

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

UM SISTEMA DE APOIO Á DECISÃO (SAD), PARA O CONTROLE
ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO NO LITORAL
CATARINENSE.

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA Á UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

WALTER LUIS MUEDAS YAURI



0.212.058-3

UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL

MARÇO - 1993

92003



UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (SAD), PARA O CONTROLE ECONÔMICO DA
PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO NO LITORAL CATARINENSE.

WALTER LUIS MUEDAS YAURI

A dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de

"MESTRE EM ENGENHARIA"

Na especialidade de Engenharia de Produção e Sistemas e aprovada em
sua forma final pelo programa de pós-graduação.

Banca Examinadora:

Prof. Edgard Augusto Lanzer, Ph. D.
Orientador e Presidente da Banca.

Prof. Bruno Harmut Kopittke, Ph. D.

Prof. Vinicius Ronzani C., Ph. D.

Prof. Elpidio Beltrame, Msc.

A minha esposa Ana,
e meus pais Luis
e Mercedes.

AGRADECIMIENTOS:

Gostaria de expressar os meus agradecimentos:

- Ao Professor Lanzer pela orientação, apoio, paciência e estímulo no desenvolvimento do presente trabalho.
- Aos Professores Bruno, Cerqueira e Beltrame pelas suas sugestões e por ter participado na Banca examinadora.
- Ao colega e amigo Aram, que ajudou-me na programação do sistema em Turbo Pascal.
- Ao Biol. Roberto Bianchini que forneceu parte dos dados utilizados no trabalho.
- A todo o pessoal do Laboratorio de Pesquisa em Camarão Marinho da Barra da Lagoa U.F.S.C. pela valiosa ajuda prestada.
- À sociedade Brasileira que através da CAPES me deu apoio financeiro.

"Nossa Existência não é mais
que um curto-circuito de Luz
entre duas eternidades de
escuridão."

Vladimir Nabokov.
1899-1977

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema de Pesquisa e sua Importância.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Geral.....	2
1.2.2. Específico.....	2
1.3. Estrutura do Trabalho.....	3

CAPITULO II

2. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

2.1. Principais Determinantes do Crescimento do Camarão.....	5
2.2. Implementação do Experimento.....	6
2.2.1. Controle da Temperatura.....	9
2.2.2. Controle do Oxigênio.....	9
2.2.3. Controle do Peso.....	11
2.2.4. Variáveis de Estado do Experimento.....	12
2.2.4.1. Incremento de Peso Individual.....	12
2.2.4.2. Sobrevivência.....	12
2.2.4.3. Incremento de Biomassa.....	13
2.2.4.4. Consumo de Alimento.....	13
2.3. A Abordagem do Problema através de Regressões.....	14
2.4. Construção do sistema de Apoio à Decisão.....	15
2.4.1. A Modelagem como Ferramenta na Simulação.....	17
2.4.2. Desenvolvimento do Modelo de Simulação.....	17
2.4.2.1. Modelo Matemático de Crescimento.....	18
A. Modelo de Crescimento Médio Individual..	18
a) Geração Randômica da Temperatura.....	19
b) Geração Randômica do Oxigênio.....	21

c) A Variabilidade Individual.....	22
B. Crescimento em Biomassa.....	24
a) Geração do Peso e o Desvio para o Cálculo da Biomassa.....	24
2.4.2.2. O Modelo Bioeconômico.....	25
A. Modelagem dos Custos de Produção.....	26
a) Custos Fixos Totais.....	26
b) Custos Variáveis.....	27
c) Custos Totais.....	28
d) Custos Marginais.....	28
2.5. Interface da Simulação.....	29
2.5.1. Informação Requerida pelo Sistema.....	29
2.5.1.1. Nível Externo.....	29
2.5.1.2. Nível Interno.....	30
2.5.2. Informação Fornecida pelo Sistema.....	32

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1 Às Variáveis de Estado nos Resultados do Experimento.....	36
3.1.1. Peso do Camarão.....	36
3.1.2. Sobrevivência do Camarão.....	37
3.1.3. Biomassa do Camarão.....	39
3.1.4. Consumo de Alimento.....	40
3.2. Resultados da Simulação do SAD.....	42
3.3. Validação da Simulação do SAD.....	46
3.3.1. Validação do Gerador da Temperatura e Peso.....	46
3.3.1.1. Validação da Temperatura Usada na Simulação.....	48
3.3.1.2. Validação do Gerador do Peso.....	49
3.3.2. Validação da Simulação.....	50

CAPITULO IV

4.1. Discussão.....	52
4.2. Conclusões.....	54
4.3. Sugestões.....	55
4.4. Resumo.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	57
ANEXOS: A. O Modelo de Regressão Múltipla.....	62
B. Cálculo dos Parâmetros do Modelo de Crescimento.....	64
C. Tabelas.....	68

TABELAS

- Tabela Nº1. Solubilidade do Oxigênio na Água do mar com uma salinidade de 35^o/₀₀ a diferente temperatura.....6
- Tabela Nº 2. Tratamentos do Delineamento Fatorial envolvendo dois Fatores Oxigênio (OD) e Temperatura em três Níveis.....12
- Tabela Nº 3. Preço Comercial do Camarão segundo as Onze Classificações do Mercado Norteamericano (US\$).....32
- Tabela Nº 4. Composição de Tamanho dos Camarões segundo a sua Classificação Comercial na Quinzena 12 da Simulação..34
- Tabela Nº 5. Taxa Relativa do Incremento de Peso do Camarão em Função da Temperatura e Oxigênio Dissolvido..36
- Tabela Nº6. Percentual de Sobrevivência Quinzenal do camarão em Função da temperatura e Oxigênio Dissolvido..38
- Tabela Nº 7. Taxa Relativa do Incremento da Biomassa do Camarão em Função da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido na Água.....39
- Tabela Nº 8. Conversão Alimentar em Função da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido na Água (Nível de Eutrofização).41
- Tabela Nº 9. formance do Cultivo no Concernente ao Peso individual do Camarão (Wt), Biomassa (Bt), Temperatura (Tem), Oxigênio (Oxig), Sobrevivência (Sobr), Custo Total (CT) e Ingreso Bruto (Ing), durante o período de Cultivo Simulado.....42

Tabela Nº 10 Biomassa Média e Receita (Ingresso) Médio durante o Período de cultivo.....	43
Tabela Nº 11. Análise de Custos de Produção que o SAD fornece para Determinar a Provável Data de Despesa.....	44
Tabela Nº 12. Status Econômico na Despesa Proposta pelo SAD, com as Características do Cultivo e os Índices de Produtividade.....	46
Tabela Nº 13. Validação da Temperatura: Teste Chi quadrado e Kolmogorov para Validação do Gerador da Distribuição Normal pelo Método da Convolução.....	47
Tabela Nº 14. Média dos Parâmetros de Produção de Dezoito Cultivos de uma Fazenda Comercial do Estado de Santa Catarina Usados para a Validação do SAD.....	50
Tabela Nº 15. Resultados do teste t para a Validação do Sistema Real Contra o Simulado.....	51
Tabela Nº 16. Coeficientes do Resultado da Análise de Regressão dos 38 Cultivos Comerciais em Santa Catarina-Florianópolis.....	62
Tabela Nº 17. Cultivos Comerciais no Período 1987-88' no Estado de Santa Catarina-Florianópolis.....	68
Tabela Nº 18. Cultivos Comerciais dentro do Padrão Semi-intensivo para a Validação do SAD.....	69

Tabela Nº 19. Trinta Simulações em Grupos de Dez usadas para a validação do sistema (trescentas simulações).....69

Tabela Nº 20. Temperatura Média Quinzenal da Água nos Viveiros de Cultivo de Camarão nos Anos 1987-88' em Santa Catarina-Florianópolis.....70

Tabela Nº 21. Validação do Gerador da Temperatura contra a Temperatura do Sistema real.....71

FIGURAS

- Figura Nº 1. Desenho Experimental para a Determinação da Influência da Temperatura e Oxigênio Dissolvido (Nível de Eutrofização) nos Camarões.....8
- Figura Nº 2. População Bacteriana Encarregada de Depletar o Oxigênio da Água nos Tanques Experimentais.....11
- Figura Nº 3. Parâmetros de Temperatura e Oxigênio Simulados pelo SAD e Usados para os cálculos do Crescimento e Sobrevivência.....33
- Figura Nº 4. Curva de Crescimento Medio de Peso Teórico Máximo e Peso Simulado do Camarão durante 21 Quinzenas de Cultivo.....35
- Figura Nº 5. O Efeito da Temperatura e o Nível de Eutrofização no Incremento de Peso Individual.....37
- Figura Nº 6. O Efeito da Temperatura e o Oxigênio (Nível de Eutrofização) na Sobrevivência.....38
- Figura Nº 7. O Efeito da Temperatura e o Oxigênio (nível de eutrofização) no Incremento da Biomassa.....40
- Figura Nº 8. O Efeito da Temperatura e do Oxigênio (Nível de Eutrofização) na Conversão Alimentar.....41
- Figura Nº 9. Quinzena que a Simulação Determina para Fazer a Despesa Visando a Maximização do Lucro.....45
- Figura Nº 10. Distribuição Normal da Geração da Temperatura pelo método da Convolução.....48

Figura Nº 11. Aderência da Temperatura Simulada (TSIM) á
Temperatura Real (TREAL).....49

Figura Nº 12. Superfície de Resposta da Produção de Camarões
em Função da Temperatura e o Número de Días de Cultivo....64

GLOSARIO

AUTOTRÓFICO

Organismos fotosintéticos que utilizam elementos minerais para sintetizar os produtos orgânicos indispensáveis para o seu crescimento e reprodução (se nutrem a se mesmos).

BIOMASSA

Densidade de povoamento ou massa total de organismos vivos, quantidade de matéria viva existente por unidade de volume ou de superfície.

ECOLOGIA

É a ciência que estuda as relações existentes entre os organismos e o seu meio vivo ou não vivo.

EUTROFIZAÇÃO

Consiste fundamentalmente no enriquecimento das águas com nutrientes, a um ritmo tal que não pôde ser compensado pela sua eliminação definitiva por mineralização total, de maneira que a decomposição do exeso da matéria orgânica faz diminuir enormemente a concentração do Oxigênio Dissolvido na água.

FATORES ABIÓTICOS

Diversidade de caracteres Físico-químicos em seu conjunto.

HETEROTRÓFICO

Ou Heterótrofo, seres (todos os animais e parte dos vegetais, fungos e algumas bactérias), que necessitam alimentação orgânica.

POIQUILOTERMOS

São animais de sangue fria, os tecidos destes animais e dos vegetais também poiquilotermos, apresentam temperatura próximas às do ambiente e variam com elas.

VIBRIONÁCEAS

Grupo de bactérias patogénicas.

I. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA E SUA IMPORTÂNCIA

No litoral do Estado de Santa Catarina existe uma tradição de pesca do camarão marinho. Porém, devido a uma sobre-exploração o recurso vem diminuindo drasticamente. O cultivo do camarão em viveiros é uma alternativa como opção geradora de renda para o litoral tendo em vista que:

- Existem os canais de comercialização implantados nos locais tradicionalmente pesqueiros; assim como infra-estrutura de congelamento e demais serviços que a atividade requer;

- A região é pobre com poucas alternativas de lavouras devido às condições de solo salinos, úmidos e pobres em nutrientes, impróprios para a maioria dos cultivares; no entanto são adequados para o cultivo do camarão marinho.

- O litoral dispõe de mão de obra ociosa, adaptada para o tipo de atividade de cultivo de camarões marinhos.

- A Universidade Federal de Santa Catarina está produzindo larvas de camarão das espécies nativas do Sul do país, bem adaptadas às condições do Estado.

Entretanto, o cultivo de camarão está sujeito a riscos porque o conhecimento técnico das condições ambientais de Santa Catarina é incipiente, tanto que alguns cultivos fracassaram.

Existem várias questões não bem respondidas:

- Como se desenvolve a biomassa em vários períodos do ano?

- Qual o melhor período para a despesca considerando variáveis de preço e ambientais ?

- Qual o efeito das variáveis ambientais como a temperatura e o oxigênio sobre a taxa de crescimento e mortalidade ?

- Qual a composição (estrutura) de tamanhos da população?. Como esta varia ?

- Qual a economicidade prevista para o empreendimento ?

Se torna importante estudar as questões bioecológicas da região para responder as perguntas e para realizar quaisquer análises econômicas referentes ao cultivo de camarão marinho.

1.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

Contribuir para um melhor conhecimento das possibilidades bio-econômicas do cultivo do camarão *Penaeus paulensis* Perez-Farfante 1967, no litoral do Estado de Santa Catarina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS :

1.- Estimar experimentalmente os efeitos da Temperatura e Oxigênio, sobre o crescimento do camarão marinho *Penaeus paulensis*, em Santa Catarina.

2.- Construir um sistema de Apoio a Decisão que auxilie no gerenciamento econômico dos cultivos de camarão em Santa Catarina.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está constituído por cinco capítulos da seguinte maneira:

No capítulo I se estabelece a relevância do trabalho e se traça o marco referencial onde estará enquadrado. Faz-se a justificativa e se coloca os objetivos a serem alcançados.

O capítulo II é o capítulo das considerações metodológicas. Nele se faz a revisão bibliográfica de onde sai o fundamento teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho. Se sustenta também a necessidade da realização de um experimento para melhor conhecer as variáveis envolvidas diretamente com o processo produtivo. Se aborda inicialmente o problema com a metodologia usada para o desenvolvimento do experimento em condições controladas e os resultados. Faz-se tentativas de conhecer o problema através de regressões que darão uma idéia inicial do comportamento das variáveis relevantes ao problema.

Conclui-se da necessidade de que o problema seja abordado por meio de um modelo de simulação para chegar a um sistema que sirva de apoio à tomada da decisão. É proposto o modelo econômico que servirá de tradutor do que está acontecendo no processo produtivo. Detalha-se as entradas e saídas que a interface utiliza para a comunicação com o usuário. Sustenta-se a necessidade da validação do sistema, para poder inferir diferentes situações do sistema real.

O capítulo III é o capítulo dos resultados. Nele se apresentam os resultados do experimento, a simulação e a

validação da simulação, bem como algumas análises relativas a condições representativas do Estado de Santa Catarina.

No capítulo IV se apresentam, as Conclusões e Sugestões conseqüentes do desenvolvimento do trabalho, e o Resumo.

Por fim se lista a bibliografia que deu suporte básico para o desenvolvimento do trabalho.

Finalmente se apresentam os Anexos, os quais contém, no Anexo A, o modelo de regressão usado com os seus coeficientes e alguns gráficos. No Anexo B apresenta-se os testes de aderência do gerador da temperatura do sistema real. Por último no Anexo C; desenvolve-se a maneira como se calculam os parâmetros da regressão do modelo de crescimento usado na Simulação.

II. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

2.1. PRINCIPAIS DETERMINANTES DO CRESCIMENTO DO CAMARÃO

O crescimento do camarão é governado por uma variedade de fatores, que incluem a Temperatura (Gasnier 1969; Szumiec 1990), concentração de Oxigênio Dissolvido na Água (OD), (Shigueno 1975; Boyd e Watten 1989; Poersch et al. 1992), amônia não ionizada (Colt e Tchobanoglous 1978; Chu et al. 1992; Wasielesky et al. 1992); pH (Santos 1992) disponibilidade de alimento (Cacho et al. 1990). Além disto o crescimento do camarão é influenciado por mais de um fator interno incluindo o genótipo (Bernardi 1993, em preparação).

Entre as numerosas variáveis físico-químicas que interagem num corpo de água, existem algumas que pelo seu grau de influência e ordem de importância estão entre as mais relevantes das que afetam o crescimento e a biomassa ; estas são a Temperatura e o Oxigênio Dissolvido (OD).

Com respeito a temperatura está demonstrado que existe uma forte dependência na reação da fisiologia dos organismos poiquilotérmicos (como os camarões), a temperatura no que diz respeito a seu crescimento, (Laevastu e Murray 1981). Da mesma maneira menciona-se à temperatura como um fator que influencia o consumo de alimento, e ganho de peso, Cacho (1990). Gasnier (1988) menciona que os processos metabólicos do animal são incrementados em 10 % por cada grau centígrado aumentado até um limite (uma variação de 10 graus implicaria num incremento metabólico de 100 %).

Na bibliografia menciona-se que o Oxigênio Dissolvido na água (OD), é importante para a sobrevivência dos organismos aquáticos (Shigueno, 1975; Wickins, 1976; Madenjian et al., 1987). Além de ser um fator crítico nos viveiros, Madenjian (1987) enfatiza que quando o nível de oxigênio no viveiro se

torna baixo os organismos em cultivo entram em estresse e inclusive morrem. Boyd e Watten (1989) advertem que os baixos níveis de OD são os maiores limitantes da qualidade da água em viveiros de cultivo. A concentração segura para juvenis de camarão encontra-se em 3,5 mg/l a 27 °C e 25 ‰ de salinidade (Chen e Lei, 1990; Kuo e Chen, 1991).

A temperatura e o Oxigênio como se observou podem ser abordados como um fenômeno de causa efeito. Em concordância com Laevastu e Murray, (1981).

A temperatura da água esta intimamente relacionada com a presença do oxigênio dissolvido (OD) no viveiro. Pode-se observar na Tabela Nº 1, que ao aumentar a temperatura a saturação do OD na água diminui.

Tabela Nº 1. Solubilidade do Oxigênio na Água do mar com uma salinidade de 35‰ a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	OD (ml/l)
0	8,04
5	7,13
10	6,37
15	5,74
20	5,19
25	4,73
30	4,32

Fonte: (Green, 1967).

2.2. IMPLEMENTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os parâmetros físico-químicos da água, comentados anteriormente, a Temperatura e o Oxigênio Dissolvido da água estão entre os principais fatores que afetam o crescimento e a sobrevivência do camarão no viveiro. Porém não existem dados suficientes sobre a grandeza desta influência para as espécies de camarão existentes num clima sub-tropical como o de Santa Catarina.

Um experimento foi desenvolvido no Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina visando obter informações adicionais sobre o efeito daquelas variáveis no crescimento do camarão. A sala experimental conta com toda infraestrutura necessária para o controle de todos os parâmetros a serem testados.

Foi necessário montar um experimento sob condições controladas de Temperatura e Oxigênio Dissolvido na água (Tabela Nº 2), para quantificar o crescimento ao variar a temperatura, dentro da faixa de variação do litoral de Santa Catarina, considerando a mortalidade.

O experimento teve um delineamento fatorial completo envolvendo dois fatores, Oxigênio e Temperatura com Nove tratamentos, (três níveis de temperatura e três de Oxigênio Dissolvido). Os tratamentos foram feitos com três repetições, e cada repetição com trinta camarões.

Delineamento fatorial completo envolvendo os fatores: Oxigênio (eutrofização) e Temperatura com três tratamentos.

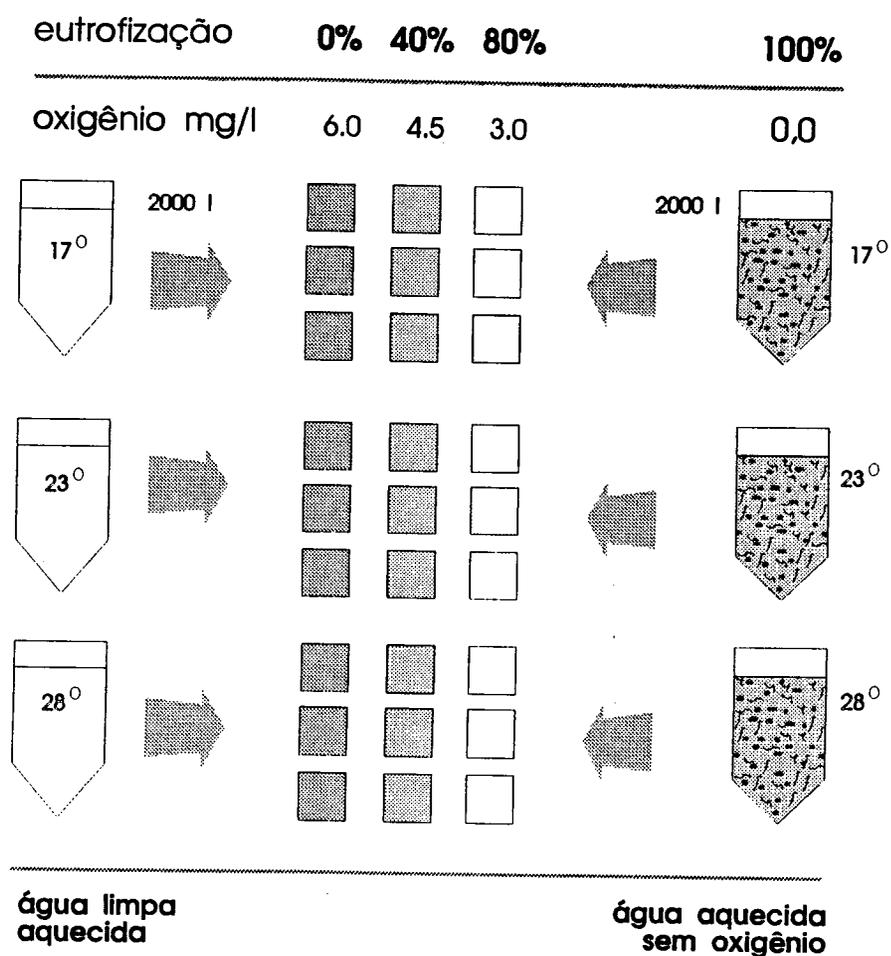


Figura Nº 1. Desenho Experimental para a Determinação da Influência da Temperatura e Oxigênio Dissolvido (Nível de Eutrofização) nos Camarões.

No total foram usadas 27 caixas de poliuretano contendo 120 litros de água cada uma, e 910 camarões juvenis de *Penaeus paulensis*, com trinta indivíduos para cada caixa. O peso médio foi de 0,8 g. \pm 0,4. A duração do experimento foi de quarenta dias.

2.2.1. CONTROLE DA TEMPERATURA

A faixa de temperatura do Estado de Santa Catarina varia de 14 a 28 °C (Bianchini, et all. 1990). Por esta razão é necessário que o experimento tenha que ser feito no inverno, para atingir as temperaturas mais baixas. O experimento foi feito nos meses de Julho e Agosto de 1992. Para as temperaturas maiores o controle se fez mediante termostatos ligados a aquecedores de 150 watts.

A água era pré-aquecida ao nível de temperatura desejado, mantendo-se por 48 h. em tanques de 2000 l. As temperaturas utilizadas nos tratamentos foram de 18, 23 e 28°C, com um desvio padrão de um grau.

2.2.2. CONTROLE DO OXIGÊNIO

Na realidade, usou-se o nível de oxigênio como um indicador do nível de eutrofização da água. A intenção era a de criar um microcosmos que imite o que acontece nos viveiros de cultivo quando é usado o arraçoamento no sistema semi-intensivo de cultivo.

O nível de eutrofização da água foi emulado mediante a depleção do oxigênio pelas bactérias aeróbias consumidoras do oxigênio (bactérias heterotróficas totais). Para conseguir isto a água foi tratada com a aplicação da ração (50 mg/l), usada na alimentação dos camarões, em forma de farinha.

A água com a mistura da ração foi aquecida ao nível de temperatura desejado, e foi incubada por 48 hrs em tanques de 2000 l., tempo necessario de incubação para que o oxigênio seja consumido ficasse em torno 1 mg/l.

A água sem tratamento, normalmente esteve em torno de 7 mg/l. Os níveis de oxigênio 3,5; 4,0 e 6,0 mg/l. usados, foram obtidos misturando os dois tipos de água até se obter o nível desejado.

A seguinte expressão foi usada para o cálculo da água sem oxigênio a ser adicionada, para atingir o nível desejado de Oxigênio Dissolvido na água:

$$Va = Vc \frac{Cd - Cr}{Co - Cd}$$

Va = Volume de água a adicionar (l)

Vc = Volume de água na caixa (l)

Cd = Concentração de OD desejado (mg/l)

Cr = Concentração de OD residual na caixa (mg/l)

Co = Concentração de OD no tanque (mg/l)

Os níveis de eutrofização considerados segundo as quantidades de água incubada necessárias para atingir os níveis desejados foram de 80 %, 40 % e 0 %, para os níveis de oxigênio de 3.5, 4.0 e 6.0 mg/l de OD na água, respectivamente.

A água era renovada todos os dias de manhã em aproximadamente 90 % de seu volume, no nível de menor oxigênio (que usava mais água incubada), a renovação foi do 100 % ao dia. Foi monitorado, o nível de amônia que sempre se manteve abaixo de 0,3 mg/l. nível que não interfere nos tratamentos.

EUTROFIZACAO DA AGUA

(V) VIBRIONACEA (HT) HETEROTROF. TOTAIS

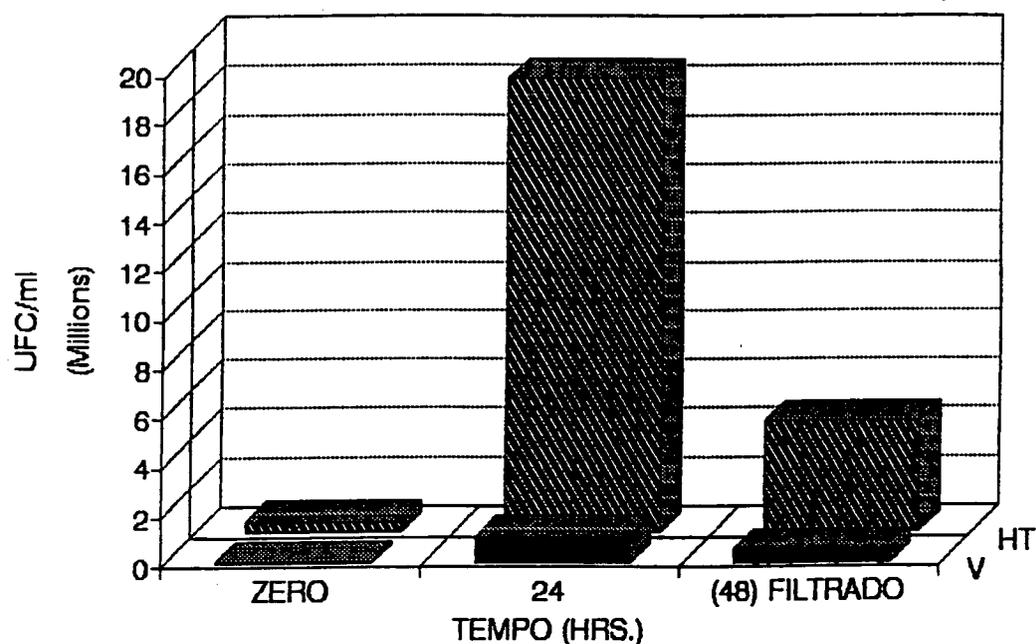


Figura NO 2. População Bacteriana Encarregada de Depletar o Oxigênio da Água nas Caixas Experimentais.

2.2.3. CONTROLE DO PESO

Foi feito uma seleção dentre 2000 camarões juvenis de *Penaeus paulensis*, procurando uma maior homogeneidade de pesos. Todos os camarões eram de uma mesma coorte produzidos no Laboratório. Foram usados 910 camarões juvenis com peso médio $0,8 \pm 0,4$ g. A duração do experimento foi de quarenta dias.

2.2.4. VARIÁVEIS DE ESTADO DO EXPERIMENTO

2.2.4.1. INCREMENTO DE PESO INDIVIDUAL

A variável resposta considerada foi a média individual de incremento de peso por indivíduo em cada repetição, que é a média do peso individual dos indivíduos de cada caixa ao fim menos a do início do experimento. A resposta para cada tratamento será então a média de três repetições.

A média do incremento medio individual para cada tratamento será expressa como uma taxa relativa de ganho de peso individual em função do nível de Temperatura e Oxigênio Dissolvido a que foi submetido experimentalmente (ver Tabela Nº2).

Tabela Nº 2 Tratamentos do Delineamento Fatorial envolvendo dois Fatores, Oxigênio (OD) e Temperatura, em três Níveis.

Nível de OD	Nível Temperatura (°C)		
	T1	T2	T3
OD1	OD1T1	OD1T2	OD1T3
OD2	OD2T1	OD2T2	OD2T3
OD3	OD3T1	OD3T2	OD3T3

(OD_i, T_j) = Média de três repetições do incremento de peso médio individual, expressa como taxa relativa.

2.2.4.2. SOBREVIVÊNCIA

A sobrevivência é uma das variáveis que está diretamente relacionada com o nível de OD na água. Assim para o

seu cálculo se considera a soma de camarões vivos por caixa (repetição) no fim do experimento, entre o número inicial de camarões por repetição. Para cada tratamento considera-se a média da soma das três repetições.

A sobrevivência é expressa como o percentual de sobrevivência média aos 15 dias do experimento, pela necessidade do sistema SAD, de dados quinzenais para os seus cálculos.

2.2.4.3. INCREMENTO DE BIOMASSA

A variável considerada foi a média do incremento de peso de cada caixa (repetição), que é a soma individual de pesos dos indivíduos sobreviventes de cada caixa no final do experimento, menos a soma de pesos no início. A resposta para cada tratamento será a média do incremento médio de três repetições.

A média do incremento de biomassa para cada tratamento será expressa como uma taxa relativa do ganho de biomassa em função do nível de Temperatura e Oxigênio Dissolvido a que foi submetido experimentalmente.

2.2.4.4. CONSUMO DE ALIMENTO

Determinou-se o alimento consumido pelos camarões mediante o peso do alimento oferecido inicialmente menos o do que não foi consumido. O alimento pesado foi fornecido a cada uma das caixas. No dia seguinte, o que não era consumido pelos camarões foi sifonado de cada caixa, filtrando e colocando na estufa por 24 horas a 40 °C, para extrair a umidade. O resíduo do alimento era então pesado.

No final do experimento obteve-se o consumo total de alimento por cada caixa experimental. Calculou-se a Conversão

Alimentar (CA), para cada tratamento, através da média de três repetições, da seguinte maneira:

$$CA = \frac{\text{Alimento Consumido (peso seco g.)}}{\text{Incremento de Biomassa (peso úmido g.)}}$$

2.3. A ABORDAGEM DO PROBLEMA ATRAVÉS DE REGRESSÕES

Efetuo-se regressões múltiplas sobre dados de sistemas reais, na busca de conhecer melhor o comportamento das variáveis envolvidas no sistema. A informação usada proveio de 38 cultivos comerciais no período de dois anos de uma fazenda em Santa Catarina. A análise foi feita observando os gráficos de superfície gerados pelo modelo de regressão.

O modelo de regressão múltipla utilizado para analisar o comportamento do sistema é descrito a seguir.

A variável dependente (Y), é a produção de biomassa de camarões por hectare expressa em quilogramas.

E as variáveis independentes foram:

- T = Temperatura.....(°C)
- O = Oxigênio.....(% dias O₂ < 3 ppm)
- A = Tempo de cultivo.....(dias)
- I = Peso Inicial.....(g)
- D = Densidade de cultivo....(cam/m²)

Utilizou-se um software estatístico para a seleção das variáveis. O modelo proposto para a análise é o de uma parábola dadas as características das variáveis de produção, principalmente a densidade de cultivo.

O modelo básico é:

$$Y = K(a_0 + a_1D + a_2D^2) \left((b_0 + b_1I + b_2T + b_3O) + (c_1 + c_2I + c_3T + c_4O)A + (D_1 + D_2I + D_3T + D_4O)A^2 \right)$$

Desenvolvendo os termos vem:

$$\begin{aligned} Y = & Ka_0b_0 + Ka_0b_1(I) + Ka_0b_2(T) + Ka_0b_3(O) + Ka_0c_1(A) + \\ & Ka_0c_2(I*A) + Ka_0c_3(T*A) + Ka_0c_4(O*A) + Ka_0D_1(T^2) + \\ & Ka_0D_2(I+A^2) + Ka_0D_3(T*A^2) + Ka_0D_4(O*A^2) + (D) + (D*I) \\ & (D*T) (D*O) (D*A) (D*I*A) (D*T*A) (D*O*A) (D*A^2) \\ & (D*I*A^2) (D*T*A^2) (D*O*A^2) (D^2) (D^2*I) (D^2*T) \\ & (D^2*O) (D^2*A) (D^2*I*A) (D^2*T*A) (D^2*O*A) (D^2*A^2) \\ & (D^2*I*A^2) (D^2*T*A^2) (D^2*O*A^2) \end{aligned}$$

O processamento dos dados pela seleção de variáveis ("stepwise"), deu como resultado os coeficientes das variáveis selecionadas na regressão múltipla.

As características dos dados, originários de uma fazenda de cultivo comercial, através de numerosos ciclos de produção, correspondem ao tipo de série temporal com "cross-sections" (Garrod e Aslam, 1977).

Os resultados obtidos da análise de regressão não foram satisfatórios e encontram-se no Anexo A.

2.4. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (SAD)

Ao construir o SAD teve-se como meta o gerenciamento econômico dos cultivos de camarão em Santa Catarina.

O SAD foi concebido tendo como base o sistema de cultivo mais difundido na atualidade no Estado de Santa Catarina e no Brasil, o sistema semi-intensivo de produção.

O sistema semi-intensivo depende do alimento natural (gerado pelo próprio viveiro), e de rações artificiais fornecidas ao viveiro de cultivo. A estocagem varia de 1 a 20 camarões por metro quadrado, sendo mais usual a faixa entre 1 a 5.

No entanto sabe-se que do ponto de vista ecológico o ambiente aquático é um sistema complexo, dinâmico e estocástico. O uso de relações determinísticas leva a resultados limitados. Nestas circunstâncias o tipo de modelo que se indica para o estudo deste sistema é a simulação.

O sistema bioaquático é dinâmico e complexo porque nele coexiste uma variada diversidade de vida (peixes, fitoplâncton, zooplâncton, bentos, macrófitas, insetos, bactérias, etc.) em interação com vários fatores físico-químicos (temperatura, gases dissolvidos, salinidade, pH, etc.), que podem variar não só no espaço tridimensional mais também no tempo com os componentes diário e sazonal (Boyd, 1979).

O sistema bioaquático é estocástico porque muitos fatores (estímulos) juntos afetam o fenômeno (resposta) e não podemos eliminar esses fatores nem conhecer todas as relações quantitativas entre eles e sobre o fenômeno observado. No entanto, como enfatiza Laevastu (1981), não podemos assumir o completo acaso na ação sobre o organismo aquático assim como tampouco omitir as leis de probabilidade as quais também são leis da natureza.

Cuenca (1989) menciona o viveiro como unidade básica de produção, uma "caixa preta" onde as entradas e saídas são conhecidas. No entanto pouco é conhecido acerca dos componentes e mecanismos do próprio sistema.

O ambiente aquático, geralmente grande e com multiplicidade de relações, é de difícil experimentação, porque alguns fatores que influenciam a produção não podem ser controlados (Neal e Mock, 1979). Os efeitos de variáveis

incontroláveis se misturam com os efeitos das variáveis experimentais, complicando a interpretação dos resultados.

2.4.1 A MODELAGEM COMO FERRAMENTA NA SIMULAÇÃO

A modelagem é uma poderosa ferramenta para resolver o problema. Os modelos se tornam poderosas ferramentas em manejo e investigação em aquicultura (Cuenco, 1989). No entanto o modelo apresenta vários graus de simplificação, e nunca descreve exatamente o mundo real, nem pretende fazê-lo.

É necessário esclarecermos a definição de modelo. Segundo Banks (1987) "... um modelo é definido como uma representação de um sistema com o propósito de estudá-lo." E Mihram (1974) acrescenta que "...um modelo não é só um substituto do sistema, mas também uma simplificação do sistema. " Desta maneira " continua Banks(1987) "...um modelo deve ser o suficientemente detalhado para permitir conclusões válidas que devem ser tiradas acerca do sistema real."

De qualquer modo poderemos reduzir o nosso conhecimento do fenômeno bio-aquático ao modelo a ser simulado, o qual será derivado de dados empíricos do experimento, assim como mediante o uso de uma mistura de aproximações determinísticas, casuais e estocásticas.

2.4.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

O modelo apresentado aqui consiste de duas partes, um modelo matemático que simula o crescimento do camarão, e um modelo bioeconômico que controla o modelo de crescimento, necessário para medir a eficiência da produção. Cada modelo descreve-se a seguir.

2.4.2.1 MODELO MATEMÁTICO DE CRESCIMENTO

Este sub-modelo apresenta um componente de crescimento médio individual e outro de crescimento em biomassa.

A. MODELO DE CRESCIMENTO MÉDIO INDIVIDUAL

O modelo é alimentado com biometrias quinzenais de peso dos camarões. O número mínimo requerido é de trinta animais por amostragem ao acaso.

Para a construção do modelo de crescimento apresentado pelo camarão procurou-se uma equação matemática que tivesse o melhor ajuste e mantivesse consistência ao longo do período de crescimento, a equação usada dentre as curvas com formato genérico de S de difícil ajustamento não linear, até a seleção depois de ajustes sobre alguns dados experimentais, foi a seguinte:

$$W_t = e^{a - (b/t)}, \text{ onde}$$

W_t = Peso médio do camarão no tempo t .
 a e b = parâmetros
 t = tempo de cultivo em quinzenas
 e = constante Neperiana

Note-se que logaritmando em ambos lados, teremos uma equação linear onde os parâmetros alfa e beta pode ser estimados usando o método dos mínimos quadrados (ver Anexo B):

$$\ln W = a - b (x) \text{ onde } x = 1/t$$

Esta equação foi usada para o cálculo do crescimento esperado e a biomassa esperada, sob as condições em que vem sendo desenvolvido o cultivo. Os parâmetros a e b foram ajustados utilizando as biometrias das quatro quinzenas mais recentes.

O SAD usa o crescimento em peso (g), para obter o crescimento médio esperado, de acordo com as condições em que o cultivo está sendo conduzido. Prevêem-se que serão feitas biometrias quinzenais, isto é, amostragens dos indivíduos em crescimento para avaliação de seu peso médio.

Este crescimento médio individual teórico é usado pelo SAD como base para a sua simulação do crescimento médio simulado (CMS).

O crescimento esperado sofre a influência dos parâmetros ambientais simulados no futuro, obtendo-se desta maneira o CMS. Esta influência está representada pela Temperatura e pelo Oxigênio da água, simulados ao longo do período de cultivo. A grandeza desta influência foi tirada do experimento.

a) GERAÇÃO RANDÔMICA DA TEMPERATURA

Disponha-se de informações sobre a temperatura da água medida por um intervalo de tempo de dois anos, a cada dois ou três dias, em dez locais diferentes, de uma fazenda de criação de camarão em Florianópolis Santa Catarina. Este banco de dados foi usado para estudar a sua distribuição de frequências em termos de médias e variâncias quinzenais.

Após verificada a aderência (teste de Kolmogorov e Chi quadrado), que a temperatura apresenta uma distribuição normal, foi construído um gerador aleatório, usando a aproximação à normal pelo método da Convolução (Banks e Carson 1984), para se obter valores randômicos com distribuição normal com média e desvio da temperatura correspondente à quinzena do ano desejada.

O esquema de geração aproximadamente normal usado foi:

$$Z = \sum_{i=1}^n R_i - 6$$

R = Número randômico entre (0 e 1)

Z = Aproximadamente normal

n = 12

O teorema do limite central afirma que a soma de n variáveis randômicas independentes identicamente distribuídas, X_1, X_2, \dots, X_n , com média U_x e variância finita d_x^2 , apresenta uma distribuição aproximadamente normal com média nU_x e variância nd_x^2 . O valor de $n = 12$, sendo suficientemente grande para uma aproximação adequada à normal (Banks e Carson, 1984).

Gerando Z com $n = 12$ teremos uma variável randômica aproximadamente normal com média zero e variância 1. Como queremos gerar uma distribuição normal da temperatura (TEMP) com média (U_T) e variância (d_T^2), primeiro geramos Z e logo usamos a transformação:

$$TEMP = U_T + d_T * Z$$

U_T = média da temperatura

d_T = desvio padrão da temperatura

Z = Aproximadamente normal

Deste modo converte-se uma variável normal padrão a uma variável normal desejada; para obter valores randômicos com a distribuição normal com média e desvio da temperatura correspondente à quinzena do ano desejada.

b) GERAÇÃO RANDÔMICA DO OXIGÊNIO

O nível de oxigênio foi obtido considerando três processos:

i. **OXIGÊNIO TABELADO.**- Usou-se uma tabela de Oxigênio saturado da água do mar segundo a temperatura (Green e Carritt 1967), como ponto de partida para o cálculo do oxigênio.

Com os dados fornecidos pela tabela fez-se uma regressão linear simples, com a variável independente a temperatura gerada no passo anterior, para facilitar a rotina computacional.

$$OD = a - (b * TEMPERATURA)$$

$$a = 7,248083$$

$$b = 0,100150$$

ii. **FATOR SENESCÊNCIA.**- Os viveiros no início do cultivo são autotróficos e no fim do cultivo são heterotróficos (Chen 1992), Em viveiros de monocultivo de camarão, o sedimento e a água consomem 51% e 45% respectivamente, do total de oxigênio (Madenjian 1990).

Assim considera-se que o viveiro sofre um efeito de eutrofização ao longo do cultivo, pela grande deposição de matéria orgânica e detritos proveniente dos organismos presentes na água e do alimento fornecido ao viveiro.

Para todo o período de cultivo considerou-se uma queda de 10% no nível de oxigênio, seguindo a equação do processo de morte de Markov.

$$OD = 1 e^{-u(t)}$$

$$u = 0,011$$

$$t = \text{quinzena de cultivo}$$

iii. FATOR ALEATÓRIO.- Segundo Gordon, (1975, citado em Banks 1984), quando um processo não é totalmente conhecido se usa uma distribuição uniforme para gerar uma interferência aleatória, quando não existe informação disponível ao respeito da distribuição.

O peso fornecido ao sistema por este elemento aleatório na obtenção final do nível de oxigênio foi de 30%, sendo que, para experimentar com o sistema este percentual poderia facilmente ser modificado.

A variável randômica x está uniformemente distribuída sobre o intervalo (a,b) se a sua função de distribuição de probabilidade é dada por:

$$f(X) = \begin{cases} \frac{1}{b - a}, & a < X < b \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

uma razoável suposição para gerar X está dada por :

$$X = a + (b - a)R$$

R = Número randômico entre $(0,1)$

c) A VARIABILIDADE INDIVIDUAL

O efeito da variabilidade individual no crescimento do camarão adaptou-se ao presente modelo, a partir do modelo desenvolvido por Sainsbury (1980), para a equação de crescimento de Von Bertalanffy (1957).

Tendo como base a equação de Von Bertalanffy

$$W_t = W_{oo} (1 - e^{-k(t)})$$

Onde:

W_t = Peso médio no tempo t .
 W_{oo} = Peso máximo assintótico
 k = parâmetro
 t = idade dos indivíduos

Para muitos camarões randomicamente selecionados de uma população, a variância na idade t será:

$$V(W_t) = [d(W_{oo})]^2 * (1 - e^{-kt})^2$$

Onde:

$V(W_t)$ = variância do peso na idade t
 $d(W_{oo})^2$ = variância do peso máximo

Considerou-se que o modelo de crescimento usado no presente trabalho (item 2.2.2.1.) é aproximadamente igual ao modelo de crescimento para peixes desenvolvido por Von Bertalanffy (1957), quando aplicado a um mesmo conjunto de dados, isto é, que:

$W_t = W_{oo} (1 - e^{-k(t)})$, prediz de modo aproximadamente igual a:

$$W_t = e^{a - b(x)}, \text{ onde } x = 1/t, \text{ então}$$

$$W_{oo} (1 - e^{-k(t)}) = e^{a - b(x)}$$

levando o termo W_{oo} à direita

$$(1 - e^{-k(t)}) = (e^{a - b(x)})/W_{00}$$

A aproximação se mantém, aplicando a proposta de Sansbury (1980), para a variância, em ambas equações teremos:

$$t^2 (1 - e^{-k(t)})^2 = t^2 ((e^{a - b(x)})/W_{00})^2$$

de onde a variância para a equação usada neste trabalho é:

$$V(Wt) = t^2 ((e^{a - b(x)})/W_{00})^2$$

Sendo por definição o desvio padrão a raiz quadrada da variância temos:

$$d(Wt) = \sqrt{(Rt^2 ((e^{a - b(x)})/W_{00})^2)}$$

Assim propoe-se o cálculo do efeito da variabilidade individual no crescimento do camarão no presente trabalho.

B. CRESCIMENTO EM BIOMASSA

O crescimento médio individual e o seu desvio foram usados para estimar a biomassa ao longo dos períodos do cultivo.

a) GERAÇÃO DO PESO E O DESVIO PARA O CÁLCULO DA BIOMASSA

O peso dos camarões amostrados na quinzena correspondente à última amostragem fornecerá ao sistema informação do peso individual para as quinzenas posteriores. Para o cálculo da biomassa é necessário levar em conta a taxa de sobrevivência, que uma vez processada fornecerá uma média e um

desvio o qual terá um número de camarões sobreviventes para a quinzena correspondente.

Sabe-se que os pesos apresentam uma distribuição normal (Sansbury 1980). Após se ter verificado a aderência (teste de Kolmogorov e Chi quadrado) que os pesos apresentam uma distribuição normal, utilizou-se um gerador aleatório que faz a aproximação à normal pelo método da Convolução (Banks e Carson 1984), para obter valores randômicos com média e desvio do peso correspondente à quinzena do ano desejada.

O esquema de geração aproximadamente normal usada foi a mesma usada para a temperatura (item 2.2.2.1.A.b.). Para gerar uma distribuição normal do peso, com média U_p e variância σ_p^2 . Primeiro geramos Z e logo usamos a transformação:

$$\text{PESO} = U_p + d_p Z$$

Com o peso gerado, podemos calcular a biomassa (Bt_n) multiplicando, o número inicial de camarões (Nt_0), pelo número de sobreviventes (St_n), para qualquer instante do cultivo.

$$St_n = \frac{Nt_n}{Nt_0}$$

Nt_n = N^o camarões no tempo n.

Nt_0 = N^o camarões inicial.

A biomassa no instante t será:

$$Bt_n = \text{PESO} * (Nt_0 * St_n)$$

2.4.2.2. O MODELO BIOECONÔMICO

O sub-modelo bio-econômico analisa às relações entre os aspectos biológicos de crescimento da biomassa em cultivo e os aspectos econômicos envolvidos no processo produtivo.

A.- MODELAGEM DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

Todos os custos aqui apresentados estão em relação com a produção a curto prazo. Fazem parte dos conceitos aplicados para a análise do sistema :

- a) Custos Fixos Totais (CFT)
- b) Custos Variáveis Totais (CVT)
- c) Custos Totais (CT)
- d) Custos Marginais (CMg)

a) Custos Fixos

Os custos são associados à propriedade de um insumo ou recurso fixo. Geralmente não variam, portanto eles existem independentemente do muito ou pouco uso que será dado ao recurso.

O Custo Fixo Total usado no sistema é a soma dos vários custos fixos. Os componentes são:

- Depreciação
- Seguro
- Reparos
- Imposto (de propriedade, não de receita)
- Taxa de Juros (15 % aa em dólares)

O modelo de depreciação usado é o linear para a depreciação real (Casarotto e Hartmut 1985). Foi calculada quinzenalmente para prorrateá-la durante a duração do cultivo.

$$\text{Depreciação quinzenal} = \frac{\text{custo} - \text{valor residual}}{\text{vida útil (quinzenas)}}$$

Onde o custo é o preço de compra, a vida útil é o número de anos que se espera usar o bem e o valor residual é o valor esperado ao terminar a vida útil (preço de revenda).

Os juros foram incluídos porque o capital investido tem um custo de oportunidade. O valor do bem depreciável diminui com o tempo, pelo que foi calculado segundo o modelo (Shang 1987):

$$\text{Juros} = \frac{\text{custo} + \text{valor residual}}{2} \times \text{Taxa de juros}$$

Onde a taxa de juros é o custo de oportunidade do capital. O juro também foi prorrateado quinzenalmente ao longo da duração do cultivo.

O imposto sobre a propriedade e o seguro foram prorrateados quinzenalmente também para tirar a parte que corresponde a duração do cultivo.

b) Custos Variáveis

Os custos variáveis sobre os quais existe alguma forma de controle, aumentam ou diminuem de acordo com a produção (Shang 1987).

Os itens considerados no modelo foram:

- Larvas de camarão (US\$/milheiro)
- Alimento (US\$/Kg)
- Fertilizante (US\$/kg)

- Energia (US\$/hr)
- Mão de obra direta (US\$/quinzena)
- Diversos (US\$)

O sistema considera o alimento, fertilizantes, Energia, e mão de obra incrementados ao longo das quinzenas do cultivo; como segue:

O alimento é calculado a partir da tabela de consumo de alimento para o sistema semi-intensivo de cultivo (Gardnier 1987) segundo o incremento da biomassa ao longo do período de cultivo.

O fertilizante segundo uma média de resposta a sua dosificação ao longo do cultivo, e a Energia principalmente gasta em bombeamento de água, forem incrementados exponencialmente até o final do cultivo, devido às condições mais críticas na qualidade da água, para garantir as necessidades fisiológicas de oxigênio do camarão em cultivo.

c) Custos Totais

O custo total é a soma dos custos fixos e variáveis.

d) Custos Marginais

O custo marginal segundo Shang (1987) é o custo adicional derivado da produção de uma unidade adicional do produto.

Então consideramos como a variação do custo total dividida pela variação da produção de biomassa.

$$\text{CMg} = \frac{\text{variação do custo}}{\text{variação da biomassa}}$$

Para finalizar com a análise do sistema para o controle da produção, foram considerados os conceitos de Receita Marginal

(RMg) que nada mais é que a diferença na receita entre um nível de produção e o seguinte e o Produto Físico Marginal (PFMg) que é a diferença entre um nível de produção e o seguinte.

Em conclusão, segundo o princípio econômico, um ponto de lucro máximo será quando a Receita Marginal seja igual ao Custo Marginal. Isto acontecerá quando a diferença entre a receita total e o custo total é o máximo possível.

2.5 INTERFACE DA SIMULAÇÃO

O Sistema de Apoio à Decisão (SAD), foi inteiramente desenvolvido em linguagem Pascal. Procurou-se fazer uma interface amigável, ao construir o SAD procuramos que auxilie no gerenciamento econômico dos cultivos de camarão em Santa Catarina.

2.5.1. INFORMAÇÃO REQUERIDA PELO SISTEMA

A informação que o SAD precisa para simular apresenta dois níveis: O nível externo, e o interno.

2.5.1.1. NÍVEL EXTERNO

O nível externo do SAD comanda a simulação e precisa a informação do código do viveiro, quinzena fonte (do banco de dados armazenado no seguimento desse viveiro), mês de início para a simulação, quinzena, arquivo de custos e arquivo de preços a ser usado.

Este nível condiciona o SAD a simular a partir de um determinado mês e quinzena, que apresenta características particulares de temperatura que, por outro lado, condicionaram determinados níveis de oxigênio.

O usuário decidirá se quer que o SAD simule a partir do mês e quinzena que iniciou o cultivo ou não. (É de interesse enfatizar que o banco de dados de cada viveiro, identificado com o código, estará sendo usado para simular esse particular viveiro).

2.5.1.2. NÍVEL INTERNO

O nível interno serve ao SAD para fazer as interações e desta maneira simular a partir da informação externa fornecida.

A informação que o sistema requer como dados de entrada para o processamento é a biometria dos camarões, custos do (s) cultivo (s) em andamento e os preços do camarão no mercado.

A) BIOMETRIA

Uma amostragem ao acaso deverá ser feita quinzenalmente no viveiro em cultivo. O número mínimo de camarões na amostra deve ser de trinta indivíduos por viveiro. O sistema requer os pesos individuais em gramas.

Se o viveiro está iniciando o cultivo o sistema pede o nome ou código de identificação do viveiro, o número de camarões que iniciaram o cultivo, a área do viveiro, e a quinzena da amostragem. Tudo isto ficará arquivado na sua memória para ser usado quando o sistema precisar.

Para as biometrias sucessivas o sistema só pedirá a quinzena da amostragem e os pesos individuais dos camarões.

B) CUSTOS

Os custos a serem fornecidos ao sistema estarão identificados por um nome com a sua extensão, que o sistema

arquivará. Qualquer estrutura arquivada poderá ser usada quando o usuário precisar.

Deve ser informado ao sistema em ordem:

- Depreciação
- Seguro
- Reparos
- Imposto
- Taxa de Juros
- Larvas de camarão (US\$/milheiro)
- Alimento (US\$/Kg)
- Fertilizante (US\$/kg)
- Energia (US\$/hr)
- Mão de obra direta (US\$/quinzena)
- Diversos (US\$)

A estrutura de custos deverá seguir o padrão de cálculo antes mencionado. O sistema permite ter várias estruturas de custos, inclusive para um mesmo cultivo. É preciso informar ao sistema uma só vez sobre a sua estrutura de custos.

C) PREÇOS

Os preços fornecidos ao sistema seguem o mesmo padrão de arquivo dos custos. Os preços deverão ser fornecidos em onze classificações de peso, em dólares, segundo o valor da faixa de classificação, estabelecida no mercado como o número de camarões inteiros por Quilograma de peso (ver tabela Nº 3). O modelo permite avaliar o impacto das variações de preços.

Tabela Nº 3. Preço Comercial do Camarão segundo as Onze Classificações do Mercado Norteamericano (US\$).

PREÇOS DE MERCADO DO CAMARÃO USADOS NA ANÁLISE ECONÔMICA

Valor	1	do mercado:	9.30
Valor	2	do mercado:	7.45
Valor	3	do mercado:	5.50
Valor	4	do mercado:	4.75
Valor	5	do mercado:	4.30
Valor	6	do mercado:	4.00
Valor	7	do mercado:	3.75
Valor	8	do mercado:	2.61
Valor	9	do mercado:	1.42
Valor	10	do mercado:	0.94
Valor	11	do mercado:	0.63

PRESSIONE <ENTER> PARA CONTINUAR

2.5.2. INFORMAÇÃO FORNECIDA PELO SISTEMA

As perguntas que o SAD procurará responder são :

- Qual o efeito das variáveis ambientais como a temperatura e o oxigênio sobre a taxa de crescimento e mortalidade ?

O SAD foi implementado para fazer previsões com certa margem de segurança. Portanto faz no mínimo dez simulações para apresentação das previsões em gráficos e tabelas.

- Como se desenvolve a biomassa em vários períodos do ano, e qual o melhor período para a despesca considerando variáveis de preço e ambientais ?. A seguir se apresenta os parâmetros ambientais num cultivo simulado (ver Figura Nº 3).

TEMPERATURA (C) - OXIGENIO (mg/l)

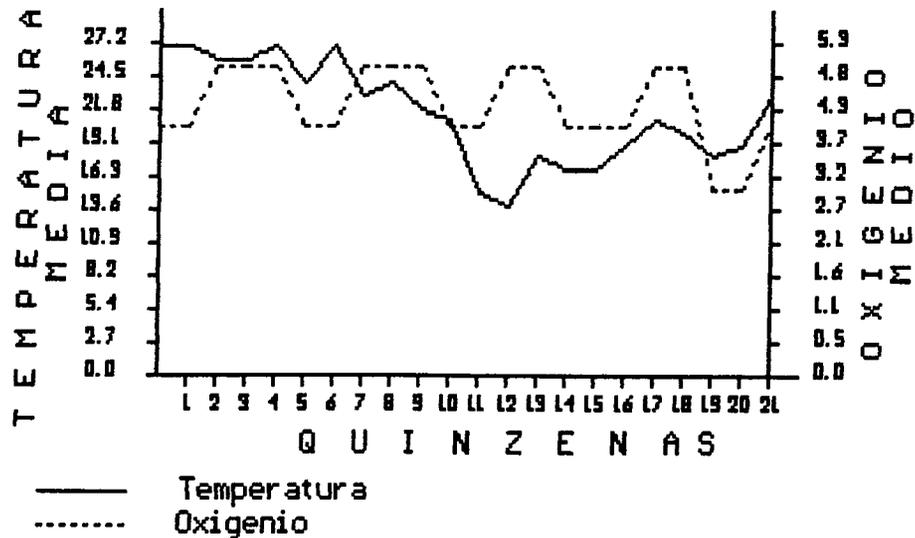


Figura Nº 3. Parâmetros de Temperatura e Oxigênio Simulados pelo SAD e Usados para os cálculos do Crescimento e Sobrevivência.

As tabelas e gráficos que o SAD fornece ao usuário informam sobre a situação do cultivo durante vinte e uma quinzenas, a partir das informações fornecidas a nível externo, fazendo uma previsão futura de quando poderia ser o melhor momento para a despesca.

- Qual a composição (estrutura) de tamanhos na população?, Como esta varia ?. A Tabela Nº 4, mostra como a simulação é feita simulando uma quinzena.

Tabela Nº 4. Composição de Tamanho dos Camarões segundo a sua Classificação Comercial na Quinzena 12 da Simulação.

SIMULANDO QUINZENA: 12

Peso Medio: 15.04 Desvio: 2.65

Entero/Kg.	Num. Caixas	Preco/Caixa	Total(US\$)/Classe
U15	0	9.30	0.00
26 - 32	0	7.45	0.00
33 - 40	0	5.50	0.00
41 - 48	31	4.75	150.79
49 - 56	202	4.30	868.88
57 - 64	440	4.00	1760.91
65 - 80	348	3.75	1306.36
81 - 96	87	2.61	229.35
97 - 112	29	1.42	41.99
113 - 144	12	0.94	11.77
145 - ov	0	0.63	0.00
Total Quinzenal:			4370.05

Para a distribuição dos pesos entre as diferentes classificações o SAD usa a media e o desvio e calcula o valor em qualquer período do cultivo segundo a estrutura de peso da população.

O SAD faz a simulação do crescimento do camarão a partir do modelo matemático de crescimento previsto, influenciado pelos fatores meio-ambientais, a Temperatura e o Oxigênio. (Anexo A).

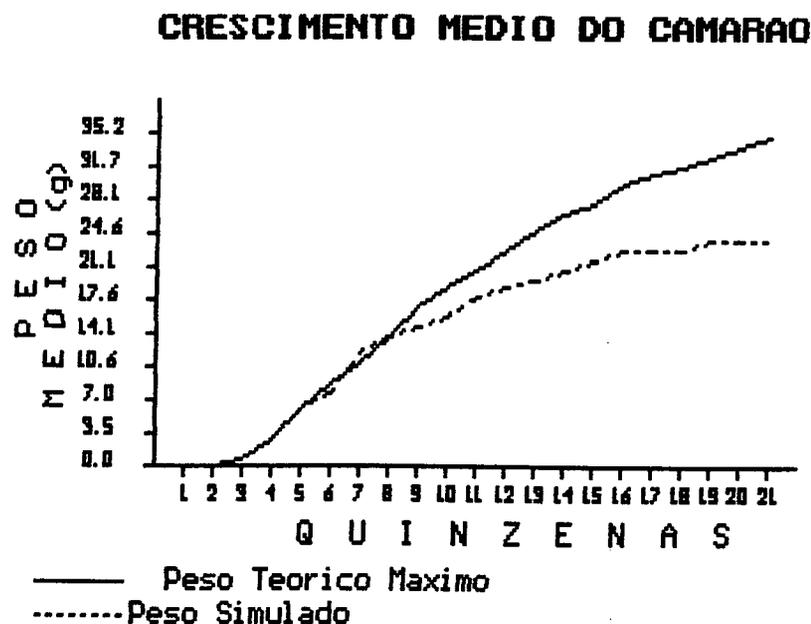


Figura Nº 4. Curva de Crescimento Médio de Peso Teórico Máximo e Peso Simulado do Camarão durante 21 Quinzenas de Cultivo.

- Qual a economicidade prevista para o empreendimento ?

O momento que o SAD escolhe para fazer o corte da melhor quinzena é o momento em que a diferença entre a receita total e o custo total é o máximo possível. Teoricamente este ponto de lucro máximo será quando a receita marginal seja próxima do custo marginal.

Na quinzena escolhida o SAD fornece um Status Econômico da despesa, apresentando os dados que condicionaram a simulação e dados sobre o comportamento do cultivo.

III. RESULTADOS

3.1. AS VARIÁVEIS DE ESTADO NOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO

3.1.1. PESO DO CAMARÃO

O incremento de Peso individual apresentada na tabela Nº5, assim como a taxa relativa do Incremento de peso para os diferentes tratamentos, mostra uma superficie de resposta com uma tendencia de ser menor o ganho de peso para os tratamentos sem nenhum nível de eutrofização e a menor temperatura, notando-se um ligero aumento com o aumento do nível de eutrofização, pasando a ser notavelmente maior, o ganho de peso, quando considerado juntamente com o aumento da temperatura.

Tabela Nº 5. Taxa Relativa do Incremento de Peso do Camarão em Função da temperatura e Oxigênio Dissolvido.

Nível de OD	Nível de Temperatura		
	18	23	28
6,0	18,59	20,12	16,97
4,5	22,16	59,47	69,72
3,0	48,51	99,99	100,00

Os dados obtidos no experimento, foram usados para a determinação quantificada da influência combinada destes dois parâmetros, no crescimento em peso do camarão.

O experimento fornece uma matriz de crescimento com a influência dos parâmetros experimentais. As relações de cálculo foram consideradas como lineares entre os valores intermédios da matriz. Assim, o valor esperado para o peso individual, estimado pelo modelo matemático, sofre um ajustamento em função dos valores da temperatura e OD gerados na simulação.

INCREMENTO DE PESO INDIVIDUAL NÍVEL DE EUTROFIZAÇÃO VS TEMPERATURA

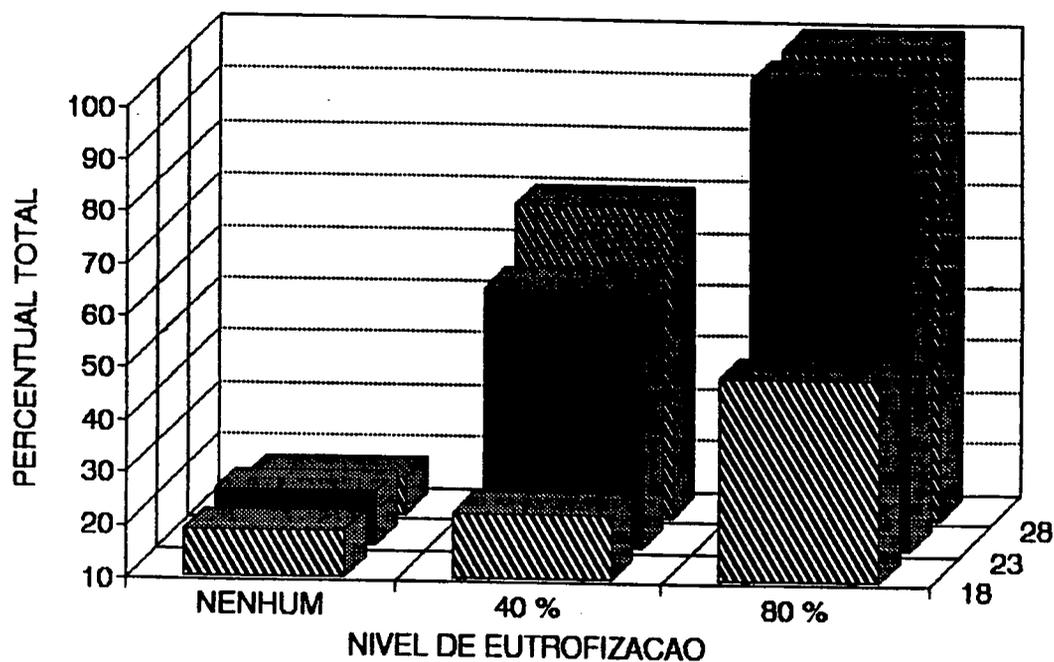


Figura Nº 5. O Efeito da Temperatura e o Nível de Eutrofização no Incremento de Peso Individual

3.1.2. SOBREVIVÊNCIA DO CAMARÃO

O resultado do efeito dos parâmetros de controle do experimento, a temperatura e o oxigênio dissolvido, apresenta uma matriz resposta sobre a sobrevivência nos 40 dias do experimento. Porém, mediante relações lineares calculou-se a sobrevivência para 15 dias, pois o SAD utiliza dados quinzenais para fazer suas simulações.

Tabela Nº 6. Percentual de Sobrevivência Quinzenal do camarão em Função da temperatura e Oxigênio Dissolvido.

Nível de OD	Nível de Temperatura		
	18	23	28
6,0	99,58	97,08	91,25
4,5	97,50	98,75	91,25
3,0	90,84	91,25	88,33

A sobrevivência assim calculada foi usada para o cálculo da biomassa.

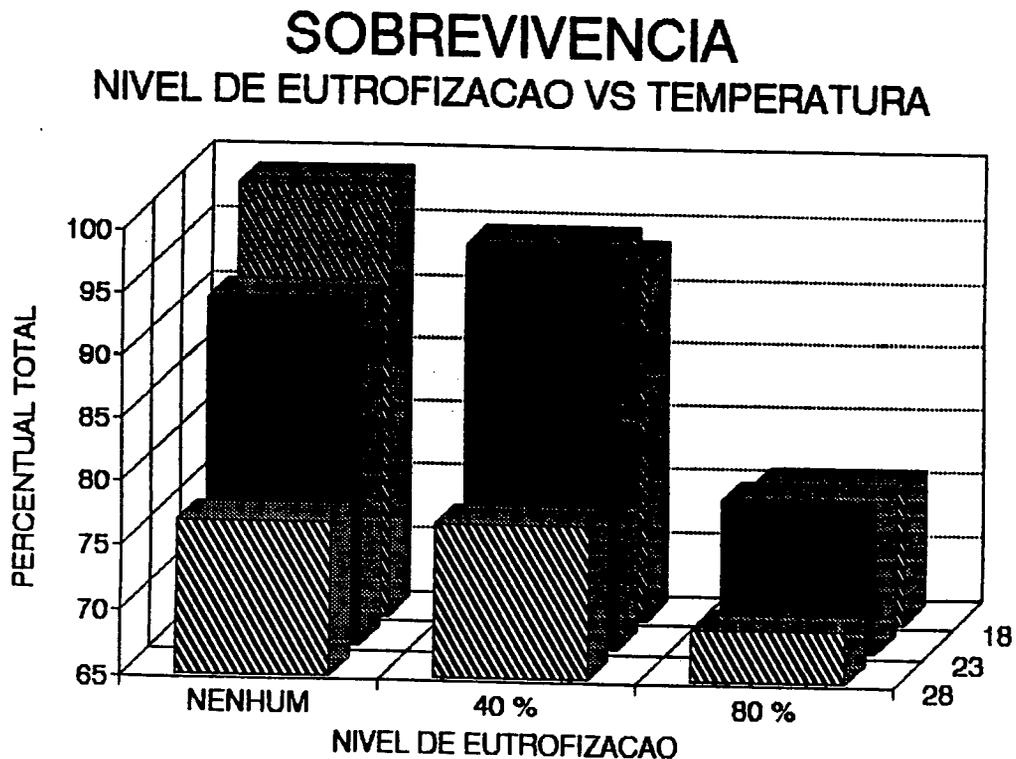


Figura Nº 6. O Efeito da Temperatura e o Oxigênio (Nível de Eutrofização) na Sobrevivência.

3.1.3. BIOMASSA DO CAMARÃO

A biomassa encontrada experimentalmente não foi usada diretamente na simulação por ser uma consequência dos dois resultados experimentais antes mencionados, o incremento de peso individual e a sobrevivência, informação que o sistema usa para o cálculo, a partir da média de peso fornecida pelo modelo matemático de crescimento. Apresenta-se a seguir os resultados experimentais.

Tabela Nº 7. Taxa Relativa do Incremento da Biomassa do camarão em Função da temperatura e do Oxigênio Dissolvido na Água.

Nível de OD	Nível de Temperatura		
	18	23	28
6,0	29,27	27,06	35,17
4,5	23,09	91,53	100,00
3,0	-1,58*	63,12	84,98

* É negativo devido a que houve mortalidade e o incremento de peso foi insignificante.

INCREMENTO DE BIOMASSA NÍVEL DE EUTROFIZACAO VS TEMPERATURA

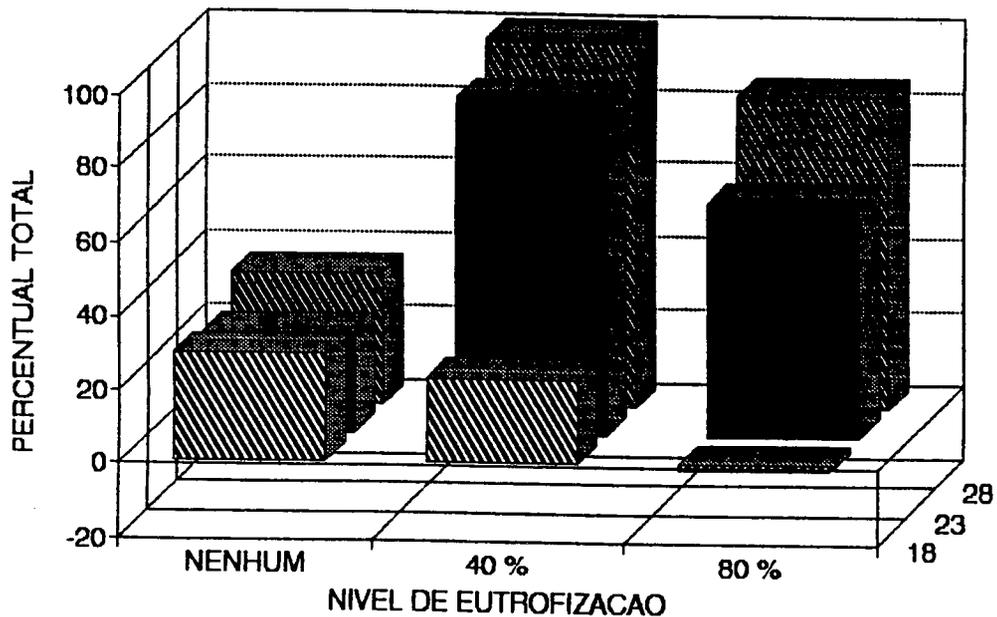


Figura Nº 7. O Efeito da Temperatura e do Oxigênio (nível de eutrofização) no Incremento da Biomassa.

3.1.4. CONSUMO DE ALIMENTO

A conversão alimentar reflete o acontecido com os camarões no concernente à eficiência com que o alimento foi convertido em massa corporal do animal. Assim os tratamentos com maior temperatura e maior eutrofização, foram aqueles que foram favorecidos com um aproveitamento eficiente do alimento, tendo em média tido que consumir 2,88* unidades de alimento, para o ganho de uma unidade de peso corporal.

Tabela Nº 8. Conversão Alimentar em função da Temperatura e do Oxigênio Dissolvido na Água (Nível de Eutrofização).

Nível de OD	Nível de Temperatura		
	18	23	28
6,0	6,52	8,27	6,20
4,5	6,03	2,91*	2,87*
3,0	8,28	2,93*	2,80*

* Diferença estatisticamente significativa (alfa = 0,05).

CONVERSAO ALIMENTAR ALIMTO.CONSUMIDO/INC.BIOMASSA

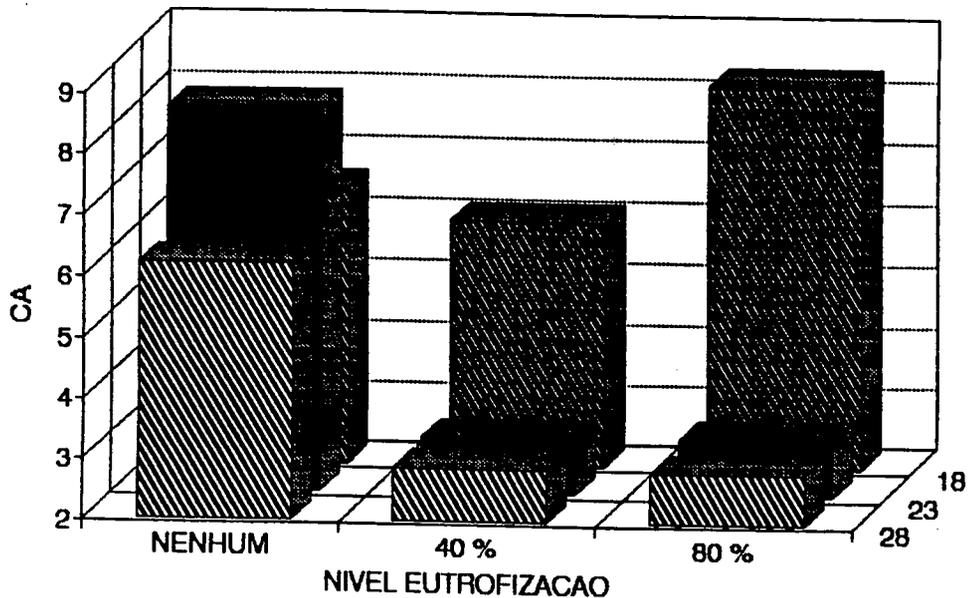


Figura Nº 8. . O Efeito da Temperatura e do Oxigênio (nível de eutrofização) na Conversão Alimentar.

3.2. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DO (SAD)

Na seguinte tabela o SAD fornece informação sobre o efeito das variáveis consideradas, a Temperatura e o Oxigênio Dissolvido, sobre a taxa de crescimento e mortalidade, considerada dentro da dinâmica do cultivo simulado.

Tabela Nº 9. Performance do Cultivo no Concernente ao Peso individual do Camarão (Wt), Biomassa (Bt), Temperatura (Tem), Oxigênio (Oxig), Sobrevivência (Sobr), Custo Total (CT) e Receita Bruta (Ing), durante o período de Cultivo Simulado.

Quin.	Wt(g)	Bt(K/Ha)	Tem(C)	Oxig(mg/l)	Sobr(%)	CT(US\$/Ha)	Ing(US\$/Ha)
1	0.00	0.02	26.88	4.45	92.36	130.78	0.00
2	0.21	9.42	25.82	4.56	87.83	196.47	0.00
3	1.25	48.74	26.49	5.38	78.28	242.51	0.00
4	2.87	100.33	27.49	5.33	69.94	278.84	5.72
5	5.00	158.09	26.82	4.14	63.26	309.87	81.55
6	7.26	207.31	26.66	4.11	57.13	339.77	177.55
7	10.17	275.61	23.70	4.32	54.21	368.93	519.50
8	10.90	279.98	21.10	5.35	51.38	391.97	627.24
9	11.61	282.72	20.83	5.38	48.69	415.27	731.76
10	12.63	290.33	18.16	4.31	45.97	438.10	848.73
11	13.96	305.23	14.95	4.52	43.73	460.86	982.30
12	15.04	311.62	16.14	4.41	41.45	484.11	1092.51
13	15.79	311.93	18.35	5.14	39.51	506.52	1180.30
14	16.61	312.87	16.97	5.23	37.67	530.34	1154.80
15	17.40	305.87	16.51	4.02	35.15	553.30	1256.40
16	17.90	291.65	19.42	3.86	32.59	577.18	1219.99
17	18.23	282.08	21.14	4.88	30.95	601.20	1103.26
18	18.63	274.67	19.66	4.93	29.48	623.73	1177.37
19	19.10	268.29	18.18	5.03	28.09	647.86	1125.92
20	19.43	256.72	20.02	3.69	26.43	674.92	1145.90
21	20.36	252.49	23.55	3.51	24.80	719.87	1202.49

DESEJA IMPRIMIR O QUADRO (S/N) ?

No verão a temperatura da água no litoral catarinense está em torno de 27 °C, de Dezembro a começo de Abril durante aproximadamente quatro meses. Neste período o crescimento Médio individual do camarão é o máximo possível. Contudo os teores de oxigênio na água diminuem e a biodisponibilidade de oxigênio para a espécie *Penaeus paulensis*, é limitado provocando mortalidade no cultivo.

Os resultados de cultivos simulados no verão, demonstram a sua viabilidade . No entanto a decisão da data de despesca é crítica em função da grande mortalidade que afeta a biomassa.

Tabela Nº 10. Biomassa Média e Receita (Ingresso) Médio durante o Período de cultivo.

Quinzena	Biomassa Media (Kg/Ha)	Ingresso Medio (US\$/Ha)
1	0.02	0.00
2	9.42	0.00
3	48.74	0.00
4	100.33	5.72
5	158.89	81.55
6	207.31	177.55
7	275.61	519.50
8	279.98	627.24
9	282.72	731.76
10	290.33	848.73
11	305.23	982.30
12	311.62	1092.51
13	311.93	1180.30
14	312.87	1154.80
15	305.87	1256.40
16	291.65	1219.99
17	282.08	1103.26
18	274.67	1177.37
19	268.29	1125.92
20	256.72	1145.90
21	252.49	1202.49

DESEJA IMPRIMIR O QUADRO (S/N) ?

No inverno a temperatura da água no litoral catarinense está em torno de 17 °C, de Maio a início de Setembro durante aproximadamente quatro meses. Neste período o crescimento Médio

individual do camarão é muito reduzido. Contudo os teores de oxigênio na água aumentam e a biodisponibilidade de oxigênio para a espécie *Penaeus paulensis*, é o máximo provocando boa sobrevivência no cultivo.

Os resultados de cultivos simulados no inverno, demonstram a sua viabilidade econômica. No entanto a decisão da data de despesa é mais flexível, na realidade apresenta um desvio padrão maior (aumento do risco), porém o fator econômico passa a ser uma forte restrição, por causa do crescimento médio individual que incrementa pouco a biomassa.

A simulação do SAD informa sobre a situação do cultivo durante vinte e uma quinzenas, a partir da informação fornecida a nível externo, e faz uma previsão futura de quando poderia ser o melhor momento para a despesa.

Tabela Nº 11. Análise de Custos de Produção que o SAD fornece para Determinar a Provável Data de Despesa

Quincena	Bt	PFMg	CFT	CVT	CT	CMg	RMg	Ing.Total	Beneficio
1	0	0.0	9	348	131	0.00	0.00	0	-131
2	9	9.4	18	348	196	6.99	0.00	0	-196
3	49	39.3	26	356	243	1.17	0.00	0	-243
4	100	51.6	35	364	279	0.70	0.11	6	-273
5	158	57.8	44	373	310	0.54	1.31	82	-228
6	207	49.2	53	385	340	0.61	1.95	178	-162
7	276	68.3	61	399	369	0.43	5.01	519	151
8	280	4.4	70	406	392	5.27	24.66	627	235
9	283	2.7	79	416	415	8.51	38.17	732	316
10	290	7.6	88	426	438	3.00	15.38	849	411
11	305	14.9	96	437	461	1.53	8.96	982	521
12	312	6.4	105	449	484	3.64	17.26	1093	608
13	312	0.3	114	460	507	71.95	281.88	1180	674
14	313	0.9	123	473	530	25.40	-27.18	1155	624
15	306	-7.0	131	486	553	-3.28	-14.52	1256	703
16	292	-14.2	140	499	577	-1.68	2.56	1220	643
17	282	-9.6	149	514	601	-2.52	12.20	1103	502
18	275	-7.4	158	526	624	-3.03	-10.00	1177	554
19	268	-6.4	166	540	648	-3.78	8.06	1126	478
20	257	-11.6	175	558	675	-2.34	-1.73	1146	471
21	252	-4.2	184	595	720	-10.60	-13.35	1202	483

DESEJA IMPRIMIR O QUADRO (S/N) ?

A distribuição dos pesos entre as diferentes classificações da simulação são feitas internamente para o cálculo do valor econômico do cultivo em qualquer quinzena.

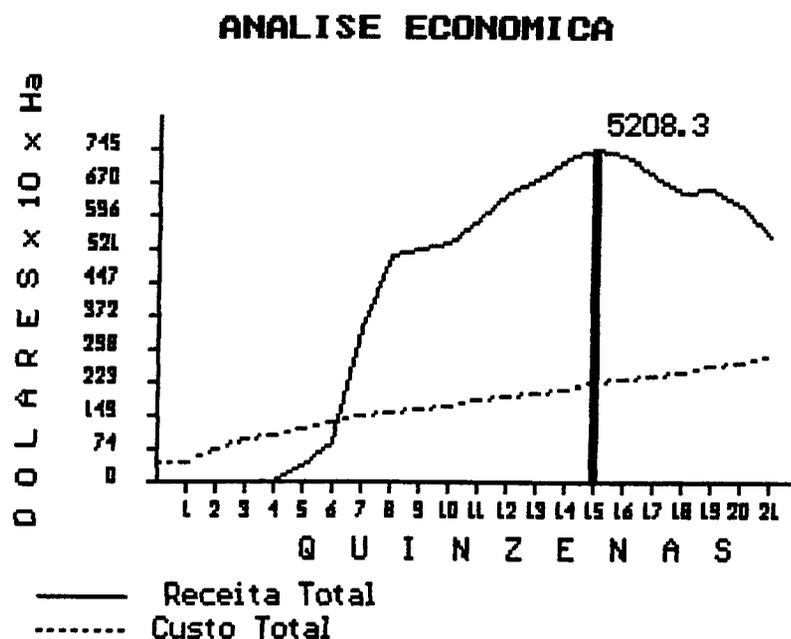


Figura Nº 9. Quinzena que a Simulação Determina para Fazer a Despesa Visando a Maximização do Lucro.

Por último a simulação do SAD fornece um resumo do status econômico de quando seria a provável despesa, informando os dados que condicionaram a simulação e os dados sobre a performance do cultivo.

Tabela Nº 12. Status Econômico na Despesca Proposta pelo SAD, com as Características do Cultivo e os Índices de Produtividade.

STATUS ECONOMICO NA DESPESCA

Liveiro	:	laguna93	
Num. de Ha.	:	4.00	
Quincena Fonte	:	8	
Mes Inicio	:	1	
Quincena	:	1	
Custos	:	lag.cus	
Precos de Mercado	:	precos.dat	
Peso Medio (g)	:	17.40	Biomassa Total (Kg) : 1223.48
Numero de Dias Cultivo	:	225	Ingreso Total (US\$) : 5025.59
Taxa Crecimento (g/s)	:	0.54	Custo Total (US\$) : 2213.22
Numeros Despesca/ano	:	1.49	Lucro Total (US\$) : 2812.37
Numero de Larvas/Ha	:	50000	Lucro Total Anual (US\$): 4189.85
Sobrevivencia (%)	:	35.15	
Produtividade (Kg/Ha)	:	305.87	
Ingreso Bruto (US\$/Kg)	:	4.11	
Custo Producao (US\$/Kg)	:	1.81	
Lucro Neto (US\$/Kg)	:	2.30	
Taxa de Retorno (%)	:	55.96	
DESEJA IMPRIMIR O QUADRO (S/N) ?			

3.3. VALIDAÇÃO DA SIMULAÇÃO DO SAD

3.3.1. VALIDAÇÃO DO GERADOR DA TEMPERATURA E PESO

O gerador é validado se a temperatura gerada de cada quinzena está de acordo com a média e o desvio padrão fornecido

pelo histórico de dados. Para isto se fez um programa que gera 500 números aleatórios com a média e desvio padrão requerido. Estes se comparam com a média e desvio padrão gerado.

Os valores gerados são comparados com os históricos mediante os testes de Chi quadrado e Kolmogorov. O gerador é validado se está gerando a temperatura de cada quinzena de acordo com a média e o desvio fornecido do histórico de dados.

Tabela Nº 13. Validação da Temperatura: Teste Chi quadrado e Kolmogorov para Validação do Gerador da Distribuição Normal pelo Método da Convolução.

met. CONVOLUCAO		
classes	Intervalos	frequencias
1	24.00 => 26.09	57
2	26.09 => 26.39	75
3	26.39 => 26.61	51
4	26.61 => 26.81	57
5	26.81 => 27.01	54
6	27.01 => 27.23	75
7	27.23 => 27.53	60
8	27.53 => 29.62	71
SOMA		500
	Calculado	Tabelado
media obs.	26.838	26.810
variancia obs.	0.397	0.389
chi-quadrado	10.496	11.1
K.S.	0.037	0.457

A frequência de distribuição de probabilidade (fdp), das temperaturas geradas no intervalo de uma quinzena, foi considerado que apresentam uma distribuição normal, devido ao fato de que a fdp, das temperaturas quincenais, para o intervalo

de um ano, não apresentaram evidência suficiente para rejeitar que tivesse uma distribuição de probabilidade normal.

A validação da distribuição das temperaturas geradas pelo método da convolução, mostraram aderência à distribuição normal. Os testes utilizados foram o Chi quadrado e Kolmogorov.

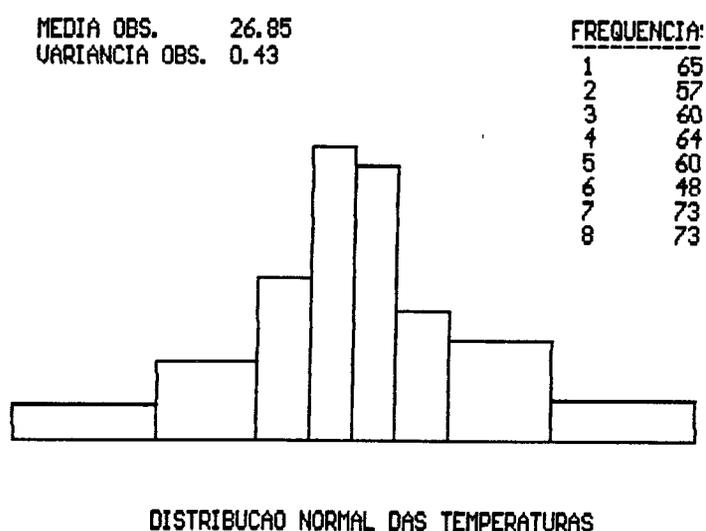


Figura Nº 10. Distribuição Normal da Geração da Temperatura pelo método da Convolução.

3.3.1.1. VALIDAÇÃO DA TEMPERATURA USADAS NA SIMULAÇÃO

Para implementar a simulação da temperatura usou-se um banco de dados de temperaturas médias quinzenais da água, medidos em viveiros de uma fazenda de produção de Florianópolis no Estado de Santa Catarina ao longo de dois anos (Bianchini, et all. 1988) (Tabela Nº 16).

A aderência da Temperatura Simulada (TSIM), á Temperatura Real (TREAL), foi comprovada com o teste de Kolmogorov, na Figura Nº 10, observa-se esta aderência às temperaturas acumuladas.

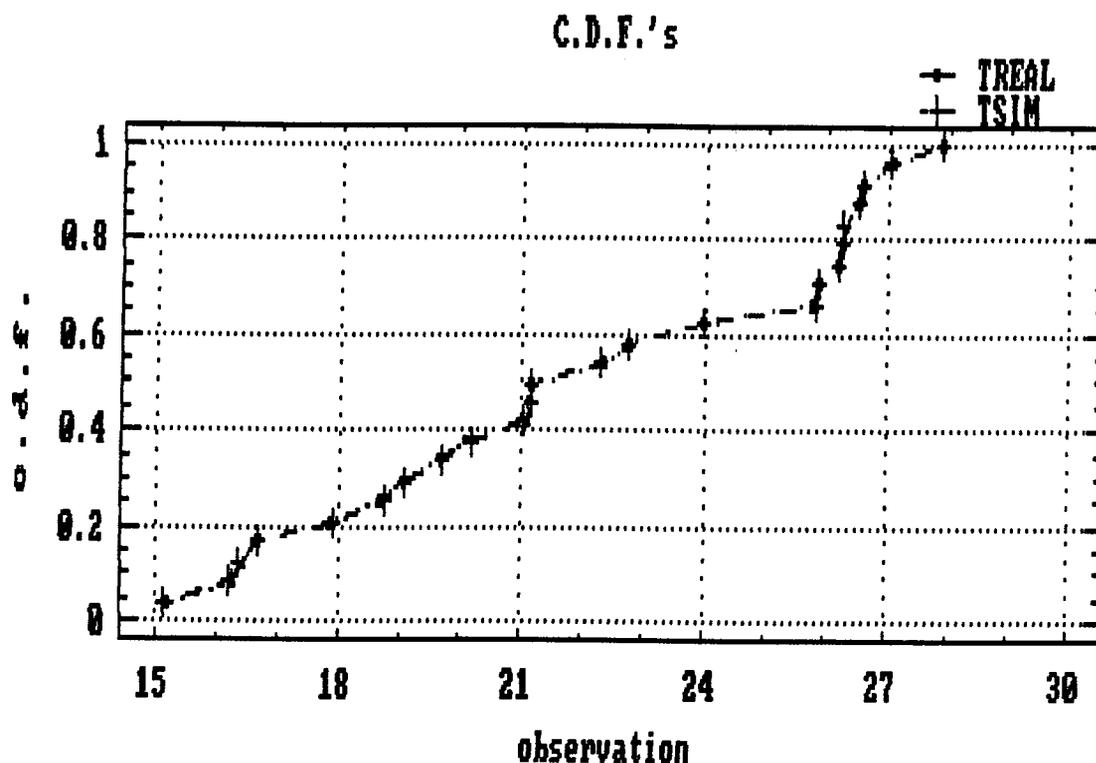


Figura Nº 11. Aderência da Temperatura Simulada (TSIM) á Temperatura Real (TREAL) Cumuladas.

3.3.1.2. VALIDAÇÃO DO GERADOR DO PESO

Após se ter sido verificado a aderência que os pesos apresentam uma distribuição normal, utilizou-se um filtro no gerador de números aleatórios, que permite a aproximação à Distribuição Normal pelo método da Convolução, para obter valores randômicos com média e desvio correspondente à quinzena do ano desejada.

Para validar a distribuição do peso do camarão à normal também foi usado o mesmo procedimento e também foi aceito com os mesmos testes.

3.3.2. VALIDAÇÃO DA SIMULAÇÃO

Os resultados da simulação foram comparados com o sistema real, o histórico de uma fazenda de cultivo de camarões a nível comercial no Estado de Santa Catarina (Op cit). Foram 18 o número de cultivos que estiveram dentro do padrão de sistema semi-intensivo, usado como base para a modelagem do SAD.

Tabela Nº 14. Média dos Parâmetros Reais de Produção de Dezoito Cultivos de uma Fazenda Comercial do Estado de Santa Catarina Usados para a Validação do SAD.

Parâmetro		Desvio Padrão	Coef.Var.
Produtividade (Kg/Ha)	: 319,67	164,28	51,39
Peso Médio Final (g)	: 11,97	3,38	28,25
Tempo Cultivo (Quinz)	: 7,95	3,72	46,80
Densidade (cam/m ²)	: 5,39	2,79	51,81
Oxigênio (%«3,5 mg/l)*	: 24,00	31,48	131,17
Temperatura (°C)	: 23,39	3,60	15,41

(*) Está expresso como percentual do tempo em que o oxigênio no cultivo esteve abaixo de 3,5 mg/l.

O SAD, para fazer as previsões, normalmente faz 300 simulações formando grupos de 10. O mês de início do cultivo escolhido para a validação foi o mês de Maio, devido à temperatura média que os dados do sistema real apresentam.

O teste usado foi o procedimento de análise de duas amostras. Comparou-se a média (U) e a variância do sistema real e simulado. As hipóteses estão a seguir:

A hipótese H_0 : $U_{real} = U_{simulada}$

A hipótese H_1 : $U_{real} \neq U_{simulada}$

O modelo de simulação proposto foi comparado com o sistema real para determinar a sua capacidade de fazer previsões confiáveis. O resultado do teste t-student foi processado com um aplicativo estatístico.

Tabela Nº 15. Resultados do teste t para a Validação do Sistema Real contra o Simulado

REAL			
Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Coef.Var.
Produtividade (Kg/Ha)	: 319,67	164,28	51,39
Peso Médio Final (g)	: 11,97	3,38	28,25
Tempo Cultivo (Quinz)	: 7,95	3,72	46,80
SIMULADO			
Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Coef.Var.
Produtividade (Kg/Ha)	: 331,70	72,83	21,96
Peso Médio Final (g)	: 11,00	3,10	28,18
Tempo Cultivo (Quinz)	: 11,80	3,40	28,81

A partir destes resultados podemos afirmar que em todos os casos é impossível rejeitar H_0 , hipótese de que os dados simulados e os dados do sistema real apresentam uma mesma média, ($\alpha = 0,05$). Por tanto a hipótese alternativa foi rejeitada.

A hipótese H_0 : $U_{real} = U_{simulada}$ (aceita)

A hipótese H_1 : $U_{real} \neq U_{simulada}$ (rejeitada)

O modelo de simulação proposto foi comparado com o sistema real para determinar se é capaz de fazer previsões confiáveis.

IV. DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

4.1. DISCUSSÃO

Os camarões são animais de sangue frio e apresentam a temperatura corporal próximas às do ambiente que á do ambiente que as rodeia. Assim, numa temperatura de 18 °C o camarão apresentou apenas um crescimento de 25 % a 30 % da sua potencialidade de crescimento. Esta potencialidade maior, manifestou-se nos tratamentos onde a temperatura e a eutrofização foram maiores. Chegando a quadruplicar o seu ganho de peso.

A incidência econômica desta apreciação é óbvia. No verão os cultivos de camarão são significativamente mais rentáveis.

Uma sobrevivência maior apresentou-se nas temperaturas menores de 18 °C e sem eutrofização. No tratamento com teores baixos de oxigênio (3,5 mg/l), e com a temperatura elevada (28°C), a mortalidade foi maior, devido ao requerimento maior de oxigênio para cobrir as suas exigências metabólicas exacerbadas pela alta temperatura (Shigeno, 1978).

No verão o processo de eutrofização natural dos viveiros de cultivo do camarão, com um arraçoamento exagerado, é provocado pela decomposição do excesso de matéria orgânica que faz diminuir enormemente a concentração de Oxigênio Dissolvido na água, podendo provocar grandes mortalidades.

No processo de eutrofização, a decomposição do excesso da matéria orgânica fez proliferar enormemente às bactérias que atingiram uma densidade de 4 milhões/ml na água (Fig. Nº 1), o que aproximadamente faz uma biomassa de 0,48 mg/l de bactérias; mil milhões fazem aproximadamente um miligrama (Margaleff, 1975).

A água no meio ambiente natural apresenta 26,7 vezes menos bactérias ($1,5 \times 10^5$ c/ml), do que no experimento, e o sedimento apresenta 1,38 vezes menos ($2,9 \times 10^6$ c/g), (Hood e Meyers, 1973). O que faz pensar, que o tipo de hábito alimentar iliófago do camarão, tem relação com o aproveitamento alimentar da biomassa bacteriana presente no seu habitat natural. No trato digestivo o camarão apresenta $2,9 \times 10^7$ c/g., 7,25 vezes mais do que no experimento, onde desempenham um papel ativo na nutrição do animal. (Hood e Meyers 1973).

O consumo de alimento, pela análise da Conversão alimentar, mostrou-se mais eficiente em temperaturas acima de 23 °C e com eutrofização maior do que 40 %.

Trabalhos sobre aspectos microbiológicos na digestão de camarões (Hood e Meyers, 1974), manifestam que as bactérias poderiam servir como fonte direta de alimento e algumas continuar ativamente vivendo no trato digestivo contribuindo com produtos de valor nutritivo que beneficiariam o animal.

Assim constatou-se que as bactérias para os níveis maiores de eutrofização, serveram de alimento para os camarões, caracterizado pelo seu rápido crescimento, daqui que o crescimento foi significativamente maior.

Desta maneira, a aparente contradição encontrada no experimento, pelo fato dos camarões crescerem mais com menos oxigênio, seria explicada pela ingestão da biomassa bacteriana, provocado pelo incremento da eutrofização.

Provavelmente, a temperatura também afetou a atividade bacteriana do trato digestivo, pois a atividade enzimática extracelular proteolítica, aminolítica, lipolítica e quitinolítica das bactérias é diminuída em baixas temperaturas. (Hood e Meyers, 1973)

SOBRE A VALIDAÇÃO DA SIMULAÇÃO

O modelo de simulação proposto foi comparado com o sistema real para determinar se é capaz de fazer previsões confiáveis. Estatisticamente, em todos os casos, foi impossível rejeitar a hipótese de que os dados simulados e os dados do sistema real apresentam uma mesma média. Porém observando o Coeficiente de variação do sistema real, este é maior do que no sistema simulado, o que poderia ser devido ao fato de que os dados provenientes do sistema real não foram homogêneos quanto ao começo da data de cultivo, e pegaram diferentes faixas de temperatura.

A diferença de mais do dobro no risco da Produtividade do cultivo, no sistema real (164,28 contra 72,83 K/Ha), faz sugerir também que a simulação estaria sendo restrita demais nas variáveis incluídas no modelo, e outras variáveis que ficaram de lado, como a influência da salinidade e o efeito da densidade de estocagem no cultivo, seria provavelmente os responsáveis deste aumento do risco do sistema real, os quais não foram considerados na simulação.

4.2 CONCLUSÕES

Os resultados da simulação mostraram que o cultivo de camarão é viável economicamente para esta espécie (*Penaeus paulensis* Perez-Farfante, 1967), durante todo o ano no litoral do Estado de Santa Catarina.

A simulação mostrou ser uma ferramenta adequada para analisar a viabilidade econômica desta atividade.

O trabalho contribui para um melhor conhecimento das possibilidades bio-econômicas do cultivo de camarões marinhos na costa do Estado de Santa Catarina.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram as vantagens da utilização de um modelo de simulação face aos demais métodos existentes para a abordagem do problema, em particular contra um modelo mais simples de regressão múltipla.

Ao ser validado o modelo de simulação (SAD), é possível fazer algumas inferências ao respeito do sistema real.

A simulação serve como uma ferramenta de Apoio a Decisão a nível de gerenciamento de empreendimentos na área de cultivo de camarões.

A análise sobre a data de início dos cultivos mostrou que não é igual o início do cultivo em verão do que em inverno.

4.3 SUGESTÕES

Na tomada de decisões, o modelo de simulação proposto como um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), faz previsões de possíveis datas de despesca, ficando a parte decisória final a critério do usuário.

É necessário para a avaliação completa do sistema de simulação, fazer um seguimento do ajuste do sistema para o resto dos meses do ano do sistema real.

É possível o uso do sistema para a outra espécie que se cultiva no Estado de Santa Catarina, o *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, desde que se informe ao sistema o efeito da temperatura e do oxigênio no seu crescimento.

O SAD poderia ser usado como instrumento de ensino, em Planejamento da produção aquícola e Economia de aquícultura.

4.4. RESUMO

O presente trabalho apresenta resultados e metodologias utilizadas no desenvolvimento de um Sistema de Apoio á Decisão (SAD), para o gerenciamento econômico da produção do camarão marinho *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante 1967, no Litoral do Estado de Santa Catarina.

A metodologia adotada pelo sistema desenvolvido SAD, é baseada num experimento de laboratório sob condições controladas, tendo como base os dados experimentais e os dados de campo de uma fazenda de produção comercial. A partir daqui se realiza a modelagem da simulação que o SAD usa.

O SAD foi implementado para fazer previsões com certa margem de segurança. Por tanto faz no mínimo dez simulações para apresentação das previsões em gráficos e tabelas.

Para dar suporte e representatividade ao SAD, foram validadas ás simulações confrontando-os com os dados de produção do sistema real.

BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, G. & MAGUIRRE, G.B. 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 4:27-37.
- BALA, B.K. & SATTER M.A. 1990. System Dynamics Simulation and Optimization of Aquacultural System. *Aquacult. Eng.*, , 381-391.
- BANKS, J. & CARSON J.S. Discrete-Event System Simulation. Prentice-Hall, Inc., (1984). 514 p.
- BERNARDI, L.C. Estimativas de Heredabilidade de Caracteres Produtivos no Camarão Marinho *Penaeus paulensis* Perez-Farfante 1967. Dissertação submetida á Universidade Federal Santa Catarina. Florianópolis, Brasil. 1993 para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura. (In Press).
- BELTRAME, E. Sistema de Planejamento, Acompanhamento e Simulação da Produção de Pós-larvas de Camarões Marinhos. Dissertação Submetida a Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil. 1990 para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.
- BIANCHINI, D.R., ANDREATTA, R., BELTRAME, E. 1990. Estudo sobre a Produção Comercial de Camarões Marinhos na Região Sul do Brasil. Dpto. Aquicultura, UFSC. Florianópolis, SC. Brasil.

- BOYD, C.E., ROMAIRE, R.P. & JHONSTON, E. 1978. Predicting early morning dissolved oxygen concentrations in channel catfish ponds. Trans. Am. Fish. Soc. 107(3):484-492.
- BOYD, C.E. & TUCKER, C.S. 1979. Emergency aeration of fish ponds. 1979. Trans. Am. Fish. Soc. 108:299-306.
- BRONSON, R. Pesquisa Operacional. McGraw-Hill, São Paulo, 1985. 318p.
- CACHO, O.J., HATCH, U. & KINNUCA, H., 1990. Bioeconomic analysis of fish growth: effects of dietary protein and ration size. Aquaculture, 88:223-238.
- CASAROTTO, F.N & HARTMUT, B.K. Análise de Investimentos. São Paulo, Vértice, 4ª Ed.(1990).325 p.
- CHEN, J.C., LEI, S.C. & LIU, P.C. 1990. Effect of ammonia and nitrite on *Penaeus monodon* juveniles. pages 65-68 em Hirano, R. & Hanyu, editors. The second Asian Fisheries Society, Manila, Phillipines.
- CHU, J.C. & ZIN, Y.K. 1992. Effects of ammonia on growth and molting of *Penaeus japonicus* juveniles. Aquaculture '92. Growin toward the 21 st. century. Orlando, Florida. 60-61 p.
- CUENCO, M.L. Aquaculture System Modeling: An Introduction with Emphasis on Warmwater Aquaculture. International Center For Living Aquatic Resources Management. (1989). Manila,Philippines. 35 p.
- DERISO, R.B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for and age-structured model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:268-282.

- GARCIA, A.III. 1991. Transport limitation of oxygen in shrimp culture ponds. *Aquaculture Engineering* 10:269-279.
- GARROD, P.V., & ASLAM. M.N. 1977. Models of agricultural production: methods and considerations. Hawaii, USA, University of Hawaii, Hawaii Agricultural Experiment Station, Research Bulletin 159, 28p.
- GREEN, E.J. & CARRITT, D.E. New tables for oxygen saturation of sea water. 1967. *Journal of Marine Research*. Vol.25, No. 1:139-147.
- GRIFFIN, W., LAWRENCE, A., JHONS, M. Economics of penaeid culture in the Americas. Proceedings of the first international conference on the culture of penaeid prawns/shrimps, SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines. 1984. 152-160.
- HATCH, U., SINDELAR, S., ROUSE, D., & PEREZ, H. 1987. Demonstrating the use of risk programming for aquacultural farm management: the case of Penaeid shrimp in Panama. *Journal of the World Aquaculture Society* Vol.18, No. 4, 260-269.
- HIRASAWA, Y. Economics of shrimp culture in Asia. Proceedings of the first international conference on the culture of penaeid prawns/shrimps, SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines. 1984. 131-150.
- HOOD, M.A. & MEYERS, S.P. Microbial aspects of penaeid shrimp digestion. Proc. of Gulf & Caribbean fisheries Institute 26th Annual Session, October, 1973. pp. 81-92.

- KENNETH, M.L., PRUDER, G.D. 1988. Using Experimental Microcosms in Shrimp Research: The Growth-Enhancing Effect of Shrimp Pond Water. Journal of the World Aquaculture Society. Vol.19, No. 4. 197-203.
- KUO, Y.Z. & CHEN, J.C. 1991. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus japonicus* Bate juveniles. Aquaculture and Fisheries Management 22:259-263.
- LAEVASTU, T. & HAYES, M.L. Fisheries Oceanography and Ecology. Page Bros (Norwich) Ltd., Norwich. 1981. 199 P.
- LOSORDO, L.M., PIEDRAHITA, R.H., & EBELING M. An automated water quality data acquisition system for use in aquaculture ponds. 1988. Aquaculture Engineering 7:265-278.
- MACKAY, R.D. Níveis mínimos de oxigênio necessários para sobrevivência de camarões *Penaeus schmittii*. 1974, ACARPESC CIENT. FPOLIS-SC No. 3, F.17-33.
- MADENJIAN, C.P., ROGERS, G.L. & FAST., A.W. 1987. Predicting night time dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: part I. evaluation of traditional methods. Aquacultural Engineering 6:191-208.
- MIHRAM, G.A. (1977). Some Practical Aspects of the Verification and Validation Models. Operational Research Quarterly Vol.23 No. 1, 17-29.
- MYERS, J.A. & Boisvert, R.N., 1990. The economics of producing algae and bivalve seed in hatcheries. Aquaculture, 86:163-179.
- POERSCH, L.H. & MARCHIORI, M.A. 1992. Efeito do oxigênio no camarão rosa *Penaeus paulensis* Perez-Farfante

1967. Abstracts of the annual meeting of the World Aquaculture Society, may 21-25, 1992, Orlando, Florida.
- SANSBURY, K.J. 1980. Effect of individual variability on the Von Bertalanffy growth equation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:241-247.
- SANTOS, M.H., MARCHIORI, M.A. 1992. Efeito do pH no desenvolvimento larval do camarão rosa *Penaeus paulensis* Perez-farfante 1967. Abstracts of the annual meeting of the World Aquaculture Society, may 21-25, 1992, Orlando, Florida.
- SHANG, Y.C. Aquaculture Economics: Basic Concepts and Methods of Analysis. Westview Press. Boulder, Colorado. (1981). 153 p.
- SHANG, Y.C. & MEROLA, N. Manual de Economia de la Acuicultura. FAO GCP/RLA/075/ITA (1987). 60 p.
- SMITH, I.R. Microeconomics of Existing Aquaculture Production System: Basic Concepts and Definitions. ICLARM. (1987). Manila Philippines. 25p.
- STANIFORD, A.J., 1989. The effect of yield and price variability on the economic feasibility of freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda: Parastacidae) production in Australia. Aquaculture, 81:225-235.
- WASIELESKY Jr., MARCHIORI, M.A. & SANTOS M.H. Efeito da amônia no crescimento do camarão rosa *Penaeus paulensis* Perez-Farfante 1967. Abstracts of the annual meeting of the World Aquaculture Society, may 21-25, 1992, Orlando, Florida.

ANEXO A

O MODELO DE REGRESSÃO

A informação utilizada foi de 38 cultivos comerciais no período de dois anos de uma fazenda em Santa Catarina (ver Tabela # 12).

O processamento dos dados pela seleção de variáveis, deu como resultado os coeficientes das variáveis selecionadas.

Tabela Nº 16. Coeficientes do Resultado da Análise de Regressão dos 38 Cultivos Comerciais em Santa Catarina-Florianópolis.

Model fitting results for: KGHA

Independent variable	coefficient	std. error	t-value	sig.level
CONSTANT	5934.595984	1986.100079	2.9881	0.0076
T	-313.17135	95.940288	-3.2642	0.0041
D	18.954521	4.861503	3.8989	0.0010
A	-97.775559	34.878014	-2.8034	0.0113
I*A^2	-0.001713	0.000737	-2.3253	0.0313
T*A	5.093364	1.651685	3.0837	0.0061
A^2	0.324329	0.159138	2.0380	0.0557
T*A^2	-0.01527	0.007417	-2.0589	0.0535
D*A^2	-0.002193	0.000617	-3.5565	0.0021
D*D	3.602099	0.916337	3.9310	0.0009
D*A	-2.158851	1.092473	-1.9761	0.0628
D*T*A	0.148311	0.047107	3.1484	0.0053
D*D*A	-0.106445	0.024127	-4.4120	0.0003
D*A^2	0.020547	0.009918	2.0717	0.0522
D*D*A^2	0.000696	0.000154	4.5102	0.0002
D*T*A^2	-0.001396	0.000456	-3.0630	0.0064
A*D^2	-0.032227	0.017487	-1.8429	0.0810
T*D^2	0.022336	0.018951	1.1786	0.2531
(D^2)*(A^2)	0.00025	0.00012	2.0826	0.0510

R-SQ. (ADJ.) = 0.7248 SE= 111.355357 MAE= 60.907050 DurWat= 1.940
 Previously: 0.0000 0.000000 0.000000 0.000
 38 observations fitted, forecast(s) computed for 0 missing val. of dep. var.

Este modelo não foi usado porque, para as densidades de cultivo do sistema semi-intensivo de 1 a 10 camarões/m²., a regressão fornecia valores negativos de produção. Dévese resaltar que os dados usados para á regressão tiveram densidades muito elevadas de até 88 cam/m². Devido a que foram usados também os

bersarios para o cálculo da regressão; para poder completar o número de 30 cultivos. Tamanho mínimo de amostra para ter suficiente grau de liberdade.

No entanto a regressão foi valiosa para ver o efeito da temperatura em função da densidade nos cultivos em geral.

O análise foi feita observando os gráficos de superfície gerados pelo modelo de regressão.

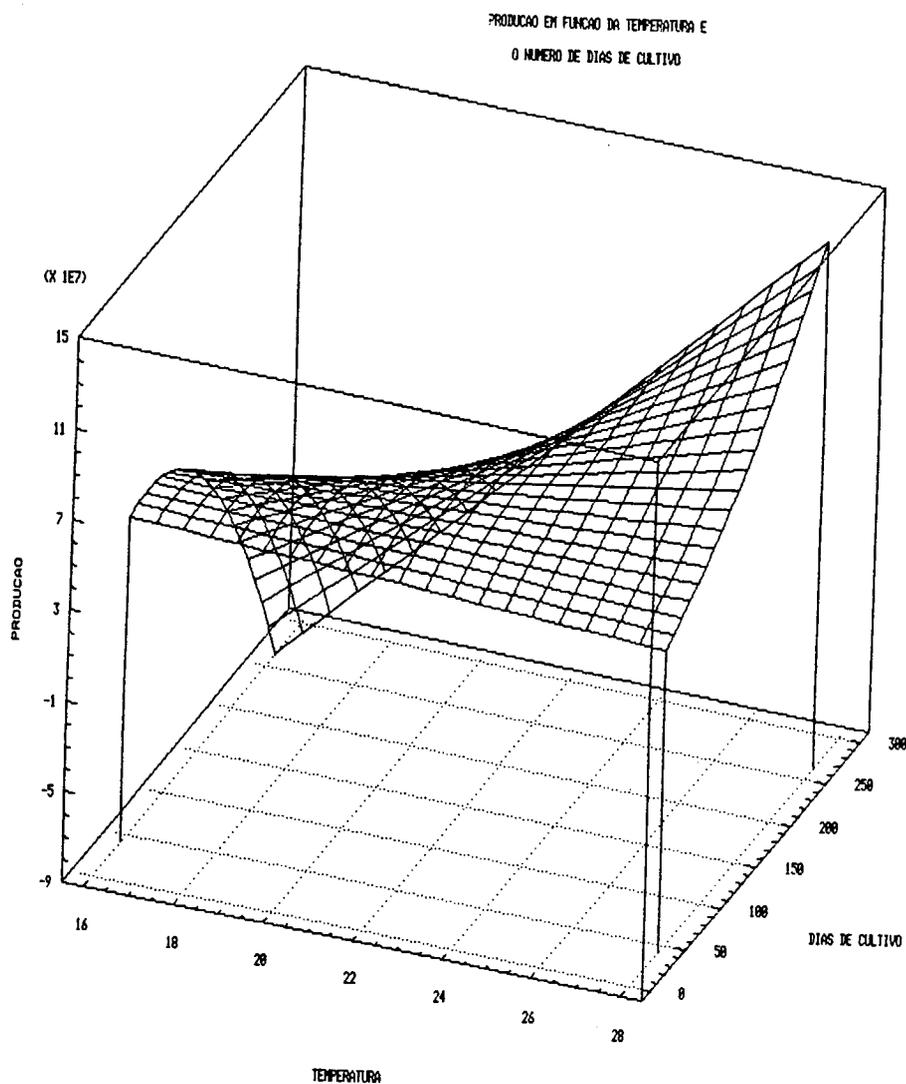


Figura Nº 12. Superfície de Resposta da Produção de Camarões em Função da Temperatura e o Número de Dias de Cultivo.

ANEXO B

CALCULO DOS PARÂMETROS DO MODELO DE CRESCIMENTO DO CAMARÃO

A característica dos dados, de serem fornecidos as biometrias quinzenalmente, faz com que sejam considerados como um modelo de cross-section combinado com serie temporal.

As medições em intervalos fará com que os interceptos mudem ao longo do tempo. Usaram-se variáveis Dummy para diminuir às mudanças nos intercepto, estas varáveis na realidade seram as quinzenas em que foram feitas as biometrias.

MODELO PROPOSTO

Considerou-se um modelo de regressão útil para uma grande familia de curvas de tipo sigmoidal

$$W_t = e^{a - (b/t)}, \text{ onde}$$

W_t = Peso individual do camarão no tempo t .

a e b = parâmetros

t = tempo de cultivo em quinzenas

e = constante Neperiana

Note-se que logaritmando em ambos lados, teremos uma equação linear onde os parâmetros alfa e beta pôde ser estimados usando o método dos mínimos quadrados:

$$\ln W = a - b(x), \text{ onde } x = 1/t$$

Esta equação usaram para o cálculo do crescimento esperado e a biomassa esperada, sob as condições em que vem sendo desenvolvido o

cultivo. Os parâmetros a e b são ajustadas pegando as quatro biometrias quinzenais mais recentes, trata-se desta maneira de uma regressão ponderada.

$$\ln W = a - b (x)$$

Assim para uma amostra de 30 camarões ao longo de n quinzenas teremos $t = 1, 2, \dots, n$

$$\begin{array}{rcl} \ln W_1 & = & (1/t) \\ : & : & : \\ \ln W_{30} & = & (1/t) \end{array}$$

O problema agora é encontrar os parâmetros a e b , na forma condensada a regressão é:

$$W = BX$$

Onde :

$$B = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

Sabemos que: $B = (X' X)^{-1} X' W$

Onde:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ : & : \\ : & : \\ 1 & x_n \end{bmatrix}$$

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ : \\ : \\ w_n \end{bmatrix}$$

Logo multiplicando por sua trasposta temos:

$$X' X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N & \Sigma X_i \\ \Sigma X_i & \Sigma X_i^2 \end{bmatrix}$$

Tirando a inversa:

$$(X' X)^{-1} = \frac{1}{N \Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2} \begin{bmatrix} \Sigma X_i^2 & -\Sigma X_i \\ -\Sigma X_i & N \end{bmatrix}$$

Multiplicando a trasposta pelo vetor peso temos:

$$X' W = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma W_i \\ \Sigma X_i W_i \end{bmatrix}$$

Multiplicando as duas expressões:

$$(X' X)^{-1} X' W = \frac{1}{N \Sigma X_i^2 - (\Sigma X)^2} \begin{bmatrix} \Sigma X_i^2 & -\Sigma X_i \\ -\Sigma X_i & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Sigma W_i \\ \Sigma X_i W_i \end{bmatrix}$$

Temos a expressão de B:

$$B = (X' X)^{-1} X' W = \frac{1}{N \Sigma X_i^2 - (\Sigma X)^2} \begin{bmatrix} \Sigma X_i^2 \Sigma W_i - \Sigma X_i \Sigma X_i W_i \\ N \Sigma X_i W_i - \Sigma W_i \Sigma X_i \end{bmatrix}$$

Como sabemos que:

$$B = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

Temos que :

$$a = \frac{\sum X_i^2 Z W_i - \sum X_i \sum X_i W_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N \sum X_i W_i - \sum W Z X}{N \sum X_i - (\sum X)^2}$$

simplificando a expressão

$$b = \frac{\sum X_i W_i / N - W X}{\sum X_i^2 / N - X^2}$$

Desta maneira encontram-se os valores para os parâmetros da regressão usada no modelo matemático de crescimento do camarão.

ANEXO C

Tabela Nº 17. Cultivos Comerciais no Período 1987-88' no Estado de Santa Catarina-Florianópolis.

NÚM. CULT.	AREA Ha	TEMP °C	OD %	DENS c/m ²	PESO INIC(g)	SOBREV %	QUINZ	PESO FIM(g)	BIOMAS. TOTAL	BIOMAS. Kg/Ha
1	2,0	26,64	100	3,20	2,38	82,65	5,8	16,64	5281	440,08
2	9,5	24,83	50	1,32	9,59	55,20	7,1	18,78	1300	136,84
3	1,4	26,97	0	17,57	0,01	63,43	5,3	7,55	1177	840,71
4	12,0	23,09	0	3,56	1,25	80,94	5,5	9,00	3112	259,33
5	9,5	19,16	8	4,37	5,43	45,38	13,0	10,43	1433	150,84
6	1,9	20,21	0	8,58	0,01	25,88	16,1	12,70	536	282,11
7	1,5	26,44	50	6,67	0,01	51,97	6,5	9,52	495	330,00
8	1,5	26,50	0	6,46	0,01	38,70	4,7	9,20	345	230,00
9	1,6	16,87	0	2,67	4,41	45,09	9,8	13,60	262	163,75
10	1,4	16,80	0	16,88	0,01	51,29	8,8	3,30	400	285,71
11	1,5	25,87	33	44,00	0,01	41,03	5,3	2,50	676	450,67
12	1,5	26,28	42	39,32	0,01	82,07	4,2	2,38	1152	768,00
13	1,4	27,76	0	11,86	0,01	50,65	6,0	8,68	729	520,00
14	14,5	27,73	58	2,88	0,6	77,01	7,3	15,64	5030	346,90
15	1,9	26,78	67	3,89	2,5	58,72	4,3	15,00	651	342,63
16	1,5	26,27	0	34,10	0,01	81,06	3,5	1,30	538	358,67
17	1,9	19,16	8	8,98	0,01	45,38	13,0	15,20	1177	619,47
18	1,5	26,72	50	50,80	0,01	38,58	4,3	1,50	441	294,00
19	9,5	23,04	0	4,00	2,39	48,80	5,5	8,00	1301	136,95
20	1,6	26,85	42	4,88	0,01	65,23	9,4	15,00	764	477,50
21	3,0	20,48	0	7,35	0,01	13,63	17,5	10,81	325	108,33
22	1,5	26,00	0	11,10	0,01	51,66	5,8	8,72	750	500,00
23	1,5	18,17	0	61,81	0,01	52,23	8,1	2,09	1012	674,67
24	1,5	23,00	0	12,50	0,01	32,76	4,8	5,60	344	229,33
25	14,5	20,84	0	0,92	8,68	98,05	6,7	15,75	2060	142,07
26	9,5	26,97	71	4,37	1,3	82,17	5,5	15,83	5400	568,42
27	14,5	17,40	5	2,03	1,5	66,46	9,0	10,50	2054	141,66
28	1,5	20,04	0	53,47	0,01	17,45	7,5	1,20	168	112,00
29	12,0	17,06	0	1,94	2,5	62,62	5,6	9,00	1312	109,33
30	1,5	19,69	0	13,50	0,01	69,14	12,9	2,50	350	233,33
31	9,5	17,88	0	1,41	5,6	86,97	8,9	20,00	2330	245,26
32	3,0	16,87	0	2,90	0,01	57,97	5,1	1,46	580	193,33
33	1,4	21,68	0	33,36	0,01	76,37	3,3	0,60	214	152,86
34	12,0	22,84	31	1,25	3,3	74,07	8,6	18,00	2000	166,67
35	1,5	24,35	14	88,00	0,01	22,41	2,7	2,65	784	522,67
36	1,5	18,36	0	6,44	0,01	34,94	7,1	7,20	243	162,00
37	1,5	26,89	50	48,27	0,01	32,18	7,1	5,45	1270	846,67
38	1,5	25,39	0	9,50	0,01	59,09	5,9	9,50	799	532,67
MED.	4,7	22,84	17,8	16,74	1,36	55,77	7,3	9,02	1284	344,09

Tabela Nº 18. Cultivos Comerciais dentro do Padrão Semi-intensivo para a Validação do SAD.

NÚM. CULT.	AREA Ha	TEMP °C	OD	DENS ₂ c/m ²	PESO g	INIC %	SOB %	QUINZ	PESO g	FIM	BIOMASS KGHA TOTAL
1	12,0	26,64	100	3,20	2,38	82,65	5,8	16,64	5281	440,08	
2	12,0	23,09	0	3,56	1,25	80,94	5,5	9,00	3112	259,33	
3	1,9	20,21	0	8,58	0,01	25,88	16,1	12,70	536	282,11	
4	1,5	26,44	50	6,67	0,01	51,97	6,5	9,52	495	330,00	
5	1,5	26,50	0	6,46	0,01	38,70	4,7	9,20	345	230,00	
6	1,6	16,87	0	2,67	4,41	45,09	9,8	13,60	262	163,75	
7	14,5	27,73	58	2,88	0,6	77,01	7,3	15,64	5030	346,90	
8	1,9	26,78	67	3,89	2,5	58,72	4,3	15,00	651	342,63	
9	1,9	19,16	8	8,98	0,01	45,38	13,0	15,20	1177	619,47	
10	9,5	23,04	0	4,00	2,39	48,80	5,5	8,00	1301	136,95	
11	1,6	26,85	42	4,88	0,01	65,23	9,4	15,00	764	477,50	
12	3,0	20,48	0	7,35	0,01	13,63	17,5	10,81	325	108,33	
13	9,5	26,97	71	4,37	1,3	82,17	5,5	15,83	5400	568,42	
14	14,5	17,40	5	2,03	1,5	66,46	9,0	10,50	2054	141,66	
15	12,0	17,06	0	1,94	2,5	62,62	5,6	9,00	1312	109,33	
16	3,0	16,87	0	2,90	0,01	57,97	5,1	1,46	580	193,33	
17	12,0	22,84	31	1,25	3,3	74,07	8,6	18,00	2000	166,67	
18	1,5	18,36	0	6,44	0,01	34,94	7,1	7,20	243	162,00	
MEDIA	6,4	22,41	24	4,56	1,23	56,24	8,1	11,79	1714	282,14	

Tabela Nº 19. Trinta Simulações em Grupos de Dez usadas para a validação do sistema (trescentas simulações).

No.	QSIM	PFSIM	KGSIM	No.	QSIM	PFSIM	KGSIM
1	14	13,29	406,16	16	14	13,00	374,92
2	14	12,63	337,11	17	15	14,12	418,31
3	7	6,79	198,69	18	7	5,78	163,72
4	8	7,88	275,00	19	9	7,97	248,53
5	14	12,66	355,55	20	8	7,43	242,48
6	15	13,85	392,44	21	14	13,44	362,96
7	14	12,24	360,31	22	14	12,95	335,68
8	14	13,31	406,30	23	15	13,75	376,37
9	14	12,60	324,79	24	7	6,92	241,22
10	9	8,87	295,28	25	10	9,27	312,14
11	11	10,35	338,83	26	9	8,57	307,31
12	19	18,69	495,90	27	13	11,59	376,57
13	15	12,80	362,71	28	6	6,54	258,95
14	14	12,87	392,53	29	10	8,38	266,02
15	15	14,00	415,22	30	8	8,58	310,17

Tabela Nº 20. Temperatura Média Quinzenal da Água nos Viveiros de Cultivo de Camarão nos Anos 1987-88' em Santa Catarina- Florianópolis.

DATA	TEM.QUIN	DESVIO	DATA	TEM.QUIN	DESVIO	MEDIA TOT.	DESV.
15/01/87	26,36	0,21	15/01/88	26,76	0,40	26,56	0,31
30/01/87	26,25	0,25	30/01/88	26,10	0,25	26,18	0,25
15/02/87	26,47	0,17	15/02/88	26,56	1,08	26,52	0,63
28/02/87	28,00	0,55	28/02/88	27,70	0,44	27,85	0,50
15/03/87	24,55	1,07	15/03/88	27,10	0,38	25,83	0,73
30/03/87	25,50	0,87	30/03/88	26,96	0,53	26,23	0,70
15/04/87	24,29	0,30	15/04/88	23,64	0,80	23,97	0,55
30/04/87	23,08	0,83	30/04/88	21,50	0,83	22,29	0,83
15/05/87	22,40	0,08	15/05/88	19,90	0,08	21,15	0,08
30/05/87	20,60	0,25	30/05/88	16,92	0,35	18,76	0,30
15/06/87	14,31	1,46	15/06/88	15,92	0,14	15,12	0,80
30/06/87	14,60	1,66	30/06/88	18,09	0,16	16,35	0,91
15/07/87	17,66	0,98	15/07/88	14,70	0,87	16,18	0,93
30/07/87	18,55	1,55	30/07/88	17,28	0,06	17,92	0,81
15/08/87	15,00	0,07	15/08/88	18,33	0,07	16,67	0,07
30/08/87	19,22	0,33	30/08/88	18,92	0,15	19,07	0,24
15/09/87	20,43	0,48	15/09/88	21,88	0,20	21,16	0,34
30/09/87	16,83	0,16	30/09/88	22,55	0,43	19,69	0,30
15/10/87	18,00	0,52	15/10/88	22,38	0,52	20,19	0,52
30/10/87	19,84	0,27	30/10/88	22,20	0,27	21,02	0,27
15/11/87	22,04	0,19	15/11/88	23,43	0,36	22,74	0,28
30/11/87	26,75	0,79	30/11/88	24,92	0,11	25,84	0,45
15/12/87	28,00	1,08	15/12/88	26,03	0,21	27,02	0,65
30/12/87	28,56	0,41	30/12/88	23,93	0,52	26,25	0,47

Tabela Nº 21. Validação do Gerador da Temperatura contra a Temperatura do Sistema real.

DATA	MEDIA REAL	DESVIO PADRAO	SIMUL. 1	SIMUL. 2	SIMUL. 3	SIMUL. 4	SIMUL. 5	MEDIA SIMUL.	DESVIO PADRAO
15/01	26,56	0,31	26,09	27,13	26,88	27,34	26,28	26,74	0,48
30/01	26,18	0,25	25,96	25,92	26,28	26,46	26,54	26,23	0,25
15/02	26,52	0,63	25,67	26,15	26,40	26,91	27,00	26,43	0,49
28/02	27,85	0,50	27,91	28,51	28,83	27,90	28,13	28,26	0,36
15/03	25,83	0,73	23,79	23,38	26,49	24,09	24,42	24,43	1,08
30/03	26,23	0,70	26,13	26,48	25,83	26,13	26,68	26,25	0,30
15/04	23,97	0,55	24,20	24,05	23,56	23,32	24,47	23,92	0,42
30/04	22,29	0,83	23,95	21,83	22,63	26,04	21,17	23,12	1,73
15/05	21,15	0,08	22,54	21,27	21,75	19,27	19,62	20,89	1,25
30/05	18,76	0,30	15,88	18,80	17,91	16,12	19,57	17,66	1,45
15/06	15,12	0,80	15,68	16,73	16,03	14,39	17,35	16,04	1,00
30/06	16,35	0,91	17,73	17,86	18,39	15,61	17,21	17,36	0,95
15/07	16,18	0,93	17,18	14,86	18,36	17,77	18,44	17,32	1,31
30/07	17,92	0,81	17,19	16,87	17,28	16,90	17,29	17,11	0,18
15/08	16,67	0,07	16,73	16,83	16,77	16,58	16,79	16,74	0,09
30/08	19,07	0,24	18,83	18,77	18,93	18,83	18,69	18,81	0,08
15/09	21,16	0,34	21,05	20,97	21,15	20,66	21,58	21,08	0,30
30/09	19,69	0,30	19,57	19,51	20,00	19,23	19,09	19,48	0,31
15/10	20,19	0,52	21,55	17,64	19,99	16,88	17,41	18,69	1,78
30/10	21,02	0,27	25,84	20,64	23,15	19,60	20,50	21,95	2,28
15/11	22,74	0,28	21,65	23,08	23,43	23,99	22,88	23,01	0,78
30/11	25,84	0,45	26,52	27,97	25,46	24,88	24,40	25,85	1,28
15/12	27,02	0,65	29,15	28,08	26,55	28,50	26,93	27,84	0,97
30/12	26,25	0,47	27,49	26,91	25,51	26,56	26,98	26,69	0,66