

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aqüicultura

**ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO  
DE PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE CAMARÃO MARINHO**

HADJA RADTKE NUNES



UFSC-BU

Florianópolis, SC  
2003

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aqüicultura

## **ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE CAMARÃO MARINHO**

Relatório de Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia de Aqüicultura

**HADJA RADTKE NUNES**

Relatório apresentado ao curso  
de Engenharia de Aqüicultura do  
Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, como requisito parcial à  
obtenção do título.

Orientador: Elpidio Beltrame

Supervisor: Javier Macchiavello

Empresa: LARVISUL –  
Larvicultura do Sul do Brasil SA

Florianópolis, SC  
2003  
Semestre 03/01

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, meu pai, Caloca, Najam, Airam, Marquinho, Fi, Fri e Gogóris, ao *Litopenaeus vannamei* (sem ele nada disso existiria), ao meu supervisor Javier Macchiavello, aos professores Edemar Andreatta, Elpídio Beltrame, Luis Vinatea, Roberto Derner, Walter Seiffert, e a todos os professores do curso, ao Frank Belletini , Marlene Coelho e a todos do Laboratório de Camarões, a galera da sala, e a Deus! Ah, e a você que está lendo isso agora também!!

**Agradecimentos superpoderosos !!!**

## ÍNDICE

<b>Lista de figuras</b> -----	<b>v</b>
<b>Lista de tabelas</b> -----	<b>vi</b>
<b>Lista de abreviaturas</b> -----	<b>vii</b>
<b>Resumo</b> -----	<b>ix</b>
<b>1. Introdução</b>	
<b>2. Descrição da empresa</b> -----	<b>6</b>
<b>3. Atividades desenvolvidas</b> -----	<b>11</b>
<b>3.1. Acompanhamento do dimensionamento do sistema de captação e armazenamento de água salgada</b> -----	<b>11</b>
<b>3.1.1. Volume máximo de água a ser utilizado</b> -----	<b>11</b>
<b>3.1.2. Volume de água utilizado nos berçários</b> -----	<b>12</b>
<b>3.1.3. Volume da cisterna</b> -----	<b>12</b>
<b>3.1.4. Sistema de ponteira e bombas empregadas para a captação da água</b> -----	<b>12</b>
<b>3.2. Acompanhamento da construção das cisternas</b> -----	<b>13</b>
<b>3.3. Acompanhamento dos sistemas de filtragem de água</b> -----	<b>15</b>
<b>3.3.1. Filtragem da água salgada</b> -----	<b>15</b>
<b>3.3.2. Filtragem e armazenamento da água doce</b> -----	<b>16</b>
<b>3.4. Acompanhamento do esquema de funcionamento do sistema de aquecimento</b> -----	<b>16</b>
<b>3.4.1. Aquecimento de água geral</b> -----	<b>16</b>
<b>3.4.2. Consumo de gás do sistema</b> -----	<b>18</b>
<b>3.4.3. Sistema de manutenção da temperatura da água dos tanques da larvicultura</b> -----	
	<b>19</b>
<b>3.4.4. Sistema de aquecimento e manutenção da temperatura dos tanques de berçário</b> -----	
	<b>20</b>
<b>3.5. Acompanhamento do sistema hidráulico</b> -----	<b>21</b>
<b>3.6. Acompanhamento do sistema de aeração</b> -----	<b>23</b>
<b>3.7. Acompanhamento do sistema de geração de emergência</b> -----	<b>23</b>
<b>3.8. Acompanhamento do projeto elétrico e de parte de sua instalação</b> -----	<b>24</b>
<b>3.8.1. Entrada de energia e subestação</b> -----	<b>24</b>

## ÍNDICE

3.8.2. Aterramento da subestação -----	25
3.8.3. Distribuição da energia para os quadros de carga -----	25
3.8.4. Distribuição dos circuitos pelas salas -----	26
3.9. Cálculo da capacidade de produção de larvas do laboratório -----	27
3.9.1. Primeira etapa de implantação do laboratório -----	27
3.9.2. Segunda etapa de implantação do laboratório -----	28
3.9.3. Quantidade de hectares de fazenda que poderiam ser povoados com a produção anual do laboratório -----	28
3.10. Dimensionamento do número de tanques do setor de eclosão de Artemia -----	29
3.11. Dimensionamento das estruturas do setor de cultivo de microalgas -----	31
3.11.1. Tanques do setor de produção em larga escala – massivo -----	31
3.11.2. Tanques externos -----	32
3.11.3. Cultivo intermediário e cepário -----	32
3.12. Acompanhamento da seleção das bombas -----	35
3.12.1. Bombas de distribuição de água salgada -----	35
3.12.2. Bombas de distribuição de microalgas -----	35
3.13. Dimensionamento do número de tanques do setor de berçários -----	35
3.14. Acompanhamento da implantação do sistema de drenagem do terreno destinado à área de berçários -----	36
3.15. Acompanhamento do sistema de escoamento -----	37
4. Considerações Finais -----	38
5. Referências Bibliográficas -----	39
6. Análise Crítica do estágio -----	41
ANEXO 1 – Localização e situação -----	43
ANEXO 2 – Casa de bombas da captação -----	44
ANEXO 3 – Planta baixa inferior -----	45
ANEXO 4 – Sistema hidráulico -----	46
ANEXO 5 – Planta baixa superior -----	47

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Itapoá-----	6
Figura 2 – Esquema básico de representação da construção das cisternas-----	13
Figura 3 – Representação esquemática do estrivo constituído de uma barra de ferro inteira dobrada, para dar maior resistência-----	14
Figura 4 – Na vista superior das cisternas, a representação esquemática das barras que abraçam os quatro cantos de cada cisterna-----	15
Figura 5 – Esquema básico do sistema de aquecimento de água geral-----	17
Figura 6 – Esquema básico de funcionamento do sistema de manutenção da temperatura nos tanques de larvicultura-----	19
Figura 7 – Representação esquemática dos três sistemas de distribuição de água disponíveis em cada sala-----	22
Figura 8 – Esquema básico sugerido para produção de microalgas-----	33

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1 – Crescimento da carcinicultura brasileira nos últimos seis anos**

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

A – àmper

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina

cm – centímetros

CO<sub>2</sub> – gás carbônico

°C – graus Celsius

C – *Chaetoceros* sp

DPA – Departamento de Pesca e Aqüicultura

DR – diferencial residual

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

HP – horse power (cavalo vapor)

ha - hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Km – quilômetros

Km<sup>2</sup> – kilometro quadrado

Kg - kilogramas

KW – kilo-watt

KV – kilo-vot

KVA – kilo-volt-àmper

Kcal – kilocalorias

Kcal/h – kilocalorias por hora

L. vannamei – *Litopenaus vannamei*

L – litros

L/min – litros por minuto

L/h – litros por hora

MMA – Ministério do Meio Ambiente

m – metros  
m<sup>2</sup> – metros quadrados  
m<sup>3</sup> – metros cúbicos  
m<sup>3</sup>/h – metros cúbicos por hora  
ml – mililitros  
mm<sup>2</sup> – milímetros quadrados  
N – *Navicula* sp  
ppt – partes por mil  
PL – pós-larva  
PLs – pós-larvás  
PL10 – pós-larva com 10 dias após sua metamorfose para o estágio pós-larval  
PL20 – pós-larva com 20 dias após sua metamorfose para o estágio pós-larval  
TC – transformador de corrente  
TP – transformador de potência  
T – *Talassiossira* sp  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
V - volts  
VA – volt-àmper  
W - watts  
" – polegadas  
 $\Delta t$  – variação de temperatura  
µm – micrômetros (micras)

## RESUMO

O estágio realizado foi de acompanhamento do dimensionamento e implantação da LARVISUL – Larvicultura do Sul do Brasil S.A. – laboratório de produção de larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, situado no município de Itapoá, litoral norte do estado de Santa Catarina. O laboratório produzirá pós-larvas para atender à demanda de parte das fazendas de engorda do estado, estando inserido no Programa de Desenvolvimento do Cultivo de Camarões Marinhos em Santa Catarina.

Sua inauguração está prevista para o início de agosto deste ano, com 8 tanques de larvicultura instalados, nos quais poder-se-á produzir cerca de 15 milhões de pós-larvas 20 a cada 40 dias. Já na segunda fase de implantação do laboratório, com outros 7 tanques de larvicultura instalados, poderão ser produzidas cerca de 30 milhões de pós-larvas 20.

Além dos 8 tanques de larvicultura divididos em duas salas, o laboratório possui os setores de eclosão de Artemia, cultivo de microalgas – subdividido em cepário, cultivo intermediário, massivo e tanques externos e setor de pré-berçário. Todo o efluente liberado pelos setores de produção do laboratório serão transferidos para um viveiro de decantação, onde serão cultivados peixes e ostras.

Durante o período de estágio foi realizado o acompanhamento do dimensionamento e construção do laboratório, com a realização de atividades como: o cálculo do volume das cisternas e da capacidade de bombeamento do sistema de captação de água salgada, feito em função do volume máximo de água a ser utilizado por dia; acompanhamento do sistema de aquecimento de água geral e de manutenção da temperatura dos tanques de larvicultura e berçários; acompanhamento da construção das cisternas – constituídas por uma armação de ferro totalmente amarrada e blocos de concreto; análise do sistema de filtragem – filtros de areia e de cartucho; dimensionamento das estruturas e sistema de produção de microalgas; cálculo do número de tanques dos setores de artemia e berçários; entrada de energia e sua distribuição pelo laboratório; e o acompanhamento da distribuição da água salgada e do ar dentro das salas, feito através de um sistema fechado.

A realização deste estágio proporcionou uma integração dos dados teóricos de projeto com a realidade prática, tendo sido muito proveitoso, sobretudo, para o engrandecimento dos conhecimentos na área de engenharia.

## 1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) define textualmente a aquicultura como: “O cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas”, afirmado, ainda, que “a atividade de cultivo implica a intervenção do homem no processo de criação para aumentar a produção, em operações como reprodução, estocagem, alimentação, proteção contra predadores, etc.” (FAO, 1990 apud VINATEA, 1999).

O aumento da qualidade de vida oferecida pelos tempos modernos, eleva a expectativa de vida; em contrapartida exige uma maior produção de alimentos para atender a demanda da população. Partindo deste princípio, torna-se necessário praticar uma aquicultura sustentável para a produção de alimentos de qualidade, e em quantidade compatível com a necessidade.

Conforme o documento *Nosso Futuro Comum*, conhecido também como *Relatório Brundtland*, o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (VINATEA, 1999).

De acordo com Vinatea (1999), a aquicultura sustentável poderia ser definida, com base no conceito de ecodesenvolvimento, como aquela atividade dedicada à produção viável de organismos aquáticos, mas capaz de se manter indefinidamente no tempo, por meio da eficiência econômica, da prudência ecológica e da eqüidade social.

Pescadores de mais de 100 diferentes países, capturam mais de 340 diferentes espécies comerciais de camarões. Cada tipo de camarão e cada país de origem apresentam variações em sua aparência, qualidade, embalagem e processamento, o que pode influenciar no preço (DORE & FRIDMODT, 1987 apud IGARASHI, 1995). A produção de camarão proveniente da extração em ambiente natural não está acompanhando o aumento de seu consumo. Como não é possível aumentar sustavelmente esta produção, as expectativas se voltam para a criação desse crustáceo em cativeiro.

O cultivo de camarões marinhos em condições controladas, é uma atividade tecnicamente viável, socialmente desejável e economicamente rentável, desde que esteja fundamentada em estudos seguros, que originarão projetos tecnicamente sólidos (Jolly & Clonts, 1992 apud Beltrame & Seiffert, 1997).

### 1.1. A carcinicultura mundial

A era moderna da atividade nasceu nos anos 30, quando no Japão o Dr. Motosaku Fujinaga alcançou a desova do *Penaeus japonicus* em condições controladas, permitindo a produção de pós-larvas em grande escala. Nos anos 70, houve a propagação das técnicas de cultivo comercial em países de regiões tropicais e subtropicais. A partir de então, a camaronicultura marinha começou a ganhar uma posição importante no cenário internacional. Nos anos 80, com uma crescente demanda e valor econômico em ascensão, a produção de camarões em cativeiro evoluiu rapidamente (NUNES, 2001).

O cultivo de camarões marinhos é o segmento mais bem sucedido da aquicultura, representando anualmente US\$ 6,1 bilhões ou 12% do valor total

gerado pela indústria aquícola no mundo. Com a atividade estabelecida comercialmente em mais de 50 países, a produção global de camarões peneídeos em cativeiro cresceu 82% desde 1984 (NUNES, 2000). Em 2001, segundo dados da ABCC, a produção mundial do camarão cultivado chegou a 1,1 milhão de toneladas, ou seja, 30% do volume total registrado em todo o mundo. Isso significa que, apesar do acentuado crescimento da produção derivada do cultivo de 215 mil toneladas, em 1985, para o nível atual de 1,1 milhão de toneladas, o camarão extraído dos mares continua com o maior peso em relação à oferta global do produto. O hemisfério oriental é responsável pela maior parte da produção mundial de camarão cultivado. Os principais produtores são: Tailândia, China, Indonésia, Vietnã, Índia e Bangladesh. No hemisfério ocidental, dentre os países produtores sobressai o Equador, seguido pelo Brasil, México, Honduras, Panamá, Colômbia e Peru.

## 1.2. A carcinicultura brasileira

No Brasil, os primeiros experimentos com cultivo de camarão foram realizados em Palhoça, Santa Catarina, na década de 70, com uma espécie nativa. Na mesma época, no estado do Rio Grande do Norte foram iniciadas, também a nível experimental, as primeiras tentativas de cultivo com a espécie nativa *Penaeus brasiliensis* e a exótica *Penaeus japonicus*.

No início da década de 80, através de incentivos e créditos financeiros do governo federal, foram implementados os primeiros cultivos comerciais do país. A primeira fase da indústria de cultivo foi caracterizada por erros e tentativas, sendo que muitos empreendimentos começaram a enfrentar dificuldades de ordem técnica e financeira após alguns anos de funcionamento. Um grande entrave para a consolidação da atividade deveu-se a uma precária indústria de insumos básicos.

Outro fator que acabou levando muitos projetos ao fracasso, foi a restrita adaptação da espécie *P. japonicus* às condições de salinidade, temperatura e ecologia da região Nordeste, além da alta exigência protéica da espécie, que é a mais carnívora entre as espécies de camarão cultivadas, ocasionando um lento crescimento dos animais nos viveiros de engorda.

Na fase seguinte, os criadores de camarão decidiram migrar integralmente para o cultivo de espécies nativas, notadamente o *P. subtilis* e o *P. schmitti*. O processo de produção ainda dependia completamente de fêmeas ou pós-larvas provenientes do ambiente natural. O cultivo de espécies nativas possibilitou a continuidade da atividade, mas seu desempenho sob condições de cultivo ainda era considerado insatisfatório.

Em 1983 chegaram do Equador as primeiras larvas de *Litopenaeus vannamei*, na Maricultura da Bahia – primeiro projeto de camarão do Brasil a usar a espécie do Pacífico. Fatores como alimentação inadequada e inconstância na qualidade da água e controle da temperatura, foram responsáveis pela baixa e inconstante produção de 1984 a 1987 (Faria, 1993).

Quando as principais larviculturas do país começaram a produzir larvas de *L. vannamei* em grande quantidade, em torno de 1993, o cultivo semi-extensivo de camarões nativos passou gradativamente a dar lugar a métodos semi-intensivos com o camarão branco do Pacífico, conforme a informação da sua

boa adaptação e melhor desempenho com as rações produzidas no Brasil, se propagava entre os produtores.

Com a estabilização da moeda brasileira, em 1994, novos investimentos privados surgiram no setor, e passou-se a produzir no país rações balanceadas específicas para o cultivo semi-intensivo do *L.vannamei*. Como resultado de grandes investimentos no setor de cultivo de camarões, houve um rápido crescimento territorial da área cultivada, e um maior profissionalismo na atividade, caracterizando a sua fase atual de desenvolvimento.

No Brasil, atualmente, a carcinicultura marinha é uma das atividades agroindustriais mais atrativas economicamente. Somente nos últimos quatro anos, este setor vem registrando uma taxa média de expansão territorial da ordem de 20% ao ano (NUNES,2000).

A tabela seguinte mostra a rápida expansão a carcinicultura brasileira nos últimos seis anos:

Itens/ Anos	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Área de viveiros em hectares	3.548	4.320	5.200	6.250	8.500	11.016
Produção em toneladas	3.600	7.250	15.000	25.000	40.000	60.128
Produtividade em Kg/ha/ano	1.015	1.680	2.885	4.000	4.705	5.458

Tabela 1 – Crescimento da carcinicultura brasileira nos últimos seis anos (Fonte: ABCC e Panorama da Aqüicultura, 2003).

Segundo a ABCC, em 2002, 680 unidades de produção estavam em funcionamento no Brasil, somando 11.016 hectares de viveiros. Da produção total de 60.128 toneladas, 96,5% foi proveniente de viveiros de cultivo da Região Nordeste, 3% da Região Sul, 0,4% da Região Sudeste e 0,1% da Região Norte do país (Panorama da Aqüicultura, 2003).

Um dado pode dar a idéia da importância do crescimento da indústria da criação do camarão ao comparar a participação do camarão cultivado com o camarão pescado, no total de camarões exportados pelo Brasil. Em 1998, o camarão cultivado representava somente 11% dos camarões exportados, participação essa que subiu para 35,7% em 1999 e para 62% apenas até o mês de setembro do ano de 2000 (Panorama da Aqüicultura, 2000).

O mais importante da cadeia produtiva da carcinicultura tem sido a sua contribuição decisiva para o superávit na balança comercial de pescados, que até cinco anos atrás apresentava um déficit de 300 milhões de dólares. Com o advento das exportações de camarão, atrelado também às exportações de atum e de outros pescados de menor volume de exportação, esse quadro foi revertido (ALVES, 2003).

A contribuição do camarão cultivado nas exportações brasileiras cresceu de US\$ 2,8 milhões em 1998 para US\$ 14,2 milhões em 1999 e US\$ 57,7 milhões

até outubro de 2000 (PAIVA & RODRIGUES, 2000). Em 2001 a contribuição chegou a US\$ 107 milhões, e a projeção da ABCC é fechar 2002 com um montante de US\$ 160 milhões (ALVES, 2003).

O cultivo de camarão marinho, como atividade produtiva do setor primário da economia, tem reflexos imediatos no mercado de trabalho pela sua ampla capacidade de gerar empregos diretos e indiretos. Os parâmetros de geração de emprego da carcinicultura são bem superiores aos das culturas de algodão, soja e milho, cada uma com 0,3 empregos/hectare; de café, com 0,8/ha; e da pecuária, com 0,03/ha. A fruticultura, com 2,0 empregos/ha, é a única atividade do setor primário que, no Brasil, gera mais empregos que o cultivo do camarão (MAA/DPA, 2002).

O *L. vannamei*, também conhecido como camarão branco do Pacífico, é uma espécie exótica ao litoral brasileiro. Sua distribuição natural vai desde as águas do Oceano Pacífico na província de Sonora, México, até o sul de Tumbes, no Peru. Nas suas fases iniciais de desenvolvimento, este peneídeo habita regiões com águas de característica oceânica (30 – 40 ppt), mas refugia-se em ambientes próximos ao litoral na medida em que cresce (NUNES, 2001).

A produção comercial de camarão marinho cultivado precisa dispor de pós-larvas para a engorda, não podendo depender daquelas coletadas em ambiente natural (ANDREATTA & ALFONSO, 1997). Isso devido as grandes quantidades de pós-larvas requeridas pelas fazendas e pela disponibilidade durante todas as épocas do ano, o que seria impossível conseguir em ambiente natural.

Segundo PAIVA & RODRIGUES (2000), o setor privado tem hoje completo domínio do ciclo reprodutivo do *L. vannamei*, sendo o país auto-suficiente na produção de reprodutores e de pós-larvas, o que permitiu eliminar as importações de camarões vivos, restringindo os riscos de introdução de doenças virais, e contribuindo para reduzir os custos operacionais da atividade comercial.

### 1.3. A atividade em Santa Catarina

Em Santa Catarina, os primeiros trabalhos para desenvolver um pacote tecnológico utilizando as espécies nativas *Litopenaeus schimitti*, *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis*, foram iniciados em 1984, por um grupo pioneiro liderado pelo zootecnista Edemar Andreatta da Universidade Federal de Santa Catarina (Carvalho, 2002). Foram implementadas várias fazendas de cultivo na região, porém os resultados não permitiram que a atividade se consolidasse.

Somente a partir de 1998, com a introdução do *L.vannamei*, a atividade vem recebendo novos impulsos em Santa Catarina (POLI & GRUMANN & BORGHETTI, 2000).

Em 2002 foram produzidas em Santa Catarina um total de 1.900 toneladas de camarões, fruto do povoamento de 575 hectares de viveiros. Ao fechar o ano de 2002, a área alagada já se estendia a 800 hectares, com 43,4% das propriedades com tamanho abaixo de 10 hectares, outros 47,1% com tamanhos variando de 10 a 30 hectares e o restante acima de 30 hectares - (CARVALHO, 2002).

Atualmente, o Laboratório de Camarões Marinhos – LCM, da UFSC, produz as pós-larvas que abastecem todas as fazendas de engorda de Santa Catarina. Para atender à crescente demanda fruto da expansão da atividade no estado, neste ano estão sendo implantados dois novos laboratórios de larvicultura, sendo um deles localizado em Itapoá – litoral norte, e outro no Estaleirinho – próximo a Balneário Camboriú, ambos pertencentes à iniciativa privada.

O estágio supervisionado dđ efetivou-se através do acompanhamento da implantação do laboratório de larvicultura de camarão marinho – LARVISUL, que produzirá larvas da espécie *Litopenaeus vannamei*, localizado no município de Itapoá, litoral norte de Santa Catarina. Foram acompanhadas atividades realizadas durante o período de 20 de março a 30 de junho, num total de 360 horas.

Os responsáveis pela supervisão do estágio foram o engenheiro de pesca Javier Macchiavello - diretor do laboratório e responsável pela sua construção – como supervisor na empresa, e o professor Dr. Elpídio Beltrame, como orientador junto ao Departamento de Aqüicultura – CCA – UFSC.

A realização do estágio é de extrema importância para a formação profissional, pois propicia a integração de parte da teoria vista em sala de aula durante o curso, com a realidade prática do ambiente de trabalho. Proporciona também o aprendizado de novas técnicas além do aprofundamento daquelas estudadas, bem como a adaptação das mesmas às necessidades do trabalho de campo, unindo os dados teóricos calculados com a realidade econômica e prática.

## 2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A LARVISUL – Larvicultura do Sul do Brasil S.A., empresa na qual o estágio foi realizado, está sendo implantada no município de Itapoá, região nordeste do estado de Santa Catarina, a 255 Km de Florianópolis.

Itapoá limita-se ao norte com o município de Guaratuba no estado do Paraná, ao sul com o município de São Francisco do Sul, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com o município de Garuva. O mapa da figura 1 mostra a localização do município. Sua área é de 256,1 Km<sup>2</sup>, com uma extensão litorânea de 32 Km, faixa esta que corresponde a 5,7% da costa catarinense.

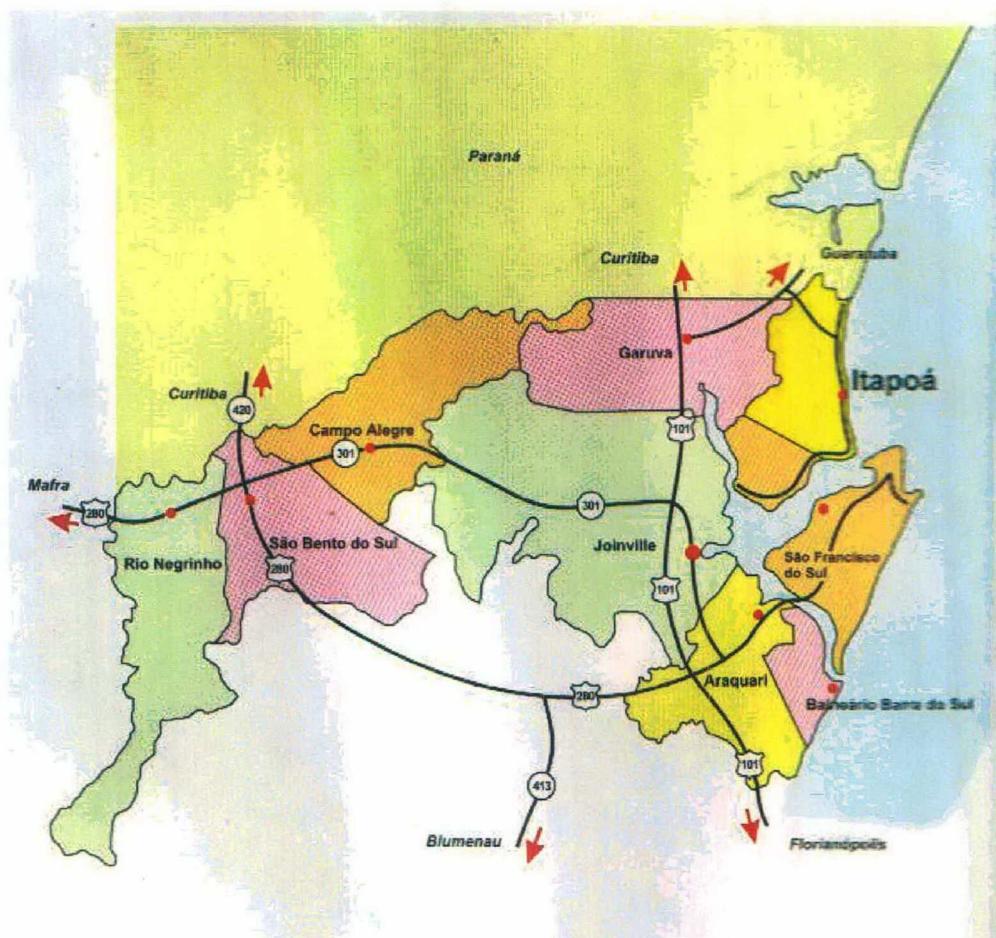


Figura 1 – Localização do município de Itapoá.

Com altitude variando de 6 a 20 metros, temperatura média anual de 29°C e clima tropical úmido, o município está situado a 48° 36' 58" W de Greenwich de longitude e 26° 07'58" S de latitude.

Segundo dados de 2001 do IBGE, Itapoá possui uma população de 9.422 habitantes. Sua base econômica é o turismo, sendo que a pesca já foi uma das principais atividades do município, porém, pelo seu caráter extrativista e pela característica artesanal dos pescadores ali estabelecidos, encontra-se em franca decadência, perdendo dia-a-dia seu espaço para as frotas pesqueiras industriais. A agricultura é tipicamente de subsistência, com raras exceções. As principais culturas cultivadas no município são: banana, arroz, mandioca, abacaxi e hortifrutigranjeiros.

O terreno ocupado pela empresa possui uma área total de 3.240 m<sup>2</sup>, dos quais 1.148 m<sup>2</sup> são de área coberta, o que representa uma taxa de ocupação de 35% (ver planta de Localização e Situação – Anexo 1).

O laboratório produzirá pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* para atender à demanda de parte das fazendas de engorda do estado, estando inserido no Programa de Desenvolvimento do Cultivo de Camarões Marinhos em Santa Catarina. O Programa foi gerado a partir do trabalho conjunto dos técnicos da EPAGRI e da UFSC, com o apoio de parcerias institucionais.

A LARVISUL possui um convênio com a UFSC, para treinamento de funcionários e suporte técnico e científico, fornecendo em contrapartida uma porcentagem sobre o valor de sua produção mensal de pós-larvas. O Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da UFSC fornecerá os náuplios de camarão que abastecerão o laboratório, em função do conhecimento da procedência de seus reprodutores, e da qualidade certificada de seus náuplios, pós-larvas e métodos de produção.

A inauguração do laboratório está prevista para o início do mês de agosto de 2003, quando o mesmo iniciará os testes de seus sistemas. Na primeira etapa de implantação, o laboratório contará com 8 tanques de larvicultura, com volume de 20 m<sup>3</sup> cada, distribuídos em duas salas. Nestes, poder-se-á produzir aproximadamente 15 milhões de pós-larvas PL20 (camarão com 20 dias após sofrer a metamorfose para o estágio de pós-larva) a cada 40 dias, e cerca de 100 milhões de PL20 por ano produtivo.

Já na segunda fase de implantação do laboratório, com outros 7 tanques de larvicultura instalados, totalizando 15 tanques de 20 m<sup>3</sup>, poderão ser produzidas cerca de 30 milhões de PL20 a cada 40 dias, e 210 milhões de PL20 por ano produtivo.

A produção da primeira etapa do laboratório – 100 milhões PL20/ano – seria suficiente para povoar em 1 ano (dois ciclos de produção) 200 ha de fazenda, com 25 camarões/m<sup>2</sup>, e com a produção da segunda fase – 210 milhões PL20/ano – poder-se-ia povoar cerca de 420 ha de fazenda por ano, também em dois ciclos de produção.

A água de origem oceânica que irá abastecer o laboratório será captada junto à praia através de uma ponteira, sendo filtrada e armazenada em duas cisternas com volume de 250 m<sup>3</sup> cada. A água sairá da cisterna em três sistemas independentes, passando pelo sistema de filtros de areia e de cartucho. Em seguida, sua temperatura será elevada para 30°C através de um sistema de aquecimento indireto geral, sendo distribuída por gravidade para os setores do laboratório.

As microalgas que serão utilizadas na alimentação das larvas de camarão serão produzidas no setor de cultivo de microalgas, o qual está subdividido em três setores: cepário, produção intermediária e cultivo massivo.

O cepário ficará instalado numa sala de aproximadamente 24 m<sup>2</sup>, com iluminação artificial constante feita através de: 15 luminárias com duas lâmpadas fluorescentes de 40 W cada, penduradas por correntes – permitindo assim a variação de sua altura em relação aos frascos e vidros; lâmpadas fluorescentes instaladas em forma de um painel – o qual pode ser deslocado pela sala conforme a necessidade; além de 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W instaladas em cada andar das prateleiras.

A sala do cepário terá temperatura controlada – com 24.000 BTU de ar condicionado à disposição, contendo saídas auxiliares que permitem uma melhor distribuição do ar pela sala, sistema de aeração com injeção de gás carbônico, e sistema de drenagem, possuindo prateleiras que acomodarão os vidros e recipientes com as culturas algais em crescimento, até o volume de 20 L (garrafões plásticos). Os tubos com as cepas e os frascos com as culturas que iniciarão a produção, ficarão guardados em uma câmara de germinação, situada na mesma sala, e possuindo regulagem própria de temperatura e luminosidade.

A sala de produção intermediária possui cerca de 54 m<sup>2</sup>, provida de sistema de aeração com injeção de gás carbônico, drenagem e abastecimento de água salgada e doce. Tem capacidade para abrigar cerca de 20 tanques de 800 litros, possuindo ainda espaço para – por exemplo – outros 3 tanques de 3.000 L, ou outros tanques de 800 L, para serem utilizados conforme a necessidade, durante o processo produtivo.

A temperatura nesta sala será mantida constante, através de 60.000 BTU de ar condicionado – também possuindo saídas de ar auxiliares como o do cepário. Para fornecer a luminosidade às culturas, cada tanque contará com uma lâmpada de 1.000 W, presa por uma corrente as eletrocalhas da sala – o que possibilita a alteração de sua posição e altura em relação aos tanques. A sala contará ainda com dois painéis de lâmpadas fluorescentes, que poderão ser deslocados pela sala conforme a necessidade. O bombeamento das algas dos tanques transparentes de fibra de vidro, cilíndricos, com volume de 800 L, desta sala, para os tanques do setor massivo, será feito através de uma bomba de 1 HP, com vazão de 230 L/min.

A sala de produção em larga escala (massivo) possui 149 m<sup>2</sup>, equipada com sistemas de aeração, drenagem, e abastecimento de água salgada e doce. Esta sala recebe luz natural pelas telhas transparentes presentes no telhado, e cada tanque possui iluminação aérea própria, feita por uma lâmpada com 1.000 W de potência, igual à usada nos tanques de cultivo intermediário. As lâmpadas serão presas por correntes e alimentadas por tomadas, permitindo assim, a troca de seu lugar caso haja necessidade. As culturas dos tanques transparentes de fibra de vidro, redondos, com volume de 5.000 L, presentes nesta sala, serão bombeadas para os tanques de larvicultura através de mangueiras, por duas bombas de 1 HP, com vazão de 230 L/min (13,7 m<sup>3</sup>/h), sendo uma bomba utilizada para cada uma das larviculturas em funcionamento na primeira etapa do laboratório.

Junto destas salas o setor possui uma área reservada à assepsia da vidraria e recipientes, e para preparação e esterilização do meio de cultura utilizado no cepário, equipada com estufa, autoclave e destilador de água.

Na área externa situada em frente à sala de cultivo massivo, ficarão os tanques de algas externos, com volume de 12.000 L, onde serão cultivadas as microalgas a serem utilizadas nos berçários e, eventualmente, nos tanques de larvicultura.

A sala destinada à eclosão de cistos de Artemia apresenta cerca de 17 m<sup>2</sup>, equipada com sistemas de aeração, drenagem e abastecimento de água salgada e doce. Os cistos serão incubados em tanques de 1.000 L, de formato cilindro-cônico, com aeração, iluminação - através de lâmpadas incandescentes de 150 W, e temperatura controlada – mantida por aquecedores de titânio com potência de 1.000 W.

O laboratório possuirá duas salas de microscopia, sendo que na primeira etapa de funcionamento apenas uma delas estará instalada. Nesta sala, diariamente, serão examinadas ao microscópio: amostras das culturas de microalgas a serem utilizadas – para determinação de sua densidade celular, estado das células algais e possível contaminação por protozoários, amebas ou microalgas de outras espécies; amostras da água dos tanques de larvicultura – para determinação do residual de microalgas ainda presente no tanque; e amostras de larvas de todos os tanques de larvicultura em produção – para a verificação do estádio larval e das condições gerais das larvas cultivadas. A sala de microscopia também abrigará os freezers e geladeiras (2 de cada), para armazenar os náuplios de Artemia congelados e as rações da larvicultura em estoque. As rações que estiverem em uso nas larviculturas, ficarão guardadas em geladeiras colocadas dentro das próprias salas.

A área externa destinada ao setor de berçários na primeira fase de funcionamento do laboratório será de aproximadamente 830 m<sup>2</sup>. Para a segunda fase de funcionamento, está prevista uma área ao lado, com aproximadamente o mesmo tamanho. Os 9 tanques berçários inicialmente previstos, serão de lona, redondos, com volume de 50 m<sup>3</sup>. O setor de berçários possuirá sistemas de aeração, drenagem e abastecimento de água doce e salgada. A água salgada que o abastecerá será filtrada apenas na ponteira de captação – pela areia da praia e pelo “bidin” que reveste a ponteira. Os tanques ficarão abrigados sob três estufas plásticas transparentes (três tanques por estufa).

As larvas serão transferidas da larvicultura para o berçário num estágio larval entre pós-larva 7 e pós-larva 10, permanecendo neste setor até o estágio de pós-larva 20, quando então, serão despescadas, aclimatadas e contadas – na sala de expedição – para em seguida serem transportadas para as fazendas de destino. A sala de expedição ficará situada entre o setor de berçários e o galpão do laboratório, possuindo cerca de 32 m<sup>2</sup> de área. Esta sala contará com caixas para a aclimatação e contagem das pós-larvas, abastecimento de água salgada e doce, aeração, caixas d'água para preparação de água à salinidade necessária, e acesso para o caminhão que fará o transporte das pós-larvas às fazendas.

Para o armazenamento de diversos materiais e equipamentos, o laboratório possui um almoxarifado com aproximadamente 33 m<sup>2</sup> de área.

A distribuição de todo os setores pode ser visualizada na Planta baixa inferior – Anexo 3).

Englobando as áreas de apoio, ou complementares aos setores de produção, está o setor administrativo, situado no pavimento superior de parte do laboratório, com: secretaria e recepção, sala da coordenação, sala dos técnicos, sala da administração, auditório, sala de TV e vídeo, alojamentos feminino e masculino, cozinha e refeitório (ver Planta baixa superior – Anexo 5).

Interligando os setores produtivos e possibilitando o funcionamento adequado de todo o laboratório, estão presentes os seguintes sistemas:

- Distribuição pelos setores do laboratório e armazenamento de água doce em duas caixas de 5.000 L, situadas na parte superior das cisternas de água salgada;
- Armazenamento de água salgada em duas cisternas de 250 m<sup>3</sup> de volume, revestidas com lona plástica, e sua distribuição em três sistemas independentes;
- Distribuição do ar atmosférico sob pressão produzido por um blower com potência de 15 HP;
- Drenagem e escoamento, que transferirá a água descartada em todos os setores produtivos do laboratório, para um viveiro de decantação revestido com lona plástica, possuindo volume de cerca de 288 m<sup>3</sup>. Neste viveiro, serão cultivados peixes e ostras, para propiciar o aproveitamento dos nutrientes e microalgas presentes na água, e para evitar eventuais fugas de larvas de camarão para o ambiente (peixes cultivados as comeriam).
- Fossa asséptica com sistema de filtro biológico, clorador e sumidouro, com cerca de 95% de eficiência no tratamento dos efluentes da parte de banheiros;
- Filtragem da água salgada através de filtros bag, filtros de areia e filtros de cartucho de polipropileno;
- Subestação que abrigará o transformador abaixador de 13,8 KV para 220/380V, com potência de 500 KVA, pois o laboratório será atendido pela concessionária de energia em alta tensão (13.800 V);
- Gerador de energia elétrica a diesel, com potência de 25 KW, para acionar o blower e mais algum equipamento auxiliar, durante o período em que faltar energia elétrica da rede pública.

### 3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período de estágio, foi realizado o acompanhamento do dimensionamento e construção de um laboratório de produção de pós-larvas de camarão marinho, cujas atividades desenvolvidas estão descritas a seguir:

#### 3.1. Acompanhamento do dimensionamento do sistema de captação e armazenamento de água salgada.

##### 3.1.1. Volume máximo de água a ser utilizado:

- A água utilizada para renovar os 15 tanques de larvicultura  
 $15 \times 20.000 \text{ L} = 300.000 \text{ L}$
- Volume utilizado nas algas e demais setores (excluindo o berçário)  
 $1/3 \text{ de } 300.000 \text{ L} = 90.000 \text{ L}$

$$\boxed{\text{Volume total} = 400.000 \text{ L}}$$

Para bombear este volume de água, foi escolhida uma bomba com potência de 7 HP, trifásica, com vazão de 100.000 L/h ( $100\text{m}^3/\text{h}$ ), capaz de captar o volume máximo desejado em 4 horas.

A capacidade da bomba foi superestimada, pois dessa forma:

- não haverá problemas com disponibilidade de água;
- o laboratório teria a capacidade de instalar um novo módulo sem ter que alterar os equipamentos de captação de água;
- renovando-se todos os tanques de larvicultura em 4 horas, durante o resto do dia a bomba pode ser utilizada para renovar os tanques de berçários, ou encher as cisternas;
- se a bomba tem a capacidade de realizar o trabalho desejado em menor tempo, fica desligada o resto do tempo, economizando energia e não desgastando-se excessivamente;
- de acordo com a pesquisa de preços que foi realizada, o custo da bomba de 7 HP, com vazão de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ , fica em torno de R\$ 2.300,00, e o de uma bomba de 3HP, com vazão de  $36 \text{ m}^3/\text{h}$  (como as usadas para a saída da água da cisterna), é de cerca de R\$ 1.150,00. Logo, a bomba de maior potência, apesar de custar o dobro do preço da menor, oferece uma vazão quase três vezes maior.

Então, analisando-se o custo em relação aos benefícios gerados (descritos acima), o uso de uma bomba de maior potência compensa.

### 3.1.2. Volume de água utilizado nos berçários:

15 tanques x 50.000 L = 750.000 L

Consumindo-se 10% deste volume total diariamente:

750.000 L x 10% = 75.000 L

Então, a bomba de 7 HP com vazão de 100 m<sup>3</sup>/h é capaz de abastecê-lo com folga.

### 3.1.3. Volume da cisterna:

O laboratório possui duas cisternas de formato quadrado, com dimensões de 10-10-3 m, revestidas com lona, e cobertas, apresentando um volume útil de 250 m<sup>3</sup> cada. Sua capacidade também foi superestimada, para não haver preocupação com a disponibilidade de água para a renovação dos tanques de larvicultura, otimizando o tempo de realização deste processo.

Também, armazenar-se um volume de água praticamente capaz de atender à demanda diária total do laboratório, possibilita a realização de um eventual tratamento da água na cisterna, antes de utilizá-la no laboratório, caso haja necessidade.

### 3.1.4. Sistema de ponteira e bombas empregadas para a captação da água:

A ponteira de captação está localizada na zona entremarés, aproximadamente a um metro de profundidade. Consiste de um cano de PVC de 110 mm<sup>2</sup>, com 6 metros de comprimento, cheio de furos e envolto por um filtro de “feltro industrial – “bidin”.

O cano de PVC da sucção também possui diâmetro de 110 mm<sup>2</sup>, e comprimento de 93 m – da ponteira até a casa de bombas.

Na casa de bombas, ficarão 2 bombas de 7 HP – 1 em uso e outra como reserva – ambas com instalação elétrica e hidráulica para funcionar alternadamente. As bombas centrífugas, trifásicas, com potência de 7 HP e vazão de 100 m<sup>3</sup>/h, terão sua parte interna totalmente pintada com tinta epóxi, ainda na fábrica (ver esquema do Anexo 2).

Da bomba de captação, a água pode ir para as cisternas – passando por filtros de areia, ou, ir para os berçários – sem filtragem, passando previamente pelo sistema de aquecimento geral, ou indo diretamente para o setor.

### 3.2. Acompanhamento da construção das cisternas

As cisternas são constituídas por uma armação de ferro totalmente "amarrada", e por blocos de concreto, sendo toda a estrutura preenchida com concreto. A figura 2 mostra o esquema básico de sua construção.

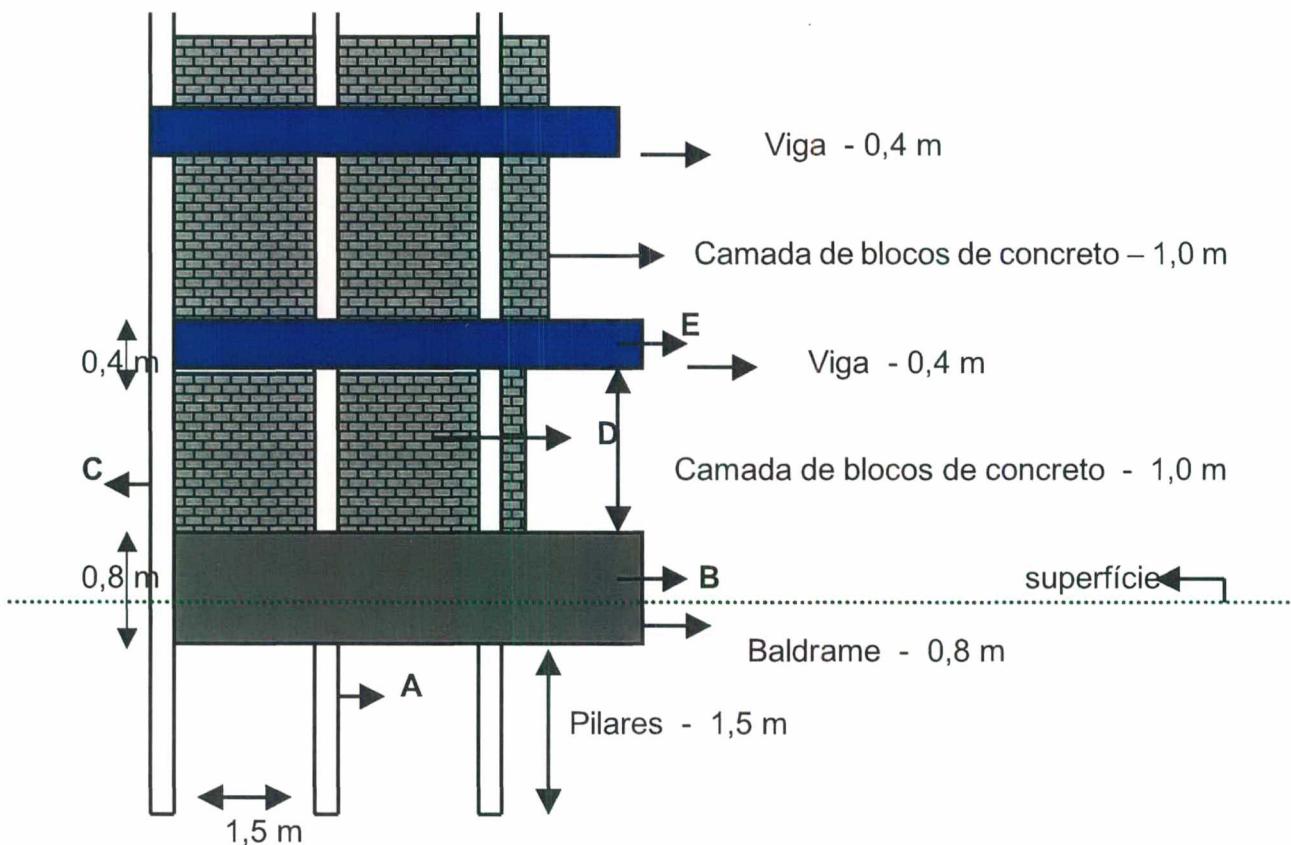


Figura 2 – Esquema básico de representação da construção das cisternas.

Na figura 2, as letras representam:

**A** – Pilares de 0,2m x 0,2 m espaçados de 1,5 m um do outro, instalados à profundidade de 1,5 m abaixo do baldrame. Cada pilar é constituído por oito barras de ferro de 10 mm, com amarração de ferro em volta, e preenchido com concreto.

**B** – Baldrame com 0,8 m de altura, ao qual estão amarradas as ferragens dos pilares e colunas, além das barras de ferro verticais que suportam a camada de blocos de concreto, espaçadas de 0,2 m uma da outra. O baldrame foi construído com barras de ferro de 10 mm horizontais, atravessadas por dentro dos estrívios – barras de ferro de 10 mm dobradas conforme mostra a figura 3, inteiras, para dar maior resistência – espaçados de 0,2 m. Toda esta ferragem foi preenchida com concreto.

**C** – Colunas de 0,2 m x 0,2 m, espaçadas de 1,5 m uma da outra, sendo cada uma constituída por oito barras de ferro com amarração em volta, e preenchida com concreto – assim como os pilares. As colunas estão amarradas no baldrame e em cada viga que as atravessa, até a última viga, na parte superior da cisterna, a 3,0 m de altura.

**D** – Camada de blocos de concreto com 1,0 m de altura, contendo entre os blocos, barras de ferro de 10 mm, amarradas ao baldrame e à viga de 0,4 m imediatamente superior, sendo a estrutura preenchida com concreto.

**E** – Viga com 0,4 m de altura, constituída por estrivos atravessados por barras de ferro horizontais de 10 mm – assim como o baldrame. Nas vigas ficam amarradas as barras de ferro que suportam as camadas de blocos situadas abaixo e acima delas. A ferragem das vigas também é totalmente preenchida com concreto.

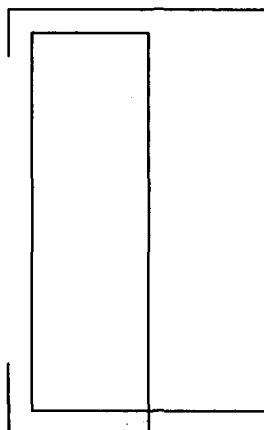


Figura 3 – Representação esquemática do estrivo constituído de uma barra de ferro inteira dobrada, para dar maior resistência.

Dessa forma, foram alternadas uma camada de blocos de 1,0 m e uma viga de 0,4 m, até a parte superior da cisterna, a 3 m do solo.

Nos cantos das cisternas, as barras de ferro horizontais do baldrame e das vigas, foram transpassadas e amarradas nas colunas de cada lado, de forma a "abraçarem a esquina", conforme mostra a figura 4. Assim, a estrutura não tem como abrir nos cantos, que são as partes que sofrem o maior esforço quando a cisterna está cheia.

Na construção da cisterna foram utilizados cerca de 600 sacos de cimento e mais de 1000 barras de ferro de 10 mm de espessura.

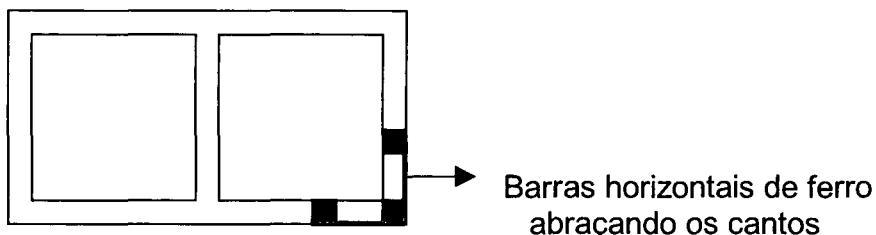


Figura 4 – Na vista superior das cisternas, a representação esquemática das barras que abraçam os quatro cantos de cada cisterna.

### 3.3. Acompanhamento dos sistemas de filtragem de água

#### 3.3.1. Filtragem da água salgada:

Na captação, a água será filtrada ainda na ponteira – pela areia que a cerca e pelo filtro de “bidin” que a envolve – e por filtros de areia localizados na casa de bombas (exceto a água que vai para os berçários).

Ao entrar na cisterna a água passará através de filtros do tipo “bag”, colocados na “boca” do cano de chegada. Da cisterna, a água sairá em três sistemas independentes, cada um contendo duas bombas de pressão com potência de 3 HP, trifásicas, com vazão de 36.000 L/h cada, da marca “Jacuzzi” – sendo uma em uso e outra de reserva, que a impulsionarão através dos filtros de areia – sendo dois filtros instalados por sistema.

Após os filtros de areia, a água passará por filtros de cartucho de polipropileno, instalados em linha, de 75/25 µm e de 25/5 µm, sendo que cada linha possuirá quatro filtros de cada micragem, cada um com vazão de 8.000 L/h.

Assim, na entrada do primeiro filtro serão filtradas partículas com diâmetro de até 75 µm, e ao sair deste filtro, a água conterá somente partículas com tamanho inferior a 25 µm de diâmetro. O mesmo ocorre no segundo filtro da linha, com 25 e 5 µm. Destes filtros, a água seguirá para o sistema de aquecimento, sendo em seguida, distribuída por gravidade para o laboratório.

- A água que abastece as salas de cultivo intermediário (incluindo o cepário) e massivo, sofrerá uma filtragem extra, já dentro da própria sala. Na entrada de água do cultivo intermediário ficará instalada uma nova bomba de pressão, com potência de 1 HP, que impulsionará a água através de três filtros de cartucho com vazão de 8.000 L/h cada, de 5/0,5 µm. A sala de cultivo massivo não exige uma filtragem tão refinada de sua água, mas também possuirá o sistema instalado, com uma bomba de pressão de 3 HP

e quatro filtros com vazão de 8.000 L/h cada, para ser utilizado caso haja necessidade.

### 3.3.2. Filtragem e armazenamento da água doce:

A água doce fornecida pela rede da CASAN, após ser recebida em uma caixa de 5.000 L, será filtrada através de filtros de cartucho de polipropileno, instalados em linha, de 75/25  $\mu\text{m}$  e de 25/5  $\mu\text{m}$ , impulsionada por uma bomba de pressão de 1HP (com outra bomba de igual potência instalada como reserva). Em seguida, será armazenada em outra caixa d'água de 5.000 L, situada no nível superior das cisternas, da qual será distribuída para o laboratório por gravidade.

## 3.4. Acompanhamento do esquema de funcionamento do sistema de aquecimento

### 3.4.1. Aquecimento de água geral:

O sistema de aquecimento geral de água a gás foi projetado pela empresa ARGUS – Sistemas de Climatização Ltda. O aquecimento da água salgada é feito de forma indireta, através de água doce aquecida em um sistema fechado, que funciona pelo princípio de vaso compressão – as mangueiras ficam totalmente preenchidas pela água, removendo todo o ar presente no sistema. O sistema indireto trabalha exclusivamente com água doce, ou seja, a água salgada não entra em contato com os equipamentos, apenas com o sistema de mangueiras em que circula a água doce – colocado dentro da caixa d'água de aquecimento. Isso aumenta a vida útil dos equipamentos, e por não exigir materiais resistentes à água salgada, reduz seu custo de fabricação.

A figura 5 mostra um esquema básico do funcionamento de sistema de aquecimento da água geral.

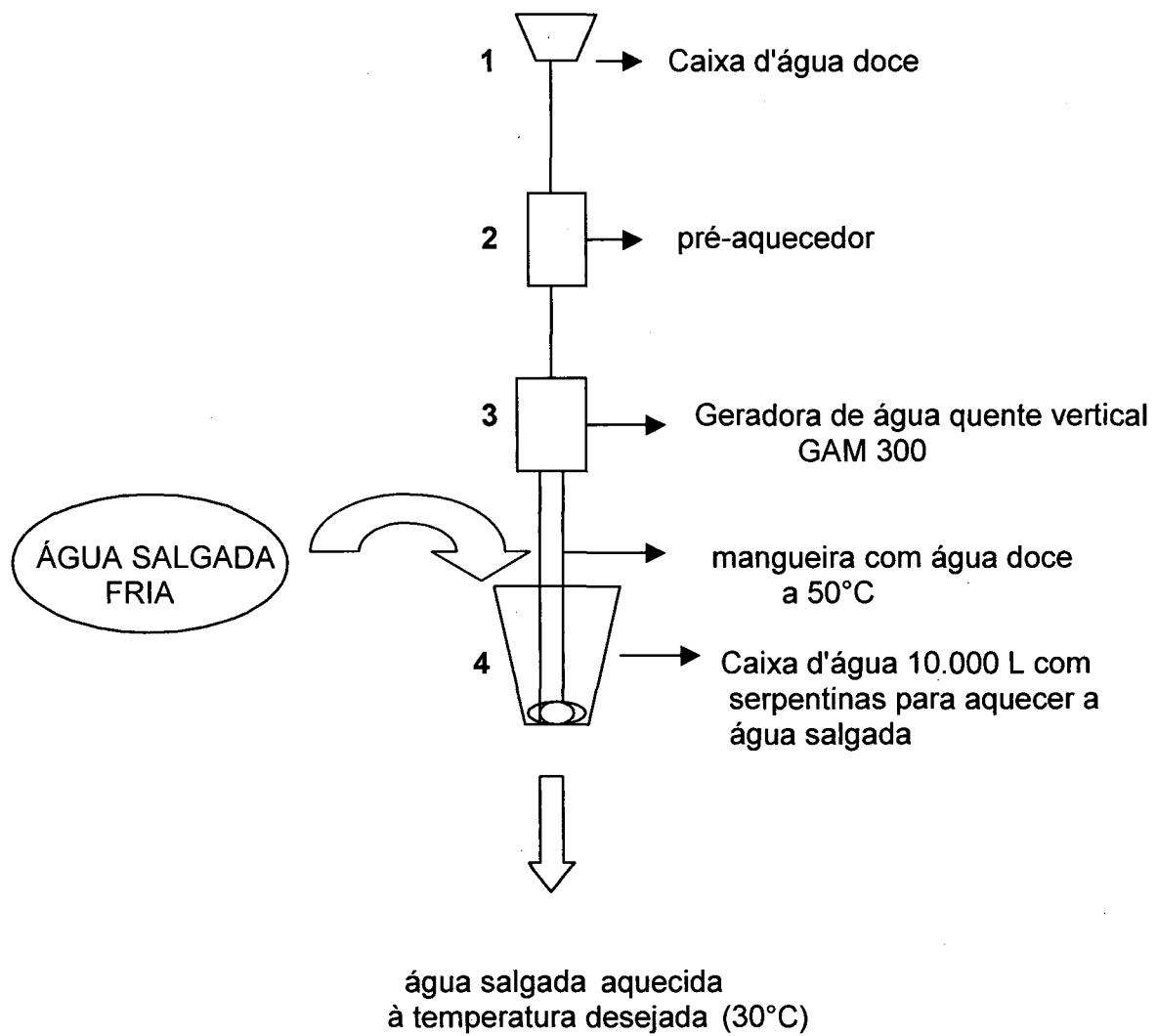


Figura 5 – Esquema básico do sistema de aquecimento de água geral

Na figura 5 os números indicam:

- 1 – Caixa d'água pequena contendo água doce para manter o sistema de mangueiras totalmente preenchido – apenas para repor as perdas por evaporação.
- 2 – Pré-aquecedor com volume de 300 L, e potência calorífica de 100.000 Kcal/h, com a função de elevar previamente a temperatura da água doce, diminuindo um pouco o trabalho a ser exigido da geradora de água quente para aumentar a temperatura da água, e consequentemente, reduzindo a potência exigida pela mesma. Resumidamente, serve para quebrar a “inércia” inicial, reduzindo o  $\Delta t$  da água doce.
- 3 – Geradora de água quente vertical – GAM 300, com volume de 2.500 L e potência calorífica de 300.000 Kcal/h. Esta geradora pode elevar a temperatura da água doce para 50°C, fazendo-a circular por um sistema de mangueiras (serpentinhas).
- 4 – Caixa d'água de 10.000 L constituída de material termoplástico – evita perdas de calor – que ficará situada no nível superior das cisternas. Nesta caixa d'água, passa o sistema de mangueiras da geradora de água quente, o qual elevará a temperatura da água salgada vinda das cisternas para a temperatura desejada, cerca de 30°C, através da troca de calor.

Na saída da desta caixa de aquecimento, a água salgada passa por um sistema de termostato com regulador de fluxo, que faz o “ajuste fino” da temperatura – quando for necessário – através da adição de água fria (da cisterna ou da caixa de água fria das algas).

O sistema tem a capacidade de aquecer à temperatura de 30°C, 40.000 L de água salgada por hora, o suficiente para renovar 8 tanques de larvicultura de 20.000 L em 4 horas.

#### 3.4.2. Consumo de gás do sistema:

Tanto o pré-aquecedor quanto a geradora de água quente funcionam a gás, o qual será comprado a granel e armazenado em cilindros, numa central de gás ao ar livre.

Com 1 Kg de gás o sistema é capaz de produzir cerca de 11.500 Kcal. Para aquecer um volume de 160.000 L de água – o suficiente para renovar 8 tanques de larvicultura – em 1 hora, considerando a temperatura da água da cisterna em torno de 18°C, a ser elevada para 30°C –  $\Delta t$  de 12°C, o consumo de gás seria:

$$11.500 \text{ Kcal} = 1 \text{ Kg de gás}$$

$$\text{Volume de água} = 160.000 \text{ L}$$

$$\Delta t = 12^\circ\text{C}$$

$$\text{Tempo} = 1 \text{ hora}$$

$$K = 0,860 \text{ (constante)}$$

$$160.000 \times 12 / 0,860 \times 1 = 223.000 \text{ Kcal}$$

$$223.000 / 11.500 = 20 \text{ Kg de gás.}$$

Então, o sistema consumiria cerca de 20 Kg de gás para aquecer 160.000 L de água em 1 hora.

### 3.4.3. Sistema de manutenção da temperatura da água dos tanques da larvicultura:

O sistema de manutenção da temperatura da água dos tanques de larvicultura emprega o mesmo sistema fechado de aquecimento indireto, com circulação de água doce aquecida por um sistema de mangueiras. Mas como sua função é apenas manter a temperatura da água, utiliza água doce com temperatura de 30°C.

A figura 6 mostra o esquema básico de funcionamento do sistema de aquecimento a ser empregado nas larviculturas.

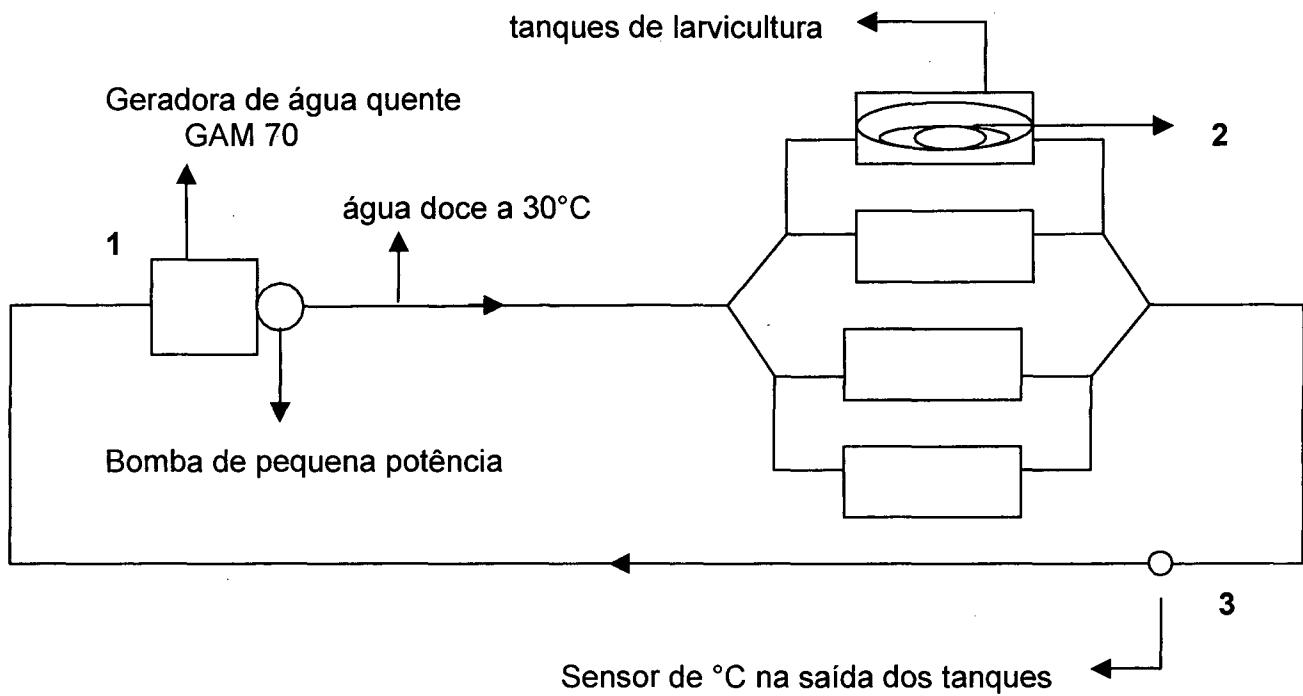


Figura 6 – Esquema básico de funcionamento do sistema de manutenção da temperatura nos tanques de larvicultura.

Na figura 6 os números indicam:

1 – Gerador de água quente – GAM 70, com potência calorífica de 70.000 Kcal/h, que através de uma bomba de baixa potência, fará circular água doce a 30°C pelo seu sistema de mangueiras.

2 – Sistema de mangueiras para troca de calor, colocadas dentro dos tanques de larvicultura, sendo 40 metros de mangueira dentro de cada tanque.

3 – Sensor de temperatura, para controlar a temperatura da água na mangueira ao sair dos tanques, que comanda o acionamento da bomba da geradora de água quente se a temperatura cair 1°C (dos 30°C desejados para 29°C).

Cada sala de larvicultura com 4 tanques possuirá uma geradora de 70.000 Kcal/h, ou seja, 2 geradoras na primeira etapa de funcionamento do laboratório. As geradoras ficarão colocadas num nível superior ao dos tanques de larvicultura, mas a água doce não circularia por gravidade, em função da espessura e comprimento do sistema de mangueiras, por isso a necessidade do acionamento por uma bomba.

A espessura da mangueira deve ir reduzindo conforme diminuir o volume de água que está sendo transportado – nas derivações para entrada nos tanques – para garantir a distribuição uniforme da água entre os tanques, e uma eficiente troca de calor no sistema fechado.

#### 3.4.4. Sistema de aquecimento e manutenção da temperatura dos tanques de berçário:

A água salgada que abastece os berçários não passa pelos sistemas de filtros de areia e de cartucho – como a água das cisternas que abastece o resto do laboratório – vindo direto da bomba de captação. Por isso, para realizar o seu aquecimento, será utilizado um sistema paralelo ao aquecimento de água geral, que funcionará sob o mesmo princípio. Dessa forma, a geradora de água quente GAM 300 – aquecerá a água de duas caixas de água salgada – uma para atender ao laboratório – com água filtrada, e outra para os berçários – com água diretamente da ponteira. A água será transportada para o setor de berçários por um cano de 110 mm<sup>2</sup>, o qual, através de um sistema de registros, poderá mandar para os berçários água aquecida ou água fria (sem passar pelo sistema de aquecimento), conforme a necessidade.

Para a manutenção da temperatura da água de seus tanques, o setor de berçários contará com uma geradora de água quente igual àquela utilizada em cada uma das larviculturas, com potência calorífica de 70.000 Kcal/h, funcionando sob o mesmo princípio. Além disso, as estufas plásticas sob as quais os tanques ficarão abrigados, reduzirão as perdas por dissipação do calor.

### 3.5. Acompanhamento do sistema hidráulico

A água salgada sai das cisternas – em 3 sistemas independentes – através de canos de 85 mm<sup>2</sup>. Passa pelo sistema de filtros de areia e de cartucho, e segue para o sistema de aquecimento, possuindo uma derivação para duas caixas de água fria de 5.000 L – que servirão para abastecer o setor de microalgas.

Na saída do sistema de aquecimento, um dos canos de distribuição receberá tanto a água aquecida, quanto a água vinda diretamente da caixa d'água fria, através de um sistema de registros, pois este atenderá essencialmente ao setor de microalgas, que dispensa o uso de água aquecida. No entanto, em caso de necessidade, esse sistema das algas poderá receber água aquecida, e eventualmente fornecer água também às larviculturas.

Os três sistemas de água salgada chegam por gravidade pelo corredor central do laboratório, em canos de 85 mm<sup>2</sup> de espessura, apoiados sobre as eletrocalhas do sistema elétrico.

Dentro de cada sala que compõe o laboratório, a distribuição da água é feita através de um sistema fechado individual, composto por uma tubulação de 75 mm<sup>2</sup> de espessura, disposta em forma de um “quadrado” central, apoiado sobre as eletrocalhas ou perfilados do sistema elétrico da sala.

Cada sala possuirá uma descida de cada um dos três sistemas de distribuição de água geral – com encaixe em sua extremidade, e uma descida do “quadrado” central que compõe o sistema fechado – conectada a uma mangueira flexível também com encaixe em sua extremidade. Desta forma, qualquer um dos três sistemas de distribuição de água pode abastecer a sala, através da conexão da mangueira flexível que alimenta o sistema fechado, à correspondente descida do sistema geral, conforme esquematizado na figura 7.

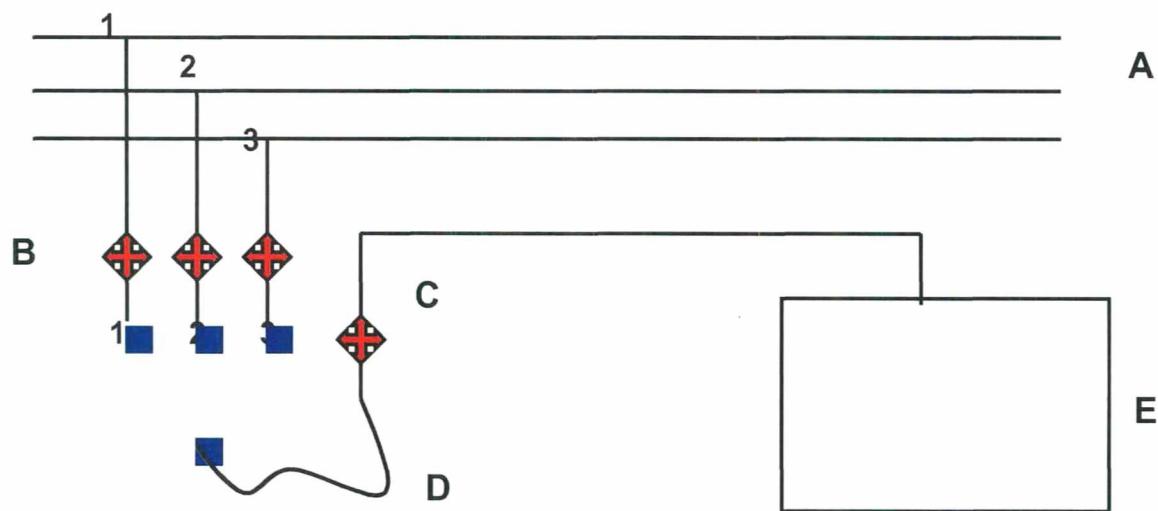


Figura 7 – Representação esquemática dos três sistemas de distribuição de água disponíveis em cada sala.

Na figura 7, as letras representam:

**A** – Os três canos de  $85 \text{ mm}^2$  dos sistemas de distribuição geral, passando pelo corredor central do laboratório.

**B** – Uma derivação de cada sistema principal, fazendo com que cheguem três descidas em cada sala, cada uma com um registro e uma conexão na ponta.

**C** – Descida do encanamento em sistema fechado que distribui a água dentro da sala, com registro.

**D** – Mangueira flexível encaixada na saída da descida do sistema fechado da sala, que pode ser conectada a qualquer um dos três sistemas de distribuição (chegadas 1, 2 ou 3).

**E** – Encanamento em sistema fechado – “quadrado”, de distribuição de água dentro da sala.

Deste sistema fechado de distribuição da água dentro de cada sala, de  $75 \text{ mm}^2$ , descem as saídas de água para os registros dos tanques ou para encaixe das mangueiras, com bitola de  $50 \text{ mm}^2$ .

O sistema fechado permite uma distribuição de água igual em todas as suas saídas, pois o encanamento central do qual partem todas as descidas, fica totalmente preenchido pela água. Isso evita as perdas de força nos registros instalados no fim das linhas.

Outra vantagem do uso deste sistema é a flexibilidade que o mesmo apresenta, a qual facilita a limpeza das linhas de distribuição de água, bastando trocar as conexões e parar um sistema por vez para limpeza.

O cano que leva água salgada ao sistema fechado do setor de berçários possui diâmetro de 110 mm<sup>2</sup>, sendo que a descida para cada tanque apresenta bitola de 60 mm<sup>2</sup>.

A água doce chega pelo corredor central do laboratório, também por gravidade, através de um cano de 60 mm<sup>2</sup> apoiado sobre as eletrocalhas do sistema elétrico, junto com as tubulações de água salgada e ar. Deste cano geral, partem as descidas – com bitola de 32 mm<sup>2</sup> – para as torneiras situadas dentro das salas e para os registros de cada tanque do setor de berçários.

Em todos os canos de 85 mm<sup>2</sup> instalados no laboratório, quando houver a necessidade de instalar um registro, serão utilizados dois registros de 60 mm<sup>2</sup>, dividindo-se, para tal, a linha de 85 mm<sup>2</sup> em duas linhas de 60 mm<sup>2</sup> neste trecho. Esta medida será tomada por razões econômicas, pois o custo do registro de 85 mm<sup>2</sup> é muito superior ao do registro de 60 mm<sup>2</sup>.

### 3.6. Acompanhamento do sistema de aeração

O ar atmosférico sob pressão que abastecerá o laboratório, será gerado por um blower com potência de 15 HP instalado próximo das cisternas, dentro de uma pequena sala com revestimento acústico. Dentro desta sala existem dois blowers de 15 HP, 1 em uso e outro reserva.

O blower terá um sistema de filtragem do ar instalado na sua entrada, para captar ar atmosférico com a maior pureza possível.

O cano de abastecimento geral possui bitola de 85 mm<sup>2</sup>, e atravessa o laboratório pelo corredor central, apoiado sobre eletrocalhas, juntamente com os canos de distribuição de água (ver Sistema hidráulico – Anexo 4).

O ar também é distribuído em sistema fechado, em canos – de 60 mm<sup>2</sup> dentro das salas – também apoiados sobre eletrocalhas ou perfilados.

Em todas as salas e no setor de berçários, descem da tubulação de 60 mm<sup>2</sup> em sistema fechado, os canos de 35 mm<sup>2</sup> de espessura que são presos ao fundo dos tanques para fazer a sua aeração (e oxigenação), contendo furos de 1 mm de diâmetro feitos a cada centímetro da parte do cano que fica submersa.

Como o sistema fechado central de cada sala fica totalmente preenchido pelo ar, a pressão é a mesma em todos os pontos – o sistema fica em equilíbrio, fazendo com que o ar se distribua igualmente, pois a espessura de todos os canos de descida é a mesma.

### 3.7. Acompanhamento do sistema de geração de emergência

O laboratório irá dispor de um gerador de energia elétrica a diesel, com potência de 25 KW. Este será principalmente utilizado para manter em funcionamento um blower de 15 HP durante o período em que faltar energia elétrica da rede pública, pois o sistema de aeração dos tanques não pode parar.

O blower de 15 HP tem potência elétrica de cerca de 11 KW (1 HP = 736 W), então o gerador a diesel teria potência para manter em funcionamento, além do blower, também outros sistemas auxiliares, como uma bomba de captação ou distribuição de água, alguma bomba de distribuição de microalgas e algum freezer ou geladeira, de acordo com a necessidade.

O blower será conectado à rede de emergência automaticamente, quando faltar energia, e será desligado da mesma antes de ser reenergizado pela rede da CELESC.

### 3.8. Acompanhamento do projeto elétrico e de parte de sua instalação

#### 3.8.1. Entrada de energia e subestação:

O laboratório é atendido pela rede da CELESC em alta tensão – 13,8 KV, possuindo no seu terreno uma subestação de 32 m<sup>2</sup> de área, situada próximo ao setor de berçários. Conforme exige a norma da concessionária de energia, em torno da subestação existirá uma tela que impedirá o acesso de pessoas não autorizadas – para evitar acidentes, mas permitirá que o ar circule dentro da subestação – para ventilar seus equipamentos.

Os três fios (fases) de abastecimento saem do poste da CELESC, atravessam a rua pela entrada de energia do tipo subterrânea, e são recebidas no primeiro compartimento da subestação, em muflas isolantes de cerâmica, que tem a função de impedir que os fios encostem um no outro, ou em algum componente da subestação. Das muflas os fios passam por um transformador de corrente (TC) e por um transformador de potência (TP) – instrumentos que tem a função de medir o consumo de energia elétrica em alta tensão, o qual será lido em um medidor instalado com seu visor voltado para o lado externo da subestação. No compartimento central da subestação, as fases passarão por uma chave seccionadora trifásica, e por um disjuntor trifásico de alta tensão, para finalmente entrarem no transformador, que ficará situado no terceiro compartimento da subestação.

Todos os equipamentos da subestação, com exceção do transformador, são concessionados pela CELESC, sendo que apenas a estrutura construída (casinha, cerca e malha de aterramento completa) e o transformador pertencem ao laboratório.

O transformador abaixador de 13,8KV para 220/380V, com potência de 500 KVA, e corrente de 750 A, foi dimensionado em função da demanda de energia elétrica do laboratório. A demanda representa a potência máxima que será utilizada ao mesmo tempo, avaliada em porcentagem da carga instalada em cada setor do laboratório – a quantidade de lâmpadas, bombas e equipamentos que ficarão ligados ao mesmo tempo, sempre se deixando uma margem de folga, por segurança, e para suportar alguma ampliação futura no sistema (dentro de um certo limite).

O piso do terceiro compartimento da subestação, onde ficará o transformador, foi construído com inclinação em direção a um dreno, conectado a um reservatório (tanque) subterrâneo – conforme manda a norma da concessionária de energia – para fazer o escoamento e armazenamento do óleo do transformador em caso de vazamento, para evitar explosões, já que o mesmo é inflamável.

### 3.8.2. Aterramento da subestação:

O aterramento da subestação será feito através de pelo menos 9 hastes de aço cobreado, com 2,40 m de comprimento e  $15\text{ mm}^2$  ( $5/8"$ ) de espessura, “fincadas” em torno da subestação. Estas hastes serão ligadas a uma malha de fio de cobre nu de  $95\text{ mm}^2$  de espessura, situada sob a subestação. O número de hastes a serem colocadas – no mínimo 9 – dá-se em função da resistência oferecida à passagem da corrente através da malha, em direção ao solo, que não deve ser superior a 10 ohms, para garantir a eficiência do aterramento.

A carcaça do transformador, seu tap neutro (saída para o fio neutro) e o disjuntor de alta tensão, têm um aterramento diferenciado em relação aos demais componentes da subestação – são conectados ao fio de  $95\text{ mm}^2$  da malha de aterramento, através de um fio também de  $95\text{ mm}^2$ , com conexão à malha por solda isotérmica, que é a mesma forma de conexão das hastes a esta mesma malha. A solda isotérmica garante a fusão e união dos três componentes submetidos à alta temperatura, dentro de um molde de solda: os dois condutores (ou haste e condutor) a serem conectados, e o material de solda.

Um condutor de cobre nu de  $25\text{ mm}^2$  – também conectado por solda isotérmica à malha de aterramento – percorre a subestação exposto, próximo ao piso ou ao teto. Neste fio, são ligados todos os demais equipamentos e partes metálicas que compõem a subestação – inclusive a cerca externa e as janelas – através de fios também de  $25\text{ mm}^2$ , a fim de garantir o aterramento destas partes, evitando acidentes.

### 3.8.3. Distribuição da energia para os quadros de carga:

Das saídas presentes no lado de baixa tensão do transformador (220/380 V), os fios de alimentação entram em um quadro de distribuição geral – situado ainda na subestação – no qual as três fases passam por um disjuntor de 750 A, trifásico. Deste disjuntor geral, ainda dentro do quadro de distribuição, as fases distribuem-se em disjuntores eletromagnéticos, que comandam agrupadamente os diversos circuitos dos setores do laboratório, como: larviculturas, artemia + cultivo intermediário, massivo + cepário, casa de bombas, escritórios, almoxarifado + vestiário + banheiros.

Deixando o quadro de distribuição geral, os circuitos agrupados se distribuem em quadros situados em cada sala – 1 em cada larvicultura, 1 no massivo, 1 no cepário, e assim por diante – no qual chegam em disjuntores do tipo Diferencial Residual (DR), e deste, distribuem-se entre os disjuntores eletromagnéticos que comandam individualmente os diversos circuitos instalados na sala: lâmpada,

bomba, aquecedor, etc. Os disjuntores do tipo Diferencial Residual, além de protegerem contra sobrecarga como os disjuntores eletromagnéticos, também oferecem proteção contra fugas de corrente, atuando ao detectar correntes residuais - como no caso da água de um tanque estar energizada – estando por isso, presente no comando de todos os circuitos que envolvem o contato com água. Por este disjuntor estar instalado já dentro de cada sala, no caso de haver uma fuga de corrente em um dos tanques de uma das larviculturas, ele desligaria apenas a sala de larvicultura em que houve o problema, e não todas as salas, evitando maiores problemas.

Todos os acionamentos de lâmpadas, bombas ou aquecedores, serão feitos através de botoeiras, não sendo nenhum comando realizado diretamente nos disjuntores – o que além de ser contra as normas da ABNT, também diminui a vida útil do disjuntor (pois a sua função não é a de interruptor), e pode pôr em risco a vida do operador.

#### 3.8.4. Distribuição dos circuitos pelas salas:

A distribuição dos circuitos dar-se-á por eletrocalhas ou perfilados de metal, presos ao telhado do laboratório por correntes.

As luminárias serão presas aos perfilados por correntes ou ganchos, e alimentadas por tomadas fixadas no perfilados. Dessa forma, as luminárias poderão ser trocadas de lugar, e ter sua altura e posição em relação aos tanques modificada conforme a necessidade.

Todos os condutores sairão do quadro de comando diretamente para o seu local de destino (tomadas das lâmpadas, bombas e aquecedores) agrupados dentro de capas isolantes (cabos multifilares), não havendo assim, emendas de condutores em nenhum trecho do circuito. Essa medida é de extrema importância, considerando o fato de que as eletrocalhas e perfilados por onde passam os condutores, servirão também para apoiar os canos de distribuição de água nas salas.

Durante a fixação das calhas e perfilados, foi tomado o cuidado de encaixar todos os parafusos de conexão com a parte da “cabeça” voltada para dentro das calhas e perfilados, deixando a parte com ponta para o lado de fora. Deste modo, não se corre o risco de romper o isolamento dos cabos e condutores ao puxá-los por dentro das calhas e perfilados, na hora da instalação.

### 3.9. Cálculo da capacidade de produção de larvas do laboratório

#### 3.9.1. Primeira etapa de implantação do laboratório – 8 tanques de larvicultura instalados:

Na primeira fase de funcionamento, espera-se tirar de cada tanque 2 milhões de pós-larvas 10 a cada ciclo de produção mensal de no máximo 25 dias, o que corresponde a uma sobrevivência de 50% considerando uma estocagem de 4 milhões de náuplios por tanque.

$$2.000.000 \text{ por tanque} \times 8 \text{ tanques} = 16.000.000 \text{ PL 10}$$

Considerando uma sobrevivência de 90% nos berçários, com ciclos de no máximo 15 dias (PL10 até PL20):

$$16.000.000 \times 0,9 = 14.400.000 \approx \boxed{15 \text{ milhões PL20 a cada 40 dias}} \text{ (25 de larvicultura e 15 de berçário)}$$

O ano produtivo do laboratório consistirá de ciclos de agosto a abril – então serão 9 meses em produção:

$$9 \text{ meses} \times 30 \text{ dias por mês} = 270 \text{ dias produzindo}$$

$$270 \text{ dias} / 40 \text{ dias (duração de cada ciclo)} = 6,75 \text{ produções (ciclos)}$$

Se a cada ciclo de 40 dias o laboratório poderá produzir cerca de 15 milhões de pós-larvas, em um ano produtivo – com aproximadamente 40 dias, o laboratório terá a capacidade de produzir:

$$7 \text{ produções} \times 15 \text{ milhões de PL20} \approx \boxed{100 \text{ milhões PL20 / ano}}$$

Se for considerada apenas a fase de larvicultura, com ciclos de 25 dias, na primeira etapa de funcionamento do laboratório poderão ser produzidas:

$$8 \text{ tanques} \times 2 \text{ milhões de PL10} = 16 \text{ milhões PL10/mês}$$

$$9 \text{ meses em produção} \times 30 \text{ dias} = 270 \text{ dias em produção}$$

$$270 \text{ dias em produção} / 25 \text{ dias (duração dos ciclos da larvicultura)} = 10,8 \text{ produções}$$

Por ano produtivo, com cerca de 10 produções de 25 dias e 16 milhões de PL10 produzidas por ciclo, o laboratório terá capacidade de produzir:

$$10 \text{ ciclos} \times 16 \text{ milhões} = \boxed{160 \text{ milhões PL10 / ano}}$$

### 3.9.2. Segunda etapa de implantação do laboratório – com 15 tanques instalados:

Na segunda fase de funcionamento o laboratório espera tirar 2.200.000 PL10 de cada tanque – uma sobrevivência de 55%, por já ter suas rotinas e sistemas plenamente implementados, e já possuir maior experiência de produção.

$$15 \text{ tanques} \times 2.200.000 \text{ PL10} = 33.000.000 \text{ PL10}$$

$$33 \text{ milhões} \times 90\% \text{ de sobrevivência no berçário} \cong \boxed{30 \text{ milhões PL20 / a cada 40 dias}}$$

Em um ano produtivo o laboratório será capaz de produzir:

$$7 \text{ (ciclos de 40 dias)} \times 30 \text{ milhões/ ciclo} \cong \boxed{210 \text{ milhões de PL20 / ano produtivo}}$$

Considerando-se apenas a produção da fase de larvicultura, poderão ser produzidas:

$$15 \text{ tanques} \times 2.200.00 = 33 \text{ milhões / 25 dias}$$

$$270 \text{ dias produzindo / 25 dias} = 10,8 \text{ produções}$$

$$10 \text{ ciclos} \times 33 \text{ milhões por ciclo} = \boxed{330 \text{ milhões de PL10 / ano}}$$

### 3.9.3. Quantidade de hectares de fazenda que poderiam ser povoados com a produção anual do laboratório:

Uma fazenda povoada com 25 camarões/m<sup>2</sup> precisaria de:

$$25 \text{ camarões} \times 10.000 \text{ m}^2 (= 1 \text{ hectare}) = 250.000 \text{ camarões / hectare}$$

$$\text{Em 2 ciclos de produção} = 250.000 \times 2 = 500.000 \text{ camarões / hectare / ano}$$

Com a produção anual da primeira etapa do laboratório:

100 milhões PL20 / ano

500.000 ----- 1 ha

100.000.000 ----- x

**x = 200 ha de fazenda / ano**

Com a produção anual da segunda etapa do laboratório:

210 milhões PL20 / ano

500.000 ----- 1 ha

210.000.000 ----- x

**x = 420 ha de fazenda / ano**

### 3.10. Dimensionamento do número de tanques do setor de eclosão de Artemia

Para este cálculo, foram considerados os seguintes índices:

- os cistos são incubados numa proporção de 2 gramas por litro de água no tanque;
- o desfrute é de 50%, ou seja, como os cistos precisam de pelo menos 24 horas para eclodir, necessita-se da estrutura em dobro, para deixar os tanques limpos por um dia após o uso;
- considera-se que são necessários 4 Kg de cistos para produzir 1 milhão de PL10, porque após este estágio, as pós-larvas são transferidas para os berçários, onde deixam de receber náuplios de Artemia.

Na primeira fase de funcionamento do laboratório, produzindo 16 milhões de PL10/mês:

$$16 \text{ milhões} \times 4 \text{ Kg} = 64 \text{ Kg de cistos/mês}$$

$$64 \text{ Kg/mês} / 30 \text{ dias} = 2,2 \text{ Kg de cistos / dia}$$

$$2.200 \text{ g} / 2 \text{ g/L} = 1.100 \text{ L em incubação / dia}$$

$$\text{Com o desfrute de } 50\% = 1.100 \text{ L} \times 2 = 2.200 \text{ L em incubação}$$

Então, 3 tanques de 1000 L seriam suficientes

E na segunda fase de funcionamento do laboratório, produzindo 33 milhões de PL10 / mês:

$$33 \text{ milhões} \times 4 \text{ Kg} = 132 \text{ Kg de cistos / mês}$$

$$132 \text{ Kg de cistos/mês} / 30 \text{ dias} = 4,4 \text{ Kg de cistos/dia}$$

$$4.400 \text{ g} / 2 \text{ g/L} = 2.200 \text{ L em incubação/dia}$$

$$\text{Com o desfrute de 50\%} = 2.200 \text{ L} \times 2 = 4.400 \text{ L em incubação}$$

Então, 5 tanques de 1.000 L seriam o bastante

No entanto, para facilitar o manejo, 6 tanques seriam necessários, pois, na larvicultura são fornecidos náuplios de Artemia em 3 refeições diárias: de manhã, de tarde e à noite. Logo, deve-se incubar cistos de Artemia também 3 vezes ao dia. Dessa forma, mesmo na primeira fase de funcionamento, serão necessários 6 tanques para a incubação de cistos. O laboratório disporá de 7 tanques de 1.000 L (um reserva).

### 3.11. Dimensionamento das estruturas do setor de cultivo de microalgas

#### 3.11.1. Tanques do setor de produção em larga escala – massivo:

Para o cálculo do volume necessário de algas em produção, foram utilizados 2 métodos:

→ 8% do volume máximo em larvicultura: 8 tanques x 20.000 L = 160.000 L

8% de 160.000 L = 12.800 L

O volume de 12.800 L seria necessário por dia, mas o volume que se deve ter em produção depende do desfrute – tempo de crescimento e limpeza do tanque. Na região Sul, o desfrute é de 25%, ou seja, 4 dias – 3 dias com a cultura crescendo e 1 dia com o tanque limpo. Então:  $12.800 \text{ L} \times 4 = 51.200 \text{ L}$  em produção  $\cong$  10 tanques de 5.000 L

OU

→ Para produzir 1 milhão de pós-larvas utiliza-se 10.000 L de microalgas – só para a larvicultura, e mais 40% deste volume – para o berçário.

14.000 L / milhão de PL20

1.000.000 PL20 ----- 14.000 L

15.000.000 PL20 ----- x

x = 210.000 L / mês

210.000 L/mês / 30 dias = 7 toneladas/dia

+ folga de 20% = 8,4 toneladas

8,4 toneladas x 4 (desfrute) = 33,6 toneladas/dia em produção  $\cong$  8 tanques de 5.000 L

No entanto, como serão produzidas algas de 2 espécies, sugeriu-se que fossem utilizados 12 tanques de 5.000 L. Seriam 8 tanques para cultivo de Chaetoceros sp, a espécie algal principal – 2 tanques inoculados por dia, e 4 tanques para cultivo de Talassiossira sp – 1 tanque inoculado por dia. Conseqüentemente, ter-se-ia diariamente à disposição para alimentar as larviculturas 10.000 L de *Chaetoceros sp* e 5.000 L de *Talassiossira sp*.

Como o laboratório já dispunha de 11 tanques, foi sugerida a aquisição de mais 1 tanque de 5.000 L, como os demais – de fibra de vidro, redondo e transparente.

Observação: Para o cálculo do número de tanques do setor de produção massiva, foi tomada como base, a produção de larvas apenas da etapa inicial, com uma margem de folga. Isto porque, após a ampliação, planeja-se:

- empregar a injeção de CO<sub>2</sub> também nos tanques de cultivo massivo, acelerando o crescimento das culturas;
- utilizar tanques de 3.000 L no cultivo intermediário – para aumentar o volume do inóculo dos tanques de 5.000 L;
- eventualmente, utilizar as culturas dos próprios tanques do cultivo intermediário para atender aos tanques de larvicultura;
- além de utilizar as algas produzidas nos tanques do setor massivo para inocular os tanques externos, de maiores volumes, e utiliza-los também para alimentar a larvicultura – com injeção de CO<sub>2</sub> nos tanques de 5.000 L, os inóculos apresentarão maiores densidades em menor tempo, e melhor qualidade, permitindo repicagens para maiores volumes ou redução no seu tempo de cultivo (desfrute).

### 3.11.2. Tanques externos:

Para o dimensionamento do número de tanques da área externa do setor de microalgas, estimou-se o volume máximo presente nos berçários, e estipulou-se cerca de 5% desse volume em produção de microalgas diariamente:

$$8 \times 50.000 \text{ L} = 400.000 \text{ L} \times 5\% = 20.000 \text{ L /dia}$$

$$20.000 \text{ L} \times 4 \text{ (desfrute)} = 80.000 \text{ L em produção}$$

Cerca de 7 tanques de 12 toneladas, dos quais 4 seriam reservados para cultivo da microalga bentônica *Navicula* sp, utilizada exclusivamente nos berçários, principalmente inoculando-os antes da estocagem das pós-larvas, para possibilitar o seu florescimento. Os tanques restantes seriam inoculados com as microalgas dos tanques de 5.000 L que não fossem utilizados na larvicultura, servindo para atender ao berçário e eventualmente a larvicultura.

A área reservada aos tanques externos conta com cerca de 270 m<sup>2</sup>, permitindo expansões futuras, conforme a necessidade dos novos tanques de berçário e de larvicultura.

### 3.11.3. Cultivo intermediário e cepário:

A figura 8 mostra o esquema básico de produção sugerido para o cepário e cultivo intermediário.

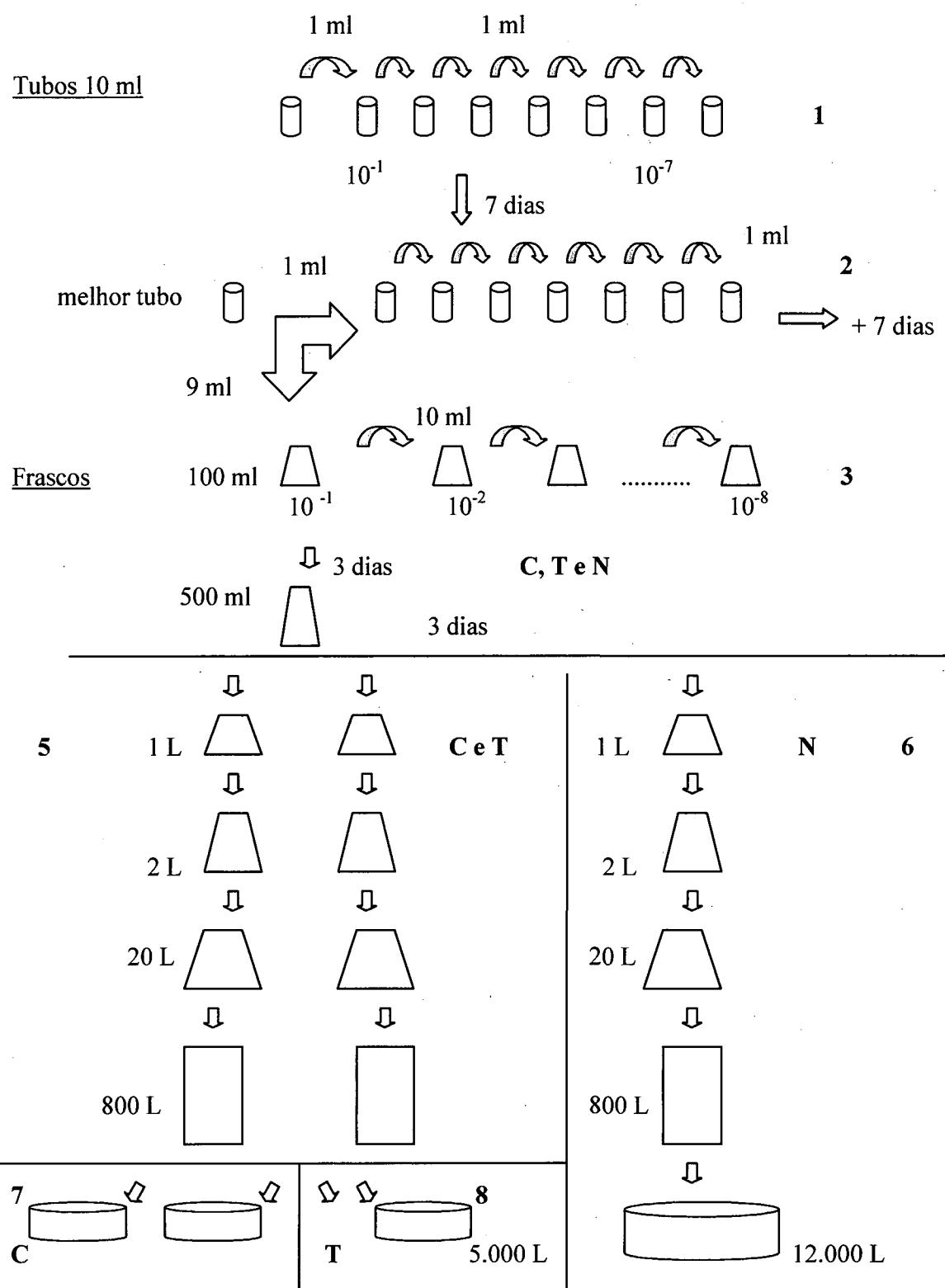


Figura 8 – Esquema básico sugerido para produção de microalgas.

Na figura 8, os números indicam:

1 – A produção no cepário começaria pelos tubos de 10 ml, que ficariam guardados na câmara de germinação. Do tubo com a cultura inicial retirar-se-ia o volume de 1 ml, que seria colocado em um novo tubo com 9 ml de meio de cultura estéril. Deste tubo retirar-se-ia novamente 1 ml e colocar-se-ia no tubo seguinte, e assim por diante – técnica de diluições sucessivas – produzindo cerca de 7 tubos para cada espécie de microalga cultivada. Estes tubos ficariam crescendo por sete dias.

2 – Após uma semana crescendo na câmara de germinação, seriam selecionados cerca de 3 tubos, que mostrassem a melhor qualidade (visualmente) para cada espécie algal. Com um deles produziria-se uma nova seqüência de 7 tubos (por diluições sucessivas) para a semana seguinte, retirando-se 1 ml e passando para o tubo seguinte. Essa seqüência de tubos ficaria guardada na câmara de germinação por novos sete dias, juntamente com os outros dois tubos que ficariam guardados (até a semana seguinte) para serem utilizados em caso de necessidade.

3 – Com os 9 ml restantes, inocularia-se um frasco de 100 ml, contendo 90 ml de meio de cultura estéril. Novamente por diluições sucessivas, prepararia-se a seqüência de frascos que diariamente dará início à produção, repassando-se agora 10 ml de um frasco para outro, produzindo cerca de oito frascos. Estes ficariam crescendo na câmara de germinação, e após três dias a cultura mais concentrada já poderia ser repicada.

4 – Um frasco de 100 ml de cada espécie algal é repicado para um frasco de 500 ml contendo cerca de 400 ml de meio de cultura estéril.

5 – Após três dias, este frasco de 500 ml (apenas para as espécies *Chaetoceros* sp e *Talassiossira* sp) seria dividido em 2 frascos de 1 L contendo cerca de 600 ml de meio de cultura. Sempre com o intervalo de 3 dias de crescimento, cada frasco de 1 L passaria para outro de 2 L, cada de 2 L para outro de 20 L, e finalmente cada de 20 L inocularia um tanque de 800 L, já na sala de cultivo intermediário.

6 – O frasco de 500 ml de *Navicula* sp seria transferido para 1 frasco de 1 L, e sempre de três em três dias, para um frasco de 2 L, um recipiente de 20 L, um tanque de 800 L – já no cultivo intermediário – e finalmente para um tanque de 12.000 L.

7 – Para a espécie *Chaetoceros* sp – da qual produzir-se-ia dois tanques diariamente – cada tanque de 800 L inocularia um tanque de 5.000 L do cultivo massivo.

8 – Para a espécie *Talassiossira* sp, os dois tanques de 800 L iniciariam um tanque de 5.000 L do massivo.

Parte dos tanques de 800 L destas duas últimas espécies, eventualmente, poderia ser utilizada para atender aos tanques da larvicultura.

Desta forma, no cepário seriam necessários cerca de 18 tubos de 10 ml, 16 frascos de 100 ml e 6 frascos de 500 ml para cada espécie algal. As espécies *Chaetoceros* sp e *Talassiossira* sp utilizariam 10 frascos de 1 L, 10 de 2 L, e 8 de 20 L. Para *Navicula* sp seriam 5 de 1 L, 5 de 2 L e 4 de 20 L.

No cultivo intermediário, utilizar-se-iam 20 tanques de 800 L: 8 para *Chaetoceros* sp, 8 para *Talassiossira* sp e 4 para *Navicula* sp.

### 3.12. Acompanhamento da seleção das bombas

#### 3.12.1. Bombas de distribuição de água salgada:

As bombas de pressão utilizadas para transportar a água da cisterna – passando através dos filtros de areia e de cartucho – para a caixa de aquecimento situada no nível superior da cisterna, terão potência de 3 HP, trifásicas, da marca "Jacuzzi", com vazão de 36.000 L/h ( $36\text{ m}^3/\text{h}$ ). Serão instaladas duas bombas em cada um dos três sistemas de água que saem das cisternas, uma em uso e outra reserva. Dentro do setor de microalgas serão utilizadas as mesmas bombas de pressão, com 3 HP e 1HP de potência , sendo esta última monofásica.

#### 3.12.2. Bombas de distribuição de microalgas:

As bombas utilizadas para distribuição de microalgas terão potência de 1 HP, monofásicas, da marca "Eberle", com corpo plástico, vedadas e protegidas contra submersão, com vazão de 230 L/min ( $13,7\text{ m}^3/\text{h}$ ). Serão utilizadas três bombas no setor massivo para bombear algas para a larvicultura (uma para cada larvicultura e outra de reserva), e duas bombas no setor de cultivo intermediário, sendo uma em uso e outra reserva.

### 3.13. Dimensionamento do número de tanques do setor de berçários

Para a produção inicial do laboratório – 16 milhões de pós-larvas 10 saindo dos 8 tanques da larvicultura a cada mês, estocando-se os tanques de  $50\text{ m}^3$  do berçário com uma densidade mínima de 40 PL/ L, seriam necessários 8 tanques de 50 toneladas – 1 para cada tanque de larvicultura.

Considerando 90% de sobrevivência no berçário, sairiam 15 milhões de PL20/ciclo de 40 dias.

Para a produção da segunda etapa, 33 milhões de PL10 saindo de 15 tanques de larvicultura a cada mês, considerando uma sobrevivência de 55%, sairiam 2.200.000 PL10 de cada tanque. Utilizando 1 tanque de  $50\text{ m}^3$  de berçário para cada tanque de larvicultura, a densidade de estocagem dos berçários seria de 44 PL10/ L no mínimo.

Com sobrevivências de 90% nos berçários, sairiam cerca de 30 milhões de PL20/ciclo de 40 dias.

Consideram-se ciclos de produção de 40 dias, porque os ciclos da larvicultura têm entre 20 e 25 dias, período no qual as larvas desenvolvem do estádio de Náuplio 5 até PL10, incluindo a folga para eventuais atrasos e o tempo de parada sanitária. E nos berçários os ciclos possuem cerca de 15 dias, para se desenvolverem de PL10 para PL20, incluindo a folga para cobrir eventuais atrasos na expedição das pós-larvas para as fazendas.

Preço dos tanques:

- Tanques de fibra de vidro, redondos, de 50 m<sup>3</sup> e 8 metros de diâmetro: R\$ 10.050,00 a unidade.
- Tanques de lona preta com armação metálica, de 50 m<sup>3</sup>, com 6,5 m de diâmetro e 1,55 m de altura: R\$ 1.850,00 a unidade.

Como são necessários 8 tanques na primeira etapa de funcionamento do laboratório:

$$8 \times 10.050 = \text{R\$ } 80.400,00 \text{ - em tanques de fibra}$$

$$8 \times 1.850 = \text{R\$ } 14.800,00 \text{ - em tanques de lona}$$

Então, os tanques de berçários a serem utilizados, pelo menos na primeira etapa de funcionamento, serão os de lona preta, pois apesar de apresentarem uma durabilidade inferior à dos tanques de fibra, o custo seu custo reduzido compensa. Posteriormente estes tanques de lona provavelmente serão substituídos por tanques de fibra de vidro.

O laboratório irá dispor, nesta primeira fase, de 9 tanques de lona de 50.000 L, divididos sob 3 estufas de plástico transparente.

### 3.14. Acompanhamento da implantação do sistema de drenagem do terreno destinado à área de berçários

O sistema de drenagem do terreno da área de berçários consistiu na escavação longitudinal de duas valas com aproximadamente 0,8 m de profundidade, direcionadas à rua. Nestas valas foi colocada, sobre uma camada de brita, a manilha – seqüência de tubos de cimento contendo furos na sua parte superior, para permitir a entrada da água drenada, que escorre pela parte inferior. A manilha foi então coberta por outra camada de brita em toda a sua extensão, e a vala foi coberta pela terra antes removida. O dreno do terreno foi feito deste modo por causa da sua composição – barro, em função do aterramento anteriormente realizado na área.

Geralmente, em terrenos arenosos, o sistema de drenagem exige o revestimento da vala com “bidin”, que envolve as camadas de brita e a manilha, impedindo a entrada de areia, que poderia causar o entupimento dos buracos de entrada de água na manilha.

### 3.15. Acompanhamento do sistema de escoamento

O sistema de escoamento é composto por 9 caixas de recepção, ligadas a uma caixa de recepção geral que escoa para o viveiro de decantação. As valas de drenagem e fossos de despesca das larviculturas 1 e 2 escoam para uma caixa, que se conecta a caixa de escoamento da larvicultura 3, e esta, por sua vez, se conecta à caixa da larvicultura 4.

O setor de Artemia possui uma caixa individual, que passa direto pela caixa que recebe a drenagem do cepário e do cultivo intermediário, e se conecta a uma das duas caixas do setor de cultivo massivo. A ligação foi feita desta forma para evitar que, caso o sistema esteja cheio, cistos ou Artemias voltem pelos canos de drenagem, contaminando o cepário ou o setor de cultivo intermediário. Isto não ocorreria com a ligação a caixa do massivo, porque este setor está em um nível mais alto do que o nível dos setores de Artemia, cepário e cultivo intermediário, em função do aterramento realizado em parte do laboratório.

Este aterramento teve que ser realizado aumentar a eficiência de escoamento do terreno, que atualmente é deficiente, mas o problema está para ser resolvido ainda este ano, com a pavimentação da rua que passa ao lado do laboratório, melhorando o sistema de drenagem da área. Mas, antes disso, para evitar problemas na drenagem dos tanques, o nível das larviculturas e setor de cultivo massivo foi elevado 40 cm acima do nível do resto do laboratório.

O cultivo massivo possui duas caixas, as quais também recebem o escoamento da caixa da Artemia e da caixa do cepário + cultivo intermediário.

O setor de berçários possui dois fossos de despesca – um deles recebe a drenagem de 4 tanques e o outro de 5 tanques. A saída de cada fosso se conecta a uma caixa de escoamento.

Junto ao viveiro de decantação foi construída uma caixa de escoamento geral, maior, que recebe a drenagem de todas as outras caixas. Esta caixa geral deságua no viveiro de decantação, revestido com lona, que possui 24 m de comprimento, 8 m de largura e 1,5 m de profundidade, o que corresponde a um volume de aproximadamente 288 m<sup>3</sup>. Neste, planeja-se implantar o cultivo de ostras e peixes, para reaproveitar nutrientes e microalgas presentes na água, e impedir que as larvas de camarão que eventualmente escapem, sejam liberadas para o ambiente.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo dos cálculos, projetos e plantas dos sistemas e equipamentos que compõe o laboratório, e do acompanhamento da construção e instalação de parte destes sistemas, pôde-se verificar que durante o planejamento do laboratório, foi realizada uma avaliação dos sistemas já implantados em outros empreendimentos, e dos sistemas projetados por empresas antes não envolvidas diretamente com a aquicultura – como no caso do sistema de aquecimento.

Também se pode relatar que o laboratório irá dispor de diversos equipamentos e sistemas que visam a padronização, otimização e continuidade dos métodos produtivos, como por exemplo: o uso de temporizadores no comando das bombas de distribuição de microalgas para os tanques de larvicultura, a implementação dos três sistemas gerais de distribuição de água salgada, e a distribuição de água e ar nas salas através de encanamentos em sistema fechado.

Cabe destacar a valorização da segurança no processo, tanto dos operadores – como exemplo, a instalação de disjuntores que oferecem proteção contra fugas de corrente, evitando assim, acidentes com choques elétricos durante o manejo – quanto da produção em si – com a instalação de bombas sempre em duplicata (uma igual como reserva), para a substituição imediata em caso de falhas, bem como a aquisição do gerador de energia elétrica a diesel capaz de alimentar – além do blower, que seria a sua função básica – também outros equipamentos auxiliares necessários – um freezer e alguma bomba de captação de água ou de distribuição de microalgas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, H. 2003. Camarão é o bicho: com a maior produtividade, o Brasil se coloca na linha de frente na produção mundial de camarões marinhos. IN: Revista Safra. Vol.4, n.38. janeiro/2003. Goiânia – GO. p.26 – 31.
- ANDREATTA, E.; ALFONSO, E.; COELHO, M.; BELTRAME, E.; SEIFFERT, W.; VINATEA, L.; PETERSEN, R.; DERNER, R. & MUEDAS, W. 1997. Produção de Pós-larvas de Camarão Marinho – II Curso Internacional. CYTED. Laboratório de Camarões Marinhos – Departamento de Aqüicultura – Centro de Ciências Agrárias – UFSC. Novembro/1997. Florianópolis – SC. 193p.
- CARVALHO, J. 2002. O camarão ecologicamente correto de Santa Catarina ou o jeito Catarinense de criar camarão. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol.12, n.74. novembro/dezembro 2002. Botafogo – RJ. p.36 – 41.
- CARLI, J.C. 2002. Informativo Técnico: carcinicultura. IN: Revista Gleba. Julho 2002. Disponível em: <http://www.cna.org.br/Gleba02/MarAbril/Carcinicultura.htm> Recuperado em novembro de 2002.
- FARIA, L. A. M. 1993. Cultivo e Reprodução de *Penaeus vannamei* no Brasil. IN: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; I CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; I FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... João Pessoa – PB. Novembro/1993. p.151 – 155.
- Informativo do Ministério da Agricultura e do Abastecimento / Departamento de Pesca e Aqüicultura. Benefícios Socioeconômicos da carcinicultura. Disponível em:<[http://www.setorpesqueiro.com.br/ministerios/ministerio\\_da\\_agricultura\\_e\\_do\\_abastecimento/dpa/cadeias\\_produtoivas/camarao\\_marinho/ben\\_soc\\_ec.shtml](http://www.setorpesqueiro.com.br/ministerios/ministerio_da_agricultura_e_do_abastecimento/dpa/cadeias_produtoivas/camarao_marinho/ben_soc_ec.shtml)> Recuperado em novembro 2002.
- IGARASHI, M. A. 1995. Estudo sobre o cultivo de camarões marinhos. Edições Sebrae. Fortaleza – CE. 1995. 66p.
- \_\_\_\_\_. Notícias da Carcinicultura. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 13, n.76. março/abril 2003. Botafogo – RJ. p.59.
- \_\_\_\_\_. Camarão: nunca se exportou tanto. IN: Panorama da aqüicultura. Vol.10, n.61. setembro/outubro 2000. Botafogo – RJ. p.15 – 18.

- NUNES, A. J. P. 2000. Alimentação para camarões marinhos. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 10, n.62. novembro/dezembro 2000. Botafogo – RJ. p.17.
- NUNES, A. J. P. 2001(a). O cultivo de camarões marinhos no Nordeste do Brasil. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 11, n.65. maio/junho 2001. Botafogo – RJ. p.26 – 33.
- NUNES, A.J.P. 2001(b). O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 11, n.66. julho/agosto 2001. Botafogo – RJ. p.17.
- PAIVA, I. & RODRIGUES, J. 2000. Carcinicultura Marinha: uma nova realidade para o fortalecimento do setor primário do Nordeste brasileiro. IN: Revista da ABCC. Ano 2, n.3. dezembro/2000. Recife – PE. p.32 – 36.
- POLI, C. R.; GURMANN, A. & BORGHETTI, J. R. 2000. Situação Atual da Aqüicultura na Região Sul. IN: Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Editor Wagner Cotroni Valenti. CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília – DF. p.327 – 331.
- VINATEA, L. 1999. Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Editora da UFSC. Florianópolis – SC. 310p.
- \_\_\_\_\_. Agronegócio do camarão marinho cultivado. Disponível em:  
< <http://www.abccam.com.br/agronegocio/> > Recuperado em abril 2003.

## 6. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTÁGIO

Como o estágio realizado foi de acompanhamento da construção do laboratório, as atividades realizadas envolveram: estudos de plantas e projetos, dimensionamento das estruturas de alguns setores, acompanhamento e participação na seleção de equipamentos e estruturas – avaliando o seu custo em função do benefício gerado, de acordo com as necessidades práticas do laboratório, além da observação das atividades de instalação e construção realizadas pelos construtores da obra.

Desse modo, a forma do estágio que foi realizado, difere daqueles executados em laboratórios já em processo de produção de larvas, cujas atividades propiciariam o envolvimento direto com os métodos de manejo.

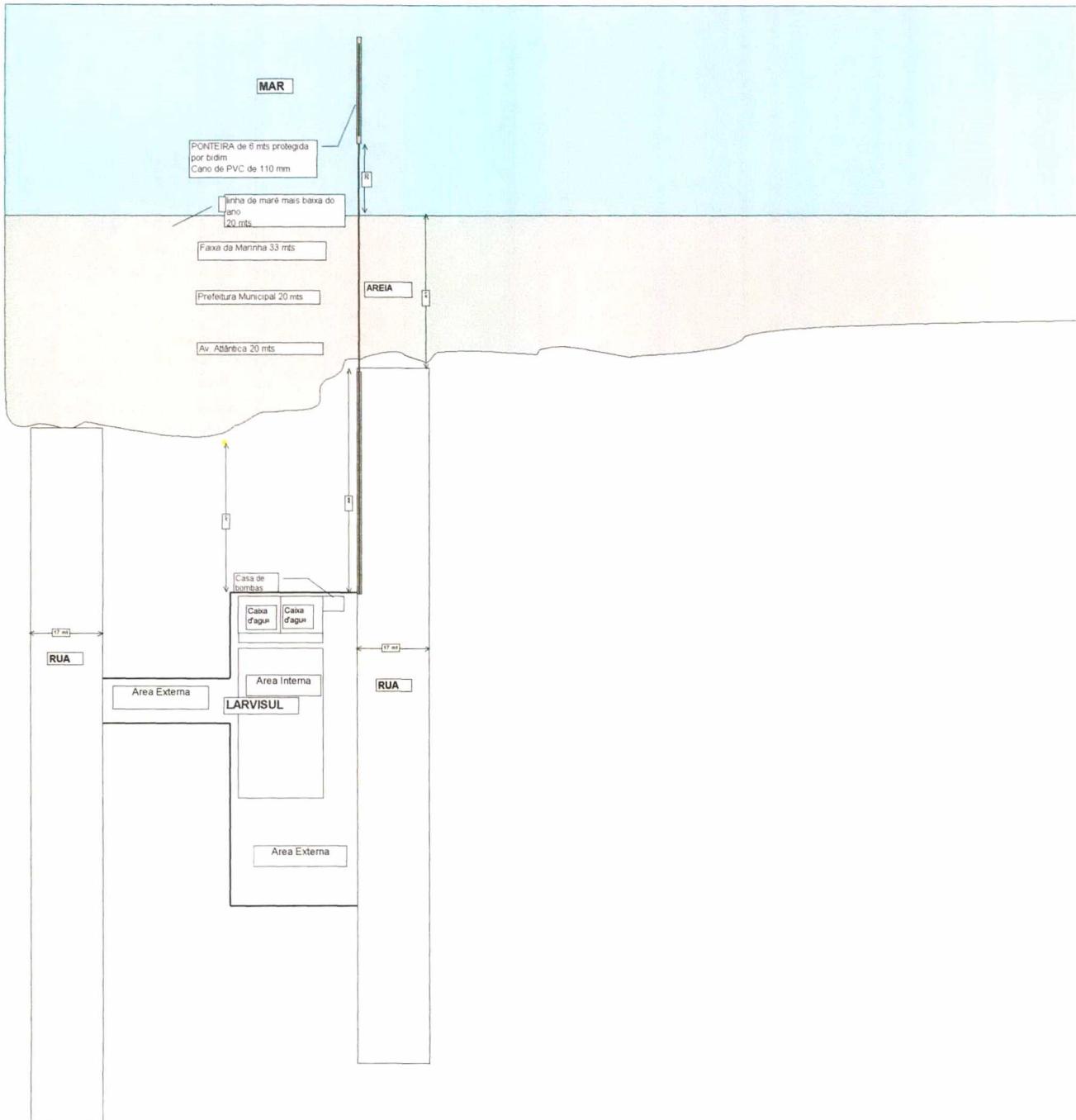
Assim, a ausência da participação direta no processo – neste caso, realizado por profissionais especializados em construções – até poderia ser visto como um ponto negativo, no entanto, ao engenheiro de aquicultura, cabe essencialmente, a capacidade de integrar as diferentes áreas: econômica, biológica e de engenharias, buscando em cada uma delas as informações necessárias à produção de organismos aquáticos.

Portanto este profissional deve saber quais informações devem ser passadas aos projetistas especializados em outras áreas, a fim de suprir da melhor forma possível, as suas necessidades. Como, por exemplo, indicar o volume máximo de água aquecida exigido diariamente, e o seu tempo de utilização, a fim de obter um sistema de aquecimento que se adapte às necessidades do laboratório. Da mesma forma, no projeto elétrico deve exigir medidas que não seriam tomadas em outros tipos de empreendimentos, como a ausência de emendas de condutores ao longo dos circuitos de distribuição de energia, para evitar problemas no caso de vazamentos nas tubulações de água colocadas sobre as eletrocalhas do sistema elétrico.

Como ponto positivo, pode-se destacar a oportunidade de unir a teoria – estudada durante o curso e analisada nos cálculos da fase de projeto – com a realidade da construção e instalação – que envolve problemas de ordem prática e econômica, muitas vezes exigindo alterações no projeto e opção por equipamentos e estruturas de maior ou menor custo, levando em conta a relação custo-benefício.

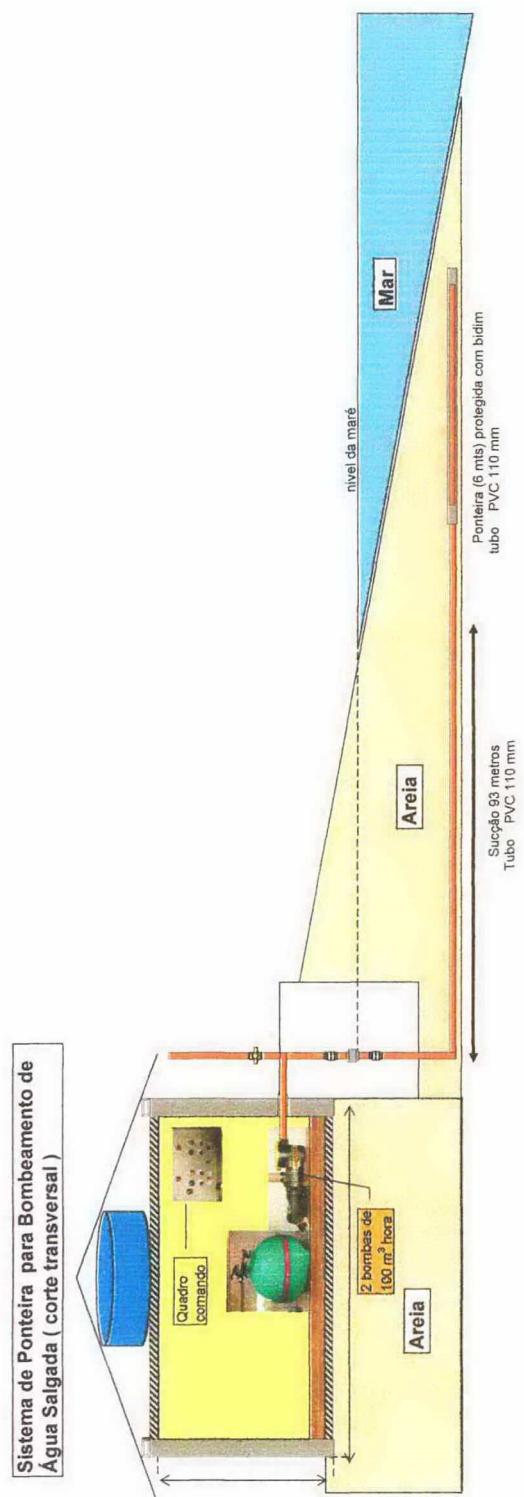
## **ANEXOS**

## **ANEXO 1 – Localização e situação**

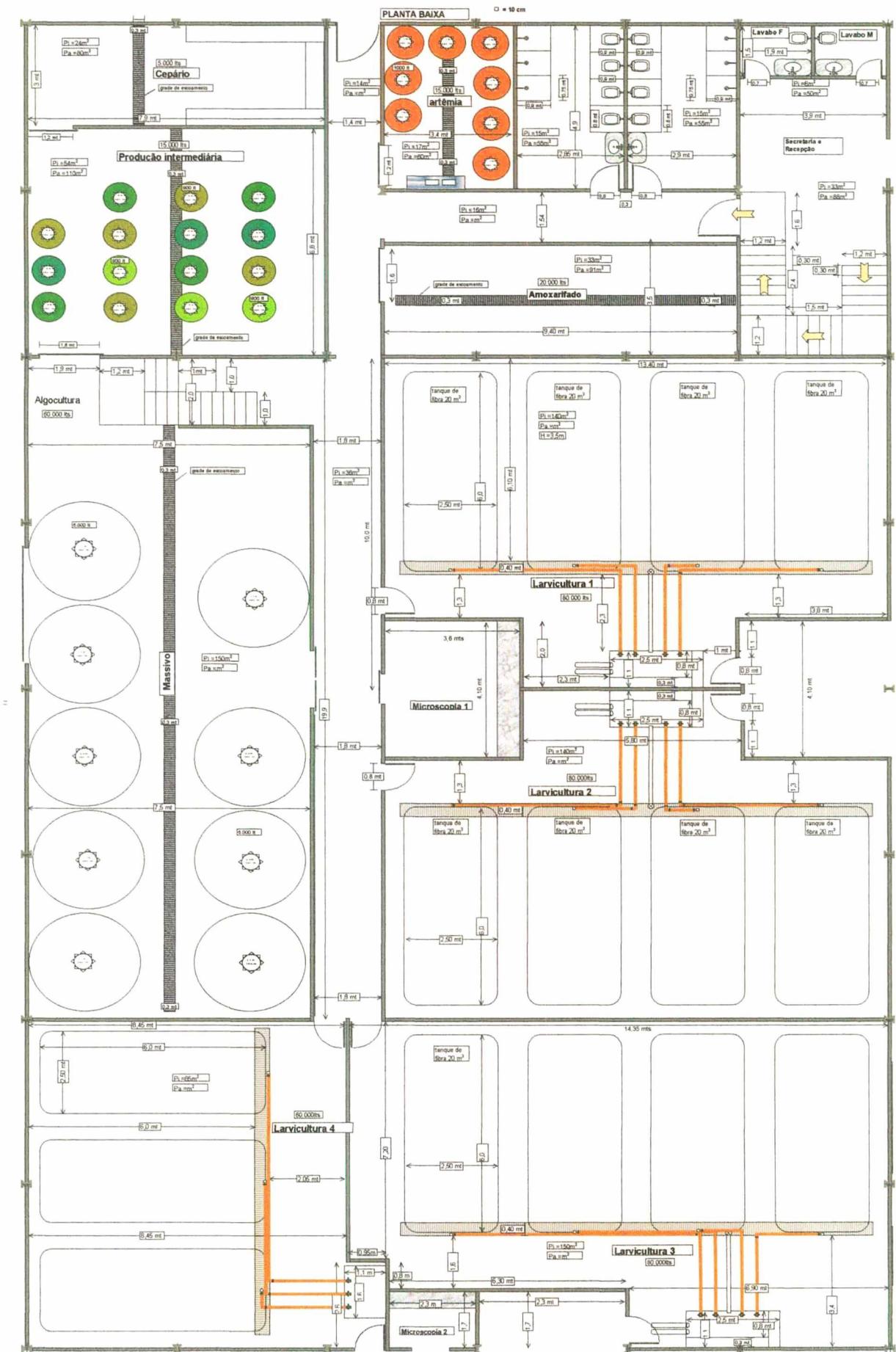


**ANEXO 2 – Casa de bombas da captação**

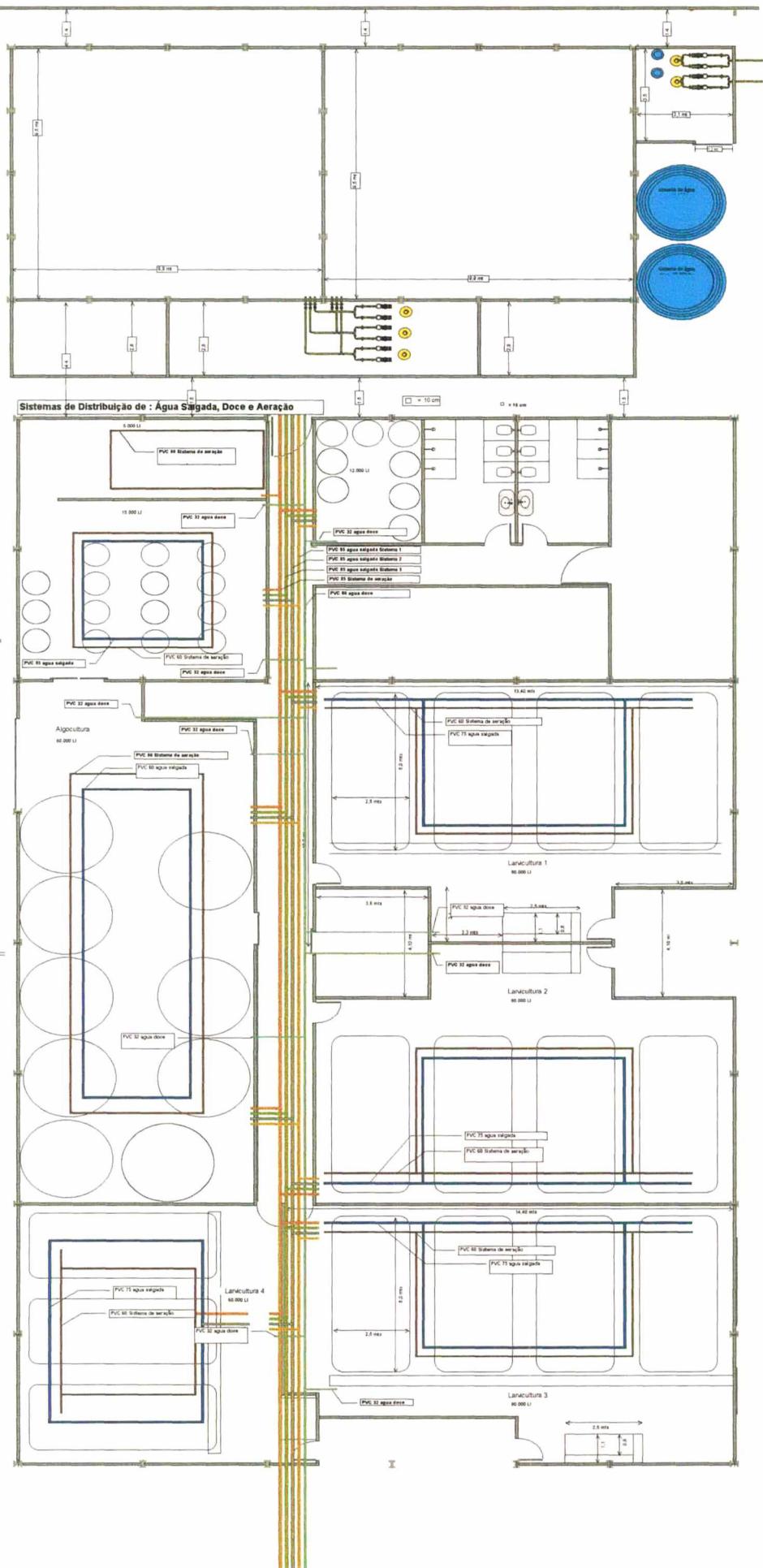
Sistema de Ponteira para Bombreamento de  
Água Salgada (corte transversal)



ANEXO 3 – Planta baixa inferior



#### ANEXO 4 – Sistema hidráulico



ANEXO 5 – Planta baixa superior

## **PLANTA SUPERIOR**

