



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

O uso da água e a revitalização do setor aquícola no Instituto de Permacultura
da Amazônia

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenharia de Aquicultura pela
Universidade Federal de Santa Catarina

Acadêmico: Julian Tanni Zambrotti Machado

Orientador: Dr. Maurício Laterça Martins

Supervisor: Biol. João Soares Araújo

Empresa: Instituto de Permacultura da Amazônia – IPA

FLORIANÓPOLIS/SC
Junho/2009

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, as pessoas que ajudaram a tornar esse trabalho viável, como o meu orientador Maurício Laterça Martins que esteve sempre disponível a ajudar, tanto na parte burocrática do estágio quanto no desenvolvimento da parte escrita do trabalho. Agradeço ao meu supervisor João Soares pela força de vontade e pelos ensinamentos práticos nas mais diversas áreas possíveis.

Aos professores que tive na faculdade e na vida, que seguem enriquecendo a minha pessoa de conhecimentos e me fazem questionar as diversas relações entre todas as coisas.

Ao Nilo que me provou em números que o infinito existe (risos); ao D'Agostini por me mostrar que há filosofia no meio científico; à Aimê, pelo amor aos pequenos “bichinhos”; ao Arno, pela intensidade de sentimentos em prol de um mundo aquático melhor; ao Evoy, pela simplicidade e facilidade de passar conhecimentos, assim como ao Alex, pela calma que eu tanto admirava.

À minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente. À Minha mãe, minha e de todos que um dia passarem lá em Paraty (quem já foi, sabe o que eu digo), que me ensinou que com amor e verdade tudo tem solução. Ao meu pai, que me ensinou a olhar as células e as estrelas com brilhos nos olhos. À minha irmã Teresa, que um dia ainda vai gostar da tal permacultura (risos). A minha avó Genilce, pelo amor aos bichinhos e plantinhas da vida. À minha vó Irma, a pessoa mais sábia que já conheci até hoje e ao Vô Zambrotti, aonde quer que ele esteja nesse momento. Meire, Lígia e primos floripenses, obrigado pela companhia.

Aos meus amigos por me acompanharem durante toda essa fase acadêmica e a torná-la bastante agradável. À Marina, Carica, Emílio, Moisa, Gabriel e Guilherme; À Laís, Crisolda, Andressa, Tiê e Taqueúra; Ao Talisson, Coruja e Jassa. A outros tantos que não foram aqui descritos. Obrigado pela amizade.

Agradeço principalmente a minha namorada Flora, pelos lindos sorrisos que vejo diariamente e por me acompanhar durante todo o período de estágio, suportando os galos da madrugada e as formigas Jiquitáias. Só ela sabe o quão foi importante no desenvolvimento deste trabalho.

Sumário

Descrição do local do estágio	5
Resumo.....	6
1. Introdução	7
2. A água na permacultura	10
3. Coleta de água da chuva.....	11
3.1. Construção dos tanques de armazenamento	11
3.2. Filtro da cisterna.....	13
4. Tratamento Biológico de Água Cinza	15
4.1 A Utilização de Peixes no Sistema	17
5. Sanitário Compostável (Banheiro Seco)	18
6. Biosistema Integrado na Suinocultura (BSI).....	19
6.1. Baía de Suínos	19
6.2 Biodigestor.....	20
6.3. Tanque de Sedimentação	20
6.4. Tanque de Algas	21
7. Canais de Infiltração (<i>Swales</i>).....	22
8. Os Açudes do IPA	23
8.1. Açude Principal.....	23
8.2. Açude Comercial (juvenis de matrinxãs)	24
8.3. Açude modelo familiar	24
8.4. Açude das Matrizes	25
8.5. Açude Demonstrativo	25
9. Peixes cultivados.....	26
9.1. Tambaqui	26
9.2. Matrinxã	27
9.3. Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	28
10. A Revitalização do setor aquícola do IPA	29
10.1. Observações Iniciais	29
10. 2. Ações Iniciais	30
10.3 Análises e Observações Complementares.....	31

10.4 Novas Ações Aplicadas	31
10.5 Conclusões e Sugestões	32
Análise Crítica do Estágio	34
Referências Bibliográficas	35

Descrição do local do estágio

O estágio foi realizado na zona leste da cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, no Instituto de Permacultura da Amazônia (IPA), também conhecido como Unidade Demonstrativa de Permacultura (UDP) de Manaus, sob a supervisão do biólogo João Soares de Araújo.

O IPA foi o primeiro instituto de permacultura criado no Brasil, no ano de 1997, com o objetivo de apresentar soluções práticas para alguns problemas amazônicos, principalmente os de ordem sócio-ambiental. Apresenta um setor urbano, localizado em Manaus, e também outros projetos comunitários no interior da Amazônia, no município de Boa Vista do Ramos. Como missão principal, o instituto apresenta possibilidades de uso de princípios ecológicos para criar sistemas agronômicos sustentáveis, fazendo uso de tecnologias alternativas e novos conceitos de energia renovável (IPA, 2009).

De todas as atividades desenvolvidas no instituto, as que utilizavam direta ou indiretamente o recurso “água” receberam maior atenção, principalmente no setor de cultivo de peixes amazônicos.

Resumo

O presente estudo teve por objetivo efetuar um levantamento dos diferentes usos da água no Instituto de Permacultura da Amazônia (IPA). Também coloca em questão as ações desenvolvidas visando a melhoria do setor aquícola do próprio instituto. A permacultura é um conceito desenvolvido na década de 70 como resposta a um sistema agrícola convencional, visando o desenvolvimento de métodos agronômicos sustentáveis, baseados na observação da natureza. O projeto permacultural visa o aproveitamento máximo da água em uma propriedade, aprimorando os métodos de captação, armazenamento e uso deste recurso. Cultivos de espécies de peixes nativos da Amazônia são desenvolvidos no instituto em açudes com diferentes características, sendo associados com macrófitas aquáticas, árvores frutíferas, criação de suínos e outros animais, como patos. Ações visando a melhoria da qualidade de cultivo dos peixes foram desenvolvidas, baseadas principalmente pelo método da observação, devido a ausência de equipamentos básicos para análise de água. Um levantamento dos recursos locais foi desenvolvido, visando a produção de ração no interior do próprio instituto.

1. Introdução

Desde o surgimento da humanidade na Terra, há mais ou menos dois milhões e meio de anos atrás, a caça e a coleta eram as atividades principais dos povos que aqui habitavam (MOLLISON & SLAY, 1991). Provavelmente nessa época foram desenvolvidas as primeiras formas de armazenamento de água, em cuias de madeira ou barro, ou outros acessórios produzidos pelo homem de acordo com os recursos disponíveis no ambiente.

Com o surgimento da agricultura, há aproximadamente dez mil anos, os seres humanos aprimoraram-se, não apenas na questão do armazenamento, mas também no transporte do recurso água. Hoje, a água é utilizada no dia-a-dia das pessoas não apenas para o consumo oral ou irrigação de plantações, mas também para cozinhar alimentos, produção de energia elétrica, cultivo de organismos aquáticos e até mesmo transporte de substâncias indesejadas para longe de nossas casas aos esgotos.

Para a descrição dos diferentes usos da água no Instituto de Permacultura da Amazônia, é imprescindível que o conceito “permacultura” fique bem claro, pois a forma de utilização deste recurso está totalmente relacionada com o ponto de vista dos permacultores em relação a ele.

A permacultura foi desenvolvida na década de 1970 pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren como resposta ao sistema industrial e agrícola convencional, poluidor das águas, dos solos e do ar (MORROW, 2006). Sistema convencional que se utiliza amplamente de tecnologias desenvolvidas durante a segunda guerra mundial, tanto em relação ao maquinário empregado nas grandes plantações, quanto na produção de adubos e defensivos agrícolas. Segundo Mollison & Slay (1991), permacultura é o design de comunidades humanas sustentáveis. É uma filosofia e uma abordagem de uso da terra que inclui estudos dos microclimas, plantas anuais e perenes, animais, solos, manejo da água e as necessidades humanas em uma teia organizada de comunidades produtivas. Bill Mollison também estabelece três parâmetros fundamentais para a ética da permacultura: o cuidado com o planeta deve ser fundamento ético de qualquer atividade humana; o cuidado com as pessoas e as demais espécies que habitam

este planeta estabelece o respeito intrínseco pela vida; a partilha dos excedentes deve servir ao planeta e às pessoas (LEGAN, 2007a). A abundância só existe quando se faz uma partilha justa dos excedentes.

A palavra “permacultura” em si é uma contração das palavras “permanente” e “agricultura”, isto é, o desenvolvimento de culturas agrícolas que protejam a terra para que esta possa ser utilizada pelas gerações seguintes. Também representa a contração de “permanente” e “cultura”, pois culturas não podem sobreviver muito sem uma base agrícola sustentável e uma ética no uso da terra e dá água.

Uma boa forma de explicar o conceito de permacultura é a ilustração conhecida como “a flor da permacultura” (Fig. 1), que demonstra os diferentes pontos abordados de uma maneira bastante auto-explicativa.



Fig. 1: A flor da Permacultura

A permacultura é baseada na observação de sistemas naturais, na sabedoria intrínseca dos conhecimentos produtivos tradicionais, aliada ao conhecimento moderno, científico e tecnológico (MOLLISON & SLAY, 1991). Os permacultores procuram sempre observar bem o local de aplicação antes de iniciar qualquer processo de cultivo ou edificação, utilizando o mínimo de energia possível nestes processos, aproveitando o máximo de recursos locais para isso. Segundo Morrow (2007), alguns importantes princípios da permacultura são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Princípios da permacultura e seus respectivos exemplos.

Princípios	Exemplos
Tudo funciona pelo menos de duas formas.	Galinhas eliminam insetos e plantas indesejáveis, provêm ovos e filhotes.
Encontre soluções, não problemas.	“Você não tem um problema com lesmas, tem uma deficiência de patos” (Bill Mollison).
Cooperação, não competição no trabalho, comunicação e economia.	Compartilhe informações e idéias. Desta forma todas as pessoas podem aprender a viver de forma sustentável.
Faça coisas sustentáveis.	Recicle águas cinzas e composte lixo orgânico.
Trabalhe onde vale a pena.	Somente capine se você vai replantar imediatamente, caso contrário, você estará capinando novamente no mesmo mês.
Use o máximo da capacidade de tudo.	Use a luz do sol para plantar, aquecer sua casa e cozinhar sua comida.
Traga a produção de alimentos de volta para as cidades.	Plante seus próprios vegetais e frutas, crie galinhas e abelhas no quintal.
Ajude a tornar as pessoas independentes.	Colete sua própria água e gere sua própria energia.

Minimize a manutenção e gastos com energia para atingir uma produção máxima.	Escolha o lugar para uma represa que conservará uma quantidade de água com uma mínima movimentação de terra.
--	--

A revitalização do setor aquícola do instituto será abordada separadamente do contexto inicial do trabalho. Trata-se das estratégias adotadas visando a melhoria da qualidade do cultivo de peixes nos açudes do IPA, mais especificamente de Matrinxãs (*Brycon amazonicus*, Spix & Agassiz, 1829) e Tambaquis (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). Em um instituto com a ausência de oxímetro, pHmetro, apetrechos para biometria e outros equipamentos importantes para análise da qualidade da água, como efetuar uma melhoria no ambiente de cultivo foi a principal questão buscada durante o período de estágio.

2. A água na permacultura

A disponibilidade de água em determinado ambiente influi diretamente no tipo de permacultura que nele será aplicado. Fatores como a distribuição e regularidade das chuvas locais; drenagem e retenção de águas nos solos; cobertura de solo, animais (densidades, espécies) e plantas (espécies, requerimentos), são algumas das informações importantes de se obter antes de iniciar um processo de modificação do terreno (MOLLISON & SLAY, 1991).

As prioridades, em qualquer ambiente, devem ser as de identificar as fontes de água existentes e reservar locais para armazenamento (cisternas, açudes). Quando possível, utilizar a inclinação do terreno para armazenar e transportar água, evitando o gasto desnecessário de energia pelo uso de bombas hidráulicas.

O projeto permacultural tem o objetivo de coletar, reter e reciclar a maior quantidade de água possível, antes que ela evapore ou passe pela propriedade sem aproveitamento (LEGAN, 2007 a). Os diferentes usos da água no Instituto de Permacultura Amazônico serão descritos nos itens subsequentes.

3. Coleta de água da chuva

Cerca de onze milhões de brasileiros não tem acesso à água através da rede de saneamento e, em áreas rurais, apenas nove por cento das pessoas têm água potável proveniente de redes de tratamento (LEGAN, 2007a). Segundo Junior (2004), desde 1985 um terço da população mundial vive em regime de escassez relativa de água e doze por cento em escassez severa.

A coleta de água da chuva, em ambientes que há está possibilidade, é uma das mais simples e inteligentes formas de armazenamento de água. Possibilita, muitas vezes, a independência de um sistema público de abastecimento, que utiliza uma enorme quantidade de cloro e outros aditivos químicos no tratamento desta água. Se coletada e armazenada de forma correta, a água da chuva pode suprir as necessidades de uma família durante todo o ano, inclusive em locais mais secos.

No IPA, a água coletada a partir de calhas nos beirais dos telhados é direcionada para tanques circulares de armazenamento, também conhecidos como cisternas, construídos por uma técnica barata e eficiente chamada de ferrocimento.

3.1. Construção dos tanques de armazenamento

Para dimensionamento dos tanques de armazenamento é importante a coleta de algumas informações, dentre elas: a área da superfície do telhado, a pluviosidade média anual e o consumo médio local no período de um ano. Como o consumo no instituto é altamente variável devido ao fluxo de estagiários, visitantes, voluntários e participantes dos cursos ali ministrados, os cálculos do tamanho dos tanques se atem à área do telhado multiplicada a pluviosidade média anual. Há de se considerar o intenso período de chuvas no norte do país, que vai de dezembro a junho, aumentando consideravelmente a média pluviométrica anual no local.

A construção do tanque é feita basicamente com uma armação de malha de ferro 15x15cm, produzida em um formato circular, recoberta de uma tela de galinheiro (fig. 2 e fig. 3). Após a estrutura montada, é aplicada uma camada de argamassa na proporção de 2 partes de areia para 1 de cimento, na parte externa da cisterna e, após um dia, uma camada na parte interna (fig. 4).



Fig. 2: Armação da cisterna



Fig. 3: Tela sendo colocada



Fig. 4: Aplicação de argamassa na cisterna

Fechada a estrutura, é importante deixar um espaço para a entrada de um cano de entrada, proveniente da calha, e um cano de saída na parte baixa da estrutura, acompanhado de um registro. Uma tampa para manutenção na parte

superior da estrutura é importante, permitindo se preciso a entrada de uma pessoa no interior da cisterna. Finalizada a estrutura (fig.5), após passadas doze horas, a enchemos com água. É bom que a massa cure com água dentro para que o cimento fique mais resistente. Esperados quinze dias, esvazia-se a caixa e ela estará pronta para receber água da chuva. É interessante não deixar a cisterna vazia por muito tempo, pois pode trincar ou rachar.

Uma boa vedação da cisterna impede a entrada de luz em seu interior. A presença de luz estimularia o crescimento de algas em seu interior. Embora a presença de algas não inutilize a água para consumo humano, elas deixarão a água com cor e gosto.



Fig. 5: Cisterna finalizada

3.2. Filtro da cisterna

Para que seja possível beber a água da chuva e, também, evitar um excesso de folhas, pequenos galhos, ou outras possíveis partículas que venham a cair dentro da cisterna, é interessante dispensar os primeiros minutos de chuva que

caem sobre o telhado.

Um sistema feito com uma câmara e uma bola flutuante é eficiente e garante que a primeira água seja descartada (fig. 6). A água ao cair do telhado na calha, inicialmente, passa por uma pequena tela para a retirada de um pouco de matéria sólida. Em seguida, cai diretamente em um cano com uma bola de plástico (dente de leite) em seu interior. Este cano cheio e a bola de plástico subindo e tapando a entrada de água, permite que a próxima água caia diretamente dentro da cisterna (fig. 7). Pequenos furos feitos na base do cano com a bola permitem que a água seja escoada ao final da chuva.

Esse simples sistema de filtragem facilita a manutenção do sistema, pois ao invés de limpamos a cisterna inteira, limpamos apenas o cano filtrador.



Fig. 6: Filtro acoplado à cisterna



Fig. 7: Detalhe do funcionamento do filtro.

4. Tratamento Biológico de Água Cinza

Água cinza é aquela que sai das pias e banho e da lavagem de roupas. Contém resquícios de sabão, fibras e outros resíduos, mas não fezes humanas. Esta água pode ser filtrada, purificada e reutilizada na irrigação do jardim ou, por exemplo, em um açude de peixes, após passar por um processo de tratamento biológico.

O tratamento químico da água, além de muito caro, não é eficiente na retirada de substâncias químicas indesejadas. Algumas substâncias permanecem quase intactas na água provocando diversos problemas endócrinos nos seres humanos (TUNDISI, 2003).

Considerando a ineficiência dos processos de tratamento químicos da água e o fato de dois bilhões de pessoas não terem acesso ao saneamento adequado (TUNDISI, 2003), o tratamento biológico individual de cada bairro ou propriedade é uma solução a ser analisada.

O tratamento biológico, também conhecido como biorremediação, se utiliza de bactérias decompositoras e plantas aquáticas na remoção de nutrientes, principalmente de Fósforo e Nitrogênio, presentes na água cinza.

O IPA utiliza sistemas biológicos no tratamento da água da cozinha e nos tanques destinados a lavagem de louça. Em seu tratamento, a água cinza é canalizada, transportada por uma série de pequenos tanques de ferrocimento (fig.

8) e, em seguida, utilizada em um pequeno açude de peixes, macrófitas e outras plantas de borda (fig. 9).

Inicialmente, a água canalizada das pias entra em um tanque de ferrocimento fechado (meio anaeróbico) contendo britas de diferentes tamanhos em seu interior, aumentando assim a quantidade de substrato para o desenvolvimento de bactérias decompositoras. Após passar pelo primeiro tanque, por gravidade, a água chega ao segundo tanque; trata-se de um tanque, também de ferrocimento, aberto, com britas e areia em seu interior e algumas plantas, adaptadas a solos encharcados na sua superfície. O terceiro tanque é semelhante ao segundo, porém menor e com maior quantidade de plantas aquáticas. O quarto tanque apresenta uma superfície maior que os primeiros, porém, é bastante raso. Facilitando o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, como a alface d'água (*Pistia stratioides*). Após a passagem por esses tanques a água, com quantidades reduzidas de nutrientes, se dirige a um açude.

Algumas medidas podem ser tomadas para melhorar o tratamento biológico da água. Para reduzir o odor dos tanques com água cinza, um tanque anaeróbico adicional intensificaria o processo de atividades bacterianas e diminuiria o mau cheiro dos tanques aeróbicos subsequentes. A aplicação de ar no primeiro tanque aeróbico também é uma medida possível para aumentar o oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, acelerar a atividade de bactérias aeróbicas.

A utilização de sabões biodegradáveis é imprescindível no processo. Sabões com muito sódio podem agredir as plantas e degradar o solo (LEGAN, 2007a).



Fig. 8: Tanques de bioremediação



Fig. 9: Água tratada caindo no açude

4.1 A Utilização de Peixes no Sistema

Para evitar a proliferação de larvas de mosquitos no processo de bioremediação da água cinza, pequenos peixes podem ser incluídos no sistema.

Primeiramente, deve-se escolher espécies de peixes que suportem baixo teor de oxigênio dissolvido na água. Em seguida, os peixes são mantidos no último tanque do tratamento que contém maior quantidade de oxigênio dissolvido. Dos peixes sobreviventes retira-se alguns e passa-se ao penúltimo tanque, que contém menos oxigênio dissolvido do que o último. Seguindo estes passos até o primeiro tanque aeróbico. Estas medidas selecionam os peixes mais resistentes a qualidade da água do tratamento.

5. Sanitário Compostável (Banheiro Seco)

O sistema sanitário convencional é claramente responsável pela contaminação dos solos e dos lençóis freáticos em muitos países do mundo. No Brasil, 65% das hospitalizações resultam em um sistema de esgoto mal projetado e ineficiente (LEGAN, 2007a).

O uso da água como meio de transporte de dejetos humanos contribui também para um consumo exagerado desta água. 45% da água consumida no interior de uma residência é destinada aos toaletes (TUNDISI, 2003).

Diferentemente das tecnologias citadas neste trabalho, o banheiro seco é apresentado pela não utilização da água em seu funcionamento. Tornando-se assim uma alternativa para solucionar os problemas com esgotos.

Existem diversos modos para matar os organismos patogênicos encontrados nas fezes humanas. No sanitário compostável (fig. 10) isso é feito por meio de alta temperatura e tempo de compostagem.

No IPA, o sanitário compostável é composto por 2 assentos (fig. 11), ligados a duas câmaras de compostagem situadas abaixo destes. Uma placa preta situada do lado de fora destas câmaras as aquecem com a luz do sol, permitindo que a temperatura suba em seu interior e a compostagem comece. Se a temperatura atingir 50°C, os patógenos são mortos em apenas um dia (LEGAN, 2007b). Uma chaminé é utilizada nas câmaras para facilitar a saída de gases. Enquanto um assento está sendo utilizado o outro, encontra-se interditado com sua respectiva câmara, compostando o material ali depositado.

A forma de utilização do sanitário compostável é a seguinte:

1º- A pessoa senta no assento, deposita ali suas fezes e o papel higiênico utilizado.

2º- Colocam-se dentro do assento dois copos de serragem.

3º- Importante sempre se lembrar de fechar a tampa para evitar a entrada de moscas ou outros animais na câmara de compostagem.

A aplicação de serragem é importante para reduzir o teor de umidade das excretas, evitando mau cheiro, proporcionando ao composto uma relação carbono/nitrogênio satisfatória. Após aproximadamente um ano reservado na câmara, o composto encontra-se estabilizado e pronto para ser utilizado como adubo.



Fig. 10: Banheiro Seco



Fig. 11: Dois assentos do banheiro

6. Biossistema Integrado na Suinocultura (BSI)

A Suinocultura convencional é diretamente responsável pela poluição de córregos e lençóis freáticos. A combinação de fezes, urina, água e comida desperdiçada, quando não reaproveitadas torna-se causa direta destes problemas ambientais. O reaproveitamento desta “mistura”, acontece no BSI, onde, utilizando a água como veículo, dá sustentação energética para uma série de sistemas produtivos.

O BSI é composto por baias de criação de suínos, um biodigestor, um tanque de sedimentação e um tanque de algas. O funcionamento deste será explicado a seguir:

6.1. Baia de Suínos

A primeira medida a ser tomada é a determinação do volume de dejetos produzidos, de acordo com as informações seguintes (tab. 2):

Tabela 2: Projeção de volume de dejetos conforme o tipo de criação (OLIVEIRA, 2002).

Categoria	Esterco (Kg/dia)	Esterco + Urina	Dejeto líquido/L dia
25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Matrizes	2,60	11,00	16,00
Matrizes com leitões	6,40	18,00	27,00
Reprodutor	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
MÉDIA	2,35	5,80	8,60

Definida a quantidade de dejetos produzida, estes são canalizados diariamente a uma câmara de decomposição, chamada de biodigestor.

6.2 Biodigestor

É uma grande câmara fechada, anaeróbica, projetada de acordo com a quantidade de dejetos produzida pelos porcos (fig. 12). Em seu interior, bactérias decompositoras (principalmente metanogênicas) produzem o chamado “biogás”, uma mistura de Metano (60 a 80%), gás carbônico, gás sulfídrico e outros gases. Através de uma bomba a vácuo o gás produzido é utilizado diretamente no fogão da cozinha do IPA.

6.3. Tanque de Sedimentação

Os dejetos que não foram totalmente digeridos no biodigestor são canalizados ao tanque de sedimentação, onde decantam. Periodicamente, os sólidos são retirados do fundo do tanque por uma mangueira de sucção e armazenados em um compartimento acoplado a um trator. O material coletado do tanque, rico em matéria orgânica, é diluído em água e utilizado como adubo nas plantações do Instituto.

6.4. Tanque de Algas

A água proveniente do tanque de sedimentação é direcionada ao tanque de algas (fig.13). Este tanque contém algumas paredes em seu interior destinadas a aumentar o tempo de passagem da água. Isto permite maior desenvolvimento de microalgas, que deixa a água com coloração esverdeada.

A água, rica em microalgas, por gravidade, é canalizada até o açude principal do Instituto, fertilizando-o. Ali alimenta o zôoplancton e, conseqüentemente, os peixes do IPA.



Fig. 12: Biodigestor, evidenciando a saída de gás.



Fig. 13: Tanque de algas

7. Canais de Infiltração (*Swales*)

Os *swales* são escavações longas e niveladas que variam muito em largura e profundidade, construídos principalmente com a finalidade de reter água no solo e/ou reduzir o escoamento superficial desta.

São muito conhecidos na Ásia, sendo utilizados diretamente para possibilitar cultivos de arroz em encostas de montanhas inclinadas. Os *swales*, muitas vezes sobrecarregam o lençol freático, aumentando a capacidade de retenção de água dos solos em até 75%. Também reduz o escoamento superficial em 85%, quando comparados com a terra nua (MORROW, 2007)

No IPA, localizado em uma região com altos índices pluviométricos anuais, a construção de *swales* visa, principalmente, reduzir a perda da água na superfície do solo, evitando a retirada de matéria orgânica, presente nos galhos e folhas caídas. Esta prática é extremamente importante se considerarmos que o solo da Amazônia é de origem geológica recente, predominantemente arenoso, sendo constantemente “lavado” pelas chuvas tropicais amazônicas (AYRES, 2006).

A construção de valas de infiltração no IPA se inicia com a demarcação das curvas de nível do terreno, obtidas com o uso de um equipamento bastante simples chamado de “pé-de-galinha”.

Delimitadas as curvas de nível, escavam-se sobre elas as valas de infiltração, com aproximadamente um metro de largura por um de profundidade. A terra retirada do solo na escavação é colocada na lateral mais baixa das valas, formando um pequeno “muro” que acompanha todo o *swale*. Neste muro de terra, árvores que gostam de muita água serão semeadas, aproveitando a água retida no local.

Segundo Legan (2007b), quanto maior o declive do terreno, maior o número de canais de infiltração, ou maior o tamanho deles. Solos mais argilosos necessitam de menos espaço entre os canais.

Considerando que 70% das retiradas de água no mundo são utilizadas para irrigação (TUNDISI, 2003), o ato de facilitar a infiltração da água no terreno é também uma forma de economizá-la.

8. Os Açudes do IPA

8.1. Açude Principal

Desenhado na parte mais baixa do terreno (fig. 14), com aproximadamente 5.000m², o açude principal recebe todo o escoamento de água do terreno e sua respectiva matéria orgânica. Todos os tanques e açudes encontrados na parte mais alta do terreno desembocam seus “ladrões” neste açude. Conta com uma ampla variedade de árvores frutíferas ao seu redor, como açais e pitangueiras, introduzindo diretamente alimento para os peixes do açude. Alfaces d’água também são encontradas em boa quantidade, adicionando conforto térmico, controlando a qualidade da água do sistema. Quando proliferam demais, são coletadas e colocadas na base das árvores frutíferas, fortalecendo-as, aumentando a quantidade de frutos produzidos que alimentarão os peixes do açude, fechando assim um pequeno ciclo.

O Biosistema Integrado também libera nutrientes para o açude por meio de seu tanque produtor de fitoplâncton. O açude principal é composto de tambaquis (*Colossoma macropomum*) e matrinxãs (*Brycon Amazonicus*), além de tartarugas aquáticas, pequenos peixes e, possivelmente, camarões de água doce introduzidos anteriormente.



Fig. 14: Açude principal, situado na parte mais baixa do terreno.

8.2. Açude Comercial (juvenis de matrinxãs)

Trata-se de um açude de aproximadamente um ha, onde 800 alevinos de matrinxãs são introduzidos com um mesmo padrão de tamanho, recebendo ração como alimento. Três suínos são criados em uma pocilga sobre o açude (fig. 15), em um modelo semelhante ao do Alto Vale de Itajaí, fertilizando a água e aprimorando o crescimento dos peixes. É o açude que mais se aproxima dos métodos convencionais de criação, diferenciando-se pelo seu formato circular e pela presença de muitas árvores em seu entorno.



Fig. 15: Açude comercial com uma baia de suínos.

8.3. Açude modelo familiar

Com um formato inovador (em forma de “8”), permite que seja dividido em dois ou aberto no meio para uso completo.

Em um dos lados contém uma pocilga pequena e no outro uma casa para patos que, constantemente, nadam e fertilizam o lago. Rodeado por árvores frutíferas em toda sua borda, é parte integrante de um modelo que visa a sustentabilidade de uma família em uma pequena área (fig. 16). Apresenta pequenos exemplares de tambaquis e outros peixes de pequeno porte.



Fig. 16: Açude modelo familiar, com estrutura central para os patos.

8.4. Açude das Matrizes

Com aproximadamente meio hectare, o açude das matrizes contém grandes espécimes de matrinxãs e tambaquis, possivelmente aptos para reprodução. Contém algumas árvores ao seu entorno e formato não regular, com profundidade variável e bordas irregulares.

8.5. Açude Demonstrativo

Situado próximo à recepção do IPA, é um pequeno açude alimentado por toda água resultante do processo de tratamento por bioremediação. Trata-se de uma água muito rica em nutrientes e, raras vezes com resíduos de saponáceos. Contém alguns matrinxãs, tambaquis, tilápias, peixes de pequeno porte e até um pirarucu de aproximadamente 80cm de comprimento. Evidencia o quanto estes peixes resistem a baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água e demonstra que um peixe carnívoro (pirarucu) pode evitar a proliferação de uma determinada espécie (tilápia). Em suas bordas, apresenta pés de açaí que com suas raízes, seguram a terra e evitando erosão.

9. Peixes cultivados

Os peixes produzidos nos açudes do IPA são preferencialmente nativos da região amazônica, apresentando características semelhantes como: tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água e resistência a variações de pH, além de aceitarem uma ampla leva de alimentos. As espécies serão descritas individualmente na sequência deste capítulo.

9.1. Tambaqui

Amplamente difundido nos açudes do IPA, o tambaqui (fig. 17) é o maior caraciforme do sul da América, podendo ser encontrado com mais de 1m (45 kg), na natureza (PENNA, 1999). Habitam rios de águas claras dos afluentes do rio Amazonas e rio Orinoco, eventualmente migram às águas escuras para alimentação nas áreas de florestas alagadas. Reproduzem-se de setembro a fevereiro, com o aumento do nível da água. Os tambaquis apresentam combinação única de dentes molares, adaptados para quebrar duras sementes, numerosos e prolongados rastros branquiais para retenção de zôoplâncton e em cultivo aceita grãos, frutos, batatas e rações, é considerado uma ótima espécie para o policultivo, devido à ampla dieta alimentar. O conteúdo ótimo de proteína bruta para seu crescimento está em torno de 25% (POLI et al., 2003). O tambaqui apresenta boa resistência a baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água, suportando valores abaixo de 1mg/L. Quando em concentrações abaixo de 0,5mg/L, este peixe prolonga o lábio inferior e passa a nadar na camada superficial da água, aumentando assim a captação de oxigênio (POLI et al., 2003).



Fig. 17: Tambaqui

9.2. Matrinxã

O matrinxã (fig. 18) é um dos peixes mais capturados em alguns entrepostos de pesca da Amazônia, sendo bastante procurado pelos pescadores da região. Ocorre no rio Amazonas e seus principais tributários, além das bacias dos rios Orinoco, nas porções colombiana e venezuelana, e Essequibo, nas guianas (LIMA, 2000). A reprodução do matrinxã ocorre também nos períodos de cheia do Amazonas, assim como a maioria dos peixes que ali habitam (GOLDING, 1979). Com comportamento semelhante ao tambaqui, desenvolvem mandíbula e iniciam a natação na superfície da água quando a concentração de oxigênio na água atinge valores abaixo de 0,5mg/L (POLI et al., 2003). Aceitam diversos alimentos como ração peletizada, grãos, frutos e subprodutos agrícolas. A voracidade alimentar dos matrinxãs juntamente a complexa dentição destes explica a variedade alimentar em sua dieta. Para um crescimento satisfatório, devem ser alimentadas com rações contendo algo em torno de 34% de proteína bruta (POLI et al., 2003).



Fig. 18: Matrinxã

9.3. Pirarucu (*Arapaima gigas*)

Peixe carnívoro endêmico da bacia amazônica, o pirarucu (fig. 19) ocorre nos diversos rios e lagos, independente de suas águas claras, negras ou barrentas. É um dos maiores peixes de água doce, podendo atingir até 350 kg (POLI et al., 2003). Além da respiração branquial, possui uma adaptação na bexiga natatória, que lhe permite utilizar o ar atmosférico. O IPA apresentava apenas um indivíduo desta espécie, no tanque de água de águas provenientes do tratamento biológico de águas cinza.



Fig. 19: Pirarucu

10. A Revitalização do setor aquícola do IPA

O setor aquícola do IPA, no início do período do estágio, encontrava-se fora do circuito das atividades diárias do instituto. O profissional responsável pela manutenção deste setor havia se desligado de suas funções, deixando os peixes sem alimentação complementar, sem controle de biometria e densidade dos açudes. A partir da situação inicial, o processo de revitalização da área aquícola do IPA foi dividido em cinco partes:

10.1. Observações Iniciais

A primeira atitude a ser tomada, antes de iniciar quaisquer processos de mudança, foi uma observação geral do local, suas características principais e suas deficiências. O IPA não possuía equipamentos básicos para análise de qualidade de água, como oxímetro, termômetro e phmetro. Desconhecia-se a densidade de peixes nos açudes e, devido à variação de profundidade destes, uma biometria eficaz era muito difícil de ser desenvolvida. O setor de larvicultura se encontrava fora de uso e só seria reativado em dezembro ou janeiro, acompanhando a época natural de desova dos peixes amazônicos. O tanque de algas, proveniente do Biossistema Integrado na suinocultura e o açude principal encontravam-se repletos de alfaces d'água, o que diminuía a entrada de luz solar e atrapalhava o desenvolvimento de fitoplânctons. No terreno do IPA existia grande diversidade de frutas, recurso local e gratuito utilizado na alimentação dos peixes.

O açude "sítio modelo" apresentava água muito clara, isto é, pouco fertilizadas. Havia uma sala destinada à produção e armazenamento de rações, porém encontrava-se completamente desorganizada e repleta de ratos (fig. 20). Os equipamentos destinados ao desenvolvimento de rações, como trituradora e peletizadora encontravam-se abandonados e não funcionavam. A falta de bibliografia relacionada à aquíicultura e a dificuldade de acesso à internet eram fatores que prejudicavam o desenvolvimento de um projeto eficaz de revitalização. Após a análise inicial da situação do Instituto, as primeiras ações puderam ser pensadas e efetuadas.

10. 2. Ações Iniciais

A primeira ação tomada foi a aplicação de uma pequena quantidade de ração nos cinco açudes, a fim de conhecer o comportamento e padrão de alimentação dos peixes, bem como uma estimativa visual do tamanho destes.

No açude modelo, com a predominância de tambaquis, foram aplicados resíduos do tanque de sedimentação (BSI) para a fertilização. Segundo Silva et al. (2007) a aplicação de ração 3x ao dia acelera o crescimento dos tambaquis juvenis. Esta ação passou a ser efetuada nesta frequência até a saciedade alimentar aparente dos peixes.

As alfaces d'água foram retiradas do tanque de algas e, em parte, do açude principal, sendo colocados diretamente na base de árvores frutíferas presentes na lateral deste açude. Esta ação enriquece o solo, auxiliando o desenvolvimento de frutos e, conseqüentemente, alimentando os peixes do açude. Além disso, um mutirão de plantio de açaís em toda volta do açude, intercalados por árvores frutíferas diversas, fornecerão alimento para os peixes no futuro e fortalecerão, com suas raízes, as bordas do lago.

Uma grande limpeza e reorganização foram efetuadas na sala de rações, armazenando-as em um local mais seco e preparando o ambiente para uma possível produção de ração local.

Os peixes de todos os açudes passaram a receber alimentação complementar. Inicialmente 1x ao dia e, posteriormente 2x ao dia. A ração comercial aplicada era constituída de 32% de proteína bruta e específica para os peixes amazônicos encontrados no IPA. Os peixes provenientes do açude de juvenis de matrinxãs passaram a se alimentar até a saciedade aparente, pois se encontravam em uma importante fase de crescimento. Para as matrizes e os peixes do açude principal, incorporou-se à ração uma mistura das diversas frutas encontradas no Instituto (fig. 21). Visando melhor nutrição e aperfeiçoamento do sabor da carne dos peixes, além das frutas, um pouco de farinha de carne e osso era misturada a ração, enriquecendo-a e aprimorando a palatabilidade desta.

10.3 Análises e Observações Complementares

Com a realização das primeiras ações as primeiras análises puderam ser desenvolvidas. As matrizes inicialmente não aceitavam frutas como alimento. Após a mistura destas com ração e farinha de carne e osso (fig. 22), passaram a ser aceitas e incorporadas na alimentação diária dos peixes.

As constantes chuvas amazônicas nos meses de abril e maio contribuíam para a renovação da água dos açudes. Porém com a diminuição da quantidade de chuvas, o açude de matrizes e dos juvenis de matrinxãs, reduziram de volume e suas águas ficaram mais turvas. Quando ocorria uma sequência de dias nublados, os peixes destes açudes diminuía a intensidade alimentar, provavelmente, devido a baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água, proveniente de uma queda da taxa fotossintética das algas. O açude Principal e o de Modelo Familiar não sofreram com a diminuição das chuvas

Em meados de maio, ocorreu uma mudança de estações no norte do Brasil. Além da diminuição das chuvas, algumas árvores deixavam de dar frutos e outras iniciavam seu processo de frutificação. Nesta fase de transição, alimentação dos peixes precisou ser repensada, bem como a possibilidade de produção local de ração. A aplicação de frutas na alimentação contribuía para a saciedade dos peixes, porém o teor de umidade das frutas é muito elevado e a quantidade de proteínas reduzida. Portanto, frutas não necessariamente contribuem para o crescimento dos peixes.

A partir das análises e observações complementares, novas ações foram desenvolvidas e aplicadas.

10.4 Novas Ações Aplicadas

Com a diminuição da produção de frutas, entre elas, carambola, pitanga, goiabiú, araçá-boi e araticum, estas, deixaram de ser aplicadas na alimentação dos peixes. Além da ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta, uma outra com 28% de proteína passou a ser aplicada conjuntamente. A média das duas

resultava em 30% de proteína bruta, um valor intermediário mais interessante para tambaquis, que obtinham máximo crescimento, com 24%, e, matrinxãs, com 34% de proteína bruta (POLI et al., 2003). Para o desenvolvimento de rações locais, consertou-se a máquina trituradora e a peletizadora. Uma máquina chocadeira de ovos foi aperfeiçoada e poderia ser utilizada na secagem dos pelets de ração. Nos açudes com déficit de aeração foi necessária uma renovação da água, efetuada por bombeamento direto da barragem. Isso diluiu a carga de nutrientes, normalizando a frequência alimentar dos peixes.

10.5 Conclusões e Sugestões

Os equipamentos destinados à produção de ração passaram a funcionar, sendo importante analisar qual a melhor composição de ração a ser produzida. O Instituto apresenta bons recursos com predominância de alimentos ricos em carboidratos, como restos de macaxeira, e rico em vitaminas, presentes nos frutos. Porém, a fonte de proteínas é o fator limitante na produção local de ração. Uma boa atitude é a busca de restos e carcaças de peixes em pisciculturas locais. Este recurso, quando cozido em fogo baixo, para não desnaturar proteínas, pode ser aplicado nas rações, enriquecendo-as.

A aquisição de um oxímetro, pelo Instituto é uma importante questão a ser considerada, pois ampliaria o controle da qualidade da água dos açudes. Como ocorre muita decomposição de galhos e folhas no fundo dos lagos, a aquisição de um phmetro também pode ser pensada.

A inclusão de novas espécies de peixes como o Jaraqui (*Semaprochilodus insignis*), poderia ser estudada. Peixe detritívoro, muito conhecido no norte do país, tolerante a baixos índices de oxigênio dissolvido (POLI et al., 2003), esta espécie, se incluída nos açudes de IPA, provocaria um revolvimento dos nutrientes decantados no fundo do viveiro, tornando-os novamente disponíveis na coluna d'água.

Com a padronização da produção local de alimento e o controle da quantidade de peixes disponíveis, o IPA teria condições de suprir a alimentação protéica diária dos seus funcionários.



Fig. 20: Casa de rações antes da reforma



Fig. 21: Frutas sendo incluídas na ração



Fig. 22: Ração enriquecida com frutas

Análise Crítica do Estágio

Qualquer estágio desenvolvido em um local desconhecido é bastante enriquecedor. Conhecer a cidade de Manaus, um centro urbano caótico no meio da maior floresta do mundo, com suas intensas diversidades culturais, foi um teste e também um aprendizado muito importante na minha vida. O clima da Amazônia, a cheia dos rios e a mudança de estações puderam ser sentidos no comportamento das plantas, dos animais locais e no comportamento das pessoas que lá viviam.

A Receptividade do pessoal do IPA foi essencial no desenvolvimento deste trabalho, tanto ao tirar minhas dúvidas acerca do mundo amazônico, quanto na questão da companhia no dia-a-dia.

Conhecer métodos de utilização da água diferentes dos convencionais, contribuíram imensamente para a minha realização, não apenas profissional, mas como ser humano.

Referências Bibliográficas

AYRES, J. M. *As matas de várzea do Mamirauá*. Sociedade Civil Mamirauá. Belém, 2006, 123 p.

GOULDING, M. 1979. *Ecologia da pesca do rio Madeira*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. 172p.

JUNIOR, W. C. S. *Gestão das águas no Brasil: Reflexões, diagnósticos e desafios*. Instituto Internacional de Educação do Brasil. São Paulo, 2004, 164 p.

LEGAN, L. *Uso da Água na Permacultura*. Série Soluções Sustentáveis. Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado, Pirenópolis, 2007a, 64p.

LEGAN, L. *Permacultura na Agricultura Familiar*. Série Soluções Sustentáveis. Instituto de Permacultura do Cerrado, Pirenópolis, 2007b, 64 p.

LIMA, C.T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetra).. In: Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C. J. (Orgs.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. EDIPUCRS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2000. 729 p.

MOLLISON, B. & SLAY, R. M. *Introduction to Permaculture*. Tagari Publications, Australia, 1991, 204 p.

MORROW, R. *Permacultura Passo a Passo*. Tradução de André Luis Jaeger Soares. Ecocentro IPEC. Pirenópolis, 2007, 157p.

OLIVEIRA, R. F. *Manual de biosistemas integrados na suinocultura*. Rede Paranaense de Projetos em desenvolvimento sustentável. Tecpar/ Citpar. Curitiba, 2002, 140 p.

PENNA, M. A. H., Crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae): qual é o melhor modelo? Baccalaureate in Biology Monograph, UNESP, Rio Claro (SP), 1999, 48p.

POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. *Aquicultura: experiências brasileiras*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003, 456 p.

SILVA, C. R.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Effect of feeding rate frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture* 264, 2007, 135-139p.

TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003, 248p.