94) e^{0,82982t}$	1,0000
T4 = 30	$Pt = 10^{-3} No (1,30) e^{0,77609t}$	1,0000

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Embora a prática da piscicultura se constitua em uma atividade milenar, a abordagem científica para o controle e intensificação da produção, em biomassa, é relativamente recente. O estudo da cultura aquática visa a uma exploração mais racional da aquicultura, uma vez que fornece dados sobre a maior ou menor produtividade das espécies criadas nas mesmas condições ambientais, o número ótimo de indivíduos estocados e a maximização da biomassa em curto espaço de tempo (Verani in MELO, 1993).

As curvas de biomassa (Figuras 22 e 23) foi determinada em dois diferentes meios de cultivo, conhecida a expressão matemática da curva de crescimento em peso e o valor da taxa de sobrevivência.

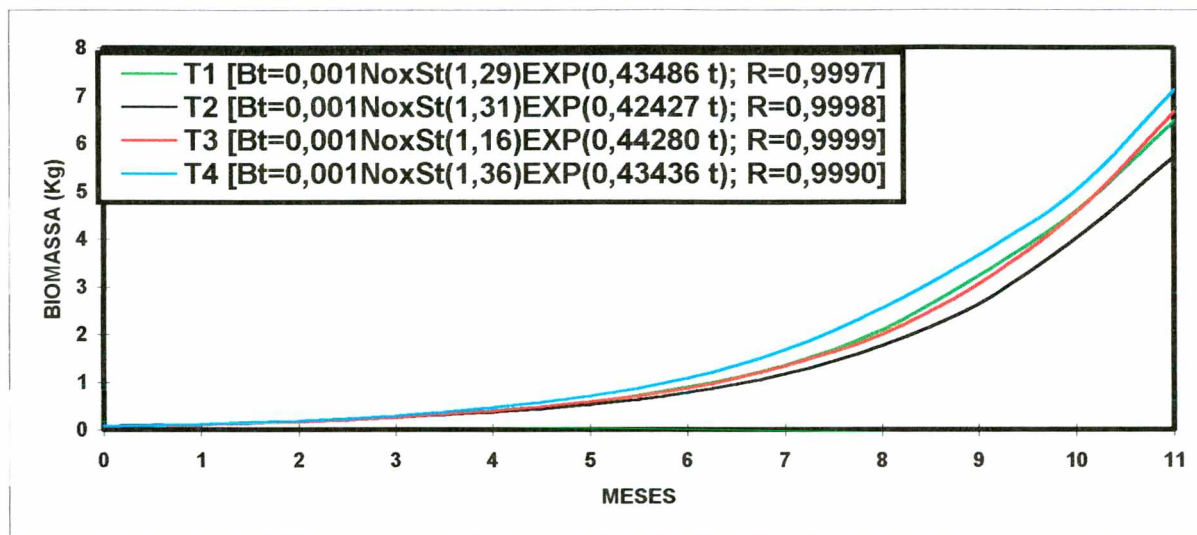


Figura 22 - Curva de biomassa (kg) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

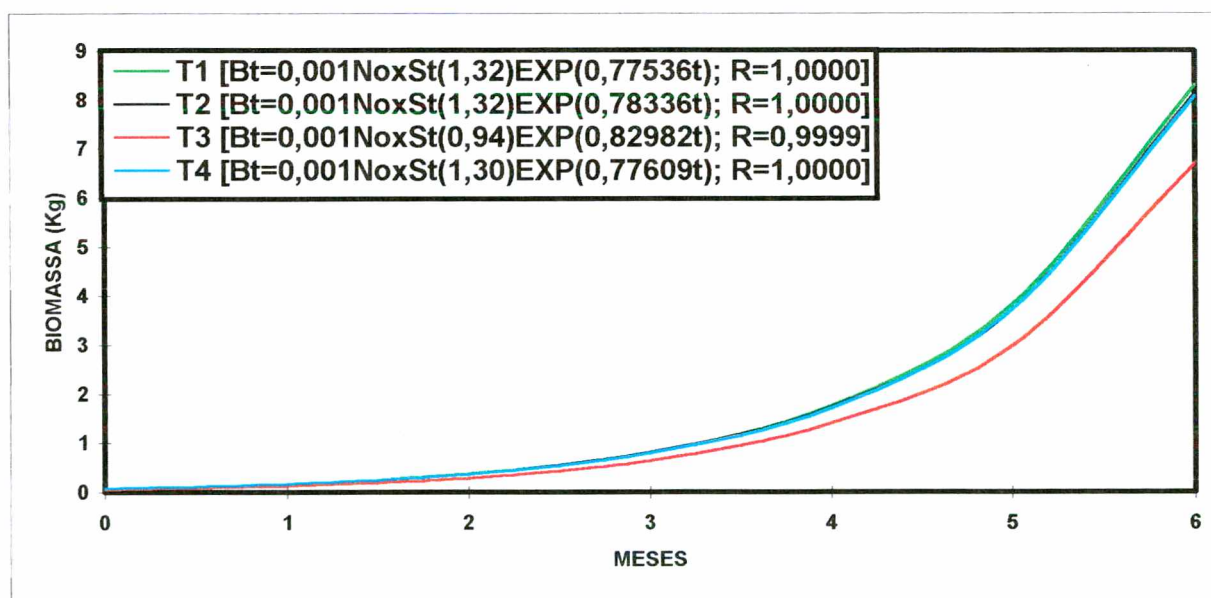


Figura 23 - Curva de biomassa (kg) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

As curvas de produção em dois diferentes meios estão representadas nas Figuras 24 e 25.

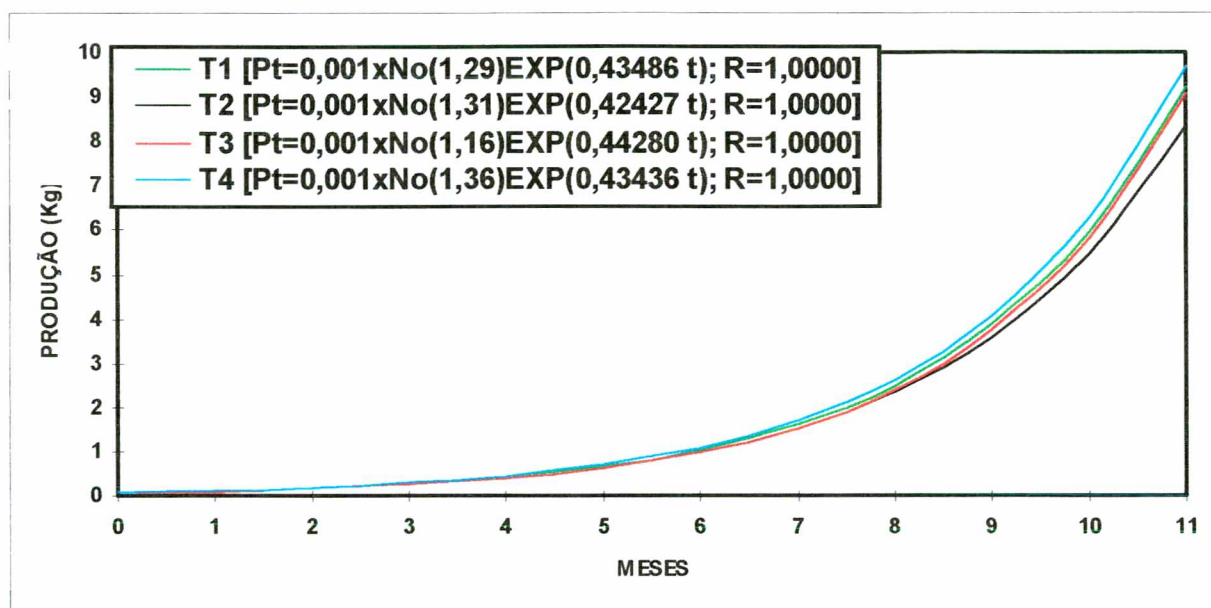


Figura 24 - Curva de produção (kg) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 na caixa de amianto.

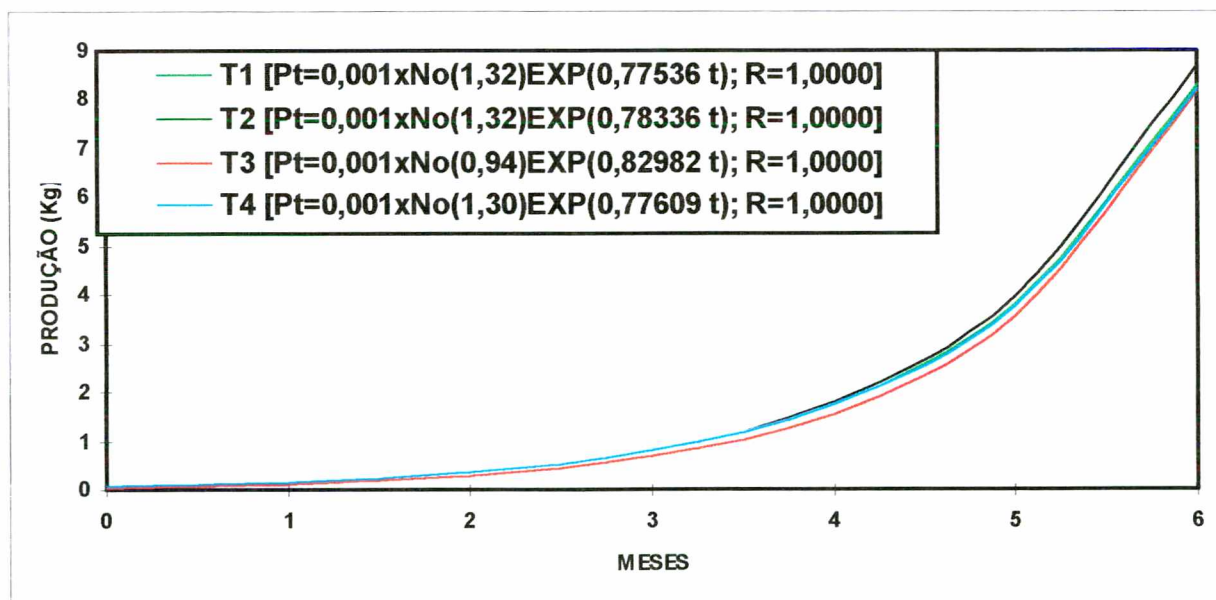


Figura 25 - Curva de produção (kg) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

#### 4.1.5 - Contribuição final das rações experimentais sobre os parâmetros estudados

O teste de Tukey para os resultados finais de comprimento individual, peso e biomassa, ganhos de peso absoluto e relativo, incrementos em comprimento diário e em peso, coeficiente de conversão alimentar, eficiência e sobrevivência dos peixes estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Teste de Tukey para comprimento individual (Lf), ganho de peso (Wf), biomassa (Bf), ganho de peso absoluto (Gpa) e relativo (Gpr), incremento em comprimento diário (ILd) e em peso (IWd), coeficiente de conversão alimentar (S), eficiência (Ea) e sobrevivência (Sb) no final do período experimental.

	% LEVEDURA CAIXA AMIANTO				% LEVEDURA TANQUE REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
Lf(cm)	18,28A	17,40A	18,09A	18,69A	18,39A	18,84A	18,55A	18,49A
Wf(g)	154,2A	139,4A	151,3A	161,7A	138,4A	145,1A	136,3A	136,9A
Bf(kg)	6,476a	5,471b	6,203b	7,113a	7,748a	8,127a	6,679b	8,074a
Gpaf(g)	152,9b	138,0b	150,1b	160,3a	137,0ab	143,8a	135,4b	135,6ab
Gprf(g)	11852b	10537c	12942a	11787b	10381b	10894b	14400a	10427b
ILdf(cm)	0,044A	0,041A	0,044A	0,045A	0,080A	0,083A	0,083A	0,080A
Iwdf(g)	0,463A	0,418A	0,455A	0,486A	0,761A	0,799A	0,752A	0,753A
Sf	3,734A	4,345A	3,989A	4,264A	2,631A	2,578A	2,894A	2,679A
Eaf	0,268A	0,230A	0,251A	0,235A	0,380A	0,388A	0,346A	0,373A
Sbf(%)	70,00A	68,33A	73,33A	73,33A	93,3AB	93,3AB	81,7B	98,3A

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) e seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ).

A análise final dos resultados (Tabela 15) permitiu constatar que o comprimento final não apresentou diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para os dois diferentes meios.



Em relação ao peso final, apesar de não ter apresentado diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, observou-se que o tratamento contendo T4=30% de levedura de destilaria foi superior a todos para a caixa de amianto.

Para a biomassa final dos peixes na caixa de amianto houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo T1 e T4 superiores a T2 e T3. Observou-se ainda que para a biomassa no tanque-rede, o tratamento T3=20% foi estatisticamente ( $P < 0,01$ ) inferior aos tratamentos T1=0%, T2=10% e T4=30% que por sua vez não diferiram entre si.

O maior ganho individual de peso absoluto foi de 160,3g para o tratamento T4=30%, estatisticamente superior ( $P < 0,01$ ) aos tratamentos T1=0%, T2=10% e T3=20% que não diferiram entre si na caixa de amianto. Quanto ao tanque-rede constatou-se diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. Sendo que os tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T3 e T4) não diferiram entre si, porém o tratamento T2 foi superior ao tratamento T3.

O maior ganho individual de peso relativo foi de 12942g para o tratamento T3, estatisticamente superior ( $P < 0,01$ ) aos tratamentos T1 (11852g) e T4 (11787g) que não diferiram entre si, mas que foram superiores ao tratamento T2 (10537g) na caixa de amianto. Observou-se que para o tanque-rede o tratamento T3 (14400g) foi estatisticamente superior ( $P < 0,01$ ) aos tratamentos T1 (10381g), T2 (10894g) e T4 (10427g) que não diferiram entre si.

A análise dos resultados finais do experimento (Tabela 15) permitiu constatar que os incrementos diários em comprimento e em peso, coeficiente de conversão alimentar e eficiência não diferiram estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ).

Em relação à sobrevivência nas caixas de amianto, não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos T1, T2, T3 e T4 cujos percentuais foram 70,00, 68,33, 73,33 e 73,33 respectivamente. No tanque-rede observou-se (Tabela 15) que a sobrevivência nos tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente entre si, porém, o tratamento T4 (98,3%) foi estatisticamente superior ( $P < 0,05$ ) ao tratamento T3 (81,7%).

Para alguns autores encontrados na literatura, trabalhando com levedura de destilaria na alimentação de peixes concluíram o seguinte:

**RIBEIRO et al. (1996)**, trabalhando com tilápias do nilo cujo objetivo foi o de avaliar a viabilidade da inclusão de níveis crescentes de levedura de cana, (18, 36, 54, 72, 90%) incorporadas na ração em um período de 45 dias. Estatisticamente não foram encontrados diferenças para ganho em comprimento, ganho em peso, sobrevivência, consumo de ração e conversão alimentar ( $P < 0,05$ ). Indicando que a escolha do nível de levedura na ração para estes peixes depende da sua disponibilidade e custo ocasional.

Para Pezzato et al. (1982), **in CASTAGNOLLI, (1992)**, fez substituição gradativa da farinha de carne pela levedura seca em níveis de **A=0%; B=33,3%; C=66,6% e D=100%**; concluiu que os tratamentos que receberam leveduras foram superiores à testemunha e que a substituição de **33,3%** foi estatisticamente a que propiciou melhor resultado.

Para **ALVES et al. (1988)**, o nível ótimo de substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) para um máximo ganho de peso de tilápias do nilo foi de **36,97%**. Os resultados obtidos estão de acordo com **COWY et al. (1974)**, quando comparou o valor nutritivo da levedura, e ainda com **MATTY et al. (1978)** que atribuíram à levedura digestibilidade da fração protéica semelhante ao do farelo de soja e que taxas superiores a **40%** de substituição implicam em menor desenvolvimento para alevinos de trutas.

Para **FURUYA et al. (1996)**, trabalhando com um delineamento fatorial com duas rações, uma tendo como fonte protéica principal a levedura de destilaria e a outra o farelo de soja e, dois tipos de consorciação: tilápia/piapara e tilápia/piavuçu. Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Dessa forma pode-se concluir que é viável a substituição do farelo de soja pela levedura de destilaria em dietas para peixes.

**PÁDUA (1996)**, testou cinco níveis (0, 25, 50, 75, e 100%) de substituição da farinha de peixe por levedura seca de destilaria como fonte de proteína e observou que até o nível de 75% de substituição não mostrou efeito prejudicial no desempenho produtivo e metabólico de juvenis de pacu.

Segundo **ROBERTS et al. (1988)**, fontes protéicas deficientes determinam crescimento limitado do peixe, podendo apresentar alguns sintomas como erosão da nadadeira dorsal, anormalidades na coluna vertebral e escurecimento da pele. **WAAGBO (1994)** comentou a importância de nutrientes da dieta no metabolismo geral e na imunidade do animal, sugerindo que o conhecimento do manejo alimentar melhora as condições de cultivo, reduzindo as perdas por mortes.

#### ***4.2 - Análise Físico-química da água dos viveiros de piscicultura***

Para caracterização dos viveiros onde foram desenvolvidos os experimentos de cultivo, alguns parâmetros limnológicos foram monitorados. Os resultados médios obtidos em dois diferentes meios, um em cada tratamento estão expostos na Tabela 16.

As variações mais importantes que devem ser monitoradas em cultivo de peixes, segundo **BOYD (1990)**, são: temperatura, alcalinidade, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, fósforo, pH e outros, não sendo o caso do presente trabalho.

Tabela 16 - Teste de Tukey para as médias da análise físico-química da água em dois diferentes meios.

Variáveis	% DE LEVEDURA CAIXA AMIANTO			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
Temperatura (°C)	22,29 A	22,29 A	22,29 A	22,29 A
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	759,58 A	747,92 A	730,67 A	759,83 A
O <sub>2</sub> Dissolvido (mg/l)	6,972 A	6,708 A	6,688 A	6,704 A
Amônia (mg/l)	0,0375 A	0,0304 A	0,0332 A	0,0430 A
Nitrito (mg/l)	0,0136 A	0,0125 A	0,0114 A	0,0108 A
Fósforo Total (mg/l)	0,0433 A	0,0433 A	0,0433 A	0,0433 A
Fósforo Solúvel (mg/l)	0,0294 A	0,0294 A	0,0294 A	0,0294 A
pH	6,387 A	6,385 A	6,856 A	6,738 A
Variáveis	% DE LEVEDURA TANQUE-REDE			
	T1=0	T2=10	T3=20	T4=30
Temperatura (°C)	22,41 A	22,41 A	22,41 A	22,41 A
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	498,143 A	493,143 A	501,286 A	498,714 A
O <sub>2</sub> Dissolvido (mg/l)	7,7510 A	8,1290 A	8,0190 A	8,1060 A
Amônia (mg/l)	0,0403 A	0,0364 A	0,0414 A	0,0371 A
Nitrito (mg/l)	0,0073 A	0,0060 A	0,0060 A	0,0065 A
Fósforo Total (mg/l)	0,0557 A	0,0557 A	0,0557 A	0,0557 A
Fósforo Solúvel (mg/l)	0,02660 A	0,02660 A	0,02660 A	0,02660 A
pH	6,784 A	6,480 A	6,606 A	6,490 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ).

Os valores médios obtidos para as variáveis físico-química da água em dois diferentes meios (Tabela 16) encontram-se dentro da faixa considerada ideal para o cultivo de peixes segundo **TAVARES (1994)**. Foi mantida uma alta taxa de renovação da água dos tanques durante o período experimental, sendo que os valores obtidos para as variáveis físico-química da água dos tanques não apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2.1 - Temperatura

A temperatura média da água ( $x$ ), seu desvio-padrão ( $s$ ) e amplitude ( $R$ ) registrada em cada mês de cultivo, encontram-se na Tabela 17 e Figuras 26 e 27.

Tabela 17 - Temperatura média mensal da água ( $x$ ), desvio padrão ( $s$ ) e amplitude ( $R$ ) em °C nos dois diferentes meios coletada às 17:00h.

CAIXA DE AMIANTO											
VAR..	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
x	23,0	22,4	20,6	20,3	20,7	22,3	22,8	23,2	23,8	22,9	23,2
s	1,07	0,95	0,92	1,08	1,12	0,83	2,53	1,20	1,22	0,64	0,76
R	4,00	3,00	4,00	4,00	3,50	3,00	9,00	5,00	6,00	2,00	2,00
TANQUE-REDE											
VAR.	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO					
x	25,72	23,38	20,78	20,48	20,62	23,08					
s	1,31	0,99	1,09	1,04	1,20	0,85					
R	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00					

Uma tendência de decréscimo na temperatura da água foi observada em três meses do ano, correspondendo ao período de inverno. Esta tendência foi evidenciada pelos valores médios mensais de 20,64, 20,26 e 20,68°C na caixa de amianto e 20,78, 20,48 e 20,62°C no tanque-rede. A temperatura média da água durante o período experimental na caixa de amianto foi de 22,29°C e no tanque-rede 22,41°C.

A temperatura é o fator físico mais importante no controle da vida de um animal de sangue frio. A temperatura é crítica para o crescimento, para a reprodução e para a sobrevivência. Cada espécie tem um intervalo ótimo de temperatura para o crescimento, bem como temperaturas limites letais mais altas e mais baixas. Fora destes limites de temperaturas ocorre a morte.

A temperatura média da água, obtida durante o período experimental, foi abaixo da recomendada por **Lim (1988)**, trabalhando com alimentação de tilápias e **TEIXEIRA FILHO (1991)**, de 28<sup>o</sup>C, para um crescimento ótimo.

A temperatura, entre outros fatores, caracteriza as condições químicas e físicas da água, no que se refere ao intervalo ótimo para o desenvolvimento dos organismos vivos, sendo que, de acordo com **WEATHERLEY & ROGERS (1978)**, as espécies tropicais crescem melhor na faixa de temperatura de 25<sup>o</sup>C a 32<sup>o</sup>C. Esse mesmo artigo afirma que a temperatura é o principal fator extrínseco que influencia o crescimento dos peixes e afeta a variação intraespecífica de taxas de crescimento, enquanto Ricker (1979) **in MELO (1993)** informa que o crescimento dos peixes tende a seguir o ciclo das estações do ano, sendo mais rápido no verão e mais lento no inverno.

**CAETANO-FILHO et al. (1995)**, pesquisando a influência da temperatura no crescimento de tilápia do nilo em monocultivo intensivo, verificaram que nos meses de julho-agosto houve menores incrementos em peso e comprimento, bem como foram registradas menores temperaturas, demonstrando a influência destas no crescimento da tilápia do nilo.

Segundo **TOMASSO & KEMPTON (1997)**, encontraram a temperatura ótima para ganho de peso e aumento de comprimento em exemplares de red drum de 31,1<sup>o</sup>C e 29,1<sup>o</sup>C, respectivamente. **HEPHER et al. (1983)** também constataram que a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento de tilápias foi de 25 a 30<sup>o</sup>C. Por outro lado, a temperatura na faixa de 9 a 13<sup>o</sup>C é considerada letal para essa espécie. A alimentação geralmente cessa quando a temperatura fica menor que 16 ou 17<sup>o</sup>C e a reprodução é inibida em temperaturas inferiores a 20<sup>o</sup>C.

Para Brett **in MELO (1993)**, a relação entre taxa de crescimento de peixes e temperatura da água apresenta um ponto máximo e a temperatura da água tem sido considerada como principal fator ecológico.

Segundo **JAUNCEY (1982)**, a temperatura da água na faixa de 30<sup>o</sup>C é a que possibilita o máximo desenvolvimento e a melhor eficiência metabólica para tilápias.

A variação de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) média mensal da água nas caixas de amianto e tanques-rede estão representadas nas Figuras 26 e 27.

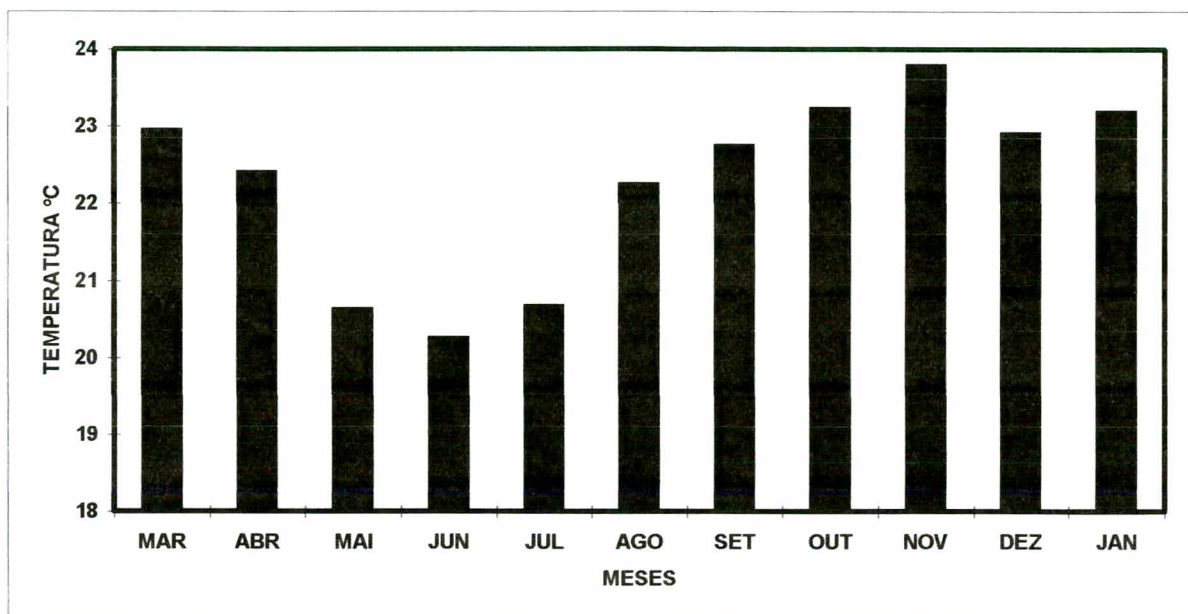


Figura 26 - Variação de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) média mensal da água às 17:00h nas caixas de amianto.

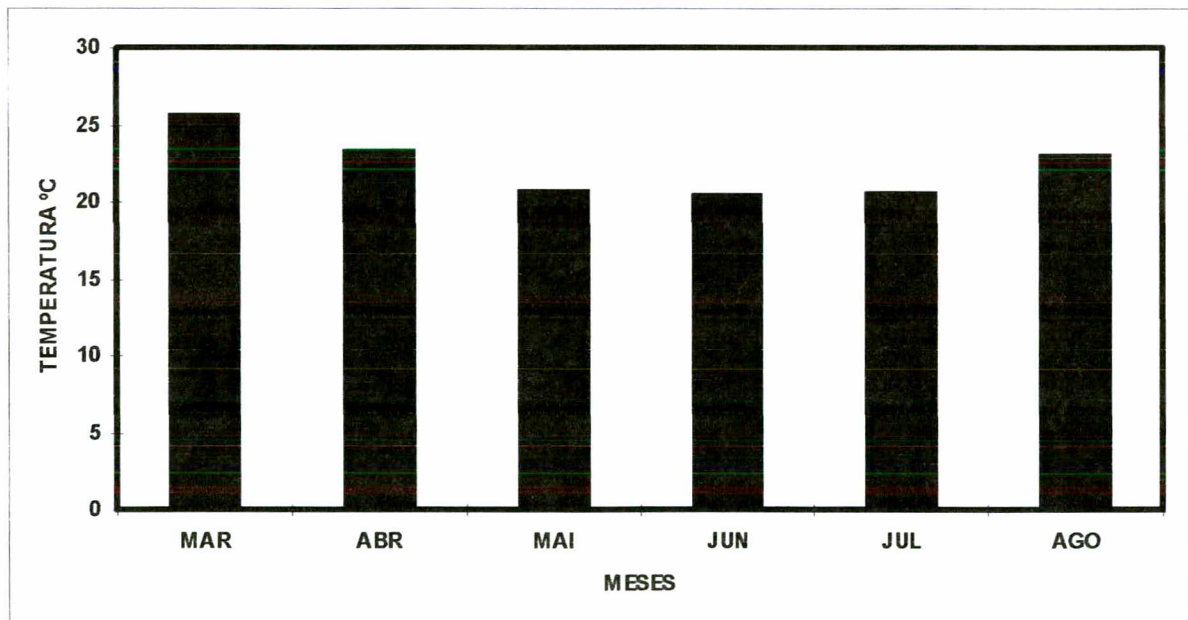


Figura 27 - Variação de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) média mensal da água às 17:00h nos tanques-rede.

Na Tabela 18 encontram-se os resultados da correlação entre crescimento (x) e temperatura (Y), mostrando-se significativa apenas para o tratamento contendo T1=0% de levedura. Para os demais tratamentos não houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ), isto é, não há uma relação entre crescimento e temperatura.

Para os tanques-rede, a correlação entre crescimento e temperatura mostrou-se significativa para todos os tratamentos, ou seja, há uma perfeita associação entre as variáveis durante todo o período experimental. Dessa forma o coeficiente de determinação mostrou que esta associação é crescente para os tratamentos.

Tabela 18 - Correlação entre incremento em comprimento mensal (x) e temperatura (y) em °C nas caixas de amianto e tanques-rede respectivamente.

% LEVEDURA	EQUAÇÃO	rx <sub>y</sub>	R <sup>2</sup>	C. V.
T1 = 0	$y = 20,378 + 1,639x$	0,7277*	0,5295	3,162
T2 = 10	$y = 23,004 - 0,337x$	0,1643	0,0270	4,547
T3 = 20	$y = 20,680 + 1,426x$	0,6515	0,4245	3,497
T4 = 30	$y = 21,840 + 0,513x$	0,3119	0,0973	4,380
% LEVEDURA	EQUAÇÃO	rx <sub>y</sub>	R <sup>2</sup>	C. V.
T1 = 0	$y = 19,834 + 1,026x$	0,9168*	0,8405	3,809
T2 = 10	$y = 19,556 + 1,106x$	0,9205*	0,8473	3,727
T3 = 20	$y = 19,745 + 1,032x$	0,9463*	0,8955	3,087
T4 = 30	$y = 19,344 + 1,156x$	0,9600*	0,9371	2,392

\*( $P < 0,05$ ); rx<sub>y</sub> = correlação; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; C.V. = coeficiente de variação.

#### 4.2.2 - Alcalinidade e pH

Nas Figuras 28 e 29, a alcalinidade apresentou valores menores com a queda de temperatura, coincidindo com o inverno e, valores maiores com o aumento de temperatura. Os valores médios da alcalinidade para a caixa de amianto foi de  $749,5 \pm 178,4 \text{mgCaCO}_3/\text{l}$  e para o tanque-rede foi de  $497,8 \pm 365,0 \text{mgCaCO}_3/\text{l}$ . Pelo teste de Tukey (Tabela 16) observa-se que as médias entre os tratamentos são iguais ( $P < 0,05$ ), ocorrendo pouca dispersão entre os mesmos.



Para **TAVARES (1995)**, em tanques de piscicultura são desejáveis valores de alcalinidade entre 200-300mgCaCO<sub>3</sub>/l proporcionando ótimo cultivo de peixe.

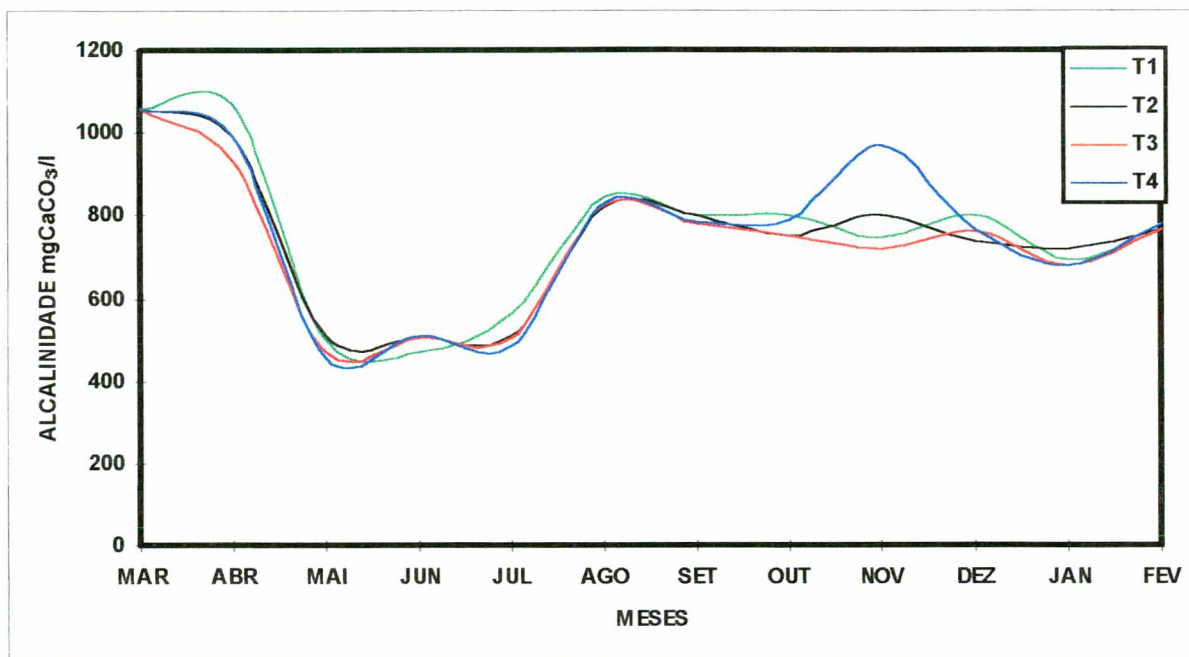


Figura 28 - Alcalinidade da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

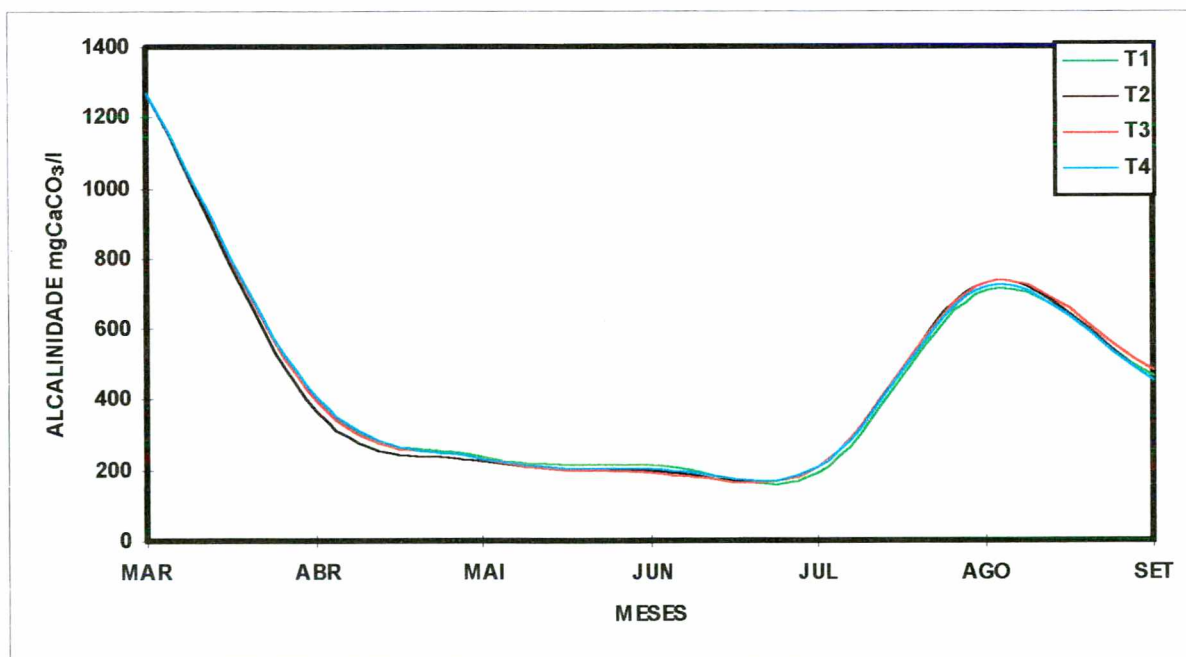


Figura 29 - Alcalinidade da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

O pH da água variou de 5,80 a 8,03 durante todo o cultivo, sendo que o valor mais baixo foi verificado no tratamento T4 do tanque-rede e o mais alto no tratamento T3 da caixa de amianto (Figuras 30 e 31). Verifica-se pelo teste de Tukey (tabela 16) que não ocorreu diferença significativa entre as médias de tratamento ( $P < 0,05$ ).

A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança do pH na água. Para **BOYD, (1990)** e **TAVARES (1995)**, as alterações no pH da água podem provocar até mesmo altas mortalidades em peixes, provocando grandes dificuldades respiratórias.

O melhor intervalo de pH para a produção de peixes é de 6,5 - 9,0. A morte por pH ácido ocorre quando este for aproximadamente 4,0 e o nível letal de pH alcalino é de 11. Quando o pH está entre o intervalo desejável e os pontos letais, o crescimento dos peixes diminui, a reprodução é reduzida e a suscetibilidade às doenças é aumentada (**BOYD, 1990, TAVARES, 1995**).

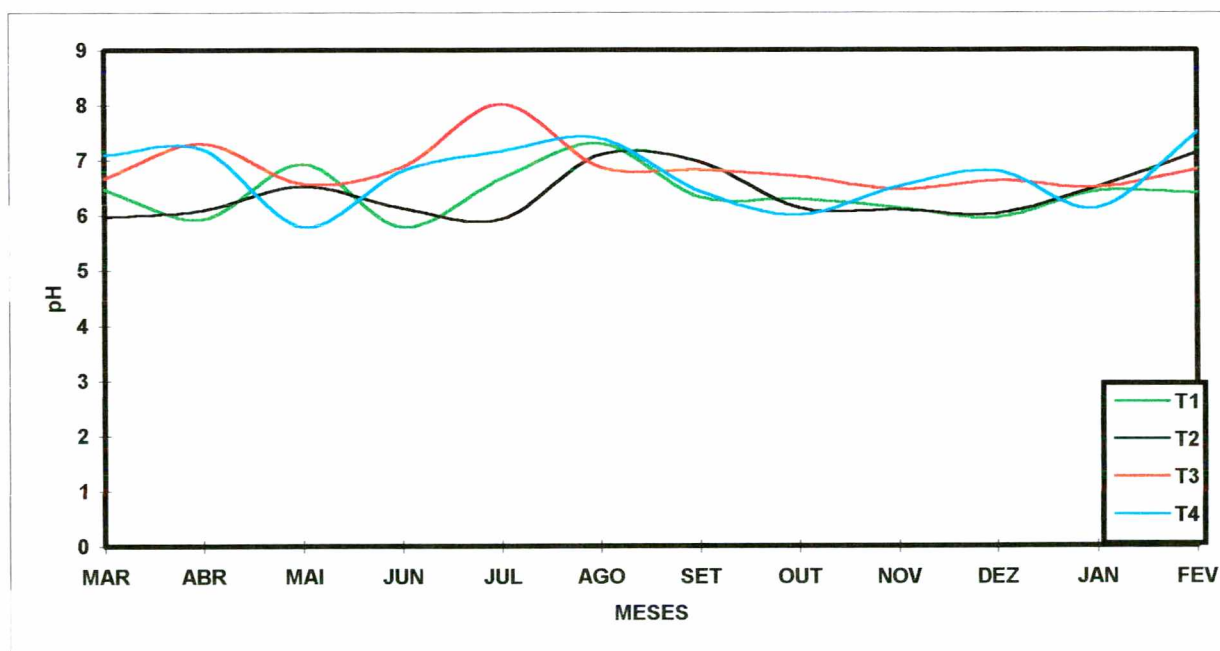


Figura 30 - pH da água dos tratamentos T1, T2, T3, e T4 nas caixas de amianto.

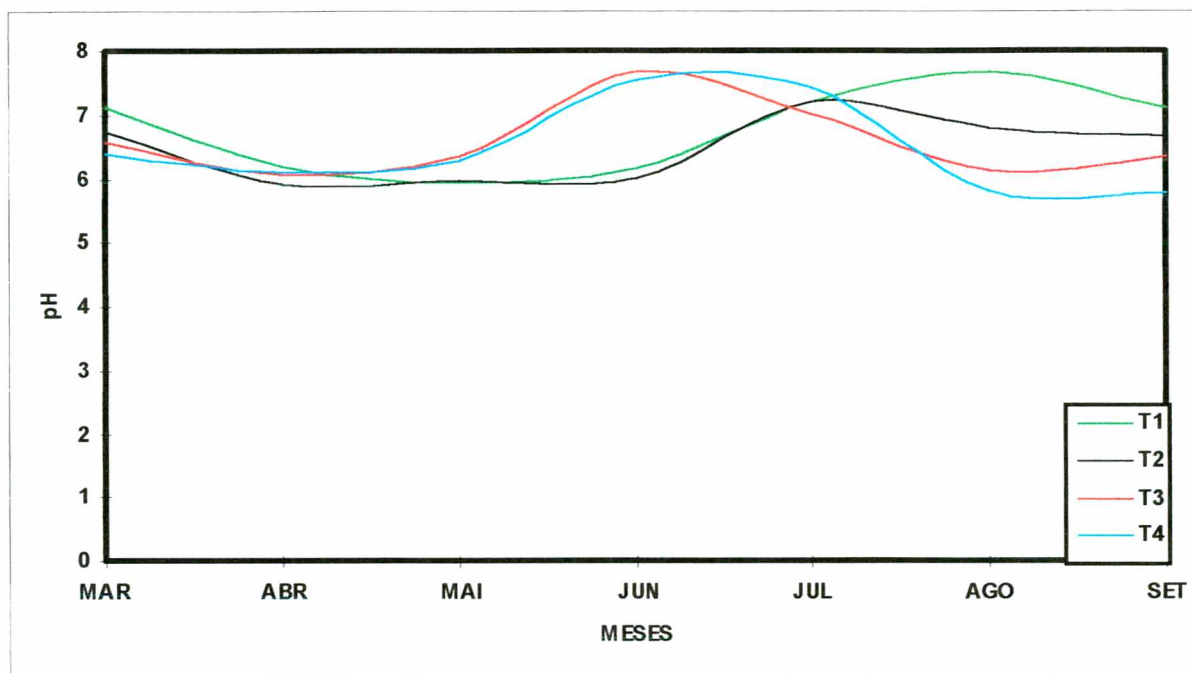


Figura 31 - pH da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

#### 4.2.3 - Oxigênio dissolvido

Durante o experimento ocorreu pequena variação na quantidade de oxigênio dissolvido entre os tratamentos (Fig. 32 e 33). O valor médio das concentrações de oxigênio dissolvido para a caixa de amianto foi de  $6,77 \pm 0,77$ mg/l com valores mínimo e máximo de 5,22 e 8,36mg/l no tratamento 1. Para o tanque-rede, o valor médio foi de  $8,00 \pm 0,86$ mg/l com valores mínimo de 6,64 no tratamento 1 e máximo de 8,90mg/l no tratamento 2.

Verificou-se pela Tabela 16, que não houve diferença nas quantidades médias de oxigênio dissolvido entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

A quantidade de oxigênio dissolvido guarda relação direta com o metabolismo dos organismos aquáticos, os quais apresentam uma faixa de tolerância onde existe uma concentração de oxigênio dissolvido ótima para o desenvolvimento de cada espécie (ALABASTER & LLOYD, 1982; BOYD, 1990).

Para a maioria dos seres vivos, o oxigênio é tão vital quanto os próprios alimentos. A obtenção da energia, imprescindível aos processos biológicos está diretamente relacionada com esses fatores. Os níveis críticos de oxigênio variam com a espécie cultivada e com as interações com outros parâmetros de qualidade da água, como por exemplo o dióxido de carbono, amônia e nitrito.

As mudanças bruscas na qualidade da água e o florescimento de fitoplâncton com a conseqüente morte em massa deste, são duas situações nas quais o oxigênio dissolvido poderá cair a níveis críticos. Essas condições podem causar uma camada oxigenada superior, que ao se misturar com a camada fria com baixo oxigênio dissolvido do fundo do tanque, causará redução do oxigênio total em todo o viveiro, devido a diluição e redução química do oxigênio dissolvido. Esse fenômeno é muito comum em viveiros profundos com uma grande bacia de captação e alta produtividade natural (ZIMMERMANN & WINCKLER, 1993). Para um ótimo crescimento e desempenho de peixes tropicais é desejável uma concentração de oxigênio dissolvido na água maior que 5mg/l e menor que 12mg/l.

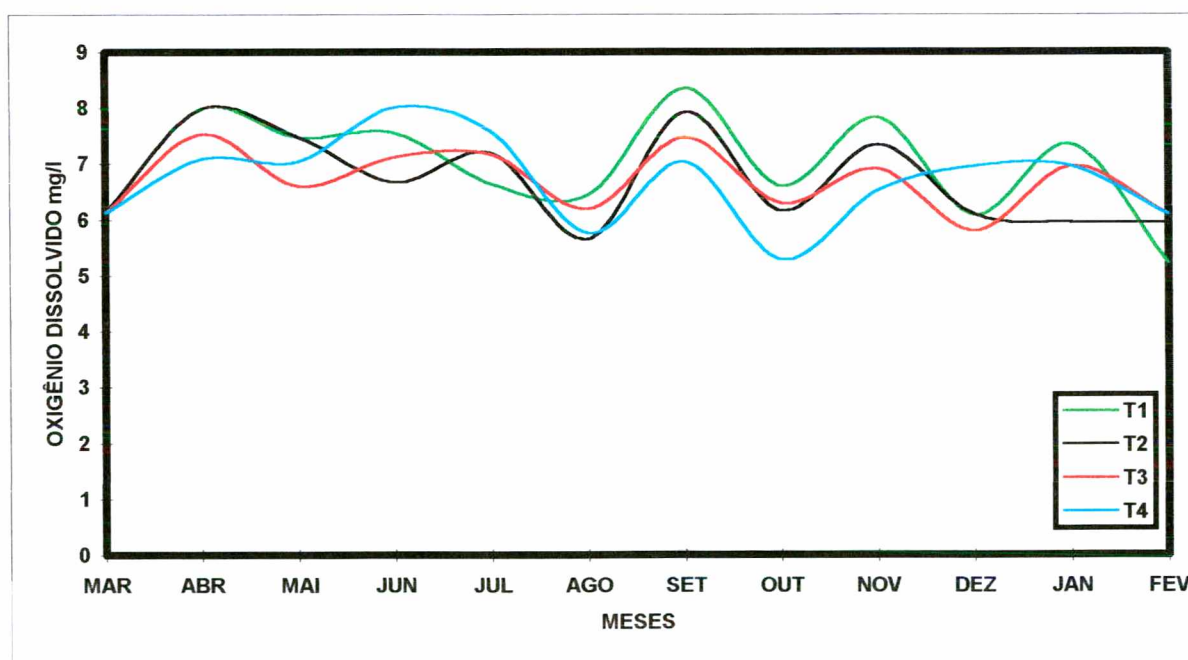


Figura 32 - Oxigênio dissolvido da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

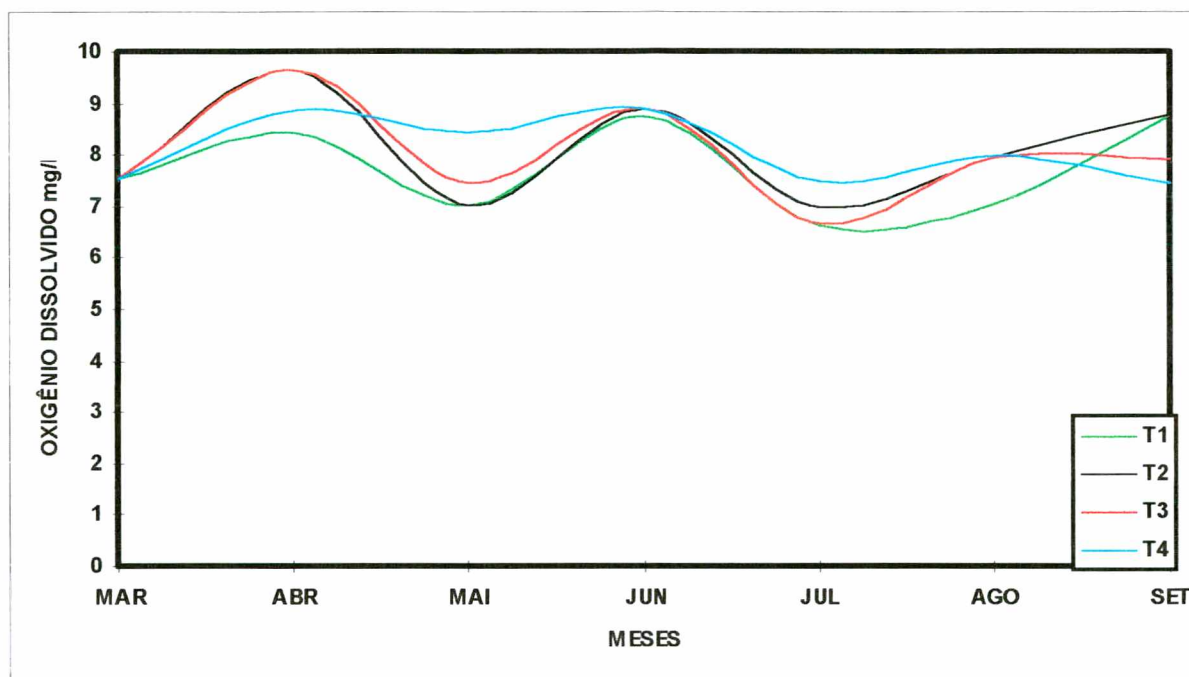


Figura 33 - Oxigênio dissolvido da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

#### 4.2.4 - Amônia e nitrito

As concentrações médias de amônia para a caixa de amianto foi de  $0,035 \pm 0,05$ mg/l e para o tanque-rede foi de  $0,039 \pm 0,034$ mg/l. O valor mais alto da amônia foi verificado no tratamento T1 da caixa de amianto, correspondendo a 0,209mg/l. Ver Figura 34 e 35.

As concentrações de nitrito variaram de 0,002 a 0,04mg/l, sendo que o valor mais alto foi observado no tratamento T1 da caixa de amianto, correspondendo a 0,04mg/l. Ver Figura 36 e 37. Não ocorreu diferença estatística significativa nas médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ) durante o experimento para a amônia e nitrito nos dois diferentes meios

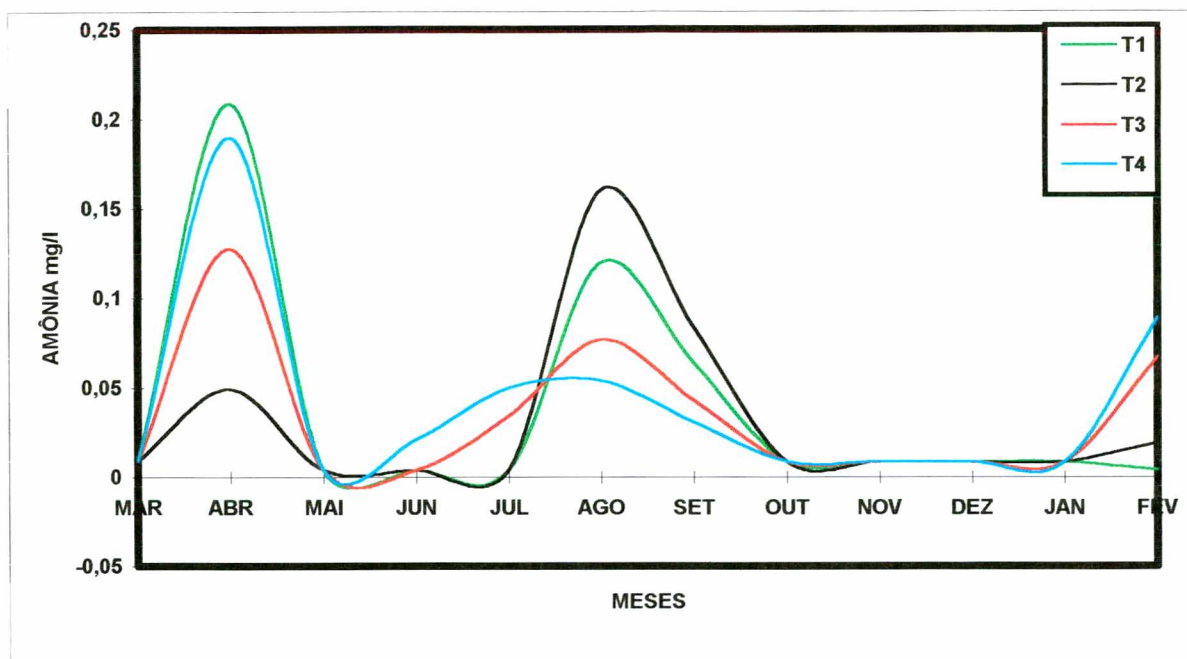


Figura 34 - Amônia da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

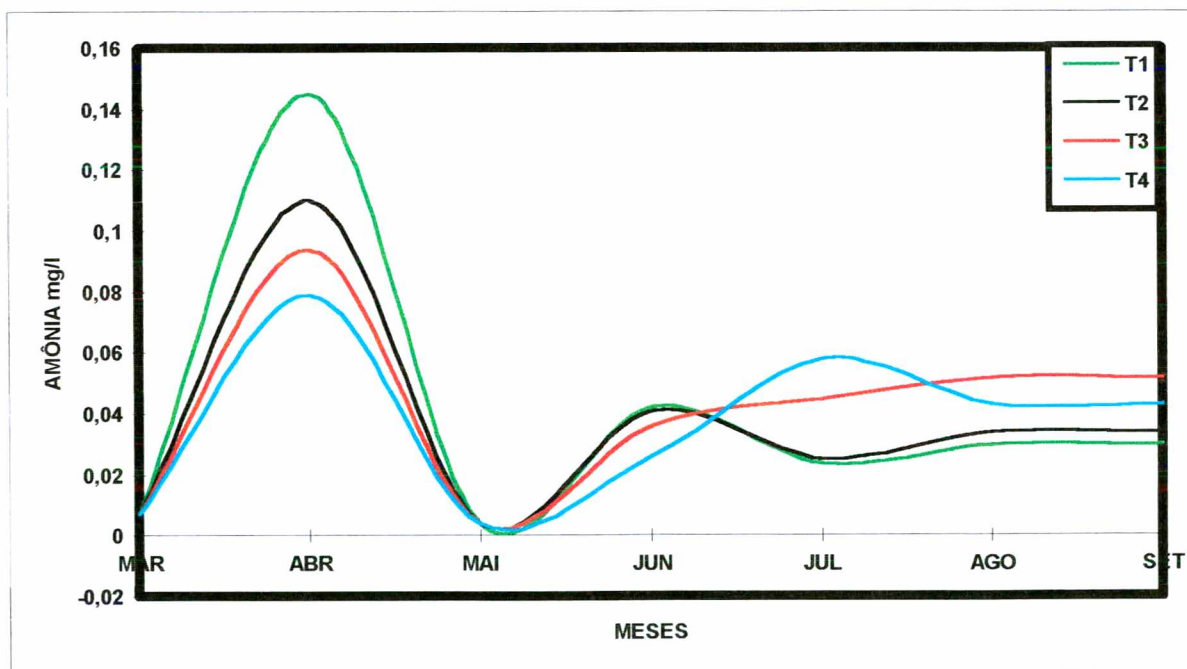


Figura 35 - Amônia da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

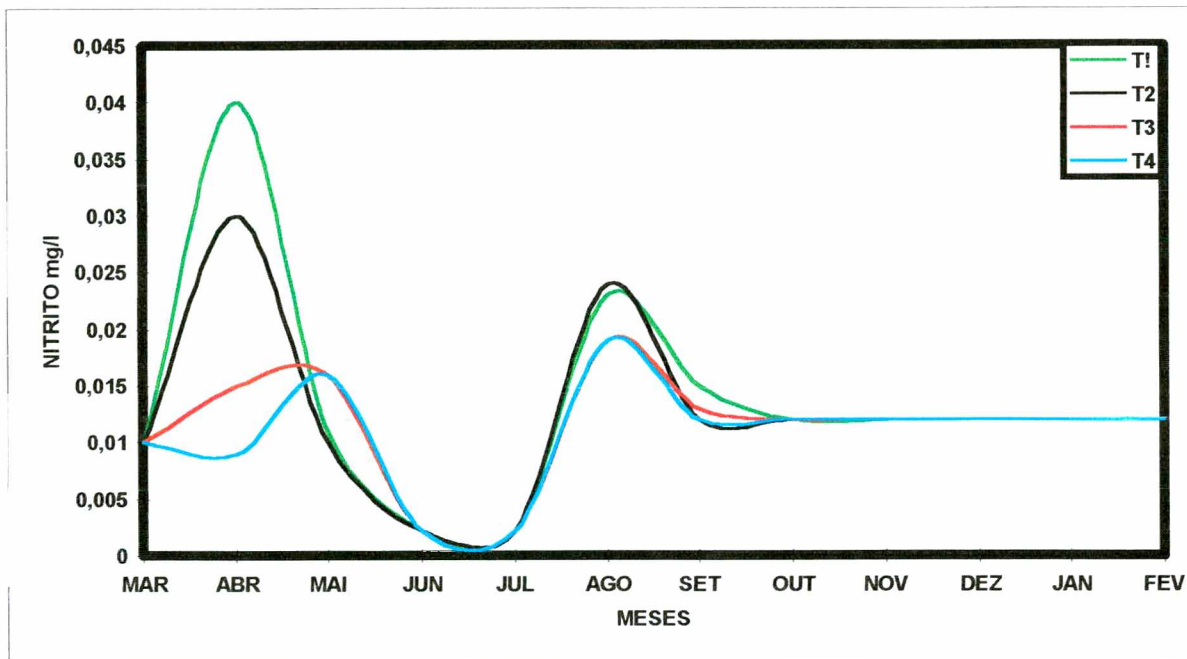


Figura 36 - Nitrito da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

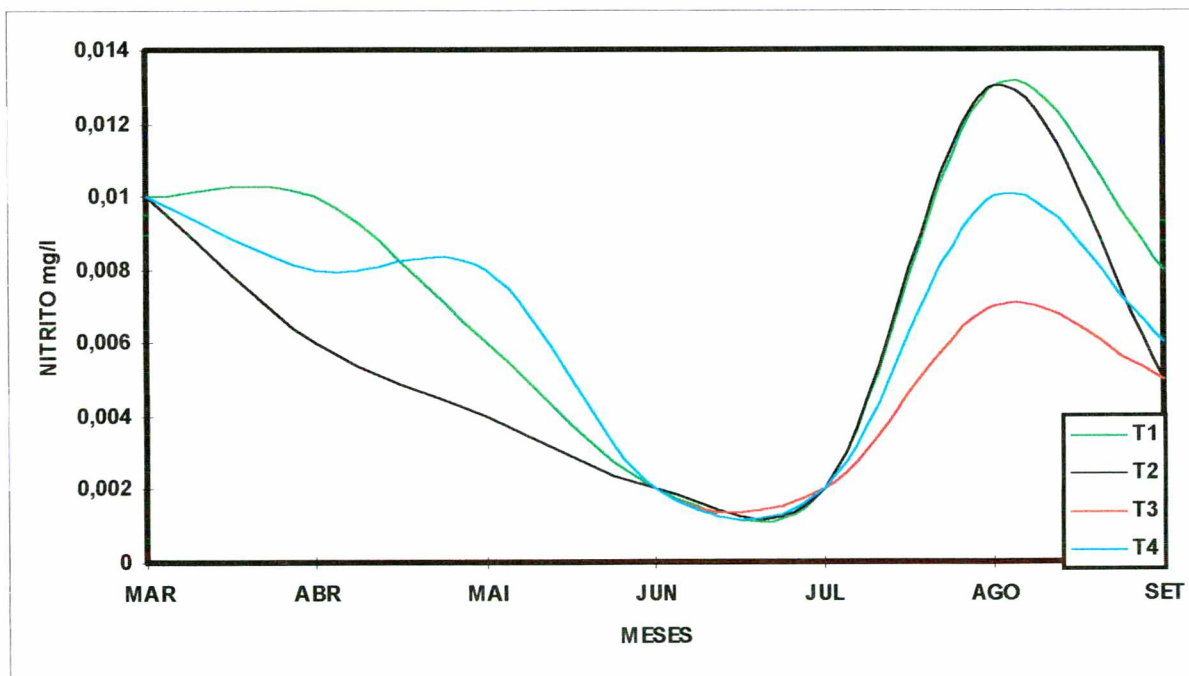


Figura 37 - Nitrito da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

#### 4.2.5 - Fósforo

Não houve dispersão entre os tratamentos (Tabela 16 e Figuras 38 a 41) com relação as concentrações de fósforo total e fósforo solúvel da água nos dois diferentes meios.

Para **TAVARES (1995)**, o fósforo é tido como fator limitante nos viveiros de cultivo. Embora o fósforo seja um constituinte menor da água, sua importância biológica é relevante nas produções de peixes.

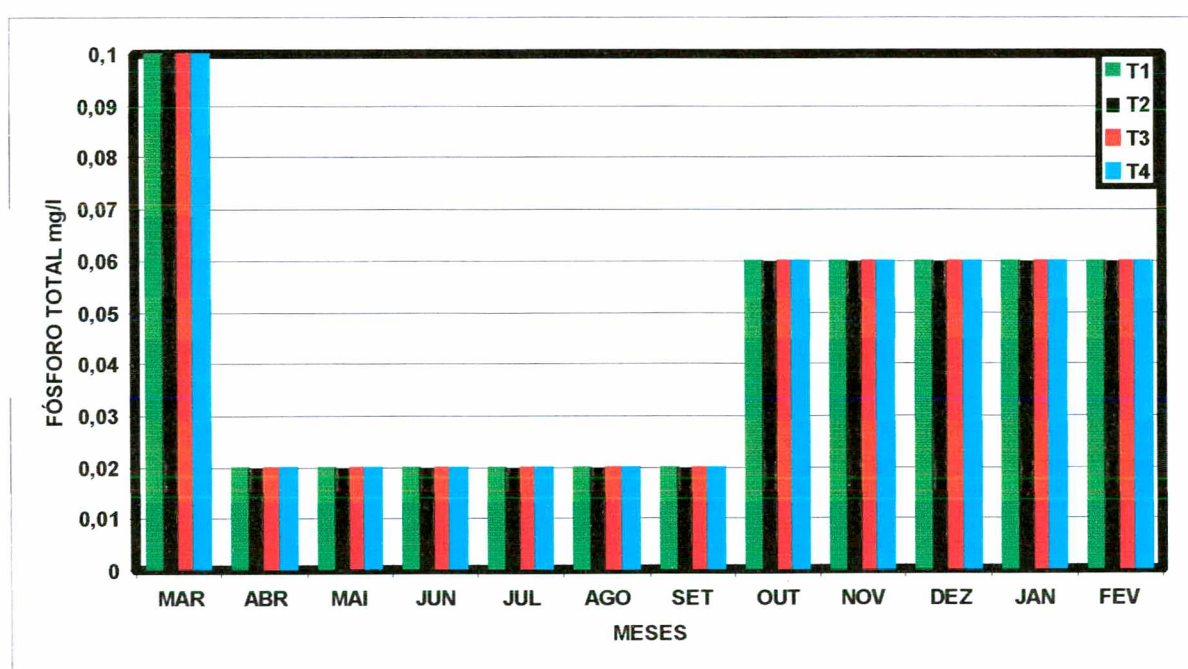


Figura 38 - Fósforo total da água dos tratamentos T1, T2, T3, e T4 nas caixas de amianto.



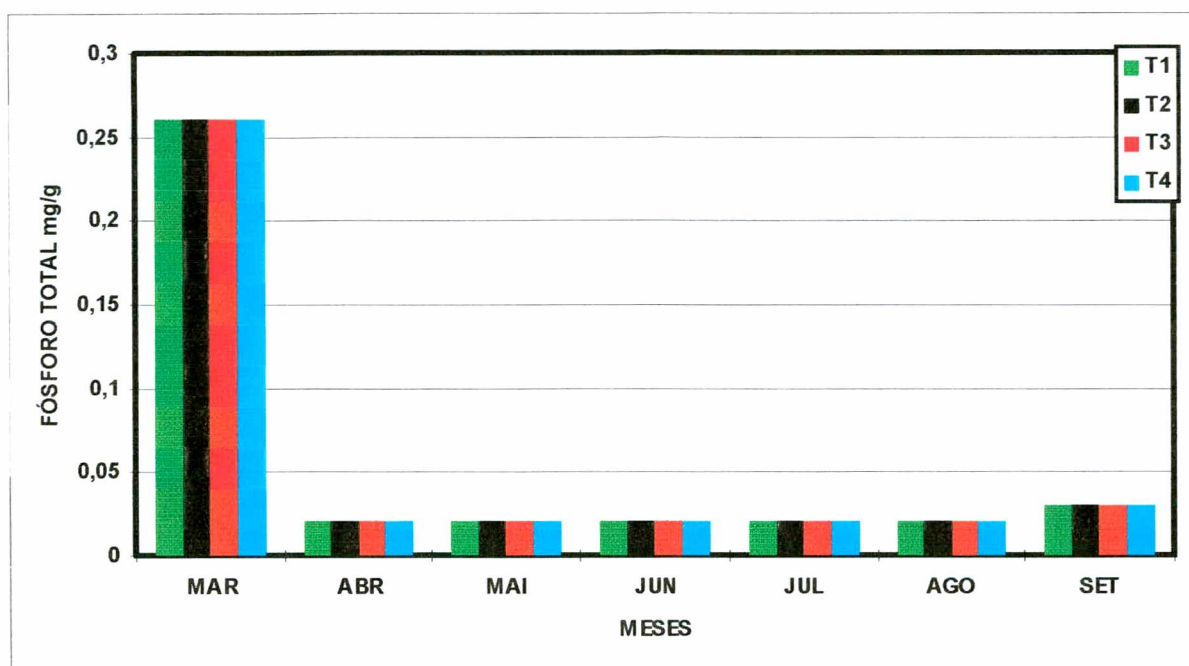


Figura 39 - Fósforo total da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

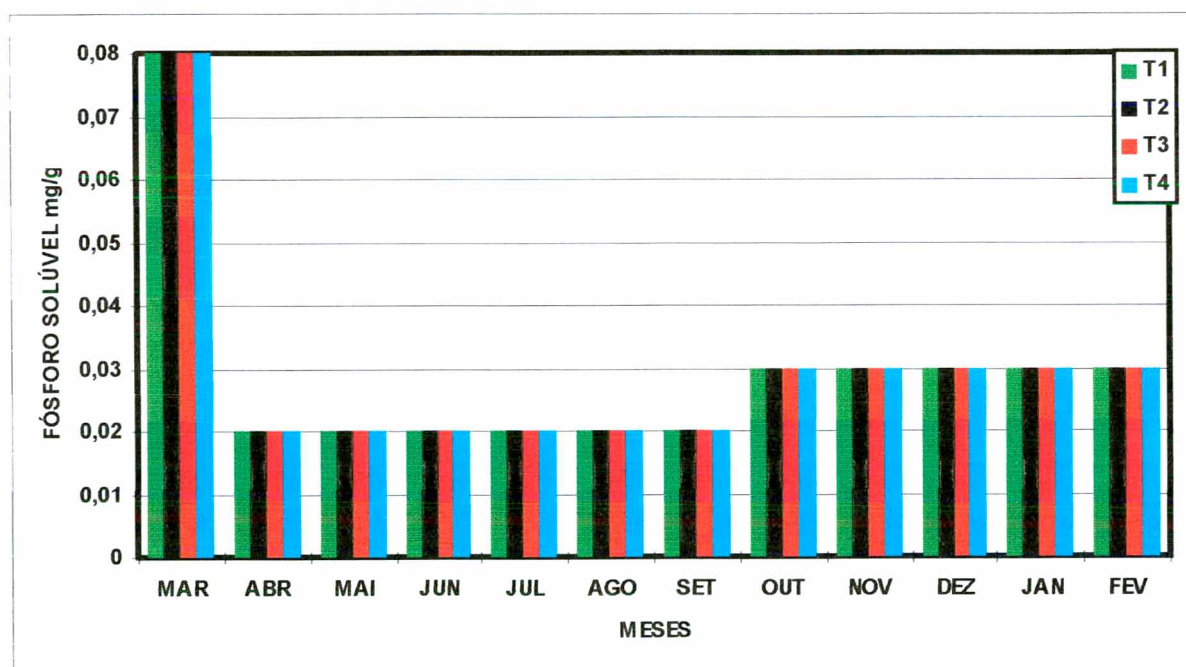


Figura 40 - Fósforo solúvel da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto.

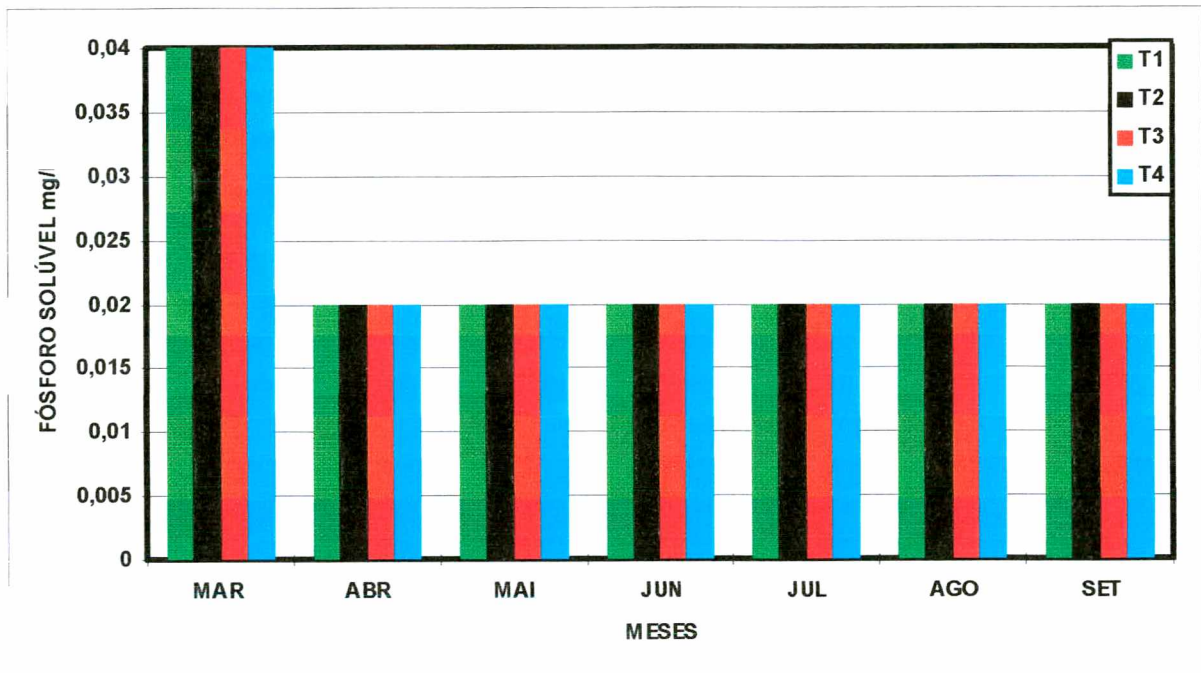


Figura 41 - Fósforo solúvel da água dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nos tanques-rede.

### **4.3 - Gráficos de controle na piscicultura**

Para verificar o controle da qualidade da água dos tanques de piscicultura utilizou-se de uma das técnicas estatísticas chamada gráfico de controle. Essa técnica permite maior eficácia no monitoramento dos parâmetros, com conseqüente melhoria da qualidade e produtividade. O gráfico de controle é um guia seguro para a detecção de causas de variabilidade e constatação de anomalias nas características físicas e químicas da água.

Para tanto, foi monitorado alguns parâmetros limnológicos básicos durante o cultivo, sendo seus resultados apresentados a seguir:

#### **4.3.1 - Temperatura nas caixas de amianto e tanques-rede**

Os resultados da temperatura média mensal ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $s$ ) e amplitude ( $R$ ) nas caixas de amianto e tanques-rede coletada às 17:00h estão representadas respectivamente nos Apêndices H e I.

Os limites de controle para a (**média e amplitude**) e (**média e desvio padrão**) para a temperatura das caixas de amianto estão representadas nas Figuras 42 a 45.

Os fatores  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $B_3$ ,  $B_4$ ;  $D_3$  e  $D_4$  dependem do tamanho da amostra ( $n$ ). Para  $n = 25 \Rightarrow A_2 = 0,135$ ;  $A_3 = 0,606$ ;  $B_3 = 0,565$ ;  $B_4 = 1,435$ ;  $D_3 = 0,459$ ;  $D_4 = 1,541$ .

Limites de controle para a **Média e Amplitude (x e R)** da temperatura nas caixas de amianto.

**Para a Média (x):**

$$\text{LSC} = \bar{x} + A_2 R = 22,29 + 0,135 (4,14) = \underline{22,85}$$

$$\text{LIC} = \bar{x} - A_2 R = 22,29 - 0,135 (4,14) = \underline{21,73}$$

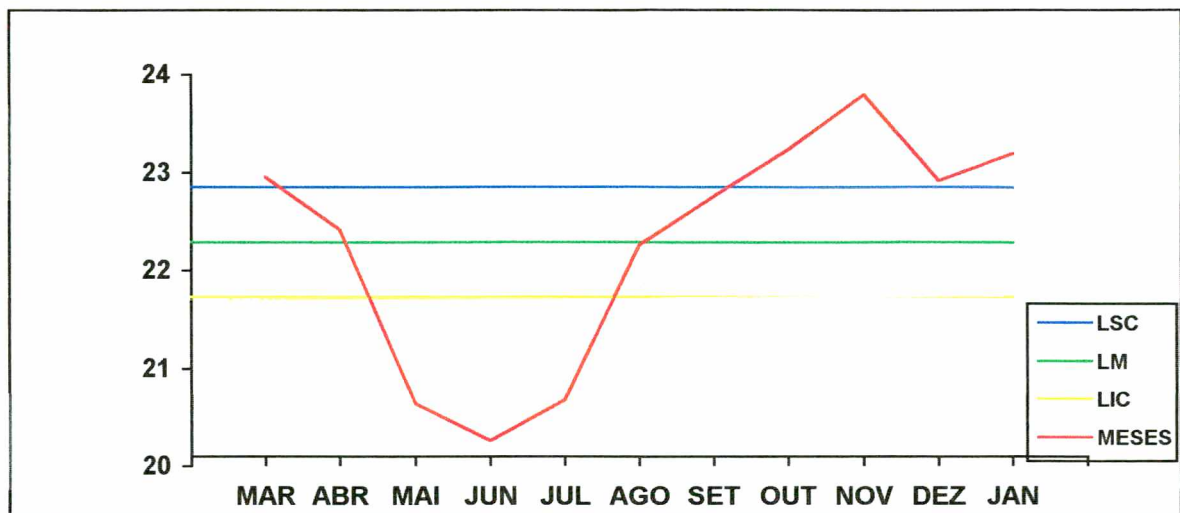


Figura 42 - Gráfico de controle para a temperatura média mensal nas caixas de amianto.

**Para a Amplitude (R):**

$$\text{LSC} = D_4 R = 1,541 (4,14) = \underline{6,38}$$

$$\text{LIC} = D_3 R = 0,459 (4,14) = \underline{1,90}$$

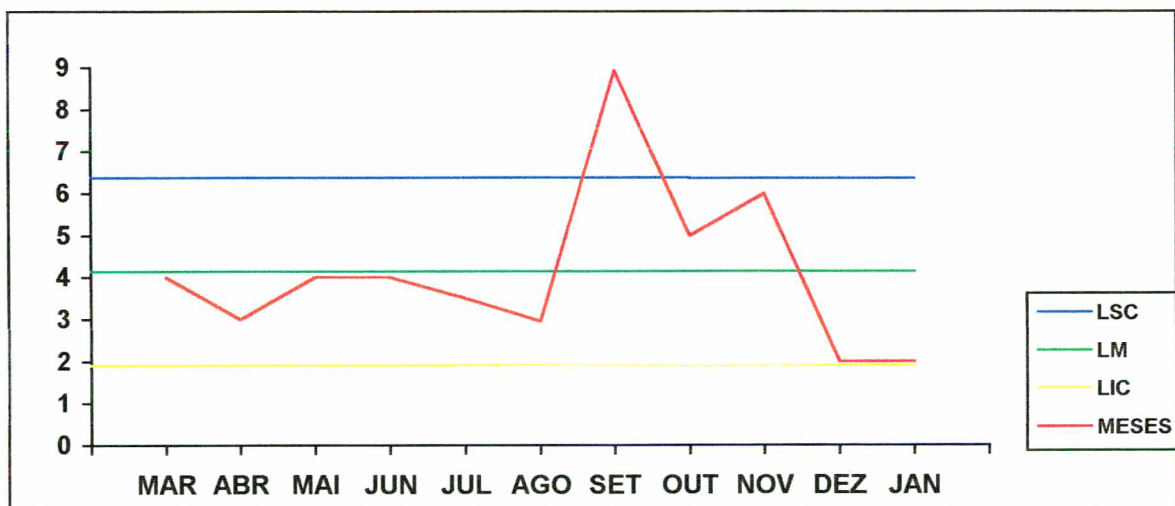


Figura 43 - Gráfico de controle para a amplitude das temperaturas mensais nas caixas de amianto.

Limites de controle para a **Média e Desvio Padrão (x e s)**.

Para a Média (x):

$$\text{LSC} = \bar{x} + A_3 s = 22,29 + 0,606 (1,12) = \underline{22,97}$$

$$\text{LIC} = \bar{x} - A_3 s = 22,29 - 0,606 (1,12) = \underline{21,61}$$

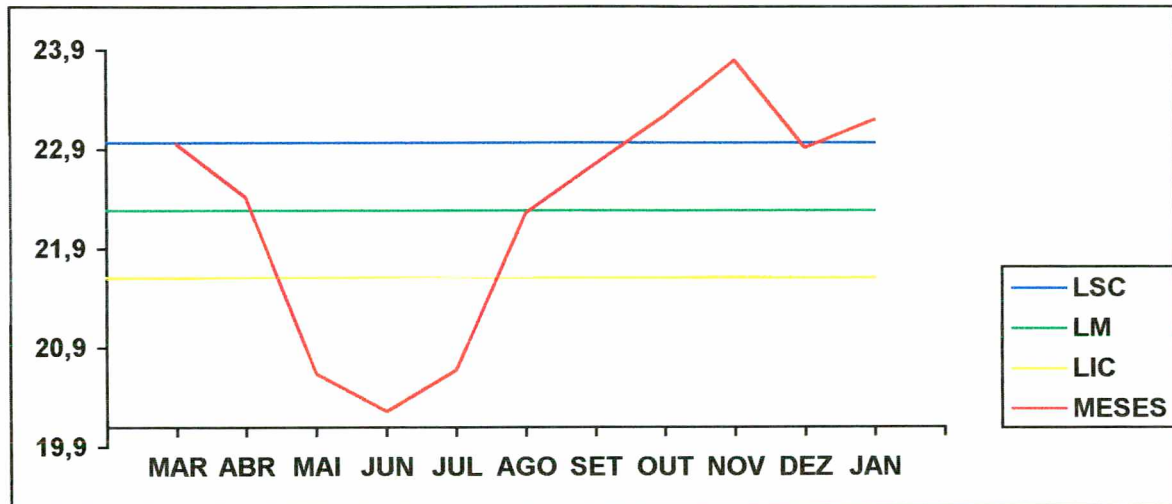


Figura 44 - Gráfico de controle para a temperatura média mensal nas caixas de amianto.

Para o Desvio Padrão (s):

$$\text{LSC} = B_4 s = 1,435 (1,12) = \underline{1,61}$$

$$\text{LIC} = B_3 s = 0,565 (1,12) = \underline{0,63}$$

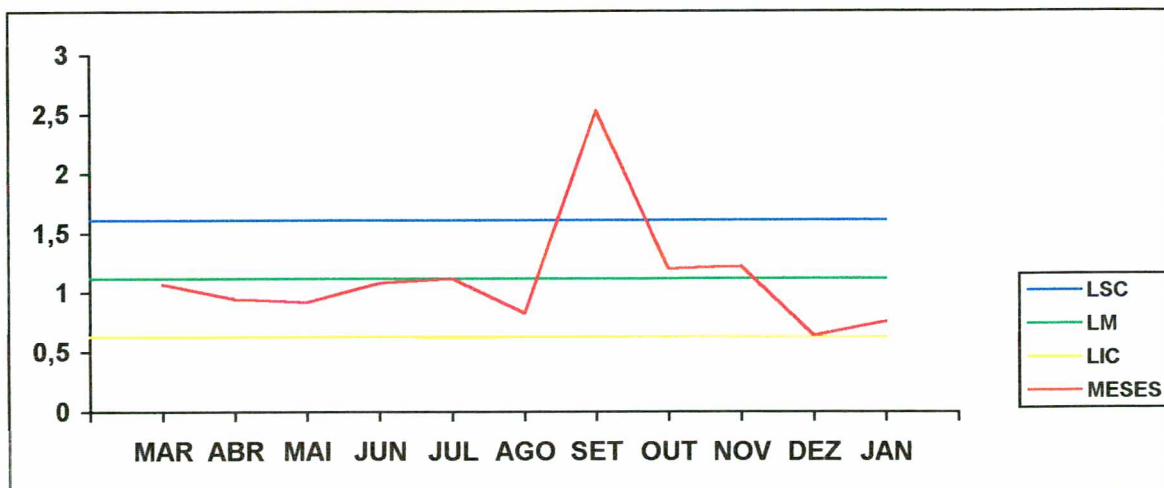


Figura 45 - Gráfico de controle para o desvio-padrão das temperaturas mensais nas caixas de amianto.

Os gráficos da temperatura das caixas de amianto não apresentaram todos os pontos entre os limites superior (LSC) e inferior (LIC), portanto, estão “fora de controle estatístico”. Analogamente, observou-se que para a temperatura dos tanques-rede os gráficos também estavam “fora de controle estatístico”.

Quanto aos demais parâmetros monitorados para os dois diferentes meios (Apêndice J e K), observou-se que o processo estava “sob controle estatístico”.

#### **4.4 - Índices de capacidade (Cp e Cpk)**

Índices de capacidade são utilizados para medir o quanto o processo é capaz de atender as especificações dos parâmetros. São dois os índices de capacidade:

1) O potencial do processo (Cp) - não se preocupa com a centralização do parâmetro em relação aos limites de especificação. Dessa forma, pode-se ter um processo “capaz” mas com grande parte dos resultados não atendendo às especificações.

2) O desempenho do processo (Cpk) - fornece uma informação mais completa sobre a situação do processo em termos de atendimento às especificações. Tal índice não se preocupa apenas se o processo é “capaz”, mas também com a dispersão e a centralização do mesmo.

Os resultados sobre os índices de capacidade ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ) para a temperatura das caixas de amianto se encontram na Figura 46.

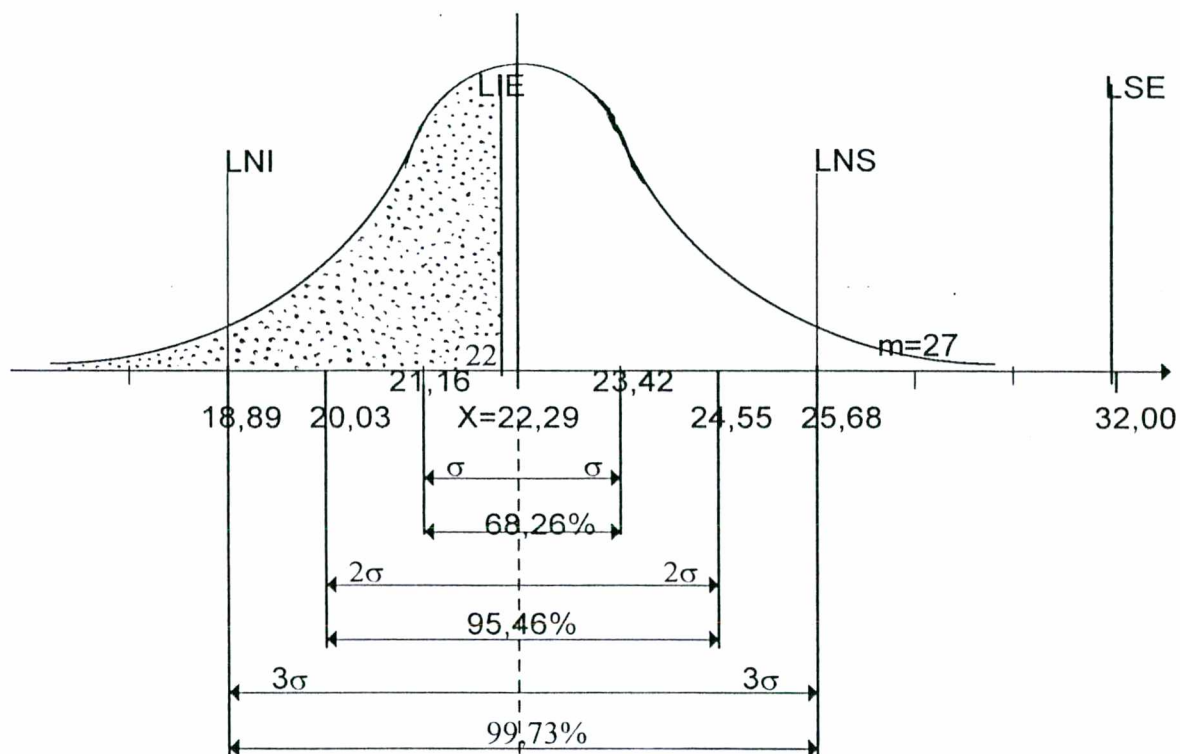


Figura 46 - Índices de capacidades ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ) para a temperatura nas caixas de amianto.

$$LSE = 32^{\circ}\text{C}$$

$$LIE = 22^{\circ}\text{C}$$

$$\sigma = s / C_4 = 1,12 / 0,9896 = 1,1317^{\circ}\text{C}$$

$$LNS = X + 3 \sigma = 25,68$$

$$X = 22,29^{\circ}\text{C}$$

$$m = (LSE + LIE) / 2 = 27^{\circ}\text{C}$$

$$C_p = (LSE - LIE) / 6\sigma = 1,4727$$

COMO  $C_p > 1 \Rightarrow$  PROCESSO CAPAZ.

$$k = |m - X| / (LSE - LIE) / 2 = 0,942$$

$$LNI = X - 3 \sigma = 18,89$$

$$C_{pk} = C_p (1 - k) = 0,085$$

$$Z = (LIE - X) / \sigma = -0,26$$

Como  $Z < -0,26$ ; então,  $50\% - 10,26\% = \underline{39,74\%}$ .

O processo é capaz ( $C_p > 1$ ); mas 39,74% das temperaturas das caixas de amianto estão abaixo do limite inferior de especificação (LIE). Analogamente, observou-se também que o processo é capaz ( $C_p > 1$ ) para a temperatura dos tanques-rede durante o cultivo, mas com 35,20% inferiores ao LIE.

Quanto aos demais parâmetros monitorados neste experimento (Apêndice J e K), observou-se que o processo é capaz, com sua média bem posicionada para atender as especificações destes parâmetros.

Observou-se através dos “**gráficos de controle**” que as temperaturas nos dois diferentes meios não apresentaram todos os pontos entre os limites superior (**LSC**) e inferior (**LIC**), portanto, estão “**fora de controle estatístico**”.

#### 4.5 - Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta de controle de qualidade que permite alcançar ótimos resultados com poucas ações. Seu objetivo é detectar os problemas, permitindo priorizá-los quantitativamente. Esta estratificação possibilita agrupá-los em os “**poucos vitais**” e os “**muitos triviais**”, ou seja, a maior parte dos problemas e de seus custos decorrem de um número relativamente pequeno de causas.

A tabela 19 e a Figura 47 mostram os problemas ocorridos no tanque-rede durante o período experimental.

Tabela 19 - Problemas ocorridos no tanque-rede.

CAUSAS	MORTES	TOTAL AC.	% TOT. GERAL	% AC.
Predadores	7	7	35	35
Biometrias	4	11	20	55
Doenças	4	15	20	75
Clima	3	18	15	90
Outras	2	20	10	100
Total	20	-	100	-

TOTAL AC. = Total Acumulado; %AC.= Porcentagem Acumulada.



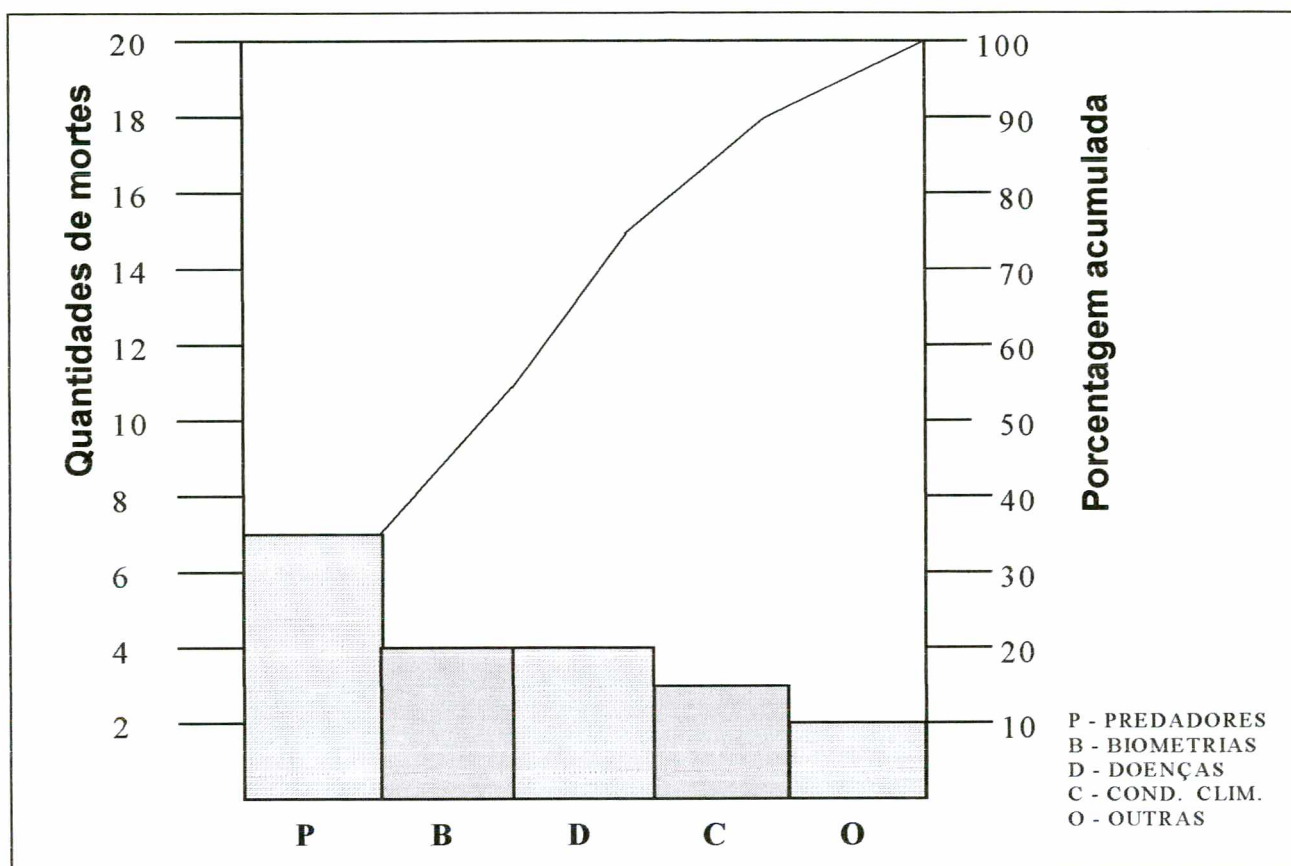


FIGURA 47 - Diagrama de Pareto.

#### 4.6 - Problema da Mochila

Os problemas da piscicultura ocorridos no tanque-rede causadores da morte das tilápias foram mostradas na Tabela 19.

O item “valor” da tabela 20 foi encontrado pelos técnicos em piscicultura ligados a este experimento. Foram atribuídos valores numa escala de 0 a 5 pontos de acordo com os custos, recursos disponíveis e urgência. Observou-se também que para este cultivo no tanque-rede ocorreram 20 mortes. Para os técnicos poderia ser no máximo 15 (6,25%) para minimizar as perdas do produtor.

Para **DANTZIG (1963)**, o fator crítico para se determinar se um problema deve ou não ser resolvido, não é seu peso nem o seu valor, mas a relação entre os dois. Dessa forma obtém-se a solução ótima do problema da mochila.

Tabela 20 - Conjunto de causas (problemas) a serem atacados.

PROBLEMAS	Predad. = 1	Biom. = 2	Doença = 3	Clima = 4	Outros = 5
Peso	7	4	4	3	2
Valor	5	3	2	1	2

$$\text{Max } Z = 5X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 1X_4 + 2X_5$$

$$\text{S. A. : } 7X_1 + 4X_2 + 4X_3 + 3X_4 + 2X_5 \leq 15$$

$$X_j = 0 \text{ ou } 1, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$\text{Logo, } X^* = ( 1; 1; 1; 0; 0 ) \quad \text{com } Z^* = ( 10 ).$$

Resolvendo a mesma questão e levando em consideração a restrição de recursos, sendo que o orçamento total disponível da piscicultura é de R\$ 800,00 para a solução destes problemas neste experimento.

Os custos para a solução das causas apresentadas, segundo os técnicos em piscicultura são os seguintes:

Predadores = R\$ 180,00; biometrias = R\$ 160,00; doenças = R\$ 100,00; condições climát.= R\$ 400,00; outros = R\$ 170,00. A solução ótima será:

$$\text{Max } Z = 5X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 1X_4 + 2X_5$$

$$\text{S. A. : } 7X_1 + 4X_2 + 4X_3 + 3X_4 + 2X_5 \leq 15$$

$$180X_1 + 160X_2 + 100X_3 + 400X_4 + 170X_5 \leq 800$$

$$X_j = 0 \text{ ou } 1, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$\text{Logo, } X^* = ( 1; 1; 1; 0; 0 ) \quad \text{com } Z^* = ( 10 ).$$

Portanto, pela solução ótima apresentada, pode-se resolver os problemas de predadores, biometrias e doenças no tanque-rede com a função linear  $Z^*$  maximizada.

#### **4.7 - Análise da composição dos nutrientes das carcaças e filés de tilápia na caixa de amianto**

Os resultados obtidos para a composição dos nutrientes das carcaças e filés estão descritos nas Figuras 48 e 49, e o estudo estatístico correspondente é apresentado nas Tabelas 21 e 22.

##### **4.7.1 - Análise da composição dos nutrientes das carcaças de tilápia do nilo**

A análise de resultados permitiu constatar que os teores de matéria seca e carboidratos das carcaças não diferiram estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ).

Em relação às proteínas, apesar de não terem apresentado diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, observou-se que os tratamentos T3 e T4 resultaram em carcaças com maior teor protéico que o grupo padrão.

Quanto aos teores lipídicos, observou-se que todos os tratamentos foram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) inferiores ao grupo padrão, sofrendo decréscimos com o aumento da porcentagem de levedura na ração (Tabela 21 e Figura 48).

Tabela 21 - Teste de Tukey para a porcentagem média de nutrientes das carcaças de tilápia (base seca) nas caixas de amianto.

<b>% Levedura</b>	<b>Mat. seca</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Lipídios</b>	<b>Carboidratos</b>	<b>Cinzas</b>
<b>T1 = 0</b>	<b>26,33 A</b>	<b>59,61 A</b>	<b>16,62 A</b>	<b>10,38 A</b>	<b>13,38 AB</b>
<b>T2 = 10</b>	<b>28,93 A</b>	<b>59,00 A</b>	<b>14,91 AB</b>	<b>14,52 A</b>	<b>11,57 B</b>
<b>T3 = 20</b>	<b>25,86 A</b>	<b>64,32 A</b>	<b>13,92 AB</b>	<b>7,90 A</b>	<b>13,87 A</b>
<b>T4 = 30</b>	<b>28,85 A</b>	<b>61,81 A</b>	<b>12,64 B</b>	<b>13,65 A</b>	<b>14,49 A</b>

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ).

#### 4.7.2 - Análise da composição dos nutrientes dos filés de tilápia

Verificou-se através do teste de Tukey que os teores de matéria seca, proteínas, carboidratos e cinzas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre si (Tabela 22 e Figura 49).

Observou-se em relação aos teores de proteínas que todos os níveis de levedura resultaram em filés com concentração maior que o grupo padrão, destacando-se o tratamento que utilizou 30% de levedura de destilaria na ração.

Em relação aos teores lipídicos constatou-se que todos os tratamentos foram estatisticamente inferiores ao grupo padrão ( $P < 0,05$ ), sofrendo decréscimos com o aumento da porcentagem de levedura de destilaria na ração.

Tabela 22 - Teste de Tukey para a porcentagem média de nutrientes dos filés de tilápia (base seca) nas caixas de amianto.

% Levedura	Mat. seca	Proteínas	Lipídios	Carboidratos	Cinzas
T1 = 0	23,00 A	84,22 A	5,23 A	4,91 A	5,59 A
T2 = 10	23,04 A	85,37 A	3,83 B	5,11 A	5,70 A
T3 = 20	22,46 A	84,70 A	2,27 C	7,48 A	5,55 A
T4 = 30	22,72 A	86,39 A	2,01 C	5,79 A	5,82 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ).

Os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com os verificados por diversos autores. Ao avaliarem os efeitos da incorporação de vários tipos de levedura em dietas para peixes, notaram aumento do teor protéico e decréscimos de lipídios na composição corporal com o aumento dos níveis de levedura (TACON & COOKE, 1980; DAVIES & WAREHAM, 1988; MARTIN et al., 1993).

Comparando os dados de porcentagem média da composição corporal com aqueles de ganho de peso médio mensal (Tabela 6), nota-se uma correlação entre os aumentos dos teores de proteínas e diminuição de lipídios com o ganho de peso.

Estes resultados concordam com os obtidos por **ECKMANN (1987)**, que o corpo dos peixes de crescimento mais rápido continha os mais altos níveis de proteínas e mais baixos de lipídios.

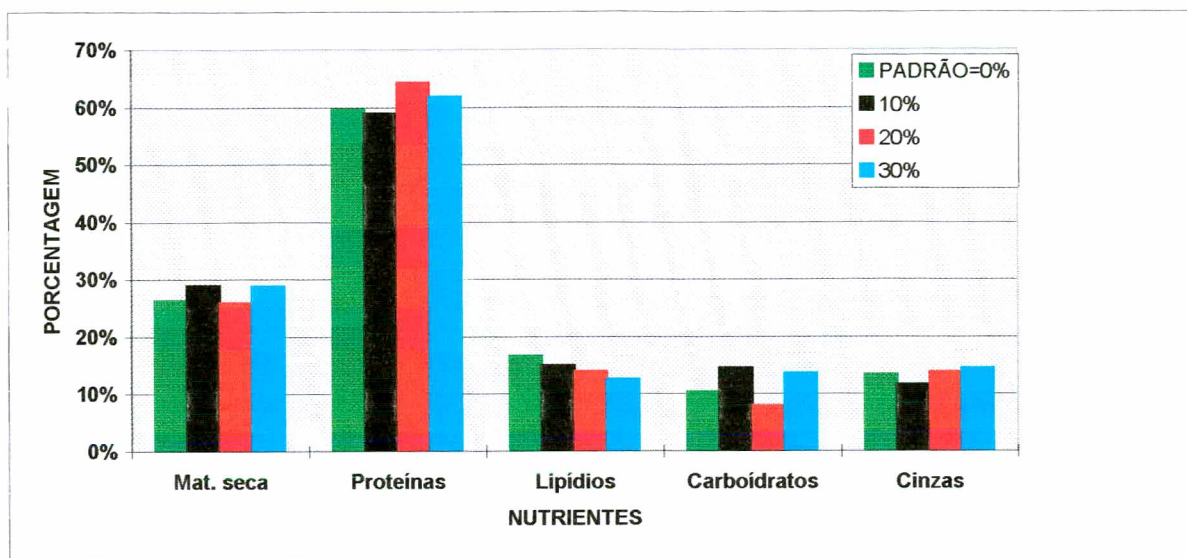


Figura 48 - Porcentagem média de nutrientes das carcaças de tilápias (base seca) nas caixas de amianto.

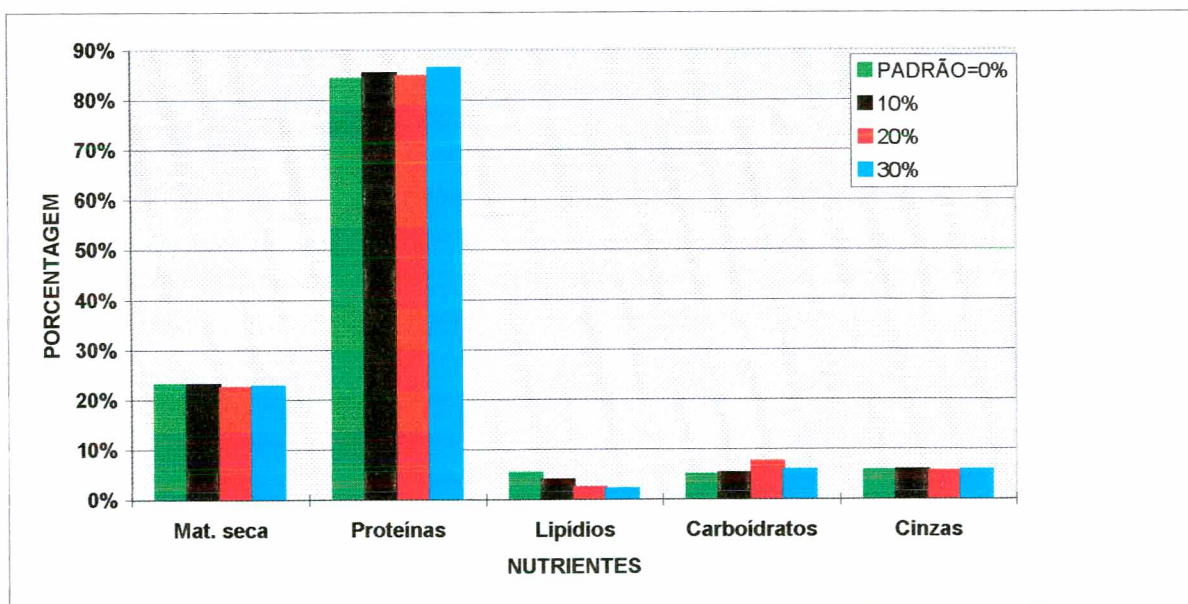


Figura 49 - Porcentagem média de nutrientes dos filés de tilápia (base seca) nas caixas de amianto.

#### 4.8 - Análise sensorial de filés de tilápia

A análise estatística dos resultados obtidos durante a avaliação sensorial demonstrou que a inclusão de levedura de destilaria promoveu alterações estatisticamente significativas sobre a aceitabilidade dos filés de tilápias, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 23)

Tabela 23 - Análise de variância das notas médias obtidas durante a avaliação sensorial dos filés de tilápia obtidos nas caixas de amianto.

C.V.	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Provadores (P)	42	445,066	10,597	5,36	0,0001**
Repetições	2	5,887	2,944	1,49	0,2275
Resíduo (a)	84	190,945	2,273	-	-
Subtotal	128	641,898	-	-	-
% Levedura	3	18,579	6,194	3,13	0,0263*
Int. PxT	126	204,670	1,624	0,82	0,8942
Resíduo (b)	258	510,500	1,979	-	-
Total	515	1375,647	-	-	-

\*P<0,05; \*\*P<0,01.

O teste de Tukey realizado para médias das notas atribuídas aos filés revelou que a inclusão de até 20% de levedura de destilaria como substituto protéico em rações, resultou em melhoria crescente na aceitabilidade dos filés de tilápias.

Por outro lado, a inclusão de 30% de levedura de destilaria na ração resultou em filés que receberam notas inferiores aos demais tratamentos. Porém, não diferiram estatisticamente dos grupos que receberam rações contendo 0% (padrão) e 10% de levedura de destilaria como substituto da fonte protéica (Tabela 24).

Tabela 24 - Teste de Tukey para notas médias atribuídas aos filés de tilápias.

% de Levedura				
% Levedura	0	10	20	30
Médias	5,2326 AB	5,2946 AB	5,6589 A	5,1705 B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). DMS 5% = 0,4529.

Para **VIEGAS (1996)**, trabalhando com avaliação sensorial de filés de tambaqui, alimentados com rações contendo três diferentes fontes lipídicas, observou pela análise de variância que não houve influência ( $P < 0,05$ ) destes níveis de lipídios. Constatando a possibilidade da utilização destes ingredientes em rações para o tambaqui, até o nível de 6%, sem que a qualidade da carne seja alterada.

## CAPÍTULO V

### 5 - FUNÇÃO PERDA DE TAGUCHI NA PISCICULTURA

O tipo de característica funcional de qualidade empregado na piscicultura é: “o maior é o melhor”. Ver seção 2.4.3-b. O piscicultor está interessado no rendimento dos peixes, isto é, no seu peso e comprimento. Quanto maior for o rendimento da produção, menor será a função perda da qualidade. Seja **A** a perda causada por um peixe não conforme e o correspondente desvio  $\Delta$ . Como já mencionado, a função perda é expressa por:

$$L(Y) = K [1/Y^2]$$

ou

$$L(Y) = A \Delta^2 v^2 \tag{1}$$

onde:

$v^2$  é o desvio quadrático médio

Sejam:

#### Cálculo do custo de cada peixe

$$P_1 = \text{ração} + \text{levedura} + \text{alevino} + \text{povoamento} + \text{biometrias} + \text{medicamento} + \dots + \text{despesa}$$

$$P_2 = \text{ração} + \text{levedura} + \text{alevino} + \text{povoamento} + \text{biometrias} + \text{medicamento} + \dots + \text{despesa}$$

$$\dots = \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots$$

$$P_k = \text{ração} + \text{levedura} + \text{alevino} + \text{povoamento} + \text{biometrias} + \text{medicamento} + \dots + \text{despesa}$$

---


$$\sum_1^k P_i = \sum_1^k (\text{ração} + \text{levedura} + \text{alevino} + \text{povoamento} + \text{biometrias} + \text{medicamento} + \dots + \text{despesa})$$



**Cálculo de A:**

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k \text{ com } i = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

onde:

**k** é o número de unidades não conforme.

**A** é a perda causada por um peixe não conforme por ter ultrapassado o limite inferior de tolerância.

Nos viveiros de Piscicultura intensivo, os peixes tem seu custo, tais como: ração, alevino, remédio, controle, mão de obra e outros. Para estimar a **Função Perda de Taguchi** com precisão, se ocorrer alguma morte, é necessário saber o seu dia para o cálculo de seu custo.

**Cálculo de  $\Delta$ :**

Muito embora a produção de peixes de mesmo “**tamanho**”, constitua um dos objetivos almejados na piscicultura. Sabe-se que a variação no peso e comprimento é muitas vezes um fator natural ou genético. A produção de peixes que apresentar elevada dispersão, terá um custo mais alto devido aos descartes e, conseqüentemente maiores perdas da qualidade. Nesse caso, aconselha-se a divisão dos peixes em lotes para o cálculo da tolerância e redução das perdas.

Em geral, procede-se da seguinte forma para o cálculo da tolerância ( $\Delta$ ): ver Figura 50

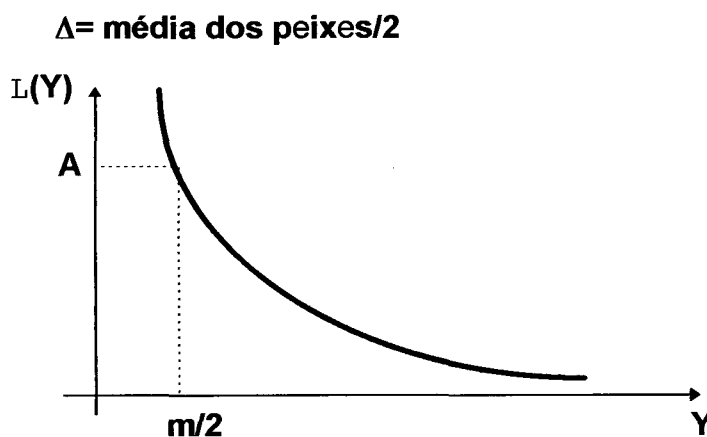


Figura 50 - Perda da Qualidade “o maior é o melhor”

Os peixes que tiverem pesos inferiores ao valor da tolerância deverão ser descartados ou fazer parte de um outro lote.

**Cálculo de  $v^2$ :**

O desvio quadrático médio é dado pela expressão:

$$v^2 = 1/n ( 1/y_1^2 + 1/y_2^2 + \dots + 1/y_n^2 )$$

onde:

$n$  é o tamanho da amostra

$y_i$  é o valor medido para a característica estudada.

Podem ser utilizados cálculos de nível da qualidade para comparar  $k$  tratamentos. O nível da qualidade da linha de produção é fornecida através da somatória das **perdas** que correspondem às tolerâncias especificadas. Assim,

$$L = A_1 \Delta_1^2 v_1^2 + A_2 \Delta_2^2 v_2^2 + \dots + A_k \Delta_k^2 v_k^2$$

A função perda pode ser utilizada para avaliar o nível da qualidade da produção durante intervalos de tempo diferentes. Esta avaliação deve sugerir recomendações para aperfeiçoamento da qualidade no processo de produção.

## CAPÍTULO VI

### 6 - APLICAÇÃO DA FUNÇÃO PERDA DE TAGUCHI

**6.1 - Aplicação realizada nos meses de março a setembro de 1995 nos tanques-rede.**

#### 6.1.1 - Função perda de Taguchi na produção nos tanques-rede

Quadro 1 - Custo de produção nos tanques-rede.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO ( R\$ )	TOTAL ( R\$ )
Ração	69,84kg	0,30	20,95
Levedura	12,45kg	0,23	2,86
Alevino	240	0,04	9,60
Povoamento	1h	1,00	1,00
Biometrias	6h	1,00	6,00
Arraçoamento	12h	1,00	12,00
Medicamento	...	5,00	5,00
Despesa	0,5h	1,00	0,50
<b>Total</b>	...	...	<b>57,91</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 57,91/240 = \underline{0,2413}$$

Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,30/2 = \underline{69,65 \text{ g}}$$

Cálculo do Desvio Quadrático ( $v^2$ )

$$v^2 = 1 / n ( 1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2 ); v^2 = 1/220(0,029626696)$$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2413(69,65)^2 1/220(0,029626696) = \underline{0,15764}$$

A Perda por peixe produzido foi de **R\$ 0,15764**, como a produção foi de 240 peixes nos tanques-rede, logo, **240 X 0,15764 = R\$ 37,83.**

### 6.1.2 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede

Quadro 2 - Custo de produção ( $T_1 = 0\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	20,39kg	0,30	6,12
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	1,50h	1,00	1,50
Arraçoamento	3,00h	1,00	3,00
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesca	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>14,645</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 14,645/60 = \underline{0,2441}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,44/2 = \underline{69,72}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,012668122)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2441(69,72)^2 1/56(0,012668122)$$

$$L = \underline{0,268415}, \text{ logo, } 60 \times 0,268415 = \text{R\$ } \underline{16,10}.$$

Quadro 3 - Custo de produção ( $T_2 = 10\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	18,86kg	0,30	5,66
Levedura	2,10kg	0,23	0,48
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	1,50h	1,00	1,50
Arraçoamento	3,00h	1,00	3,00
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesca	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>14,665</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 14,665/60 = \underline{0,2444}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 145,27/2 = \underline{72,635}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,005082443)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2444(72,635)^2 1/56(0,005082443)$$

$$L = \underline{0,11702}, \text{ logo, } 60 \times 0,11702 = \text{R\$ } \underline{7,02}.$$

Quadro 4 - Custo de produção ( $T_3 = 20\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração Comercial	15,46kg	0,30	4,64
Levedura	3,87kg	0,23	0,89
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	1,50h	1,00	1,50
Arraçamento	3,00h	1,00	3,00
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>14,055</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 14,055/60 = \underline{0,23425}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 135,57/2 = \underline{67,785}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/49(0,00597488)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,23425(67,785)^2 1/49(0,00597488)$$

$$L = \underline{0,13124}, \text{ logo, } 60 \times 0,131245 = \text{R\$ } \underline{7,87}.$$

Quadro 5 - Custo de Produção ( $T_4 = 30\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	15,14kg	0,30	4,54
Levedura	6,49kg	0,23	1,49
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	1,50h	1,00	1,50
Arraçamento	3,00h	1,00	3,00
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>14,555</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 14,555/60 = \underline{0,2426}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 136,92/2 = \underline{68,46}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/59(0,005901251)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2426 (68,46)^2 1/59(0,005901251)$$

$$L = \underline{0,11373}, \text{ logo, } 60 \times 0,11373 = \text{R\$ } \underline{6,82}.$$

### 6.1.3 - Função perda para os peixes mortos nos tanques-rede

Quadro 6 - Peixes mortos nos tanques-rede: (K = 20).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	3,054kg	0,30	0,92
Levedura	0,556kg	0,23	0,13
Alevino	20	0,04	0,80
Povoamento	0,08h	1,00	0,08
Biometrias	0,50h	1,00	0,50
Arraçoamento	1,00h	1,00	1,00
Medicamento	...	5,00	0,42
Despesa	0,04h	1,00	0,04
<b>Total</b>	...	...	<b>3,89</b>

#### Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 3,89/20 = \underline{0,1945}$$

#### Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,30/2 = \underline{69,65 \text{ g}}$$

#### Cálculo do Desvio Quadrático ( $V^2$ )

$$v^2 = 1 / n (1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2)$$

$$v^2 = 1/220(0,029626696)$$

#### Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,1945(69,65)^2 1/220(0,029626696) = \underline{0,12706}$$

A perda pela morte de um peixe foi de **R\$ 0,12706**, como ocorreu nos tanques-rede 20 mortes, logo, **20 X 0,12706 = R\$ 2,54**.

### 6.1.4 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede

Quadro 7 - Tratamento ( $T_1 = 0\%$  de Levedura) - K= 4 Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	0,61kg	0,30	0,18
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	4	0,04	0,16
Povoamento	0,02h	1,00	0,02
Biometrias	0,10h	1,00	0,10
Arraçamento	0,20h	1,00	0,20
Medicamento	...	5,00	0,08
Despesa	0,01h	1,00	0,01
<b>Total</b>	...	...	<b>0,75</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 0,75/4 = \underline{0,1875}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,44/2 = \underline{69,72}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,012668122)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,1875(69,72)^2 1/56(0,012668122)$$

$$L = \underline{0,20618}, \text{ logo, } 4 \times 0,206185 = \text{R\$ } \underline{0,83}.$$

Quadro 8 - Tratamento ( $T_2 = 10\%$  de Levedura) - K = 4 Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	0,576kg	0,30	0,17
Levedura	0,064kg	0,23	0,01
Alevino	4	0,04	0,16
Povoamento	0,02h	1,00	0,02
Biometrias	0,10h	1,00	0,10
Arraçamento	0,20h	1,00	0,20
Medicamento	...	5,00	0,08
Despesa	0,01h	1,00	0,01
<b>Total</b>	...	...	<b>0,75</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 0,75/4 = \underline{0,1875}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 145,27/2 = \underline{72,635}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,005082443)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,1875(72,635)^2 1/56(0,005082443)$$

$$L = \underline{0,08978}, \text{ logo, } 4 \times 0,08978 = \text{R\$ } \underline{0,36}.$$

Quadro 9 - Tratamento ( $T_3 = 20\%$  de Levedura). - K = 11 Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	1,728kg	0,30	0,52
Levedura	0,432g	0,23	0,11
Alevino	11	0,04	0,44
Povoamento	0,05h	1,00	0,05
Biometrias	0,27h	1,00	0,27
Arraçoamento	0,55h	1,00	0,55
Medicamento	...	5,00	0,23
Despesa	0,02h	1,00	0,02
Total	...	...	2,19

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 2,19/11 = \underline{0,1991}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 135,57/2 = \underline{67,785}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/49(0,00597488)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,1991(67,785)^2 / 49(0,00597488)$$

$$L = \underline{0,11155}, \text{ logo, } 11 \times 0,11155 = \text{R\$ } \underline{1,23}.$$

Quadro 10 - Tratamento ( $T_4 = 30\%$  de Levedura) - K = 1 Morte.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	0,14kg	0,30	0,04
Levedura	0,06kg	0,23	0,02
Alevino	1	0,04	0,04
Povoamento	0,004h	1,00	0,004
Biometrias	0,025h	1,00	0,025
Arraçoamento	0,05h	1,00	0,05
Medicamento	...	5,00	0,02
Despesa	0,002h	1,00	0,002
Total	...	...	0,201

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 0,201/1 = \underline{0,201}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 136,92/2 = \underline{68,46}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/59(0,005901251)$

Cálculo da Função Perda De Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,201(68,46)^2 / 59(0,005901251)$$

$$L = \underline{0,09422}, \text{ logo, } 1 \times 0,09422 = \text{R\$ } \underline{0,10}.$$



### 6.1.5 - Função perda para os peixes descartados nos tanques-rede

Quadro 11 - Peixes descartados nos tanques-rede (K = 29).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	9,248kg	0,30	2,77
Levedura	1,582kg	0,23	0,36
Alevino	29	0,04	1,16
Povoamento	0,12h	1,00	0,12
Biometrias	0,73h	1,00	0,73
Arraçoamento	1,45h	1,00	1,45
Medicamento	...	5,00	0,60
Despesa	0,06	1,00	0,06
Total	...	...	7,25

#### Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 7,25/29 = \underline{0,250}$$

#### Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,30/2 = \underline{69,65 \text{ g}}$$

#### Cálculo do Desvio Quadrático ( $V^2$ )

$$v^2 = 1 / n ( 1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2 )$$

$$v^2 = 1/220(0,029626696)$$

#### Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,250(69,65)^2 1/220(0,029626696) = \underline{0,16332}$$

A perda pelo descarte de um peixe é de **R\$ 0,16332**, como ocorreu nos tanques-rede 29 descartes, logo, **29 X 0,16332 = R\$ 4,74**.

### 6.1.6 - Função perda de Taguchi por tratamento nos tanques-rede

Quadro 12 - Tratamento (  $T_1 = 0\%$  de Levedura ) -  $K= 10$  Descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	3,64kg	0,30	1,09
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	10	0,04	0,40
Povoamento	0,04h	1,00	0,04
Biometrias	0,25h	1,00	0,25
Arraçoamento	0,50h	1,00	0,50
Medicamento	...	5,00	0,21
Despesa	0,02h	1,00	0,02
<b>Total</b>	...	...	<b>2,51</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 2,51/10 = \underline{0,251}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,44/2 = \underline{69,72}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,012668122)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,251(69,72)^2 1/56(0,012668122)$$

$$L = \underline{0,27600}, \text{ logo, } 10 \times 0,27600 = \text{R\$ } \underline{2,76}.$$

Quadro 13 - Tratamento (  $T_2 = 10\%$  de Levedura ) -  $K = 4$  descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	1,347g	0,30	0,40
Levedura	0,150g	0,23	0,04
Alevino	4	0,04	0,16
Povoamento	0,02h	1,00	0,02
Biometrias	0,10h	1,00	0,10
Arraçoamento	0,20h	1,00	0,20
Medicamento	...	5,00	0,08
Despesa	0,01h	1,00	0,01
<b>Total</b>	...	...	<b>1,01</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 1,01/4 = \underline{0,2525}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 145,27/2 = \underline{72,635}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/56(0,005082443)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2525(72,635)^2 1/56(0,005082443)$$

$$L = \underline{0,12090}, \text{ logo, } 4 \times 0,12090 = \text{R\$ } \underline{0,48}.$$

Quadro 14 - Tratamento ( $T_3 = 20\%$  de Levedura) - K = 7 descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	2,209kg	0,30	0,66
Levedura	0,552g	0,23	0,13
Alevino	7	0,04	0,28
Povoamento	0,03h	1,00	0,03
Biometrias	0,17h	1,00	0,17
Arraçoamento	0,35h	1,00	0,35
Medicamento	...	5,00	0,15
Despesa	0,01h	1,00	0,02
<b>Total</b>	...	...	<b>1,79</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 1,79/7 = \underline{0,2557}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 135,57/2 = \underline{67,785}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/49(0,00597488)$

Cálculo da Função Perda De Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2557(67,785)^2 1/49(0,00597488)$$

$$L = \underline{0,14326}, \text{ logo, } 7 \times 0,14326 = \text{R\$ } \underline{1,00}.$$

Quadro 15 - Tratamento ( $T_4 = 30\%$  de Levedura) - K = 8 descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	2,052kg	0,30	0,62
Levedura	0,880kg	0,23	0,20
Alevino	8	0,04	0,32
Povoamento	0,03h	1,00	0,03
Biometrias	0,20h	1,00	0,20
Arraçoamento	0,40h	1,00	0,40
Medicamento	...	5,00	0,17
Despesa	0,02h	1,00	0,02
<b>Total</b>	...	...	<b>1,96</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 1,96/8 = \underline{0,245}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 136,92/2 = \underline{68,46}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/59(0,005901251)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,245(68,46)^2 1/59(0,005901251)$$

$$L = \underline{0,11485}, \text{ logo, } 8 \times 0,11485 = \text{R\$ } \underline{0,91}.$$

## 6.2 - Aplicação realizada nos meses de março a janeiro de 1996 nas caixas de amianto

### 6.2.1 - Função perda de Taguchi na produção nas caixas de amianto

Quadro 16 - Custo de produção nas caixas de amianto.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	86,61kg	0,30	25,98
Levedura	16,42kg	0,23	3,78
Alevino	240	0,04	9,60
Povoamento	1h	1,00	1,00
Biometrias	11h	1,00	11,00
Arraçoamento	22h	1,00	22,00
Medicamento	...	5,00	5,00
Despesa	0,5h	1,00	0,50
<b>Total</b>	...	...	<b>78,86</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 78,86/240 = \underline{0,3286}$$

Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,83/2 = \underline{75,915 \text{ g}}$$

Cálculo do Desvio Quadrático ( $v^2$ )

$$v^2 = 1 / n ( 1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2 )$$

$$v^2 = 1/171(0,093383496)$$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3286(75,915)^2 1/171(0,093383496) = \underline{1,03418}$$

A Perda por peixe produzido foi de **R\$ 1,03418**, como a produção foi de 240 peixes nas caixas de amianto, logo, **240 X 1,03418 = R\$ 37,83**.

### 6.2.2. - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto

Quadro 17- Custo de produção ( $T_1 = 0\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	24,18kg	0,30	7,25
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	2,75h	1,00	2,75
Arraçoamento	5,50h	1,00	5,50
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>19,525</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 19,525/60 = \underline{0,3254}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 154,19/2 = \underline{77,095}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/42(0,025455831)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3254(77,095)^2 1/42(0,025455831)$$

$$L = \underline{1,17222}, \text{ logo, } 60 \times 1,17222 = \text{R\$ } \underline{70,33}.$$

Quadro 18 - Custo de produção ( $T_2 = 10\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	21,39kg	0,30	6,42
Levedura	2,38kg	0,23	0,55
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	2,75h	1,00	2,75
Arraçoamento	5,50h	1,00	5,50
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>19,245</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 19,245/60 = \underline{0,3208}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,35/2 = \underline{69,675g}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/41(0,012242089)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3208(69,675)^2 1/41(0,012242089)$$

$$L = \underline{0,46501}, \text{ logo, } 60 \times 0,46501 = \text{R\$ } \underline{27,90}$$

Quadro 19 - Custo de produção ( $T_3 = 20\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	19,79kg	0,30	5,94
Levedura	4,95kg	0,23	1,14
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	2,75h	1,00	2,75
Arraçoamento	5,50	1,00	5,50
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>19,355</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 19,355/60 = \underline{0,3226}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,29/2 = \underline{75,645}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44(0,047722599)$ 

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3226(75,645)^2 / 44(0,047722599)$$

$$L = \underline{2,00215}, \text{ logo, } 60 \times 2,00215 = \text{R\$ } \underline{120,13}.$$

Quadro 20 - Custo de Produção ( $T_4 = 30\%$  de Levedura).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	21,23kg	0,30	6,37
Levedura	9,10kg	0,23	2,09
Alevino	60	0,04	2,40
Povoamento	0,25h	1,00	0,25
Biometrias	2,75h	1,00	2,75
Arraçoamento	5,50h	1,00	5,50
Medicamento	...	5,00	1,25
Despesa	0,125h	1,00	0,125
<b>Total</b>	...	...	<b>20,735</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 20,735/60 = \underline{0,3456}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 161,75/2 = \underline{80,875}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44(0,007962977)$ 

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3456(80,875)^2 / 44(0,007962977)$$

$$L = \underline{0,40910}, \text{ logo, } 60 \times 0,40910 = \text{R\$ } \underline{24,55}.$$

### 6.2.3 - Função perda para os peixes mortos nas caixas de amianto

Quadro 21 - Peixes mortos no ambiente interno: (K = 69).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO ( R\$ )	TOTAL ( R\$ )
Ração	15,659kg	0,30	4,70
Levedura	3,259kg	0,23	0,75
Alevino	69	0,04	2,76
Povoamento	0,29h	1,00	0,29
Biometrias	3,16h	1,00	3,16
Arraçoamento	6,32h	1,00	6,32
Medicamento	...	5,00	1,43
Despesa	0,14h	1,00	0,14
<b>Total</b>	...	...	<b>19,55</b>

#### Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 19,55/69 = \underline{0,2833}$$

#### Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,83/2 = \underline{75,915 \text{ g}}$$

#### Cálculo do Desvio Quadrático ( $V^2$ )

$$v^2 = 1 / n ( 1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2 )$$

$$v^2 = 1/171(0,093383496)$$

#### Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2833 (75,915)^2 1/171(0,093383496) = \underline{0,89161}$$

A perda pela morte de um peixe foi de R\$ 0,89161, como ocorreu nas caixas de amianto 69 mortes, logo,  $69 \times 0,89161 = \text{R\$ } \underline{61,52}$ .

### 6.2.4 - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto

Quadro 22 - Tratamento ( $T_1 = 0\%$  de Levedura) -  $K = 18$  Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	4,458kg	0,30	1,34
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	18	0,04	0,72
Povoamento	0,07h	1,00	0,07
Biometrias	0,83h	1,00	0,83
Arroçamento	1,65h	1,00	1,65
Medicamento	...	5,00	0,37
Despesa	0,04h	1,00	0,04
<b>Total</b>	...	...	<b>5,02</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 5,02/18 = \underline{0,2789}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 154,19/2 = \underline{77,095}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/42(0,025455831)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2789(77,095)^2 1/42(0,025455831)$$

$$L = \underline{1,00471} \text{ logo, } 18 \times 1,00471 = \text{R\$ } \underline{18,08}.$$

Quadro 23 - Tratamento ( $T_2 = 10\%$  de Levedura) -  $K = 19$  Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	3,056kg	0,30	0,92
Levedura	0,340kg	0,23	0,08
Alevino	19	0,04	0,76
Povoamento	0,08h	1,00	0,08
Biometrias	0,87h	1,00	0,87
Arroçamento	1,74h	1,00	1,74
Medicamento	...	5,00	0,40
Despesa	0,04h	1,00	0,04
<b>Total</b>	...	...	<b>4,89</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 4,89/19 = \underline{0,2574}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,35/2 = 69,675$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/41(0,012242089)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2574(69,675)^2 1/41(0,012242089)$$

$$L = \underline{0,37311}, \text{ logo, } 19 \times 0,37311 = \text{R\$ } \underline{7,09}.$$



Quadro 24 - Tratamento ( $T_3 = 20\%$  de Levedura) - K = 16 Mortes.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	3,197kg	0,30	0,96
Levedura	0,799g	0,23	0,18
Alevino	16	0,04	0,64
Povoamento	0,07h	1,00	0,07
Biometrias	0,73h	1,00	0,73
Arraçoamento	1,47h	1,00	1,47
Medicamento	...	5,00	0,33
Despesa	0,03h	1,00	0,03
<b>Total</b>	...	...	<b>4,42</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 4,42/16 = \underline{0,2756}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,29/2 = \underline{75,645}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44 (0,047722599)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,2756(75,645)^2 / 44(0,047722599)$$

$$L = \underline{1,71045}, \text{ logo, } 16 \times 1,71045 = \text{R\$ } \underline{27,37}.$$

Quadro 25 - Tratamento ( $T_4 = 30\%$  de Levedura) - K = 16 Morte.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	4,948kg	0,30	1,48
Levedura	2,12kg	0,23	0,49
Alevino	16	0,04	0,64
Povoamento	0,07h	1,00	0,07
Biometrias	0,73h	1,00	0,73
Arraçoamento	1,47h	5,00	1,47
Medicamento	...	0,33	0,33
Despesa	0,03h	1,00	0,03
<b>Total</b>	...	...	<b>5,24</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 5,24/16 = \underline{0,3275}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 161,75/2 = \underline{80,875}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44(0,007962977)$

Cálculo da Função Perda De Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3275(80,875)^2 / 44(0,007962977)$$

$$L = \underline{0,38754}, \text{ logo, } 16 \times 0,38754 = \text{R\$ } \underline{6,20}.$$

### 6.2.5 - Função perda para os peixes descartados nas caixas de amianto

Quadro 26 - Peixes descartados nas caixas de amianto (K = 46).

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO ( R\$ )	TOTAL ( R\$ )
Ração	23,233kg	0,30	6,97
Levedura	4,287kg	0,23	0,97
Alevino	46	0,04	1,84
Povoamento	0,19h	1,00	0,19
Biometrias	2,11h	1,00	2,11
Arraçoamento	4,22h	1,00	4,22
Medicamento	...	5,00	0,95
Despesa	0,09	1,00	0,09
<b>Total</b>	...	...	<b>17,34</b>

#### Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 17,34/46 = \underline{0,3770}$$

#### Cálculo do Limite Inferior de Tolerância ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,83/2 = \underline{75,915}$$

#### Cálculo do Desvio Quadrático ( $V^2$ )

$$v^2 = 1 / n ( 1 / y_1^2 + 1 / y_2^2 + \dots + 1 / y_n^2 )$$

$$v^2 = 1 / 171(0,093383496)$$

#### Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3770(75,915)^2 1/171(0,093383496) = \underline{1,18651}$$

A perda pelo descarte de um peixe é de R\$ 1,18651, como ocorreu nas caixas de amianto 46 descartes, logo,  $46 \times 1,18651 = \text{R\$ } \underline{54,58}$ .

### 6.2.6 - Função perda de Taguchi por tratamento nas caixas de amianto

Quadro 27 - Tratamento (T1 = 0% de Levedura) - K= 9 Descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	5,18kg	0,30	1,55
Levedura	0,0kg	0,23	0,00
Alevino	9	0,04	0,36
Povoamento	0,04h	1,00	0,04
Biometrias	0,41h	1,00	0,41
Arraçamento	0,82h	1,00	0,82
Medicamento	...	5,00	0,19
Despesa	0,02h	1,00	0,02
<b>Total</b>	...	...	<b>3,39</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 3,39/9 = \underline{0,3767}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 154,19/2 = \underline{77,095}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/42(0,025455831)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3767(77,095)^2 1/42(0,025455831)$$

$$L = \underline{1,35702}, \text{ logo, } 9 \times 1,35702 = \text{R\$ } \underline{12,21}.$$

Quadro 28 - Tratamento (T2 = 10% de Levedura) - K = 15 descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	7,830kg	0,30	2,35
Levedura	0,870kg	0,23	0,02
Alevino	15	0,04	0,60
Povoamento	0,06h	1,00	0,06
Biometrias	0,69h	1,00	0,69
Arraçamento	1,38h	1,00	1,38
Medicamento	...	5,00	0,31
Despesa	0,03h	1,00	0,03
<b>Total</b>	...	...	<b>5,62</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_{i=1}^k P_i / k = 5,62/15 = \underline{0,3747}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 139,35/2 = \underline{69,675}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/41(0,012242089)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3747(69,675)^2 1/41(0,012242089)$$

$$L = \underline{0,54314}, \text{ logo, } 15 \times 0,54314 = \text{R\$ } \underline{8,15}.$$

Quadro 29 - Tratamento ( $T_3 = 20\%$  de Levedura). - K = 12 descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	5,40kg	0,30	1,62
Levedura	1,35g	0,23	0,31
Alevino	12	0,04	0,48
Povoamento	0,05h	1,00	0,05
Biometrias	0,55h	1,00	0,55
Arraçoamento	1,10h	1,00	1,10
Medicamento	...	5,00	0,25
Despesa	0,03h	1,00	0,03
<b>Total</b>	...	...	<b>4,39</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 4,39/12 = \underline{0,3658}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 151,29/2 = \underline{75,645}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44(0,047722599)$

Cálculo da Função Perda De Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,3658(75,645)^2 / 44(0,047722599)$$

$$L = \underline{2,27026}, \text{ logo, } 12 \times 2,27026 = \text{R\$ } \underline{27,24}.$$

Quadro 30 - Tratamento ( $T_4 = 30\%$  de Levedura) - K = 10 descartados.

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Ração	4,823kg	0,30	1,45
Levedura	2,067kg	0,23	0,48
Alevino	10	0,04	0,40
Povoamento	0,04h	1,00	0,04
Biometrias	0,45h	1,00	0,45
Arraçoamento	0,92h	1,00	0,92
Medicamento	...	5,000	0,20
Despesa	0,02h	1,00	0,02
<b>Total</b>	...	...	<b>3,96</b>

Cálculo de (A)

$$A = \sum_1^k P_i / k = 3,96/10 = \underline{0,396}$$

Cálculo de ( $\Delta$ )

$$\Delta = m / 2 = 161,75/2 = \underline{80,875}$$

Cálculo de ( $V^2$ ):  $v^2 = 1/44(0,007962977)$

Cálculo da Função Perda de Taguchi (L)

$$L = A \Delta^2 v^2 = 0,396(80,875)^2 / 44(0,007962977)$$

$$L = \underline{0,46876}, \text{ logo, } 10 \times 0,46876 = \text{R\$ } \underline{4,69}.$$

As perdas de Taguchi para a produção, para os peixes mortos e descartados estão representados nas Figuras 51, 52, e 53.

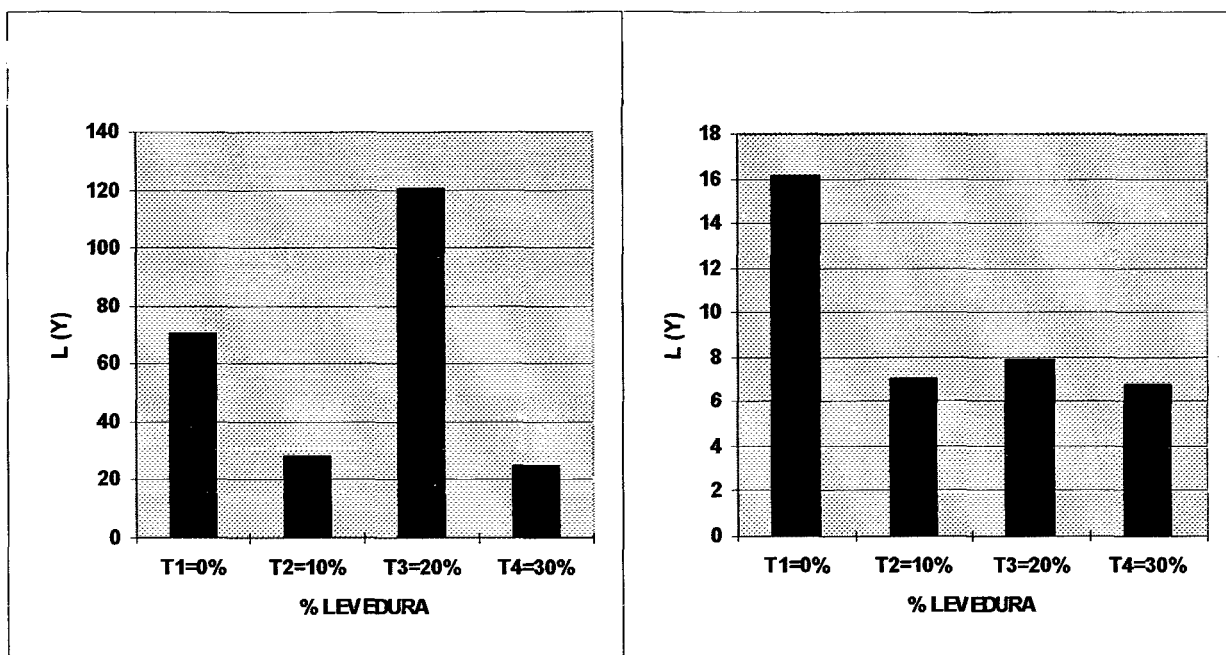


Figura 51 - Perda de Taguchi para a produção dos peixes respectivamente nas caixas de amianto e tanques-rede por tratamento.

A perda de Taguchi na produção dos peixes nas caixas de amianto revelou que o tratamento que utilizou a inclusão de 30% de levedura de destilaria na ração (Figura 51) resultou em um custo de produção de R\$ 24,55 inferior aos demais tratamentos.

Observou-se em relação ao tanque-rede para o custo de produção que todos os tratamentos foram inferiores ao grupo padrão. Para os tratamentos T1=0%, T2=10%, T3=20% e T4=30% de inclusão de levedura de destilaria na ração as perdas foram respectivamente de R\$ 16,10, 7,02, 7,87 e 6,82 (Figura 51). Este resultado confirma a possibilidade do direcionamento deste resíduo como substituto parcial da ração utilizada na piscicultura, uma vez que pode favorecer a diminuição do custo de produção para o piscicultor.

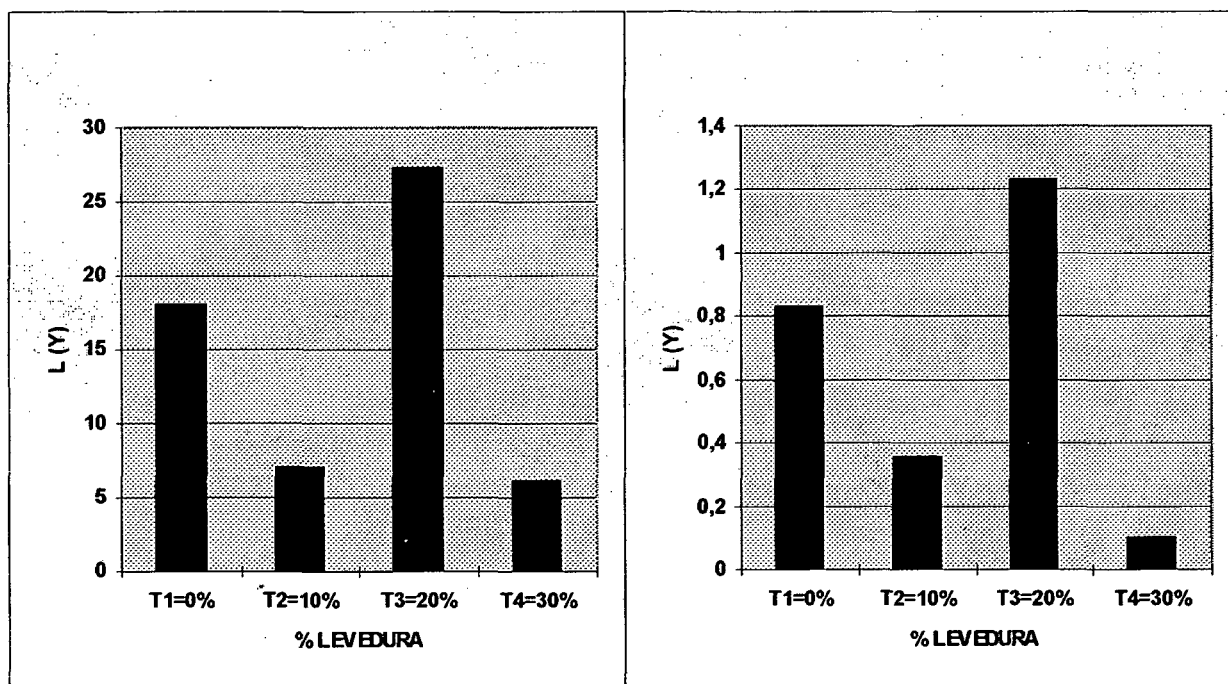


Figura 52 - Perda de Taguchi para os peixes mortos respectivamente nas caixas de amianto e tanques-rede por tratamento.

Observou-se que os tratamentos T2 e T4 que utilizou a inclusão de 20% e 30% de levedura de destilaria na ração (Figura 52), resultou em perdas respectivamente de R\$ 7,09 e 6,20 inferiores ao grupo controle (T1=0%), com perda de R\$ 27,37 para os peixes mortos nas caixas de amianto.

Em relação ao tanque-rede, observou-se o mesmo comportamento das caixas de amianto, isto é, a inclusão de 10% e 30% de levedura de destilaria na ração (Figura 52) resultou em perdas respectivamente de R\$ 0,36 e 0,10 inferiores ao grupo padrão que foi de R\$ 0,83 para os peixes mortos.

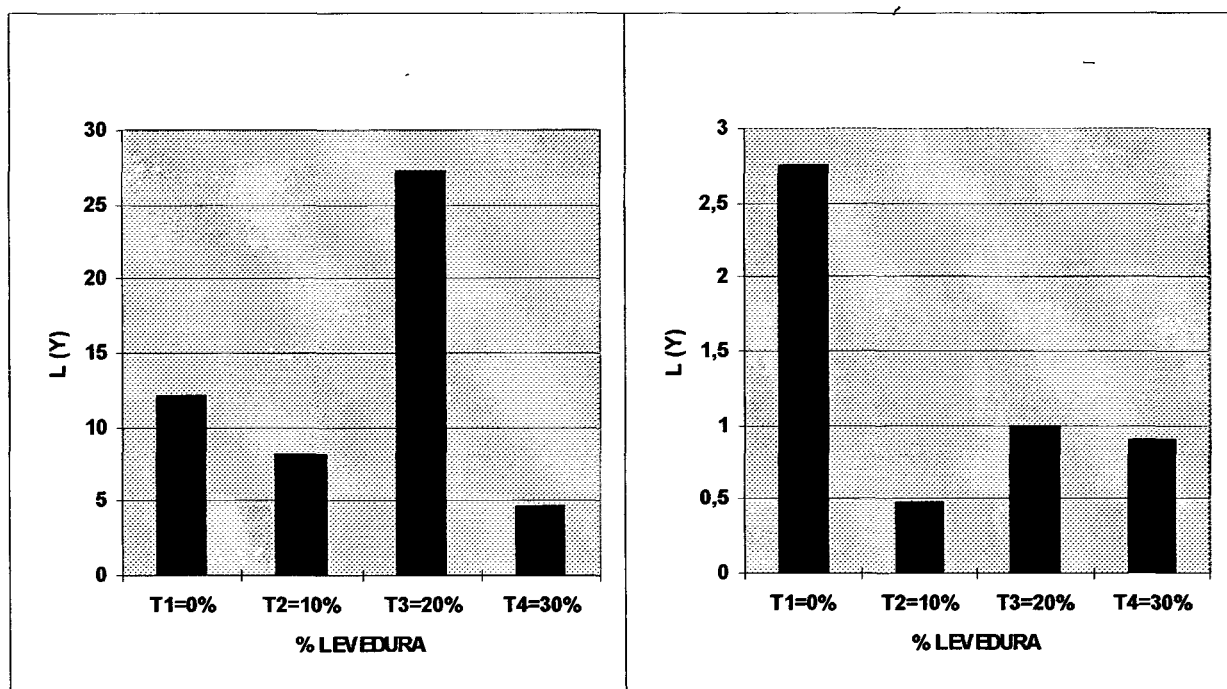


Figura 53 - Perda de Taguchi para os peixes descartados respectivamente nas caixas de amianto e tanques-rede por tratamento.

No gráfico da Figura 53, observou-se que as perdas para os peixes descartados nas caixas de amianto foram de R\$ 12,21, 8,15, 27,24 e 4,69 para os respectivos tratamentos T1=0%, T2=10%, T3=20% e T4=30% de inclusão de levedura de destilaria na ração. As perdas do tratamento T4 foi inferior a todos os tratamentos. Os tratamentos T2 e T4 tiveram perdas inferiores ao grupo padrão (T1).

Observou-se em relação ao tanque-rede para os peixes descartados que todos os tratamentos tiveram perdas inferiores ao grupo padrão. Para os tratamentos T1=0%, T2=10%, T3=20% e T4=30% de inclusão de levedura de destilaria na ração as perdas foram respectivamente de R\$ 2,76, 0,48, 1,00 e 0,91 (Figura 53). Isto indica que a inclusão de níveis crescentes de levedura de destilaria na ração depende apenas de sua disponibilidade e custo ocasional.

## CAPÍTULO VII

### 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 7.1 - Conclusões

Os dados obtidos nas condições experimentais permitem as seguintes conclusões:

1 - O desempenho da inclusão de levedura de destilaria (*Saccharomyces cerevisiae*) em rações experimentais balanceadas sobre o desenvolvimento na criação de tilápia do nilo e as características na qualidade da carne não mostrou efeito prejudicial até o nível máximo testado de 30% para os dois diferentes meios.

2 - Não houve diferenças estatísticas significativas para o ganho de peso, comprimento, incrementos diários em comprimento e em peso e eficiência alimentar nos dois diferentes meios, indicando que a escolha do nível de levedura na ração para estes peixes depende da sua disponibilidade e custo ocasional.

3 - A levedura das dietas nas caixas de amianto proporcionou aos peixes boa resistência às condições ambientais desfavoráveis, constatando pela não diferença estatística entre os tratamentos com diferentes níveis de levedura e o padrão. Em relação ao tanque rede observou-se que a sobrevivência nos tratamentos (T1, T2 e T4) e (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente entre si, porém, o tratamento T4 (98,3%) foi superior ao tratamento T3 (81,7%).

4- O baixo índice de crescimento observado na caixa de amianto pode ser atribuído a pouco espaço disponível por exemplar, não obedecendo o limite de



densidade populacional e uma diminuição da ingestão de alimentos coincidindo com a queda de temperatura ambiental, além da ausência da alimentação natural.

5 - O emprego dos diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria na ração, promoveu um aumento do teor protéico e houve uma diminuição de lipídios nas carcaças e filés de tilápia do nilo. Este resultado confirma a possibilidade do direcionamento deste resíduo como substituto da fonte protéica para rações utilizadas em piscicultura, uma vez que pode favorecer a qualidade da carne de tilápias.

6 - O teste de Tukey realizado para médias das notas atribuídas revelou que a inclusão de até 20% de levedura de destilaria como substituto protéico em rações, resultou em melhoria da aceitabilidade dos filés de tilápias. Este resultado confirma a possibilidade da substituição da fonte protéica pela levedura de destilaria, uma vez que pode favorecer o índice de aceitabilidade dos filés de tilápias.

7 - As perdas de Taguchi para a produção total, para os peixes mortos e descartados não revelou uma correlação positiva para os diferentes níveis de inclusão de levedura de destilaria. Observou-se perdas acentuadas principalmente nas caixas de amianto atribuídos ao limite de densidade, ausência de alimentação natural e grande dispersão no tamanho dos peixes.

8 - Os resultados médios obtidos nos parâmetros limnológicos para o controle da qualidade da água através da análise físico-química, gráficos de controle e índice de capacidade foram normais nos dois diferentes meios. Os valores da temperatura média mensal revelou estar **“fora de controle estatístico”** e mostrou que 39,74% e 35,20% respectivamente nas caixas de amianto e tanques-rede estão abaixo do limite inferior de especificação (LIE).

## **7.2 - Recomendações**

Para o desenvolvimento de futuros trabalhos de avaliação do desempenho da levedura na piscicultura recomenda-se:

**1** - A aplicação da Metodologia-Taguchi desde a fase de planejamento em vez de adotar apenas o enfoque tradicional do controle da Qualidade, indicando uma postura mais preventiva do que corretiva.

**2** - Uma seleção mais rigorosa no tamanho dos peixes para que a dispersão inicial tenda a “zero”. A “perda da Qualidade esperada” é função direta da dispersão do processo produtivo e a variância inicial deve ser reduzida para obter um crescimento mais uniforme com menor perda.

**3** - A aplicação das técnicas de “Pareto” e do “Problema da Mochila” para atacar os problemas principais da piscicultura, selecionando o melhor conjunto de causas e através da programação linear inteira e binária serem solucionados.

**4** - O uso do Controle Estatístico de Processo (CEP) e Índice de Capacidade (Cp e Cpk) para aferir os fatores físicos, químicos e biológicos para a “Garantia de Qualidade” e produtividade na piscicultura.

**5** - Evitar a criação de tilápia do nilo no inverno onde há uma diminuição da ingestão de alimentos coincidindo com a queda de temperatura e desaceleramento no ritmo de crescimento.

**6** - Em face dos resultados sugere-se uma investigação mais acurada para verificar a possibilidade da inclusão de levedura com níveis superiores a 30% em rações experimentais balanceadas para avaliar o desempenho sobre o ganho de peso dos peixes.

## CAPÍTULO VIII

## 8 - APÊNDICES

Apêndice A - Peso final individual dos peixes nas caixas de amianto.

REP.	BLOCO 1				BLOCO 2				BLOCO 3			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	271,30	48,91	289,05	239,15	289,96	64,85	120,84	273,79	17,29	307,37	229,03	231,21
2	202,46	205,91	249,76	163,91	96,24	86,48	217,14	217,53	46,07	268,23	143,04	138,24
3	219,07	102,83	199,47	153,96	330,18	112,23	194,43	163,35	96,59	114,26	54,63	67,72
4	238,38	281,69	271,87	210,17	284,34	215,05	140,92	109,80	156,00	60,61	296,75	281,70
5	238,84	123,81	239,33	172,24	119,30	300,76	213,41	86,91	187,09	158,52	95,24	286,28
6	140,01	29,18	235,08	305,11	232,24	328,78	219,45	249,82	107,31	292,42	26,16	173,69
7	173,91	266,50	37,63	144,94	172,32	156,24	64,32	28,20	46,32	241,72	254,16	253,06
8	175,25	248,17	71,29	41,62	182,11	76,71	240,20	22,39	8,71	189,34	8,99	262,72
9	67,94	69,76	89,13	88,30	158,13	33,51	184,28	281,01	74,17	139,61	70,93	177,10
10	44,33	55,34	98,14	89,69	276,15	43,79	214,72	143,48	42,97	50,42	64,94	229,13
11	171,63	71,92	102,95		251,20	16,23	126,96	138,25	105,79	247,13	51,65	289,27
12	101,38	33,27	25,36		110,02	167,61	127,50	64,79		125,47	68,03	216,98
13	193,23	32,27	5,92				234,03	97,49		114,25	152,02	111,50
14	179,11						139,06	55,73		42,54	257,17	74,01
15	201,75						240,05	40,03		117,23		60,35
16	134,25						183,13			72,50		247,02
17	207,34						109,27					234,67
18	13,92											167,07
19	111,42											33,45
20												
Média	162,40	208,50	80,76	120,74	133,52	158,85	147,30	174,69	126,62	160,91	131,50	186,06

## Apêndice B - Peso final individual dos peixes nos tanques-rede.

REP.	BLOCO 1				BLOCO 2				BLOCO 3			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	186,16	206,20	211,30	135,17	166,03	246,98	192,72	154,26	163,40	168,40	133,47	86,25
2	119,47	163,96	225,10	85,89	18,00	162,71	125,00	140,93	206,40	147,04	195,00	80,26
3	226,93	83,70	168,70	183,00	114,14	258,09	122,37	163,63	52,60	193,30	160,97	103,44
4	160,14	194,50	193,91	55,86	198,23	193,00	72,50	227,38	202,30	109,45	91,65	178,14
5	190,67	108,86	114,08	131,86	169,14	173,72	138,06	130,18	190,70	79,70	220,60	115,20
6	210,60	144,41	209,30	75,49	70,40	215,32	116,52	41,61	111,08	78,26	232,00	192,95
7	64,00	153,60	246,00	58,04	82,89	170,00	167,04	176,75	180,00	229,50	121,40	177,65
8	49,23	147,52	67,63	75,11	70,00	182,23	207,63	220,00	96,00	173,80	142,11	220,00
9	163,04	175,80	142,60	210,00	211,80	115,14	140,17	189,56	89,30	127,60	69,38	72,00
10	103,34	184,53	120,14	199,17	195,28	103,28	220,96	135,90	119,40	123,13	100,37	41,90
11	198,19	123,16	51,00	114,62	140,49	99,23	215,24	144,00	46,45	40,05	71,83	117,12
12	237,56	71,59	52,00	145,46	61,50	45,86	26,87	203,30	12,11	155,70	108,57	93,20
13	218,00	119,30	44,64	112,71	172,02	203,80	80,00	220,19	119,30	100,40	136,44	120,14
14	214,00	170,00	147,11	195,86	50,00	79,00	127,25	104,5	61,07	128,32	86,54	185,85
15	55,00	73,49	114,45	207,29	118,36	206,43	156,13	219,68	213,40	172,01	160,74	130,72
16	87,54	170,92	65,20	104,50	105,40	147,81	163,60	186,70	137,22	201,11	81,16	58,42
17	102,71	190,19	85,65	76,73	111,69	126,41		88,79	190,58	146,70		211,12
18	207,60	48,26		167,41	221,30	43,15		65,07	260,70			155,17
19		197,00		198,76	72,00	47,16		74,30	51,89			59,76
20		168,49						35,03				223,97
MÉDIAS	155,24	132,14	131,78	144,77	150,81	139,67	132,87	142,00	132,01	133,31	146,09	131,16

## Apêndice C - Composição da ração comercial Pirá Tropical.

Níveis de garantia por kg do produto	
Produto	Pirá tropical
Umidade (máx. )	13%
Proteína Bruta (mín.)	28%
Extrato Etéreo (mín.)	3,0
Matéria Fibrosa (máx.)	9,0
Matéria Mineral (max.)	10%
Cálcio (máx.)	1,6%
Fósforo (mín.)	0,6%
Enriquecimento por kg do Produto	
Produto	Piirá Tropical
Vitamina A	12000 UI
Vitamina D3	2000 UI
Vitamina E	15 UI
Vitamina K	2,00 mg
Vitamina B12	0,15 mg
Tiamina	1,50 mg
Ácido Pantotênico	11,00 mg
Colina	350 mg
Niacina	35 mg
Pirodoxina	2,50 mg
Riboflavina	600 mg
Ácido Fólico	0,60 mg
Biotina	100 mg
Zinco	60mg
Manganês	70 mg
Cobre	8,00 mg
Ferro	30 mg
Iodo	1,00 mg
Cobalto	0,10 mg
Selênio	0,20 mg
Antioxidante	125 mg
Composição Básica do Produto	
Milho, Far. de soja, Farinha de peixe, Levedura de álcool , Óleo de soja, Suplemento vitamínico.	Glútem de milho, Far. carne e ossos, Sal, carbonato de cálcio, Suplemento mineral.

Apêndice D - Informações gerais sobre a Biomassa (Bt), Consumo de ração (Cr), conversão alimentar aparente (S) e Eficiência alimentar (Ea) dos peixes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 nas caixas de amianto e tanques-rede respectivamente.

MESES	TRAT.	Bt (Kg)	Cr (kg)	S	Ea	Bt (kg)	Cr (kg)	S	Ea
0	I	0,077	.....	.....	.....	0,079	.....	.....	.....
	II	0,079	.....	.....	.....	0,079	.....	.....	.....
	III	0,070	.....	.....	.....	0,056	.....	.....	.....
	IV	0,082	.....	.....	.....	0,078	.....	.....	.....
1	I	0,207	0,9000	6,9231	0,1444	1,095	1,4400	1,4173	0,7056
	II	0,259	0,9000	5,0000	0,2000	1,057	1,4400	1,4723	0,6792
	III	0,249	0,9000	5,0279	0,1989	0,998	1,4400	1,5287	0,6542
	IV	0,303	0,9000	4,0724	0,2456	1,077	1,4400	1,4414	0,6938
2	I	0,359	0,9000	5,9211	0,1689	2,544	2,8320	1,9545	0,5117
	II	0,451	0,8550	4,4531	0,2246	2,488	2,7840	1,9455	0,5140
	III	0,420	0,8850	5,1754	0,1932	2,272	2,7840	2,1801	0,4587
	IV	0,608	0,9000	2,9508	0,3389	2,599	2,8800	1,8922	0,5285
3	I	0,467	0,8850	8,1944	0,1220	3,828	3,4200	2,6635	0,3754
	II	0,602	1,2960	8,5828	0,1165	3,858	3,4800	2,5014	0,3937
	III	0,494	0,8850	11,9595	0,0836	3,585	3,3600	2,5648	0,3899
	IV	0,845	1,4400	6,0760	0,1645	4,028	3,6000	2,5192	0,3969
4	I	0,621	1,3200	8,5714	0,1167	4,778	4,1040	4,3200	0,2315
	II	0,771	1,2000	7,1006	0,1408	4,811	4,1760	4,3820	0,2283
	III	0,678	1,3920	5,9487	0,1681	4,226	3,8880	6,0655	0,1649
	IV	1,191	1,4400	4,1618	0,2403	4,948	4,2480	4,6174	0,2166
5	I	0,888	1,2240	4,5843	0,2181	5,482	4,0320	5,7273	0,1746
	II	1,109	2,3040	6,8166	0,1467	5,832	4,5360	4,4124	0,2266
	III	0,933	1,3440	5,2706	0,1897	4,627	3,8880	9,6958	0,1031
	IV	1,639	2,8800	6,4286	0,1556	5,901	4,7790	5,0146	0,1994
6	I	1,537	2,4480	3,7720	0,2651	7,748	4,7790	2,1090	0,4742
	II	1,693	2,2560	3,8630	0,2589	8,127	4,5360	1,9825	0,5044
	III	1,499	2,5440	4,4917	0,2225	6,679	3,9690	1,9342	0,5170
	IV	2,588	2,8320	2,9840	0,3351	8,074	4,7790	2,1993	0,4597
7	I	2,205	2,4000	3,5928	0,2783				
	II	2,261	2,2080	3,8873	0,2578				
	III	2,078	2,4960	4,3109	0,2320				
	IV	3,367	3,5400	4,5443	0,2201				
8	I	3,295	3,0000	2,7523	0,3633				
	II	3,143	2,7000	3,0612	0,3267				
	III	2,725	3,0000	4,6368	0,2157				
	IV	5,287	4,1760	2,1750	0,4598				
9	I	4,509	3,6000	2,9654	0,3372				
	II	3,987	3,1680	3,7536	0,2664				
	III	4,368	3,5280	2,1473	0,4657				
	IV	5,525	4,3740	18,3782	0,0544				
10	I	5,371	3,7260	4,3225	0,2313				
	II	5,005	3,5640	3,5010	0,2856				
	III	5,061	3,8070	5,4935	0,1820				
	IV	5,878	3,8880	11,0142	0,0908				
11	I	6,476	3,7800	3,4208	0,2923				
	II	5,471	3,3210	7,1266	0,1403				
	III	6,203	3,9600	3,4676	0,2884				
	IV	7,113	3,9600	13,2065	0,3119				

Apêndice E - Temperatura média da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), Incremento em Comprimento (IL) e em Peso (IW) na caixa de amianto durante o período experimental.

Meses	$t^{\circ}\text{C}$	IL				IW			
	17:00h	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
abril	23,06	1,68	1,86	2,15	2,97	2,16	3,01	3,05	3,69
maio	22,33	0,82	0,96	1,14	1,67	2,53	3,59	3,22	5,63
junho	20,62	0,69	1,07	0,44	0,83	1,94	3,23	1,79	3,40
julho	20,78	0,87	1,99	1,20	1,05	3,37	4,28	4,42	5,77
agosto	22,50	1,33	1,27	1,08	1,14	6,12	7,29	5,87	7,47
setembro	22,84	1,53	1,29	1,37	1,28	12,7	13,3	12,5	16,5
outubro	23,25	1,17	1,01	1,19	0,88	14,0	13,1	13,8	13,2
novembro	22,84	1,61	1,23	1,40	1,42	20,5	20,7	23,0	22,1
dezembro	23,72	1,84	1,04	1,86	1,20	25,6	11,5	31,2	23,2
janeiro	23,04	1,99	2,25	1,53	1,75	26,6	32,4	15,7	19,8
fevereiro	23,09	1,06	0,75	1,00	1,08	37,4	25,6	36,3	39,2

Apêndice F - Temperatura média da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), Incremento em Comprimento (IL) e em Peso (IW) no tanque-rede durante o período experimental.

Meses	$t^{\circ}\text{C}$	IL				IW			
	17:00h	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
abril	25,39	5,35	5,40	5,58	5,45	16,9	16,3	15,7	16,7
maio	23,19	2,98	3,24	3,12	2,91	24,9	25,3	22,5	25,4
junho	20,81	1,78	1,16	1,71	1,75	24,0	23,6	24,9	23,8
julho	20,65	1,58	1,56	1,54	1,52	16,7	17,9	14,0	16,7
agosto	20,80	0,64	1,19	0,55	1,00	14,1	19,9	14,3	16,1
setembro	23,07	2,05	1,91	2,45	2,80	40,4	40,8	43,7	36,8

Apêndice G - Ganho de Peso Relativo (g) nas caixas de amianto e tanques-rede respectivamente.

Meses	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
abril	167,4	229,7	262,9	271,0	1283	1235	1669	1282
maio	73,30	83,10	77,60	111,0	136,0	144,0	135,0	141,1
junho	32,40	40,80	24,30	31,80	54,70	55,00	64,00	55,00
julho	42,26	38,40	48,40	41,90	24,80	26,90	21,90	24,90
agosto	54,20	47,30	43,30	37,60	16,70	23,50	18,30	19,20
setembro	73,10	58,60	64,20	60,50	41,30	39,20	47,30	36,80
outubro	46,30	36,40	41,60	69,80				
novembro	46,50	42,10	50,80	38,70				
dezembro	39,60	16,50	62,20	29,30				
janeiro	29,40	39,80	15,90	19,40				
fevereiro	32,10	22,50	31,50	32,20				

Apêndice H - temperatura da água (°C) nas caixas de amianto coletada às 17:00h.

DIAS	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
1	23,0	23,0	22,0	21,0	21,0	22,0	21,0	24,0	24,0	22,0	22,0
2	22,0	23,0	22,0	19,0	21,0	22,0	18,0	26,0	24,0	22,0	23,0
3	23,0	24,0	21,0	19,0	20,0	22,0	18,0	23,0	23,0	22,0	22,0
4	23,0	23,0	22,0	20,0	20,0	22,0	22,0	22,0	24,0	22,0	24,0
5	23,5	22,5	21,0	20,0	20,0	23,0	23,0	24,0	23,0	23,0	22,0
6	24,0	22,0	21,0	20,0	19,0	23,0	25,0	24,0	24,0	23,0	23,0
7	23,5	22,0	21,0	18,0	20,0	22,0	21,0	24,0	23,0	23,0	23,0
8	23,5	21,0	19,0	20,0	19,5	22,0	21,0	23,0	23,0	22,0	24,0
9	23,5	22,0	18,0	21,0	19,0	23,0	20,0	23,0	25,0	23,0	24,0
10	25,0	23,0	20,5	20,5	20,0	24,0	20,0	21,0	25,0	23,0	22,0
11	23,0	23,0	21,0	20,5	21,0	23,0	21,0	21,0	28,0	23,0	22,0
12	24,0	24,0	20,0	21,0	21,0	23,0	23,5	22,0	24,0	23,0	22,0
13	22,0	24,0	20,0	21,0	21,0	23,0	27,0	22,0	25,0	24,0	24,0
14	21,0	23,0	20,0	21,0	22,0	23,0	27,0	22,0	24,0	24,0	24,0
15	21,0	23,0	20,0	20,5	22,0	23,0	25,0	23,0	24,0	23,0	24,0
16	21,0	23,0	21,0	21,0	20,0	23,0	26,0	23,0	24,0	23,0	23,0
17	23,0	22,0	21,5	20,0	18,5	23,0	22,0	24,0	25,0	22,0	23,0
18	23,0	21,0	21,0	20,0	20,0	22,0	23,0	25,0	23,0	23,0	23,0
19	24,0	22,0	21,0	19,0	20,0	22,0	25,0	23,0	22,0	23,0	23,0
20	24,0	21,0	21,0	18,0	22,0	22,5	25,0	24,0	22,0	23,0	24,0
21	23,0	21,0	20,0	22,0	22,0	23,0	25,5	24,0	23,0	24,0	24,0
22	24,0	22,0	20,0	22,0	22,0	21,0	23,0	22,0	23,0	23,0	23,0
23	23,0	21,0	20,5	22,0	22,0	21,0	24,0	24,0	24,0	23,0	23,0
24	21,0	22,0	21,0	20,0	22,0	21,0	21,0	24,0	23,0	23,0	24,0
25	23,0	23,0	21,0	20,0	22,0	23,0	22,0	24,0	23,0	24,0	24,0
x	23,0	22,4	20,6	20,3	20,7	22,3	22,8	23,2	23,8	22,9	23,2
s	1,07	0,95	0,92	1,08	1,12	0,83	2,53	1,20	1,22	0,64	0,76
R	4,00	3,00	4,00	4,00	3,50	3,00	9,00	5,00	6,00	2,00	2,00



Apêndice I - Temperatura da água (°C) nos tanques-rede coletada às 17:00h.

DIAS	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
1	25,0	25,0	23,0	21,0	21,0	23,0
2	27,0	23,0	22,5	21,0	21,0	23,0
3	26,0	24,0	21,0	19,0	20,0	22,0
4	26,0	23,0	21,0	19,0	20,0	22,0
5	26,0	23,5	21,0	20,0	20,0	24,0
6	28,0	22,0	21,0	20,0	19,0	24,0
7	24,0	24,0	22,0	20,0	20,0	23,0
8	27,0	24,0	20,0	18,0	19,5	24,0
9	26,0	24,0	20,0	20,0	19,0	23,0
10	26,0	24,0	19,0	21,0	20,0	24,0
11	27,0	23,0	21,0	20,5	21,0	24,5
12	29,0	24,0	21,0	20,5	22,0	24,0
13	25,0	24,0	19,0	21,0	21,0	24,0
14	26,0	23,0	19,0	21,0	21,0	24,0
15	24,0	25,0	19,0	21,0	22,0	23,0
16	24,0	23,0	21,0	22,0	19,0	23,0
17	25,0	23,0	21,0	21,0	18,0	23,0
18	24,0	22,0	22,5	21,0	20,0	23,0
19	24,0	25,0	21,0	20,0	20,0	22,0
20	26,0	21,0	21,0	19,0	22,0	22,5
21	27,0	23,0	21,0	22,0	22,0	22,5
22	26,0	23,0	20,0	22,0	22,0	23,0
23	25,0	22,0	20,0	22,0	22,0	21,0
24	25,0	23,0	21,5	20,0	22,0	23,0
25	25,0	23,0	21,5	20,0	22,0	23,0
x	25,72	23,38	20,78	20,48	20,62	23,08
s	1,31	0,99	1,09	1,04	1,20	0,85
R	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00





## CAPÍTULO IX

### 9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, L. O. B. et al. Reversão sexual da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus*, em condições de laboratório, usando o hormônio 17- alfa-metiltestosterona. In: ENCONTRO RIO GRANDENSE DE TÉCNICOS EM AQUACULTURA, 4, 1993. **Resumos...** 1993.
- ALABASTER, J. S.; LLOYD, R. **Water quality criteria for freshwater fish.** 2. ed. London : Butterworths Scientific, 1982. 361p.
- ALBINATI, R. C. B; VELOSO, J.A.F; ALBUQUERQUE FILHO G. C. et al. Ganho de peso em tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*) criadas em sistema de policultivo, em tanques adubados com esterco de galinha e superfosfato triplo. **Arq.Bras. Med. Vet. Zoot**, v.35, n.5, p.699-708, 1983.
- ALCOPAR - ASSOCIAÇÃO DE ÁLCOOL DO ESTADO DO PARANÁ. **Relatório do Setor Sucro-Alcooleiro.** [S.l.]: ALCOPAR, 1992. P.13-18: Sub-produtos: na indústria sucro-alcooleira nada se perde, tudo se transforma.
- ALMEIDA, E. J. Apresentação. In: WOYNDROVICH, E. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais.** Brasília : CODESVAF, 1983.
- ALVES, L. M. C. G. et al. Avaliação de níveis crescentes de levedura seca de vinhaça incorporadas às rações de Tilápia do nilo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE AQUICULTURA, 6. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1988. Florianópolis, **Resumos...** Florianópolis : Abraq, 1988. p.355-361.
- ALZUGUIR, F. Situação atual e perspectiva da aquicultura no Brasil. In: SIMPÓSIO DE AQUICULTURA, 3, 1984, São Carlos. **Anais...** p.25-36.

- AMORIM, H. V. Nutrição Mineral da levedura: aspectos teóricos e práticos In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA "Jayme Rocha de Almeida", 4, 1985, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1985. p.44-48.
- ANDRADE, P. B. O potencial do papel da aquicultura da economia brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 5, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Conbep. Dez./1988. p.73-79.
- ANDREWS, J. W.; MURI, T.; CAMPBELL, C. Effects, of dietary calcium and phosphorus on growth, food conversion, bone ash and hematocrit levels of catfish. **J. Nutr** .103, p.766-771, 1973.
- ANGELIS, D. F. Leveduras - fonte de alimentos. In: SEMINÁRIO DE MICROORGANISMOS DA FERMENTAÇÃO ETANÓLICA E POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA, 1987, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", 1987. p.19-28.
- ARAÚJO, N. Q; VISCONTI, A. S.; CASTRO, H.F. DE. et al. Produção de Biomassa Fúngica de Vinhoto. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.88, n.6, p.35-45, dez. 1976.
- BARKER, T. B. Quality engineering by design: Taguchi's philosophy. **Quality Progress**, v.19, n.12, p. 32-43, dec. 1986.
- BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; SILVEIRA, A. C. et al. Digestibilidade aparente de fontes alimentares alternativas pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1988. p.428-432.
- BENASSI, V.T.; CAMARGO, C.R.O; CIACCO, C. F. Caracterização química e redução do conteúdo de ácidos nucléicos das células de levedura (*Saccharomyces spp.*) Provenientes da produção do álcool de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, V.10, n.2, p.2249-260, 1990.

- BERTALANFFY, L. Von. A quantitative theory of organic growth. **Hum. Biol.** v.10, n.2, p.181-213. 1938.
- BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture.** Birmingham: Alabama Agricultural Experiment Station, 1990. 477p.
- BRADLEY, Stephen P., HAX, Arnaldo C., MAGNAND, Thomas L. **Applied mathematical programming,** London: 1976.
- BRODY, S. **Bionergetics and Growth.** New York, Reinhold, Ny, p.1023. 1945.
- BRONSON, R. **Pesquisa operacional.** São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- CAETANO FILHO, M.; RIBEIRO, S. C. Monocultivo de *Oreochromis niloticus* com alta densidade de estocagem. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 11, 1995. **Resumos...** Campinas, 1995.
- CARNEIRO, W. Comentário Econômico: proteínas. **Brasil Açucareiro,** Rio de Janeiro, v.77, n.6, p.15-16, 1971.
- CARUSO, J. G. B. As leveduras: transformação de açúcar em álcool. In: **SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA "JAIME ROCHA DE ALMEIDA,"** 4, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1985. p.36-40.
- CARVALHO, J. N.; FERNANDES, J. A.; OLIVEIRA, J. A. Criação consorciada de híbridos de tilápia-de-zanzibar (macho) *Sarotherodon hormorum* (TREW.) x tilápia do Nilo (fêmea) *Sarotherodon niloticus* (L.) e bovinos **Inf. Tecn. DNOCS,** Fortaleza, n.5, p.1-4, 1978.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.
- CHIU, Y. Considerations for feeding experiments to quantify dietary requirements of essential nutrients in fish In: DA SILVA, S. S. (ed.). **Fish nutrition research in Asia.** Manila: Asian Fisheries Society, 1989, p.46-59.

- CODA, S. et al. Efeito da densidade de estocagem no cultivo intensivo de tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA**, 9, Sete Lagoas, Mg. 1996, p.131. **Resumos...** Sete Lagoas, Simbraq. 1996.
- COOKE, L. Resíduos de álcool de milho alimenta peixes. **O Estado de São Paulo**, 20 jul. 1994. Supl. Agrícola, G.12.
- COSTA, F. J. C. B.; VIANA, C. E.; SÁ, M. F. P. et al. Utilização de vinhaça em piscicultura. II-Vinhaça biodigerida. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA**, 4, 1985, Curitiba, **Anais...** Curitiba; AEP/SUL, 1986. p.63-72.
- COWEY, C. B. et al. Studies on the nutrition of marine Flat-fish. The effect of dietary protein content on certain cell componets and enzymes in the liver of Pleuronects platessa. **MARS. BIOL**, v.28, p.207-213, 1974.
- DANTZIG, G. B. **Linear Programming and extensions**. Princeton: Princeton University Press, 1963.
- DAVIES, S. J., WAREHAM, H. A preliminary evaluation of an industrial single cell protein in practical diets for Tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peters). **Aquaculture**, Amsterdam, v.73, p.189-199, 1988.
- DEHNAD, Khosrow. **Quality control, robust design, and the Taguchi method**. USA: Copyright, 1989. 309p.
- DELLARETTI FILHO, Osmário; DRUMOND, FÁTIMA BRANT. **Itens de controle e avaliação de processos**. Belo Horizonte : Fundação Christiano Ottoni, 1994.
- DEMING, W. E. **Quality, Productivity and Competitive Position** Massachussets Institute of Technology. Center for Advanced Engineering. 1982.

- DESMONTS, R. Importância do fermento seco na luta da subalimentação protéica e a carência vitamínica B. **Boletim Informativo da A.P.M.**, v.8, n.4, p.6-14, 1966.
- DEVENDRA, C. Nomenclature, terminology and definitions appropriate to animal nutrition. In: DA SILVA, S. S. (ed.) **Fish nutrition research in Asia**. Manila: Asian Fishery Society. 1989, p.1-10. (Asian Fish. Soc. Publ. n.4).
- ECKMANN, R. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.60, p.292-303, 1987.
- EDWARDS, P., PULLN, R. S. V.; GARTNER, J. A. **Research and education for the development of integrated crop - livestock-fish farming systems in the tropics**. Manila: ICLARM, 1988. 53p. (ICLARM Contribution, 470).
- ENSMINGER, M. E. Swine science. 4. ed. The Interstate Printers & Publishers, 1970. 882p.
- FALANGHE, H. Produção de microorganismos. In: LIMA, V.A; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotechnology: tecnologia das fermentações**. São Paulo: Blücher, 1975. v.1, p.246-285.
- FALCONI, C. V. **TQC Controle da Qualidade Total**, Rio de Janeiro: Bloch S.A, 1992.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total**. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1994. v.1, 205p.
- FRANCISCO, D. A. **Minimização dos estoques para forçar o aperfeiçoamento dos problemas que existem na empresa**. Florianópolis, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina.



- FRANK, M; DELBON, C. **Álcool, a molécula partida. Super Interessante**, São Paulo, v.10, n.7, p.46-51, jul. 1996.
- FURUYA, V. M. et al. **Viabilidade da levedura seca, *Saccharomyces cerevisiae*, em rações para o cultivo em consorciação de alevinos de tilápia nilótica, com alevinos de piapara, e de piavuçu.** In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA**, 9, Sete Lagoas, Mg. 1996, p.81. **Resumos...** Sete Lagoas, Simbraq, 1996.
- GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes.** 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 118p.
- GAMBALE, V. **Efeito da adição de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em cultura de leveduras de vinhaça.** **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 95, n.1, p.35-37, jan. 1980.
- GUEDES, T. A. **Procedimentos de otimização no planejamento e controle da qualidade de produtos e processos.** Florianópolis, 1996. 140p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- GUIMARÃES, O. **Piscicultura: tem tilápia no cardápio,** **GLOBO RURAL**, v.9, n.105, p. 58-63, jul. 1994.
- HEALTHY FISH. **Aga Innova**, n.2, p.11, 1966.
- HEPHER, B.; PRUGININ, Y. **Cultivo de peces comerciais: basado en las experiências de las granjas piscícolas em Israel.** México: Limusa, 1985. 316p.
- HEPHER, B. et al. **Food utilization by red tilapia: Effects for diet composition, feeding levei and temperature on utilization efficiencies for waintenance and growth.** **Aquaculture**, Amsterdam, n.32, p.255-275, 1983.
- HUET, M. **Tratado de piscicultura.** 3. ed. Madrid: Mundi-prensa, 1983. 753p.

**INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed., São Paulo, 1985.**

**ISHIKAWA, k. Guide to Quality Control. Tokyo: Asian Productivity Organization. 1983. p.42-50.**

**JAUNCEY, K. The effects of varying dietary protein leved on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias. Aquaculture, v.27, p.3-55, 1982.**

**JESSUP, P. "The value of continuing improvement" in IEEE Conference on Communications. S. I., p. 89-94, v. 1, 1985.**

**JUSTO, C. L.; CASTAGNOLLI, N.; CANTELMO, O. A. Efeito do manejo na produção de peixes em sistema de policultivo. B. Instituto de Pesca, v.12, n.3, p.21-30, 1985.**

**KACKAR, R. N. Taguchi's quality philosophy: analysis and commentary. Quality progress, v.19, n. 12, p.19-29, dec. 1986.**

**KACKAR, R. N. Taguchi Methods: In: HARRISON M.: WADSWORTH, Jr. (ed). Handbook of Statistical Methods of Engineers and Scientists, 1989.**

**KIHLBERG, R. The microbe as a source of food. Annual Review of Microbiology, Califórnia, v.26, p.427-466, 1972.**

**KIYAN, C. Uso alternativo de vinhoto para a produção de biomassa fúngica. In: SEMINÁRIO DE MICROORGANISMOS DA FERMENTAÇÃO ETANÓLICA E POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA, 1987, Rio Claro. Anais... Rio Claro: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho," 1987. p. 66-76.**

**KLEIBER, M. The fire of live. An introduction to animal energetics. Huntington, N. y., R. E. Krieger. 1975.**

- KOPP, E. I. **Efeito da substituição parcial da ração por levedura de destilaria sobre o crescimento de carpa húngara.** Londrina, 1993. (Monografia) - Universidade Estadual de Londrina, 1993.
- KOPP, E.I. **Efeito da secagem sobre os componentes orgânicos do leite da Usina de Álcool, COROL, Rolândia, Pr.** Londrina: UEL, 1992. (Monografia) - Universidade Estadual de Londrina, 1992. 50p.
- KRIDER, J. L.; CONRAD, J. H.; CARROL, W. W. **Swine production.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1982.
- KUBARYK, J. M. **Effects of diet, feeding schedule, and sex on food consumption, growth and retention of protein and energy by tilapia.** Alabama, 1980. Dissertation (PHD) - Auburn University.
- KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** São Paulo: Gente, 1993.
- LAJOLO, F. M. Problemas gerais da avaliação biológica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 6, 1983, São Leopoldo-RS. **Anais...** São Leopoldo: Siban. 1983. v.19, n.71, p.179-183.
- LEITE, R. G. **Análise quantitativa do comportamento do curimatá *prochilodus scrofa* STEIND.(Characiformes-Prochilodontidae) em tanques com adução orgânica.** São Carlos, 1987. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, 1987.
- LEITE, R. G.; VERANI, J.R; CESTAROLLI, M.A.; et al. Estudos biométricos do curimatá, *Prochilodus scrofa* em experimento de cultivo com suplementação alimentar (II) - Crescimento. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3, 1984, **Anais...** São Carlos: Abraq, 1984. p.345-365.
- LEME, M. C. S. **Estudo sobre o valor nutritivo da levedura desidratada de cana-de-açúcar,(*Saccharomyces cerevisiae*), através de ensaio de**

- digestibilidade “in vivo” e “in vitro.”** São Paulo, 1986. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1986.
- LEONHARDT, J. H. Efeito do 17-alfa-metiltestosterona sobre parâmetro metabólicos em tilapia do Nio (*Oreochromis niloticus*).** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1993, 39p.
- LIM, C. Pratical feeds-tilápias.** In: **LOVELL, R. T. et al. Nutrition and feeding of fish.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1980. p.163-167.
- LIM, C. Pratical feeding-tilapias.** In: **COWEY, C. B; MACKIE, A. M. Nutrition and feeding in fish.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- LIMA, V. A. Produção do Etanol.** In: **LIMA, V. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. Biotecnologia: tecnologia das fermentações.** São Paulo: E. Blücher, 1975. v.1, p. 48-69.
- LIMA, G. J. M. M. Uso de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilaria de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de matrizes suínas em gestação e lactação.** Piracicaba, 1983. 139p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1983.
- LIND, O. T. Handbook of common methods in limnology.** London: ed. Mosby 1979, p.59-85.
- LITCHFIELD, J. H. Single-ceel Proteins.** *Science*, n.219, p.740-746, feb, 1983.
- LOPES, C. H. Centrifugação do vinho na fermentação alcoólica.** *Cadernos Planalsucar*, Piracicaba, n.2, p.19-22, abr. 1984.
- LOURENÇO FILHO, R. C. B. Controle estatístico de qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 1982, 224p.
- LOVELL, R. T. Dietary phosphorus requeriment of channel catfish (*Ictalurus punctatus*).** *Trans. Am. Fish. Soc.*v. 107, p.617-621, 1978.

- LUND, V. X., & FIGUEIRA, M. L. O. A. **Criação de tilápias**. São Paulo: Nobel, 1989. 63p.
- LUQUET, P. Tilápia, *Oreochromis spp.* In: WILSON, R. P. (ed.). **Handbook of Nutrient Requirements of Fish**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p.169-79.
- MAINARDES PINTO, C. S. R. **Criação de tilápia**. São Paulo: Instituto de Pesca, 1989. 13p. (Boletim Técnico, 10).
- MAINARDES PINTO, C. S. R. et al. Estudo comparativo do crescimento de machos *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.16, n.1, p.19-27, jan./jun, 1989.
- MARTIN, A. M., GODDARD, S., BEMISTER, P. Production of *Candida utilis* as aquaculture feed. **J. Sci. Food Agric.**, Chichester, v.61, p.363-370, 1993.
- MARTIN, N. B. et al. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.1, p.9-47, jan. 1995.
- MARTINS, T. R. Composição química do leite de levedura da Usina de Álcool COROL, Rolândia Paraná. Londrina: UEL, 1991. 84p. (Monografia) - Universidade Estadual de Londrina, 1991.
- MATTOS, W. R. S.; DANTAS D'ARCE, R.; MACHADO, P.F. O uso de levedura da fermentação alcoólica na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v.10, n.119, p.56-60, nov. 1984.
- MATTY, A.J.; SMITH, P. Evaluation of a yeast, bacterium and alga as protein source for rainbow-trout. 1. Effect of protein level on growth, gross conversion efficiency and protein conversion efficiency. EIFAC/78/ SYMP.,E/7, 1978.
- MEDEIROS, A. P. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Saccharum**, São Paulo, v.4, n.12, p.36-40, jan. 1981.

- MEDRI, V. **Delineamento em blocos incompletos duplamente balanceados para experimentos organolépticos em que os efeitos de tratamentos são correlacionados.** Londrina, 1988. Dissertação (Mestrado em Matemática, Área de Concentração Estatística) - Universidade Estadual de Londrina, 1988.
- MELO, J. S. C. **Aspectos quantitativos do crescimento do Híbrido Tambacu (fêmea de Colossoma Macropomum x macho de Piaractus Mesopotamicus) sob condições de criação intensiva.** Florianópolis: UFSC, 1993. 56p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.
- MENEZES, T. J. B., FIGUEIREDO, I. B.; STRASSER, J. Proteína monocelular de leveduras amilolíticas. **Coletânea do ITAL**, v.4, p.109-115, 1971/72.
- MENTEN, J. F. M.; LIMA, G. J. M. M.; PACKER, I. U. et al. Níveis de uréia e ácido úrico no sangue de porcos alimentados com rações contendo levedura seca. **REUNIÃO DA SBZ**, 21, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBPC, 1984. p.204.
- MIYADA, V. S. **Uso da levedura seca sc. de destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de suínos em crescimento e acabamento.** Piracicaba: USP, 1978. 106p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1978a.
- MIYADA, V. S. **Uso da levedura seca sc. de destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de suínos em crescimento e acabamento.** **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 15, 1978, Belém. **Anais...** Belém: 1978b. p.196.
- MIYADA, V. S.; LAVORENTI, A. **Uso da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilaria de álcool e de cana-de-açúcar na alimentação de suínos em crescimento e acabamento.** **Rev. Soc. Bras. de Zootec.**, v.8, n.3, p.497-515, 1979.

- MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3.ed. New York : J. Wiley & Sons, 1991. P.649.
- MOREAU, J. **Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and further developments**. In: R. C. In Summerfelt and G.E. Hall, editors. **The Age Growth of Fish**. The Iowa State University Press, Ames, IA, USA. p.81-113.
- MOREIRA, J. R. A. **Uso de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilaria de álcool de cana-de-açúcar em rações isocalóricas para suínos em crescimento e acabamento**. Piracicaba: USP, 1984. 107p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1984
- NAGY, S. **Água: determinação de parâmetros que afetam a sua qualidade**. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 1988. 52p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES/NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes**. Washington, 1983, 102p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES/NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of fish**. Washington, 1993, 102p.
- NETO, A. C. et al. **Subproduto da indústria de gelatina como sucedâneo protéico na alimentação da Tilápia do nilo**. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE AQUICULTURA, 6. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, Florianópolis, Sc. 1988. **Resumos...** Florianópolis Abraq 1988.
- NOGUEIRA, S. L. C. **Produção e demanda de álcool: período 82/83 e 85/86**. *Saccharum, Paraíso*, v.23, p.29-32, 1982.

- NORMA, D. C. B.; et al. Fontes alternativas para alimentação de peixes. In: ENCOTRO ANUAL DE AQUICULTURA DE MINAS GERAIS, 10, 1992, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: 1992. p.93-102.
- ODUM, E. P. **Ecologia** Rio de Janeiro: Interamericana, 1985, 434p.
- OGAWA, M. (ed.); KOIKE, J. (ed.). **Manual de pesca**. Fortaleza. Associação dos Engenheiros de Pesca do Estado do Ceará, 1987. cap. 2, p. 34 - 66.
- OLIVEIRA, M. L. V. Cultivo de tilápias. **A lavoura**, v.84, n.181, p.34-36, mar./abr. 1981.
- O MILAGRE dos peixes. **Globo Rural**, São Paulo, v.10, n.108, p.29-32, out. 1993.
- O SOL por aliado. **Globo Rural**, São Paulo, v.11, n.81, p.3-27, jul. 1992. Suplemento **Globo Rural Economia**.
- PÁDUA, D. M. C. **Utilização da levedura alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, PISCES, TELEOSTEI): aspectos metabólicos e de desempenho produtivo**. Jaboticabal, 1996. 120p. Dissertação (Mestrado). Centro de Aqüicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista.
- PAIVA, C. M. et al. Rações para piscicultura intensiva no Nordeste do Brasil. **Bol. Téc. DNOCS**. Fortaleza, v.29, n,2, p. 1-118, 1971.
- PALADINI, E. P. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas, 1990.
- PARETO, V. **Manual de economia política**. São Paulo: Nova cultural, 1996c. (Os Economistas). p.296-300.
- PAYNE, A. I. **The ecology of tropical laks and rivers**. New York, John Wiley, 1986, 301p.



PEIXE; o novo produto do campo. **Guia Rural**, São Paulo, p.112-129, 1993. Ed. Especial

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO L. E. Respostas da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) à atividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8. ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ABRAq. 1994.

PEREIRA, J. A; et al. Influência da densidade populacional em cultivo semi-intensivo de pacu, no Estado do Mato Grosso, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE AQUICULTURA, 6, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, Florianópolis, 1988. **Resumos...** Florianópolis Abraq 1988.

PEREIRA, J. A. ; MARINS, M. A. Cultivo monossexo de machos de *Oreochromis niloticus* em sistema intensivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 5, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Conbep. Dez./ 1988, p.200-205.

PEZZATO, L. E. **Avaliação e técnicas que visam um melhor aproveitamento do alimento pelo peixe.** Jaboticabal, UNESP, 1987. Seminário do curso de Pós Graduação, Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias, 18p.

PEZZATO, L. E. **Alimentos mais utilizados para peixes.** Jaboticabal: UNESP, 1988. **Apostila.**

PEZZATO, A. C.; PIAI. Jr. A.; SUZIKI, C.A.T.; et al. Adição de minerais em ração para frangos de corte contendo levedura seca de álcool (LSA). REUNIÃO DA SBZ, 19, 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1982. p.32-40.

PHADKE, M. S. **Quality engineering using robust design.** Englewood Cliffs: PTR Prentice Hall, 1989. p.18-22.

- POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. **Worldwide prospect for comercial production of tilapia**. Alabama : Auburn University, 1994, 40p.
- PRUDER, G. D. Detrital and algal-based food chains in aquaculture: a perspective. In: MORIARTY, D.J.W.; PULLIN, R.S.V. (ed). **Detritus and microbial ecology in aquaculture**. Manila: ICLARM, 1987, p.296-308.
- RASK, N. Biomassa: sua utilização como alimento e/ou combustível. **Saccharum APC.**, São Paulo, v.5, n.21, p.16-25, jul. 1982.
- REIMER, J. F. Controle estatístico do processo : CEP. Joinville : [s. n.], 1989. mimeo.
- RHEINHOLDT, P. H. H.; LEIMER, M. H.; ROSSEL, C. E. Sangria e secagem de levedura de destilaria. Processo Copersucar. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros do Brasil- STAB**, p.48-51, nov./dez. 1987.
- RIBEIRO R. P. et al. Utilização de diferentes níveis de levedura seca, *Saccharomyces cerevisiae*, em dietas para alevino de tilápias do nilo, *Oreochomis niloticus*, em cultivo monossexo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, Sete Lagoas, 1996, p.99. **Resumos...** Sete Lagoas, Simbraq, 1996.
- RICKER, W. E. Growth rates and models. In: HOAR, W. S., RANDALL, D. J., BRETT, J. R. (eds.) **Fish Physiology**. New York. Academic Press.1979. v.8l. p.677-743.
- ROBERTS, R. J., BULLOCK, A. M. Nutritional pathology. In: HALVER, J. E. **Fish Nutrition**. New York: Academic Press, 1988. P.424-469.
- ROSE, A. H.; HARRISON, J.S. **The yeats: yeast technology**, New York: Academic Press, 1970. v.3, 590p.
- ROSS, P. J. **Aplicações das técnicas de Taguchi na engenharia da qualidade**. São Paulo: Mc Graw Hill, 1991, 333p.

- SÁ, M. F. P. **Efeito da adubação orgânica sobre crescimento de *Cyprinus Carpio*, *Prochilodus cearensis* e *Colossoma Macropomum* em experimento de policultivo.** São Carlos, 1989. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, 1989.
- SADIR, R.; PAPINI, R. S. Industrialização dos resíduos celulósicos: obtenção de álcool etílico e tórula. **Coletânea do ITAL**, v.1, n.2, p.379-433, 1965/66.
- SALES, A. M., OKADA, M.; ARAKAKI, T. et al. Produção e avaliação nutricional de biomassa protéica de levedura em melaço. **Coletânea do ITAL**, v.8, p.443-455, 1977.
- SAMPAIO, A. A. M.; CAÇÃO, M. M.; BERCHIELLI, T. T. **A levedura na nutrição animal.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. 1986. 53p. (apostila).
- SANTANA, J.; SOUZA, S.O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.119, p.22-26, nov. 1994.
- SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura.** ed. Univ. São Paulo, Hucitec. 129p. 1978.
- SCHROEDER, G. L. Fish farming in manure- loaded ponds, In: CONFERENCE ON INTEGRATED AGRICULTURE-AQUACULTURE FARMING SYSTEMS, 1979, Manila. **Proceedings...** Manila: ICLARM-SEARCA, 1980. p.73-86.
- SHACKLANDY, C. A.; T. WALKER. Leveduras sobre alcanos Seguida de Empleo y utilizacion en alimentacin animal. **Zootecnia**, Madrid, v.22, p.31-42, 1973.
- SHIH W.. A Branch and Bound method for the multiconstraint zero-one knapsack problem. **Journal of the Operational Society** v.30, n.4, p.369-378, 1979.
- SHIROSE, I; MORI, E. M. E. Estatística aplicada à análise sensorial. Campinas: Instituto Adolfo Lutz, 1994, 73p.(Manual técnico n.º 13).

- SIDDIQUI, A. Q.; HOWLADER, M. S. and ADAM, A. A. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and yong Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.70, p.63-73, 1988.
- SILVA, A. B. DA, MELO, F. R; LOVSHIN, L.L. **Observações preliminares sobre a cultura de tilápia nilótica (Linnaeus) macho em viveiros em comparação com híbridos de Tilápia com o uso de ração suplementar e fertilizantes.** Fortaleza: DNOCS, 1973. 5p.
- SODRÉ, J. A. Câmara. Engenharia da qualidade: metodologia Taguchi. In: **PARCERIA em Qualidade: São Paulo: IPT, 1993.**
- STANDARD methods: for the examination of water and wastewater. 15 ed APHA-AWWA-WPCF 1, 1980, p.380-491.
- STANGE, Plínio. **Diagrama de Pareto via programação matemática**, ENEGEP, Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1990.
- STANGE, Plíneo. **Sobre o gerenciamento da produção orientado para a qualidade total da empresa com base na função perda de Taguchi.** Florianópolis: EPS/UFSC, 1996.
- TACON, A. G. J., COOKE, D. J. The nutritional value of dietary nucleic acids to trout. *Nutr. Rep. Int. Stoneham*, v.22, p.631-640, 1980.
- TAGUCHI, G., ELSAYED, Elsayed A., HSIANG, T. Taguchi. **Engenharia da qualidade em sistemas de produção.** São Paulo: Mc Graw - Hill, 1990. 235p.
- TAVARES, F. C. A. A levedura e processo de produção de álcool. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA "JYME ROCHA DE ALMEIDA,"4, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/STAB, 1985. p.29-35.
- TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aquicultura.** Jaboticabal: FUNEP, p.14-37. 1995.

- TOMASSO, J. R.; KEMPTON, C. J. Effects of water temperature on production characteristics and blood chemistries of red drum fingerlings, *Sciaenops ocellatus*. In: WORLD AQUACULTURE '97, Washington. **Anais...** Washington: Feb./ 1997. P.249.
- TUCKER, V. A. The energetics of bird flight. **Sci. Am**, v.200, p.70-80, 1969.
- TUNISON, A. V.; BROCKWAY, D.R.; MAXWELL, J.M.; et al. The vitamin B requirement of trout. N.Y. State Conser. **Dept. Fish. Reg. Bull**, v..4, p.12-18, 1942.
- VALENTINI, H.; NEIVA, G.S.; BARKER, J. M. B et al. Considerações sobre a pesca no Estado de São Paulo. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.1, p.1-28, jun. 1972.(Série Divulgação).
- VASCONCELOS, J. N. de. Composição química e aspectos quantitativos do aproveitamento de "Fundos de Dornas" de fermentação. **Saccharum APC**, São Paulo, v.8, n.33, p.40-48, jul/ago. 1985.
- VERANI, J. R. Análise quantitativa aplicada em experimentos em cultivo intensivo e semi-intensivo do curimatã, *Prochilodus scrofa*.
- VIEGAS, E. M. M; GUZMAN E. C. Avaliação sensorial de filés de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo três diferentes fontes lipídicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, Sete Lagoas, Mg. 1996, p.105. **Resumos...** Sete Lagoas. Simbraq 1996.
- VINATEA, L. Aqüicultura: evolução histórica. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.5, n.30, p.8-9, jul./ago. 1995.
- YOUSRI, R. F. Single cell protein: its potencial use for animal and human nutrition. **world Review Anim. Prod.**, v. 18, n.23, p.49-67, 1982.

- WAAGBO, R. The impact of nutritional factors on the immune system in Atlantic salmon, *salmo solar*. **Aquacult Fish Manag.**, Oxford, v.25, n.2, p.175-197, 1994.
- WALFORD, L. A. A new graphic method of describing the growth of animals. **Biol. Bull.**, v.90. n.2, p.141-147. 1946.
- WEATHERLEY, A. H; ROGERS, S. C. Some aspects of age and growth. In: GERKING, S. D., (ed.). **Ecology of Freshwater Fish Production**. London: Blackwel Scientific Publications, 1978, p 52-74.
- WEATHERLEY, A. H; GILL, H. S. The biology of fish growth. London: Academic Press, 1987. 443p.
- WEBB, P. W. Partitioning of energy into metabolism and growth. In: GERKING, S. D. (ed.). **Ecology of Freshwater Fish Production**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978, p.184-214.
- WILSON, R. P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boca Raton: CRC, p.176. 1991.
- WOHLFARTH, G. W; SCHROEDER, G.L. Use of manure in fish farming. A review. **Agric. Wastes**, v.1, n.4, p.279-299, 1979.
- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleosts fishes**. London: Chapman and Hall, 1990. 404p.
- ZIMMERMANN, S.; WINKLER, L. T. Estudos preliminares sobre o cultivo de tilápia nilótica (*O. niloticus*) masculinizada em tanque-rede. In: ENCONTRO RIO GRANDENSE DE TÉCNICOS EM AQUICULTURA, 4, 1993, Porto Alegre, **Anais...** 1993, p.151-155.