

5 Mobilização Social

5.1 Introdução

Um dos maiores desafios do Programa Água Doce - PAD é contribuir com a criação de estruturas permanentes de gestão dos sistemas de dessalinização – tanto no nível estadual (através da estruturação dos núcleos estaduais do programa e das equipes gestoras) quanto nos níveis municipal e comunitário. A experiência de programas anteriores ensinou que instalar ou recuperar os sistemas de dessalinização não é suficiente para garantir a oferta continuada de água de boa qualidade para as famílias do Semiárido. É preciso, também, investir na organização de mecanismos de gestão que viabilizem o funcionamento dos sistemas de dessalinização a médio e longo prazo.

As ações do Componente Mobilização Social do PAD, integradas às atividades dos componentes técnico e ambiental, focalizam justamente a construção destes mecanismos de gestão – chamados de “acordos”. Estas ações objetivam o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização (poço – dessalinizador – destino adequado do rejeito) e dos sistemas produtivos a serem implantados (criação de peixes – cultivo da Erva-Sal – produção de alimento para caprinos e ovinos), garantindo não apenas a oferta de água de boa qualidade em regiões historicamente sacrificadas pela seca, mas também a viabilidade de alternativas de geração de renda que se integrem às dinâmicas locais.

O objetivo deste documento é propiciar aos técnicos dos grupos gestores estaduais do PAD a oportunidade de debater os aspectos sociais (ou seja, não puramente técnicos, econômicos ou ambientais) da gestão dos sistemas de dessalinização, introduzindo algumas noções e temáticas fundamentais para o desenvolvimento das ações de mobilização social do Programa Água Doce.

5.2 O Componente Mobilização Social do PAD

O Componente Mobilização Social do PAD foi estruturado de modo a atuar em duas linhas principais de ação:

- Na construção de instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização; e
- Na formação de técnicos junto aos grupos gestores estaduais para colaborarem com as comunidades na construção das instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização.

Estas duas linhas de ação, no entanto, não esgotam todos os desafios relacionados à organização comunitária e aos aspectos sociais, políticos e culturais da vida coletiva. Permitem, porém, que se direcione o trabalho quanto aos objetivos mais gerais a serem alcançados pelas equipes técnicas atuando nas equipes estaduais do PAD.

As ações de mobilização social – que integram os três eixos centrais no processo de implementação do Programa Água Doce (os dois outros eixos incluem as ações referentes aos aspectos técnicos e aos aspectos ambientais) – deverão ser desenvolvidas em três níveis: a) na coordenação das atividades do Programa; b) na articulação dos núcleos estaduais e c) nas atividades junto às comunidades beneficiadas pela recuperação ou instalação dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.

As ações nos níveis da coordenação e dos núcleos estaduais devem se orientar para as linhas de ação indicadas, referentes ao nível das atividades junto às comunidades beneficiadas. As ações do componente estão distribuídas em três momentos principais que, mesmo estando profundamente interligados, apresentamos aqui como fases separadas:

1. Diagnóstico social;
2. Construção dos mecanismos de gestão local dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas; e
3. Monitoramento da gestão feita pelas comunidades atendidas pelo programa.

5.2.1 Objetivos

- Contribuir para o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização.
- Colaborar no processo de definição dos acordos que garantirão o funcionamento a longo prazo dos dessalinizadores.
- Mediar a interlocução, as negociações e os conflitos de interesses entre os diferentes atores sociais envolvidos no processo de implementação dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.

5.2.2 Diretrizes

- As ações do Componente Mobilização Social estão direcionadas para o auxílio à resolução dos *dilemas sociais* (conflitos entre racionalidades individual e coletiva) envolvidos nos processos de elaboração das regras que viabilizarão o funcionamento dos dessalinizadores e nas atividades de implementação das regras através dos mecanismos de gestão dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.
- As atividades dos membros do Componente Mobilização Social estarão sempre pautadas na ideia de que é mais importante ajudar os atores sociais envolvidos com a gestão dos sistemas de dessalinização a encontrar as soluções para seus problemas, do que oferecer modelos prontos para mediação dos conflitos e de impor regras de acesso e uso da água dessalinizada e de sistemas de gestão – sem perder de vista, no entanto, os princípios norteadores do Programa Água Doce.

5.3 Dilemas Sociais e Ação Coletiva

As dificuldades que muitas comunidades enfrentam para estabelecer a cooperação entre seus membros com vistas a alcançar um benefício comum não é necessariamente um sinal de ignorância ou irracionalidade. Ao contrário, é justamente porque as pessoas tendem a agir racionalmente na busca de garantir seus melhores interesses que sua ação individual pode colocar em xeque os interesses da coletividade.

Mesmo quando cada um dos indivíduos envolvidos numa ação coletiva para conquistar ou garantir um benefício tenha mais a ganhar com a cooperação do que trabalhando contra ela, ainda assim pode considerar que é melhor não arcar com os custos da cooperação (participar de

reuniões, dedicar algumas horas ou dias a atividades coletivas, participar na gestão dos sistemas de dessalinização) e, desta forma, pegar carona na dedicação dos outros. Num ambiente em que não há certeza sobre a participação de todos na cooperação, cada indivíduo pode considerar mais vantajoso romper com o acordo comum e garantir logo a aquisição de algum benefício, ainda que em menor quantidade do que aquele esperado caso a cooperação prosperasse. Assim, podemos entender que indivíduos racionais, em circunstâncias especiais, podem produzir resultados não racionais quando analisados a partir de perspectiva do grupo como um todo.

É esta contradição entre racionalidade individual e racionalidade coletiva que está na base do que muitos cientistas sociais têm chamado de *dilemas da ação coletiva* ou *dilemas sociais*. Assim, *dilemas sociais* ocorrem sempre que indivíduos em situação de interdependência fazem escolhas que maximizam benefícios de curto prazo levando todo o grupo a uma situação pior, no longo prazo, do que a que estaria se outras alternativas possíveis fossem seguidas.

A gestão dos sistemas de dessalinização pode apresentar, nas comunidades atendidas pelo PAD, problemas relativos a dilemas sociais. Mesmo que toda comunidade perceba claramente o benefício gerado pela instalação do dessalinizador e esteja interessada em seu funcionamento, pode ocorrer que outros interesses mais imediatos dificultem o envolvimento de todos nos processos de tomada de decisão, nas reuniões comunitárias e nas atividades cotidianas da gestão dos sistemas de dessalinização.

Não é só porque as pessoas têm interesses comuns que elas vão se envolver numa ação coletiva para conquistar ou manter algum benefício coletivo. Para que a ação coletiva tenha sucesso é preciso antes superar os dilemas sociais, ou seja, as contradições entre os interesses individuais de curto prazo e os interesses coletivos. A superação desses dilemas sociais depende normalmente da adoção de acordos comunitários (que representam regras que regulam os comportamentos de todos os envolvidos), de mecanismos de gestão, de resolução de conflitos e de monitoramento do cumprimento desses acordos.

Esses acordos são determinantes para a vida comunitária não apenas porque limitam o que as pessoas podem fazer, mas, também, porque motivam certos tipos de ações. Num mundo de incertezas, proporcionam uma base para a tomada de decisões com razoável segurança, já que a existência de regras informam sobre o comportamento dos outros indivíduos. Por outro lado, não se pode esquecer que as escolhas individuais são fortemente influenciadas pelo sistema de valores a partir dos quais os indivíduos avaliam suas próprias decisões.

O processo de construção dos acordos comunitários, no entanto, pode evidenciar conflitos latentes entre membros ou grupos da comunidade. Esse é um outro custo relacionado com as atividades de gestão dos sistemas de dessalinização. Muitas comunidades podem preferir que estes conflitos não sejam reanimados e, por outro lado, é importante que eles não inviabilizem a construção dos acordos. Os técnicos devem desenvolver a sensibilidade de, junto com a comunidade, separar aquelas desavenças relativas à gestão dos sistemas de dessalinização (que devem ser resolvidas pelos acordos) das discordâncias mais gerais que não estão diretamente ligadas com o funcionamento do dessalinizador e a oferta de água de boa qualidade na comunidade.

A distinção entre acordos (arranjos institucionais ou instituições) e organizações (associações, cooperativas, clubes de mães etc) é fundamental. As pessoas podem estar capacitadas a criar uma nova organização que as capacite a alcançar um determinado objetivo no curto prazo. Entretanto, o processo de desenvolvimento de normas e instituições leva tempo e é um processo que não pode ser controlado por uma liderança comunitária ou pelos técnicos e mediadores.

Os instrumentos de gestão a serem definidos pelas comunidades para garantir o funcionamento a longo prazo dos sistemas de dessalinização não podem ser tratados apenas em termos de mobilização para ação e das estruturas e processos de tomada de decisão (sendo elas mais ou menos participativas), mas também em termos da competência em realizar os planos acordados, em colocar em prática as decisões tomadas, em contribuir com as melhorias das condições de vida do grupo social que representa – particularmente no tocante a oferta de água de boa qualidade para o consumo humano.

É importante destacar, ainda, que estes instrumentos de gestão estarão relacionados com outras instituições (sejam elas públicas ou privadas, com função de regulação ou de mediação) e com o contexto mais amplo de inserção da comunidade – não apenas político, mas também econômico e ecológico. As comunidades não podem ser tratadas como se fossem homogêneas internamente e livres das influências do contexto externo (poder local, políticas públicas, ação de ONGs, entre outros aspectos).

Mesmo que nosso objetivo seja garantir formas mais participativas e democráticas de acesso à água de boa qualidade proporcionada pelos sistemas de dessalinização, não podemos ignorar as diferenças de poder e de influência, os conflitos de interesses e as disputas entre membros de uma mesma comunidade.

5.3.1 O Papel dos Técnicos dos Núcleos Estaduais

Na década de 1990, a noção de *capital social*³³ passa a fazer parte das ferramentas teóricas e conceituais instrumentalizadas pelos atores sociais envolvidos com a promoção, apoio e implementação de projetos sociais nos países em desenvolvimento. Identificar grupos sociais com grandes estoques de *capital social* e, do lado inverso da moeda, ajudar comunidades locais a acumularem *capital social* passaram a ser atividades consideradas essenciais para os técnicos envolvidos com o trabalho de mobilização das comunidades.

Uma ideia central associada ao conceito de capital social é a de que redes sociais têm valor. Contatos sociais afetam a produtividade de indivíduos e grupos. Capital social refere-se a conexões de indivíduos – redes sociais e normas de reciprocidade e confiança que emergem destas conexões. Por esse motivo, a cooperação voluntária seria mais facilmente alcançada em comunidades que têm um estoque substancial de capital social, na forma de normas de reciprocidade e de redes de compromissos mútuos. É o contexto social que facilita a cooperação e cria condições para o sucesso na superação dos dilemas da ação coletiva.

Para que estes objetivos sejam alcançados, é importante que os técnicos (mediadores) ligados às equipes estaduais do PAD atuem como facilitadores das dinâmicas internas e não como aqueles que tomam as decisões pelas comunidades.

O sucesso das atividades do Componente Mobilização Social do PAD depende do desenvolvimento por parte das equipes estaduais da habilidade de colaborar com o aperfeiçoamento dos processos locais de tomada de decisões. Os acordos devem ser das comunidades e não dos técnicos. Não quer dizer com isso que o trabalho dos técnicos tenha menor importância. Ao contrário, a importância cresce na medida em que conseguem, através de suas ações, colaborar com as comunidades para que possam fazer a gestão dos sistemas de dessalinização. Este papel não se esgota com a construção do acordo. Estende-se ainda à fase de monitoramento do cumprimento do acordo pelas comunidades.

³³ O capital social seria definido como um conjunto de características da organização social, tais como confiança, normas e redes, que contribuem para aumentar a eficiência de um grupo social em facilitar ações coordenadas.

5.4 O Conceito de Viabilidade Social

O Programa Água Doce incorpora às preocupações tradicionais com a viabilidade econômica e ecológica dos sistemas de dessalinização, preocupações com a viabilidade social. As preocupações com a viabilidade social referem-se, principalmente, ao contexto institucional (acordos e mecanismos de gestão) e as formas de organização local relacionadas com a implementação dos sistemas de dessalinização.

Um enfoque voltado para garantir a viabilidade social dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas deve preocupar-se:

- a) Com as normas e regras compartilhadas pelos membros das comunidades beneficiadas referentes ao acesso e uso da água de boa qualidade produzida pelos dessalinizadores e aos benefícios gerados pelas unidades demonstrativas e produtivas; e
- b) Com as formas pelas quais os sistemas de dessalinização e as atividades produtivas se integram às estratégias econômicas e aos padrões de sociabilidade dessas comunidades.

Ainda que a fragilidade da autonomia local e a dificuldade em se empreender uma ação coletiva coordenada possam ser encontradas em muitas comunidades, o enfoque da viabilidade social oferece a alternativa de que estes problemas sejam trabalhados de forma a empreender dinâmicas de superação.

Não se pode perder de vista que a inovação técnica e institucional representada pela implantação de um sistema de dessalinização ou de uma unidade demonstrativa numa comunidade está relacionada com o sistema local de conhecimento que articula atores, redes e organizações. Para se propor inovações ou estabelecer referências técnicas é preciso levar em conta as condições reais da vida comunitária e também os sistemas locais de conhecimento por meio dos quais tais inovações serão avaliadas, adaptadas e adotadas.

As relações entre técnicos e comunidades e as experiências de gestão participativa são sempre desafiadoras. Os problemas surgidos podem ser melhor enfrentados quando as ações de mediação remetem ao fortalecimento das instâncias comunitárias de tomada de decisão, sejam associações, sindicatos, cooperativas, conselhos ou comitês locais, ou mesmo instâncias informais como redes de parentesco e as unidades familiares.

A inclusão da participação como mecanismo institucional de formulação/implantação das políticas públicas (no contexto de medidas descentralizadoras) tem sido uma tendência forte na última década, tendência esta que perpassa os discursos técnicos dos representantes do poder público e das lideranças populares. Porém esta estratégia tem apresentado algumas limitações e a noção de participação tem sido algumas vezes utilizada para legitimar as decisões dos técnicos. A participação implica na existência de uma sociedade organizada ao nível local, de um tipo de relacionamento que partilhe poder e decisões e de que a comunidade deseja participar. Algumas vezes é preciso que estas condições sejam criadas.

5.5 A Construção dos Sistemas de Gestão

Os sistemas de dessalinização, as unidades demonstrativas e as unidades produtivas são, pelas suas características, recursos comuns. Ou seja, não são passíveis de apropriação privada (a

não ser que os objetivos iniciais de sua instalação tenham sido subvertidos). E mesmo quando a gestão desses sistemas inclui o poder público, ainda assim permanece o caráter coletivo do acesso e uso dos sistemas e da água de boa qualidade que produz.

Recursos comuns envolvem a necessidade de uma gestão coletiva. Para que essa gestão coletiva seja bem sucedida é preciso, como vimos, superar os dilemas da ação coletiva. Ações coletivas bem sucedidas não são o resultado do compartilhamento de valores comuns entre membros de uma comunidade (tida erroneamente como homogênea). A simples existência destes valores seria insuficiente para garantir o funcionamento permanente dos sistemas de dessalinização.

O Programa Água Doce, através de seu componente mobilização social, deve cooperar para que as comunidades construam soluções cooperativas para os problemas de gestão dos sistemas de dessalinização, focalizando os acordos locais que venham a facilitar a ação coletiva.

As regras de uso e acesso à água de boa qualidade, ao peixe, à Erva-Sal deverão ser continuamente desenvolvidas. Essas regras vão sendo modificadas para responder às oportunidades e limitações que certamente surgirão devido à natureza dinâmica da vida social. Um sistema de gestão comunitária dos dessalinizadores será sempre um trabalho em progresso, que precisa ser permanentemente monitorado e avaliado.

A experiência tem demonstrado, no entanto, que alguns aspectos na construção de boa gestão coletiva devem ser observados:

- Definição clara de quem são os usuários/beneficiários dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas;
- Aprovação de acordos sobre as regras de acesso e uso da água dessalinizada, aos tanques de criação de peixes, às áreas irrigadas com o concentrado;
- Clareza sobre as responsabilidades, direitos e deveres de todos os envolvidos (comunidades, órgãos públicos, ONGs);
- Estruturação das instâncias de gestão – incluindo estruturas de participação e resolução de conflitos/problemas (que podem ser comitês, reuniões da associação ou cooperativa, ou outras instâncias) adaptadas às condições locais de organização social;
- Legitimidade dos acordos localmente construídos, o que significa o reconhecimento por parte dos técnicos, dos poderes públicos, dos próprios comunitários da importância dos acordos; e
- Definição de estratégias de monitoramento para verificar se os acordos coletivos estão sendo cumpridos.

Os técnicos devem:

- Atuar no monitoramento inicial da implementação dos acordos;
- Oferecer apoio no processo de estabelecimento das rotinas do sistema de gestão;
- Colaborar com a articulação entre os diferentes atores envolvidos com o funcionamento dos sistemas de dessalinização e das unidades demonstrativas; e
- Estimular o aperfeiçoamento dos sistemas de gestão.

Os técnicos podem atuar como informantes sobre as regras adotadas em outras comunidades e que estão dando certo. Mas é importante ter em mente que um sistema de gestão que funciona bem em uma comunidade não irá necessariamente apresentar os mesmos resultados em outra. Temos que ser flexíveis e sensíveis para reconhecer e valorizar as especificidades de cada grupo e contexto social.

5.6 O Diagnóstico Social

As ações relacionadas ao Componente Mobilização Social devem ser iniciadas com a realização do que temos chamado de “diagnóstico social”. Este diagnóstico não pretende ser exaustivo num primeiro momento e nem é possível apreender a dinâmica de organização da vida comunitária, os conflitos internos e os diferentes grupos de interesse em uma primeira visita. Porém é importante, antes de começar o trabalho em uma comunidade, levantar algumas informações importantes para a realização das ações previstas pelo Componente. Algumas informações básicas são indicadas a seguir:

- Identificar potenciais beneficiários diretos e indiretos do PAD e os demais atores (do setor público e da sociedade civil) interessados no processo;
- Mapear os conflitos e problemas que levaram à desativação ou ao funcionamento inadequado dos dessalinizadores no passado;
- Fazer um levantamento das formas de organização social e das lideranças locais que possam colaborar no processo de gestão;
- Entender como são as relações entre a comunidade e as esferas políticas, econômicas e culturais do município; e
- Levantar informações sobre as formas de organização produtiva na comunidade (ver sistemas produtivos, a seguir) e sobre o envolvimento em outros projetos ou programas que objetivassem o desenvolvimento da comunidade.

O diagnóstico social, no entanto, não pode ser encarado como uma etapa isolada no contexto das ações da mobilização social. Nosso conhecimento sobre as dinâmicas comunitárias deve estar sendo sempre ampliado e é preciso estar atento para os novos conhecimentos gerados pela continuidade do trabalho. Para a primeira visita exploratória, foi elaborado um formulário-guia (em anexo) com questões que orientam o trabalho de diagnóstico. As respostas a estas questões deverão alimentar um banco de dados do componente mobilização social sobre as comunidades beneficiadas e orientar o trabalho dos técnicos junto a estas comunidades.

5.7 Paternalismo X Autonomia

O Componente Mobilização Social do Programa Água Doce não se restringe apenas a “mobilizar” as comunidades beneficiadas. Não se trata apenas de animar a comunidade, organizar reuniões e conscientizar as pessoas sobre a importância da água de boa qualidade para o consumo humano. O objetivo central das ações previstas é garantir a autonomia da comunidade como meio de possibilitar que as comunidades assumam efetivamente a gestão dos sistemas de dessalinização.

Um dos maiores desafios a serem enfrentados pelos técnicos envolvidos nos grupos gestores estaduais e na coordenação do PAD é evitar as práticas paternalistas. Técnicos e comunidades muitas vezes estabelecem relações paternalistas como resultado de um acordo silencioso e inconsciente. Os resultados desse acordo, porém, são dependência, centralização e fragilidade da organização comunitária.

Outro cuidado é o de reconhecer e respeitar as estruturas de organização social já existentes. Identificar as lideranças locais e aproveitar o potencial das formas tradicionais de superação dos dilemas sociais na construção de mecanismos efetivos de gestão dos sistemas de dessalinização e de controle social são ações que garantirão o sucesso das atividades de mobilização social.

A democratização do acesso à água, como resultado do reforço do controle coletivo sobre os sistemas de dessalinização e unidades demonstrativas e da autonomia comunitária, é um processo longo e gradual. E, como todo processo social, será mesclado de avanços e recuos; fases de aceleração e desaceleração; e por momentos de embate e cooperação.

Chamamos a atenção para alguns dos aspectos sociais relacionados à gestão dos sistemas de dessalinização e das unidades demonstrativas recuperados/implantados pelo PAD. A discussão não esgota o assunto. O processo de execução do Programa Água Doce contribuirá para aumentarmos nossos conhecimentos sobre estas dinâmicas e aperfeiçoarmos as estratégias de intervenção e de mediação dos técnicos como facilitadores dos processos de organização social.

5.8 A Elaboração dos Acordos

5.8.1 Acordos para os Sistemas de Dessalinização

Realizado o diagnóstico social nas comunidades que serão beneficiadas com a recuperação ou instalação de sistemas de dessalinização pelo Programa Água Doce, é chegada a hora de contribuir com a construção de mecanismos de gestão comunitária desses sistemas.

As equipes estaduais ligadas ao Componente Mobilização Social deverão atuar para que no momento em que o sistema de dessalinização, novo ou recuperado, começar a funcionar, já estejam firmados os acordos comunitários que definirão as regras e os mecanismos de participação que possibilitarão a gestão do sistema, assegurando o controle e a participação da comunidade nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas.

Esta segunda fase do trabalho é fundamental para o sucesso do programa, pois estabelece as bases da cooperação e da construção da autonomia local na gestão dos sistemas de dessalinização.

5.8.2 Planejamento das Atividades

O trabalho nesta segunda fase consistirá na realização de visitas às comunidades, para colaborar com a elaboração dos acordos locais. O cronograma das visitas de campo deve estar sintonizado com o planejamento da recuperação ou da instalação do sistema de dessalinização nas comunidades priorizadas a partir da análise dos diagnósticos técnicos e ratificadas pelo núcleo estadual do PAD. Os acordos locais devem ser aprovados e entrar em funcionamento no mesmo momento em que os sistemas começarem a funcionar.

Estão previstos recursos para financiar até seis visitas de campo dos técnicos do Componente Mobilização Social a cada comunidade para colaborar com a elaboração e monitoramento dos acordos locais. É importante lembrar que o trabalho do técnico terá continuidade depois de recuperado o sistema de dessalinização, no monitoramento da gestão.

5.8.3 As Visitas de Campo

As visitas às comunidades, nesta etapa, devem contemplar:

- A realização de reuniões com o maior número de famílias da comunidade para explicar a importância do acordo local e planejar o processo que vai resultar no acordo a ser firmado entre todos os beneficiados;
- Contatos com outros atores sociais envolvidos com a gestão dos sistemas de dessalinização, para que se integrem ao processo de construção do acordo com os direitos e deveres de todos. Importante nesta etapa é garantir o envolvimento de representante do poder municipal;
- Analisar o diagnóstico social com a comunidade, para que ela faça uma avaliação do funcionamento do sistema de dessalinização no passado, quando for o caso;
- Aprofundar elementos do diagnóstico social que não foram considerados na primeira etapa;
- Definir os prazos para elaboração dos acordos de gestão, seguindo o planejamento feito para recuperação/instalação dos sistemas de dessalinização;
- Marcar com a comunidade as próximas visitas de campo, e as tarefas a serem realizadas entre estas visitas.

5.8.4 Metodologias

Os técnicos do Componente Mobilização Social devem ter em mente que seu papel é, fundamentalmente, o de facilitar o processo de tomada de decisão por parte da comunidade. Não se trata de tomar as decisões pela comunidade.

Os técnicos têm que estar atentos para incentivar a participação do maior número de pessoas no processo e adotar metodologias que possibilitem a todos a oportunidade de exprimir

suas opiniões sobre as regras que devem ser adotadas pelas comunidades.

As reuniões devem ser organizadas anteriormente com as lideranças locais, que serão informadas com antecedência do objetivo do trabalho e das metodologias que vão ser aplicadas. As reuniões devem ser coordenadas pelas lideranças locais e não pelos técnicos, quando for possível.

Uma lista com os acordos a serem firmados e, portanto, com as decisões a serem tomadas, deve ser divulgada com todos os participantes das reuniões. É importante ter certeza de que todos compreenderam o sentido das decisões a serem tomadas, antes de se iniciar o processo de definição das regras que vão regular o uso e o acesso à água dessalinizada.

Como sugestão, indicamos um programa para as seis visitas de campo:

Quadro 12 Roteiro de visitas das equipes de mobilização social - Sistemas de dessalinização

Visita	Atividades previstas
Visita 1	Na primeira visita será feita a apresentação geral do acordo, que deve ser explicado detalhadamente para que não haja nenhuma dúvida quanto a sua operacionalização.
Visita 2	Na segunda visita o acordo será concluído. Para isso deve-se fazer uma leitura completa de todos os itens apresentados e discutidos na reunião anterior colocando em votação, ponto por ponto. O acordo deve ser fechado, preferencialmente, no dia do curso para operador.
Visita 3	Monitoramento do acordo de gestão (2 meses após a assinatura do acordo).
Visita 4	Monitoramento do acordo de gestão (4 meses após a assinatura do acordo).
Visita 5	Monitoramento do acordo de gestão (6 meses após a assinatura do acordo).
Visita 6	Monitoramento do acordo de gestão (8 meses após a assinatura do acordo).

Para o monitoramento e acompanhamento dos acordos é importante que seja mantido um contato telefônico constante com os grupos gestores e com os operadores dos sistemas para manter atualizadas as informações sobre o funcionamento dos mesmos.

Após as 06 visitas acima discriminadas o estado deve assumir o acompanhamento e monitoramento dos acordos através de contatos telefônicos semanais e de visitas que devem ser realizadas com intervalos de, no máximo, três meses.

5.8.5 O Acordo para os Sistemas de Dessalinização

Os acordos para a gestão dos sistemas de dessalinização devem conter regras, direitos e deveres relacionados a quatro aspectos da oferta de água doce para as famílias beneficiadas:

- a) Normas relativas ao funcionamento dos sistemas de dessalinização e quem são as pessoas responsáveis pela gestão cotidiana do equipamento;
- b) Direitos de acesso e uso à água dessalinizada e do concentrado (para lavar roupa, uso como água de gasto, para uso dos animais, e outros usos);
- c) Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção dos equipamentos;
- d) Quais serão as instâncias para aperfeiçoamento do acordo de gestão, resolução de conflitos e monitoramento pela própria comunidade do cumprimento do acordo.

a) Normas relativas ao funcionamento dos sistemas de dessalinização

O que deve ser decidido:

- Horário de funcionamento do equipamento
- Responsabilidades do(s) operador(s).
- Quem vai assumir a gestão cotidiana do equipamento (pagamento de contas, recolhimento de pagamento pela água – caso ocorra, entre outras atividades) – Pode ser associação, cooperativa, grupo de pessoas ou mesmo um indivíduo.
- Horário de distribuição da água.
- Quem vai controlar a distribuição da água e com que instrumentos (fichas, mapa de distribuição, ou outros).

b) Direitos de acesso e uso à água dessalinizada e do concentrado

O que deve ser decidido:

- Quais as famílias que poderão pegar água no dessalinizador.
- Qual a quantidade por dia/pessoa – recomendação do programa é de cinco litros/pessoa/dia – pode haver variação de acordo com a oferta de água e quantidade de pessoas a serem beneficiadas.
- Qual o uso que deve ser dado à água dessalinizada.
- Quem pode ter acesso à água do concentrado e quais os usos possíveis e prioritários.

Obs.: É importante lembrar que quanto mais água tiver que ser produzida, maiores serão os custos de funcionamento do dessalinizador e maior a quantidade de concentrado a que se deve dar um destino adequado.

c) Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção dos equipamentos

O que deve ser decidido:

- O operador receberá algum tipo de gratificação pelo trabalho? Quem arcará com o pagamento desta gratificação?
- Quem pagará a conta de energia elétrica?
- Como será formado um fundo de reserva para pequenos consertos e para troca de filtros?
- Será cobrada alguma taxa dos usuários para ajudar nos custos? Qual será a forma de cobrança? Como se definirá qual o valor a ser cobrado?
- Quais serão as responsabilidades da prefeitura?
- Quais serão as responsabilidades do núcleo estadual?

d) Quais serão as instâncias para aperfeiçoamento do acordo de gestão, resolução de conflitos e monitoramento pela própria comunidade do cumprimento do acordo

O que deve ser decidido:

- Quais serão as instâncias para prestação de contas à comunidade pelos responsáveis pela gestão cotidiana do sistema de dessalinização?
- Qual a periodicidade desta prestação de contas?
- Quais as condições para a promoção de mudanças no acordo de gestão?
- Para que instância serão levados os conflitos relativos ao acesso, uso ou gestão do sistema de dessalinização?
- Como será feito o monitoramento pela comunidade do cumprimento do acordo por parte das famílias e dos responsáveis pela gestão?

Importante

As regras devem ser de fácil aplicação e estarem de acordo com as condições sociais, políticas, culturais e das necessidades de água da comunidade. A comunidade deve levar em consideração o que já funcionava anteriormente e reformular o que não vinha funcionando e deve ser estimulada a refletir sobre sua própria experiência.

5.8.6 O Acordo para as Unidades Demonstrativas

O acordo que será firmado nas UD's segue outra dinâmica sendo realizado em três etapas. Cada uma delas será realizada após os treinamentos realizados pelos técnicos da Embrapa Semiárido. A primeira parte do acordo deve ser realizada após o treinamento para criação de tilápia e qualidade de água no viveiro; a segunda, após o curso para produção de feno da Erva-Sal e a terceira etapa após o treinamento para a produção de mudas de Erva-Sal.

a) Regras para o funcionamento:

- As responsabilidades das pessoas que estão trabalhando na UD são: alimentar os peixes; fazer a medição de pH, salinidade e oxigênio; ligar e desligar o aerador; fazer amostragem para cálculo da ração; fazer a limpeza dos tanques e fazer a despesca.
- Essas atividades devem ser exercidas de acordo com a orientação recebida no curso de capacitação, obedecendo a tabela de tarefas para criação de peixes.

No caso de alguma eventualidade (afastamento por motivo superior), só poderá substituir o grupo escolhido para executar as tarefas na UD outras pessoas que tenham as mesmas habilidades exigidas, preferencialmente as já capacitadas.

b) Direitos de acesso e uso do peixe e da Erva-Sal:

- Quem vai usufruir do peixe, da Erva-Sal e das mudas de *Atriplex*.

- Que quantidade do peixe pode ser destinada para as pessoas que estão diretamente envolvidas.
- Que quantidade do peixe pode ser destinada para as demais pessoas da comunidade.

c) Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção da UD:

- Definir a quantidade de operadores e o percentual da gratificação pelo seu trabalho.
- Quem pagará a conta de energia.
- Quais serão as responsabilidades da prefeitura.
- Quais serão as responsabilidades do núcleo estadual.
- Quais serão as responsabilidades do Programa Água Doce.

d) Como será feita a gestão dos benefícios gerados pela UD:

- Quem vai se responsabilizar pela comercialização do peixe, da forragem e das mudas de Erva-Sal.
- Como a comunidade vai monitorar o cumprimento do acordo .
- Que quantidade de recurso vai ser destinada para cada associação.
- De quanto em quanto tempo será feita a prestação de contas à comunidade em reuniões marcadas pela comissão.
- Como os acordos poderão ser modificados.

5.9 Os Sistemas Produtivos

O sucesso das unidades demonstrativas e das unidades produtivas implantadas pelo Programa Água Doce vai estar diretamente relacionado com a compreensão que tenhamos sobre a maneira pela qual as atividades associadas a estas unidades se inserem nos sistemas produtivos encontrados nas comunidades atendidas. Sem essa compreensão, muitos problemas poderão surgir, fazendo com que as atividades relacionadas a execução das atividades das unidades demonstrativas entrem em choque com as atividades mantidas pelas famílias em suas formas estabelecidas de produção.

Os sistemas produtivos não são realidades imutáveis, nem perfeitas. Eles podem ser transformados e aprimorados. Mas é importante que se saiba que eles não existem por acaso. São o resultado de muitos anos de experimentação, das possibilidades de comercialização de produtos, da proteção contra as instabilidades dos mercados locais e regionais, de adaptações ao ambiente semiárido, entre outros aspectos.

Os sistemas produtivos dos agricultores familiares do Semiárido podem ser vistos como meios encontrados de convivência com a seca e combinam diferentes estratégias que buscam otimizar o uso de recursos escassos.

A falta de conhecimento sobre os verdadeiros significados destes sistemas produtivos tem levado à formulação de políticas públicas que não atendem às reais demandas das comunidades que deveriam ser beneficiadas por estas políticas. Desconsiderar as dinâmicas sociais das comunidades é o primeiro passo no caminho do fracasso das políticas para as famílias de agricultores familiares do semiárido nordestino.

Os sistemas produtivos têm também limites e contradições. Esses limites e contradições precisam ser conhecidos para que os rearranjos e acertos necessários sejam feitos. Sendo assim, as unidades demonstrativas e produtivas devem se inserir no contexto dos sistemas produtivos mantidos pelas comunidades e não se confrontar com eles.

Para o sucesso na implantação e manutenção de uma unidade demonstrativa alguns critérios devem ser observados para tornar viável a gestão das mesmas. Preferencialmente, as comunidades devem atender os seguintes critérios:

- a)** Ter uma trajetória consolidada na gestão de um sistema de dessalinização;
- b)** Ter uma experiência positiva em outras iniciativas comunitárias;
- c)** Ser uma área de assentamento de reforma agrária ou similar, em que a área de instalação do projeto já seja pública;
- d)** Dependem da água dessalinizada para oferta de água de boa qualidade, já que a água é o principal produto das unidades demonstrativas, e perceber os problemas que podem ser gerados pelo concentrado jogado a céu aberto.

Considerando as especificidades das unidades demonstrativas e dos sistemas produtivos, as atividades do Componente Mobilização Social deverão seguir em consonância com as atividades do Componente Sistemas Produtivos. As atividades de mobilização social são iniciadas já na escolha das áreas onde serão implantadas as UD's. Ao tempo em que os técnicos da Embrapa Semiárido estão verificando as condições técnicas para que seja implantada a unidade demonstrativa - teste de vazão do poço e análise do solo e água - deverá ser realizada uma reunião na qual a comunidade seja ouvida e informada sobre o funcionamento da unidade demonstrativa do ponto de vista da gestão que inclui as tarefas diárias para o bom funcionamento da mesma. O principal objetivo dessa reunião é consultar a comunidade sobre o seu interesse na implantação de uma unidade demonstrativa, atentando para sua capacidade de geri-la.

5.10 Anexos

5.10.1 Anexo I - Acordo (Um instrumento da comunidade para a gestão do dessalinizador)

- a) O que é um Acordo?

O Acordo é um documento, aprovado pela comunidade, com as regras que vão definir os direitos e os deveres de todas as pessoas beneficiadas pela água de boa qualidade. É um termo de compromisso em que a comunidade e os órgãos que lhe apoiam se comprometem a cuidar do dessalinizador e a garantir água para todas as famílias.

b) Por que o Acordo é importante?

O Acordo para a Gestão do Dessalinizador permite o controle e a participação da comunidade nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas. É o acordo que vai ajudar a resolver conflitos internos e possibilitar que a própria comunidade assuma a gestão do dessalinizador.

c) Quem deve assinar o Acordo?

O Acordo deve ser assinado por todas as famílias beneficiadas pela água do dessalinizador e também pelos representantes das instituições públicas que vão apoiar a gestão do sistema de dessalinização pela comunidade.

d) O que o Acordo vai conter?

As regras, os direitos e os deveres discutidos e aprovados pela comunidade para manter o dessalinizador funcionando bem, com destino adequado do concentrado.

Quatro aspectos da oferta da água de boa qualidade devem ser observados:

- A. As normas para que o dessalinizador funcione bem.
- B. Os direitos de acesso e uso da água pelas famílias.
- C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção do sistema de dessalinização.
- D. Como será gestão da oferta de água pela comunidade.

Minuta do Acordo de gestão do sistema de dessalinização

OBS: O documento que se segue não pretende ser definitivo. Trata-se de uma sugestão, um modelo, uma vez que o Acordo deve respeitar as características e particularidades de cada comunidade.

Nós, da comunidade _____, município de _____, em reunião realizada no dia _____ às _____, resolvemos que o sistema de dessalinização dessa localidade obedecerá as seguintes regras:

A. Normas para o funcionamento:

Horário de funcionamento do equipamento:

De _____ às _____

Deveres do operador:

Cuidar do sistema de dessalinização

Ligar e desligar o equipamento

Horário de distribuição da água:

De _____ às _____

B. Direitos de acesso e uso da água pelas famílias:

Poderá pegar água no dessalinizador.

Quantidade de água distribuída por família.

Para que deve ser utilizada a água dessalinizada.

Qual deverá ser o uso do concentrado/rejeito.

C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção do sistema de dessalinização:

O operador vai receber uma gratificação de _____ que será paga por _____.

A conta de energia elétrica vai ser paga por _____.

Vai ser formado um fundo de reserva para pequenos reparos que ficará aos cuidados de _____.

As famílias beneficiadas vão contribuir com o pagamento de uma taxa de _____ que será cobrada mensalmente.

São responsabilidades da Prefeitura:

São responsabilidades do Núcleo Estadual do Programa Água Doce:

D. Como será a gestão da oferta de água pela comunidade:

A prestação de contas será feita a _____ de 30 em 30 dias, através da apresentação dos comprovantes de pagamento.

Sempre que houver discordâncias sobre alguma das regras do acordo uma reunião deve ser marcada, com a comunidade, para que sejam feitas as modificações necessárias.

A comunidade verificará se o acordo está sendo cumprido elegendo uma comissão que fará visitas mensais ao dessalinizador para conversar com o operador e examinar as fichas dos usuários.

_____ em _____ de _____ de 2006.

Assinatura dos usuários:

5.10.2 Anexo II – Roteiros para Elaboração do Diagnóstico Social - Orientações Gerais

- Procure conversar com pelo menos três diferentes pessoas da comunidade. Se possível, converse também com mediadores (representantes de sindicatos, ONGs, caso estejam envolvidos com o funcionamento do sistema de dessalinização) e com representante do poder público municipal. Eles serão seus informantes.
- Algumas das questões podem ser preenchidas no momento das entrevistas, mas é importante repassar todo o roteiro ao término de cada visita para preencher todos os campos, registrando inclusive as informações contraditórias recebidas dos informantes. A sugestão que damos é que, para cada informante, seja utilizado um formulário do roteiro do diagnóstico e ao término do trabalho seja preenchido um único formulário com base no conjunto das informações levantadas.
- Este roteiro deve ser um guia para a equipe de mobilização social. As questões não devem ser respondidas pelos entrevistados/informantes, mas pelos próprios membros da equipe com base nas informações que conseguiu coletar.

- As conversas não devem ser estruturadas como entrevistas formais. Lembre-se que esse diagnóstico preliminar deve ser um ponto de partida para realização da tarefa de construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização. Ao longo do trabalho, novas informações poderão ser coletadas, aprofundando a compreensão sobre o conjunto de questões que compõem este roteiro.

Quadro 13 Informações gerais sobre o diagnóstico

Comunidade em que dessalinizador está instalado:	
Data de realização do diagnóstico:	
Quem fez o diagnóstico?	
Quem foi entrevistado para coleta das informações?	
Identificação do(s) grupo(s) de beneficiários e dos demais atores sociais a serem envolvidos na construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização	
Quais são as comunidades atendidas pelo sistema de dessalinização?	
Beneficiários residem: (Marque um X na opção mais adequada)	Área rural em casas dispersas:
	Área rural com núcleo residencial:
	Área urbana:
	Áreas urbana e rural:
Número de famílias potencialmente beneficiadas pelo sistema de dessalinização:	
Número de famílias efetivamente atendidas pelo dessalinizador quando esteve (ou está) funcionando:	
Quais são as principais atividades produtivas das famílias beneficiárias?	
Qual a percepção das famílias acerca dos benefícios e da importância do dessalinizador?	
Converse com algumas pessoas e registre sua avaliação inicial sobre esta percepção. As pessoas acham que o funcionamento do dessalinizador é muito ou pouco importante? Registre algumas opiniões levantadas.	
Existem famílias interessadas em serem também beneficiadas pela água do dessalinizador? Por que não estavam sendo beneficiadas?	
Quem são os outros atores sociais que podem ser envolvidos na construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização? (Prefeitura, secretaria municipal, órgão público federal ou estadual, vereador, sindicato, ONG etc. Levante também quem são as pessoas que representam instituições e devem ser envolvidas no processo. Para cada ator social, indique o motivo pelo qual deve ser envolvido no processo).	
Organização local e lideranças locais	
Como as famílias beneficiadas estão organizadas? Existem associações, clubes de mães, cooperativas ou outras formas de organização formal? Existem relações de dependência em relação a políticos, grandes proprietários de terra, ao poder público municipal ou ONG? Registre suas impressões sobre as formas de organização local e as relações que unem ou dividem as famílias (laços de parentesco, religião, filiação partidária etc).	
Quais as lideranças locais que podem colaborar no processo de construção dos mecanismos de gestão dos sistemas de dessalinização? Por que devem ser incorporadas no processo? Que papel podem desempenhar?	
Indique abaixo como e quando o dessalinizador foi levado para a comunidade? Levante o maior número possível de informações sobre a "história" da chegada do dessalinizador, identificando pessoas, instituições, datas, a forma pela qual a comunidade foi informada e mobilizada sobre o dessalinizador, a fonte de recursos e outras informações:	

Quadro 13 Informações gerais sobre o diagnóstico (continuação)

Comunidade em que dessalinizador está instalado:	
Relacionar os conflitos e os problemas relacionados ao funcionamento do sistema de dessalinização: (Quanto tempo funcionou ou se ainda está funcionando, como as pessoas avaliam o funcionamento, quais os problemas que identificam, por que deixou de funcionar, quais os diferentes interesses, quem deixou de fazer o que deveria fazer, entre outras informações que permitam identificar os problemas com a gestão do sistema).	
Mapeamento das regras/acordos de acesso, uso e conservação do dessalinizador: (registre as regras e acordos que já existem na comunidade ou que existiam quando o dessalinizador funcionava. E também a opinião das pessoas sobre a qualidade dessas regras/acordos).	
Regras de acesso (Quem pode ter acesso a água boa? Como a água é distribuída?):	
Regras de uso (Para que a água pode ser utilizada?).	
Regras de conservação (Quem são os responsáveis pelo equipamento?).	
Existe algum mecanismo para monitorar o cumprimento das regras/acordos? Qual?	
Como são as relações entre a comunidade e os poderes públicos?	
Comunidade tem características culturais ou sociais diferenciadas das comunidades do entorno? (ex.: remanescentes de quilombos, indígenas, área de mineração, assentamento de reforma agrária).	
Quais são os principais vínculos econômicos? (ex.: com atravessadores, com patrões, com agroindústria).	
Registre suas impressões pessoais sobre o interesse da comunidade na recuperação do dessalinizador e outras informações que considerar relevantes:	

6 Sustentabilidade Ambiental

6.1 Introdução

As características de “sustentabilidade”, referindo-se aos aspectos de desenvolvimento, têm como referência inicial a Conferência de Estocolmo, em 1972, quando o conceito de ecodesenvolvimento foi introduzido por Maurice Strong, secretário-geral do evento, e largamente difundido por Ignacy Sachs. Construído como uma resposta às críticas ao desenvolvimento tradicional - que era caracterizado por um reducionismo econômico e responsável pela geração dos problemas sociais e ambientais - o ecodesenvolvimento conceitua-se como uma forma de desenvolvimento que tem como finalidade responder à problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos naturais (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

A partir disso, Ignacy Sachs elabora o que denomina de “dimensões de sustentabilidade do ecodesenvolvimento”: sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

A partir de 1980, difunde-se o termo “desenvolvimento sustentável”, utilizado primeiramente pela União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN), tendo como princípios:

- Integrar conservação da natureza e desenvolvimento;
- Satisfazer as necessidades humanas fundamentais;
- Perseguir equidade e justiça social;
- Buscar autodeterminação social e respeitar a diversidade cultural;
- Manter a integridade ecológica.

Dentro desse contexto, o Programa Água Doce tem o compromisso de garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, promovendo a convivência com o Semiárido a partir da sustentabilidade ambiental. Assim, o Componente de Sustentabilidade Ambiental do Programa trabalha com cinco dimensões: social, ambiental, econômica, espacial e cultural, tendo como objetivo geral o estabelecimento de critérios para diagnóstico ambiental de comunidades e recursos hídricos, com vistas ao levantamento de situações de risco das comunidades em relação à sua estrutura, caracterização ambiental das fontes de água e caracterização dos domicílios.

Além do diagnóstico, esse Componente efetua trabalhos que: buscam a garantia da qualidade da água fornecida pelo sistema de dessalinização, adequando-o de forma a facilitar a sua higienização e dificultar a contaminação da água, e capacitando o operador quanto aos procedimentos de manutenção da qualidade da água distribuída; conscientizaram a comunidade quanto às melhores formas de distribuição, transporte e armazenamento da água; e promovem avaliações da qualidade da água dessalinizada.

Técnicos desse Componente buscam soluções e promovem ações que solucionem impactos ambientais locais, na área do sistema de dessalinização, e estão envolvidos em pesquisas que objetivam a melhoria constante do programa.

Todas essas ações, com suas respectivas metodologias de desenvolvimento, estão relacionadas a seguir.

6.2 Água e Saúde

A qualidade de vida das populações depende do acesso aos bens necessários à sua sobrevivência. Entre as ferramentas existentes para a manutenção da saúde e da qualidade de vida, a principal é o saneamento básico ou saneamento ambiental. A água potável, assim como a coleta de esgoto, tem fundamental importância para a diminuição do índice de mortalidade infantil, pois evitam a disseminação de doenças vinculadas às más condições sanitárias e de saúde. Esses itens são igualmente importantes quando nos referimos ao aumento da expectativa de vida da população. A baixa expectativa de vida também é um indicador da pobreza que atinge a população.

No mundo em que vivemos, um bilhão de pessoas têm acesso a fontes de águas melhoradas, enquanto 2,5 bilhões vivem sem saneamento básico. Estas últimas figuram entre as mais pobres do mundo e também como as mais propensas a adquirir doenças. De acordo com estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), a falta de abastecimento de água potável é responsável por 80% das mortes nos países em desenvolvimento. Seis mil crianças, com menos de cinco anos, morrem por dia em todo o mundo em razão de doenças relacionadas a impurezas da água consumida. Elas são vulneráveis a doenças fatais como diarreia, cólera, febre tifoide e doenças transmitidas por insetos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, para cada dólar investido em saneamento, economizam-se cinco dólares nos dez anos seguintes em postos de saúde, médicos e hospitais.

No Brasil, morrem atualmente 29 pessoas/dia por doenças decorrentes da qualidade da água e do não tratamento de esgotos e avalia-se que cerca de 70% dos leitos dos hospitais estão ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água (JUNIOR, 2004).

As doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, pela intensificação das atividades humanas e pela grande geração de resíduos que são dispostos de maneira inadequada, causando contaminação por patógenos das águas superficiais e subterrâneas.

Conforme Rebouças *et al.* (2002), as doenças infecciosas associadas à água podem ser classificadas de acordo com os modos de propagação. Esta classificação é a mais utilizada por engenheiros sanitários, pelo fato de permitir uma avaliação direta dos efeitos das melhorias, ou ações corretivas que são implementadas. Esta classificação engloba quatro categorias básicas:

a) Com suporte na água – quando os organismos patogênicos são carreados passivamente na água que é consumida por uma pessoa (ou animal), causando infecção.

Exemplos típicos são o cólera e a febre tifoide (cujos agentes etiológicos são o *Vibrio cholera* e a *Salmonella typhi*, respectivamente), que têm dose infectiva bastante baixa e são facilmente transmitidas através de sistemas de distribuição de água.

As medidas preventivas preconizadas são a melhoria da qualidade da água através, principalmente, de desinfecção adequada, e evitar que consumidores utilizem fontes opcionais de água, que possam estar contaminadas.

b) Associadas à higiene – infecções causadas por falta de água e que podem ser controladas com disponibilidade de água e melhoria de hábitos de higiene.

São características as doenças de pele, tais como a tinha e a sarna e a dos olhos tais como o tracoma. Incluem-se também, algumas doenças diarreicas, como a disenteria bacilar (*Shigella spp.*).

O controle é proporcionado através da provisão de quantidade suficiente de água para banho, lavagem de mãos e de utensílios de cozinha. A quantidade deve ser proporcionada em adição à água disponível para bebida. O mero acesso à disponibilidade de água e ensinamento de preceitos básicos de higiene pessoal reduz a transmissão de doenças incluídas nessa classe.

c) De contato com a água (ou com base na água) – infecções transmitidas por um animal invertebrado aquático que vive na água, ou que passa uma parte de seu ciclo de vida em moluscos aquáticos ou outros animais aquáticos, podendo causar infecção através do contato da pele.

Essas infecções não são passivamente transmitidas de pessoa a pessoa, através da água. As larvas ou ovos que atingem a água não são imediatamente infectantes ao homem, mas são imediatamente infectantes a espécies invertebradas específicas, principalmente moluscos e crustáceos. As larvas se desenvolvem nesses hospedeiros intermediários, que após um período de dias ou semanas, expelem outros tipos de larvas na água. Essas são imediatamente infectantes ao homem através de ingestão com a água, ou através de contato com a pele.

No Brasil, assim como em muitos outros países, a mais importante das infecções com base na água é a esquistossomose. Existem três espécies de esquistosomas: *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, e *Schistosoma japonicum*, ocorrendo respectivamente na África, América do Sul e América Central.

A experiência vivida em vários países demonstrou que a implementação de sistemas de distribuição de água potável reduz, consideravelmente a incidência da esquistossomose.

d) Associadas a vetores desenvolvidos na água – infecções transmitidas por organismos patogênicos, através de insetos desenvolvidos na água e que picam nas proximidades da água. No Brasil, as infecções associadas a vetores desenvolvidos na água são a malária, a febre amarela e a dengue.

A provisão de água segura e de sistemas, mesmo simplificados, de saneamento básico, reduz dramaticamente a incidência dessas doenças infecciosas.

O Quadro 14 mostra alguns exemplos de doenças infecciosas associadas à água, classificadas de acordo com os modos de propagação.

Quadro 14 Doenças relacionadas ao abastecimento de água

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela água	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo, uso doméstico e coletivo; • Proteção de contaminação dos mananciais e fontes de água.
	Febre tifóide	<i>Salmonella typhi</i>	
	Leptospirose	<i>Leptospira interrogans</i>	
	Giardiase	<i>Giardia lamblia</i>	
	Amebíase	<i>Entamoeba histolytica</i>	
	Hepatite infecciosa	Hepatite vírus A	
	Diarréia aguda	<i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica</i> , <i>Shigella</i> , <i>Yersina enterocolitica</i> , <i>Astrovirus</i> , <i>Calicivirus</i> , <i>Norwalk</i> , <i>Rotavirus A e B</i>	

Quadro 14 Doenças relacionadas com o abastecimento de água (continuação)

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela falta de limpeza, higienização com água	Escabiose	<i>Sarcoptes scabiei</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; • Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; • Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; • Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática.
	Pediculose (piolho)	<i>Pediculus humanus</i>	
	Tracoma	<i>Chlamydia trachoma</i>	
	Conjuntivite bacteriana aguada	<i>Haemophilus aegyptius</i>	
	Salmonelose	<i>Salmonella typhimurium</i>	
	Tricuríase	<i>Trichuris trichiura</i>	
	Enterobiase	<i>Enterobius vermiculares</i>	
	Ancilostomíase	<i>Ancylostoma duodenale</i>	
	Ascaríade	<i>Ascaris lumbricoides</i>	

Fonte: Manual de Saneamento, 1990. Adaptado de Saunders, 1976

Um estudo do Pacific Institute of Oakland, na Califórnia, feito como preparativo para a Rio+10, afirma que o número de mortes em decorrência do uso de água suja pode ultrapassar o de mortes causadas pela pandemia global de Aids nas próximas duas décadas. "Até 76 milhões de pessoas, a maioria crianças, morrerão de doenças evitáveis ligadas à água até 2020, mesmo se os atuais objetivos das Nações Unidas forem alcançados", disse Peter H. Gleick, diretor de pesquisa do instituto.

Na Tabela 4 está descrita a escala global das doenças relacionadas à água com dados de 1990. As doenças são expressas como centenas de milhares de perdas por incapacidades causadas por doenças (ICD) por ano. O ICD integra os efeitos causados por morte prematura e incapacidade resultante em perda de vida produtiva (TUNDISI, 2003).

Tabela 4 Problemas das doenças de veiculação hídrica em escala global e sua importância nos vários continentes

	Europa saariana	América do Sul	América do Norte	países da Ásia e ilhas	América do Sul e Caribe	África do Sul	África do Norte	Orientes mediterrâneos	países industrializados
em milhões	510	820	1134	653	444	503	346	798	
Doenças com origem na água, incluindo doenças relacionadas com a falta de higiene.									
diarreia	303,5	280,3	42,4	147,3	58,9	154,0	2,2		2,4
disenteria	14,3	18,4	2,3	4,1	2,3	6,7	< 0,1		< 0,1
hepatite	2,4	3,1	0,7	2,8	1,0	1,8	0,4		0,7
amebíase	9,0	3,1	4,7	9,4	1,1	3,8	< 0,1		< 0,1
toxocaríase	4,4	11,7	38,6	32,0	13,5	5,0	< 0,1		< 0,1
giardíase	3,0	4,9	22,3	23,6	9,0	< 0,1	< 0,1		< 0,1
esquistossomose	1,0	4,0	1,9	2,4	1,4	0,4	< 1,0		< 1,0
Doenças com base na água									
esquistossomose	34,9	2,6	4,3	1,0	1,8	0,8	< 1,0		< 1,0
leishmaniose	+	+	+	+	+	+	+		+
Doenças com vetores de insetos.									
malária	315,1	9,5	0,1	25,4	4,4	2,8	< 1,0		< 1,0
leishmaniose	17,8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
febre	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	27,4	< 1,0	< 1,0		< 1,0
doença	1,8	4,4	0,9	1,2	< 1,0	0,2	< 1,0		< 1,0
escabiose	6,4	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Doenças não relacionadas com água para comparação.									
doença	183,6	40,7	< 1,0	12,9	44,3	3,2	1,6		15,8
doença	105,5	231,1	233,0	143,9	110,5	113,2	68,9		73,7
doença	79,2	2,9	< 1,0	3,9	6,0	49,6	< 1,0		< 1,0

valores em x 100.000

Fonte 1: World Development Report, 1993, The World Bank, Washington, D. C., p. 329

Fonte 2: Guerrant et al. (1996)

6.3 O Acesso à Água

Segundo Howard e Bartram (2003), a quantidade de água que as famílias têm acesso é um aspecto importante que deve ser considerado. A OMS/UNICEF (2000), descreve como sendo razoável a disponibilidade de 20 litros de água por pessoa por dia, retirada de uma fonte dentro de um raio de 1 km de distância. Este mínimo descrito corresponde às necessidades básicas para garantir um mínimo de saúde, além da manutenção da hidratação. O relatório apresentado por estas organizações, classifica em quatro grupos de acesso à água que representam os níveis de satisfação das necessidades (Quadro 15).

Quadro 15 Classificação em quatro grupos de acesso à água

Fornecimento de Água	Distância/tempo de coleta	Volume Coletado (L/pessoa/dia)	Satisfação das necessidades	Grau de prioridade nas ações
Sem Acesso	>1Km/>30min	Muito baixo (<5 L)	Consumo não garantido; qualidade não assegurada; prática de higiene comprometida.	Muito alta
Acesso Básico	<1Km/<30min	Básico necessário (20 L)	Consumo pode ser garantido; qualidade difícil de ser assegurada; higiene pode estar comprometida.	Alta
Acesso Intermediário	Na comunidade. Uma torneira ou chafariz	Média de aprox 50 L	Consumo garantido; qualidade pode ser assegurada; higiene pode estar garantida.	Baixa
Acesso Ótimo	Abastecimento de água dentro das residências (muitas torneiras)	100 – 200 L	Consumo garantido; qualidade assegurada; higiene pode estar assegurada.	Muito baixa

Fonte: Howard e Bartram, 2003

O primeiro grupo, considerado sem acesso, está representado por pessoas que dependem de água em locais distantes de suas casas, não estando garantidos seu abastecimento, muito menos a qualidade da água e sua prática de higiene. São os grupos considerados de alto risco, e para onde os esforços de melhoria devem ser direcionados.

O grupo representante do acesso básico, coleta sua água em distâncias inferiores a 1km, e seu abastecimento é mais contínuo, porém a higiene ainda pode ser comprometida. São representantes considerados de alto risco. Estão no limite de segurança e as ações devem ser encorajadoras para que se consiga melhorar o estoque da água.

O grupo com acesso intermediário tem garantido, além da necessidade básica, os cuidados com a higiene e asseio pessoal, que incluem o banho, lavagem de roupa entre outros. O risco está mais na garantia de manutenção do estoque. O quarto grupo tem disponíveis volumes diários de 100 a 200 litros por pessoa, o que assegura melhor qualidade e higiene. O acesso à fonte de água, é primordial independente dos níveis de classificação. Possivelmente, os 18% da população mundial (1,1 bilhão de pessoas) com dificuldade de acesso à água esteja no primeiro grupo. Aproximadamente 2,8 bilhões de pessoas estão nas categorias intermediária e ótima. Infelizmente, a grande maioria da população dispõe apenas do básico.

No Semiárido do Brasil, de acordo com Suassuna (1999), ações governamentais têm sido estabelecidas no sentido de priorizar o acesso do sertanejo à água, através do uso de rios (perenizados e perenes), barreiros, açudes (pequenos, médios e grandes), cisternas, poços

As cisternas rurais talvez sejam os reservatórios hídricos mais importantes no Semiárido, sua capacidade de acumular água de excelente qualidade - as águas das cisternas não têm contato direto com outros ambientes que possam mineralizá-las ou contaminá-las -bem como a função reguladora de estoques para o consumo das famílias durante todo ano. Centros de pesquisa, organizações não governamentais e governos estaduais têm orientado o homem do campo no sentido de construir cisternas com técnicas modernas e baratas e de proporcionar uma melhor forma de manejo de suas águas (SUASSUNA, 1999).

Segundo o mesmo autor, no que diz respeito aos rios, dadas as suas características de temporariedade no Semiárido, o uso de suas águas fica restrito às escavações de cacimbas em seus leitos, nos períodos de seca, com limitações tanto nos aspectos da concentração de sais e exaustão do lençol freático, como da contaminação por microorganismos. No tocante à perenização dos rios, através da construção de represas sucessivas em seus leitos, um aspecto a ser considerado diz respeito ao tipo de solo existente na bacia da represa, que poderá vir a ser um elemento carreador de sais para o interior da mesma e, a partir daí, a água utilizada refletir aquela que foi represada.

Nos casos específicos dos barreiros e pequenos açudes, existem algumas preocupações no sentido de se resolver o problema da turbidez das águas que é muito comum nesses tipos de fontes hídricas. A turbidez é uma característica resultante da suspensão de partículas microscópicas de argila nas águas (SUASSUNA, 1999).

6.4 Algumas Características Regionais dos Poços Profundos

A maioria dos poços localizados no Semiárido apresenta variações em volume e quantidade de sais dissolvidos dependendo da região onde estão situados. As variações dos teores salinos limitam a forma de uso destas águas. A resolução 357/2005 do CONAMA estabelece que para as águas serem classificadas como ÁGUA DOCE a salinidade deve apresentar um teor máximo de 0,5g/L. As águas com teores acima deste valor e até 35g/L de sais estão classificadas como ÁGUAS SALOBRAS. Acima destes valores são consideradas ÁGUAS SALINAS.

Para atendimento doméstico e uso múltiplo da água subterrânea, de um total de 24.847 poços classificados 20,20% representados pela cor verde podem ser classificados como água doce, 23,6% (cor amarela e laranja) como águas salobras e apenas 0,06% (cor vermelha) estão classificadas como salinas. Este quadro obviamente tende a mudar em função das reavaliações necessárias em expedições de campo, uma vez que nesta base de dados uma quantidade significativa (13.947 poços) dos poços não apresentavam registro de teores de sais (Figura 15).

Na região caracterizada por águas salobras (faixas verde e laranja), a utilização de dessalinizadores tem sido uma prática bastante difundida no sentido de melhorar a qualidade das águas do subsolo. É um procedimento eficiente, porém gera um alto volume de rejeito salino que deve ser devidamente manejado.

Para atender a demanda para os sistemas alternativos de aproveitamento do rejeito, o volume de produção de água deve no mínimo ser de 3.000 L/hora. A quantidade e espécies dos sais presentes na água subterrânea também são fatores limitantes à instalação de dessalinizadores. Quanto maior a concentração maior o custo do equipamento e maior a exigência de manutenção.

Este é um fato de extrema importância. A falta de manutenção dos equipamentos já instalados (cerca de 3.000) no Semiárido ou quando feita de forma inadequada tem sido fator de descrédito das comunidades na real eficácia de seu uso.

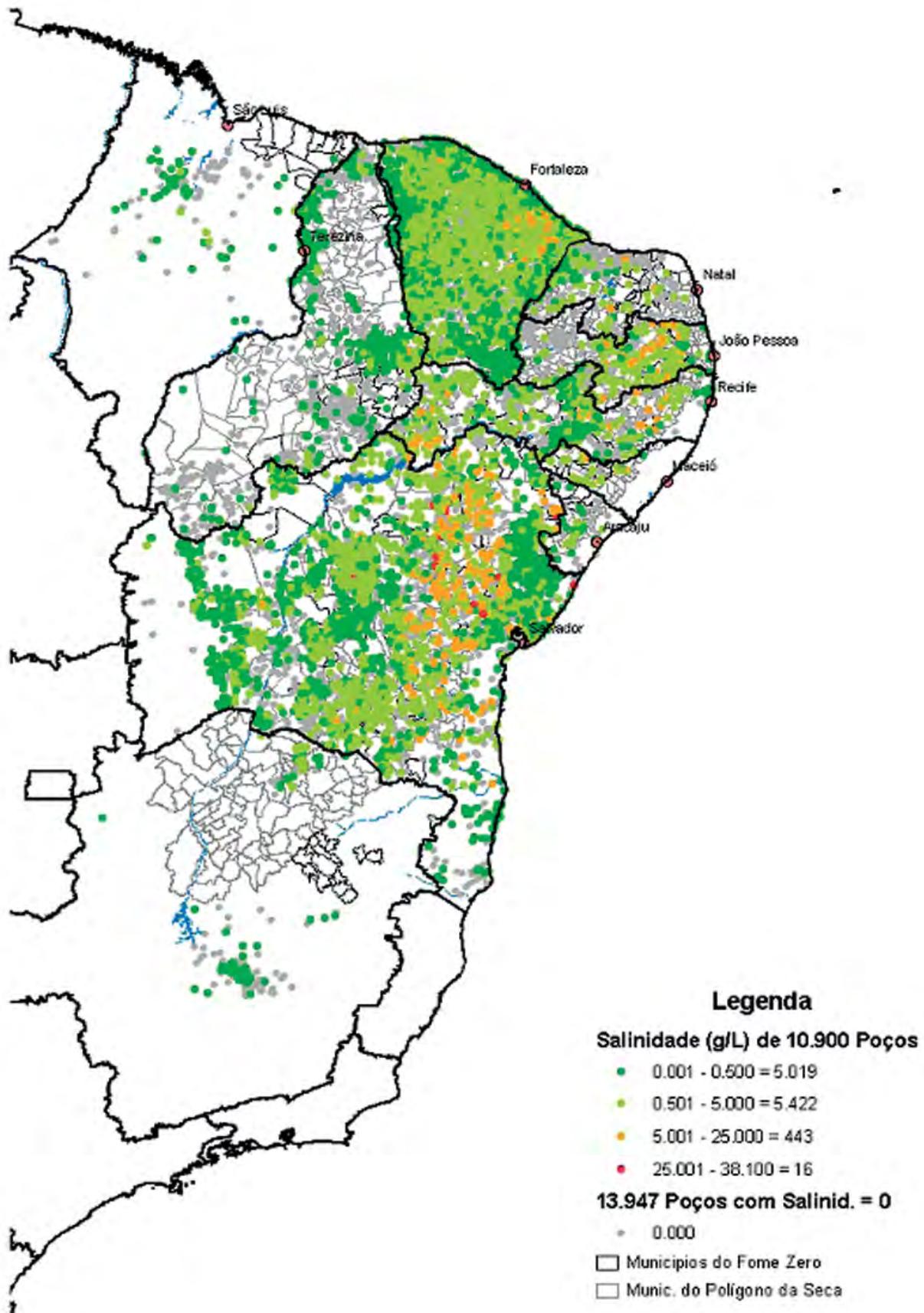


Figura 15: Classificação em quatro grupos de acesso à água
Fonte: Embrapa, Meio Ambiente.

Considerando que esta forma de abastecimento para atendimento de comunidades em situação de emergência não atende às regiões mais críticas, se propõe a Embrapa Meio Ambiente a desenvolver um novo projeto para caracterizar regiões e comunidades onde o acesso à água é crítico, avaliar a variação sazonal hidrogeoquímica das águas superficiais e subterrâneas e, implantar sistemas alternativos de separação de sais para que a água possa ser usada para consumo humano e em pequenos projetos de subsistência.

Atualmente novas parcerias estão viabilizando os diagnósticos dentro das metas do Brasil.

6.5 Hierarquização de Áreas

A escolha de comunidades pelo critério de salinidade para implantação de sistemas alternativos de extração de sais e melhoria da qualidade das águas não deve ser considerada como estratégia única para hierarquizar regiões consideradas críticas. É apenas um primeiro passo para direcionamento das ações dentro de uma área aproximada de 940.000km² com população de 18 milhões de pessoas.

Outros fatores como a aptidão da região para estabelecimento de sistemas de produção adequados às características das comunidades, bem como a própria estrutura das comunidades são determinantes para a hierarquização da região.

A leitura do mapa (Figura 16) de classificação regional dos poços conforme sua salinidade permite vislumbrar algumas áreas para ações específicas.

As áreas onde estão localizados os poços caracterizados como água salobra nas cores verde claro (faixa de 0.5 a 5.0 g/L de salinidade). São regiões em que podem ser enfatizadas técnicas para adoção de sistemas dessalinizadores com reaproveitamento do rejeito salino conforme objetivos do Programa Água Doce (vazão mínima de 3.000L/H e teores de sais para que se atinja um máximo de aproveitamento pelas plantas halófitas).

As áreas de cor laranja e vermelha que apresentam concentrações de sais acima de 5.0g/L são regiões onde o uso de sistemas dessalinizadores são limitados. Requerem equipamentos mais elaborados com aumento de custo e manutenção.

6.6 Diagnóstico

Os trabalhos de diagnóstico ambiental envolvem duas etapas: a caracterização das comunidades e dos usuários. As comunidades são caracterizadas de acordo com sua estrutura e o estado ambiental das fontes de abastecimento de água, e os usuários das águas são avaliados pelos seus aspectos socioeconômicos e a situação de risco em seus domicílios, além de realizadas análises bacteriológicas das águas armazenadas em cada domicílio, conforme detalhado abaixo.

A caracterização ao nível de comunidade ocorre no momento da seleção de áreas para implantação dos projetos, definindo assim as mais críticas. No caso da caracterização dos usuários, ocorre antes da implantação do sistema (na comunidade já selecionada) e depois da implantação e trabalhos de conscientização, objetivando efetuar um comparativo para verificar os impactos da chegada das ações do PAD na localidade. Uma vez que a caracterização dos usuários leva

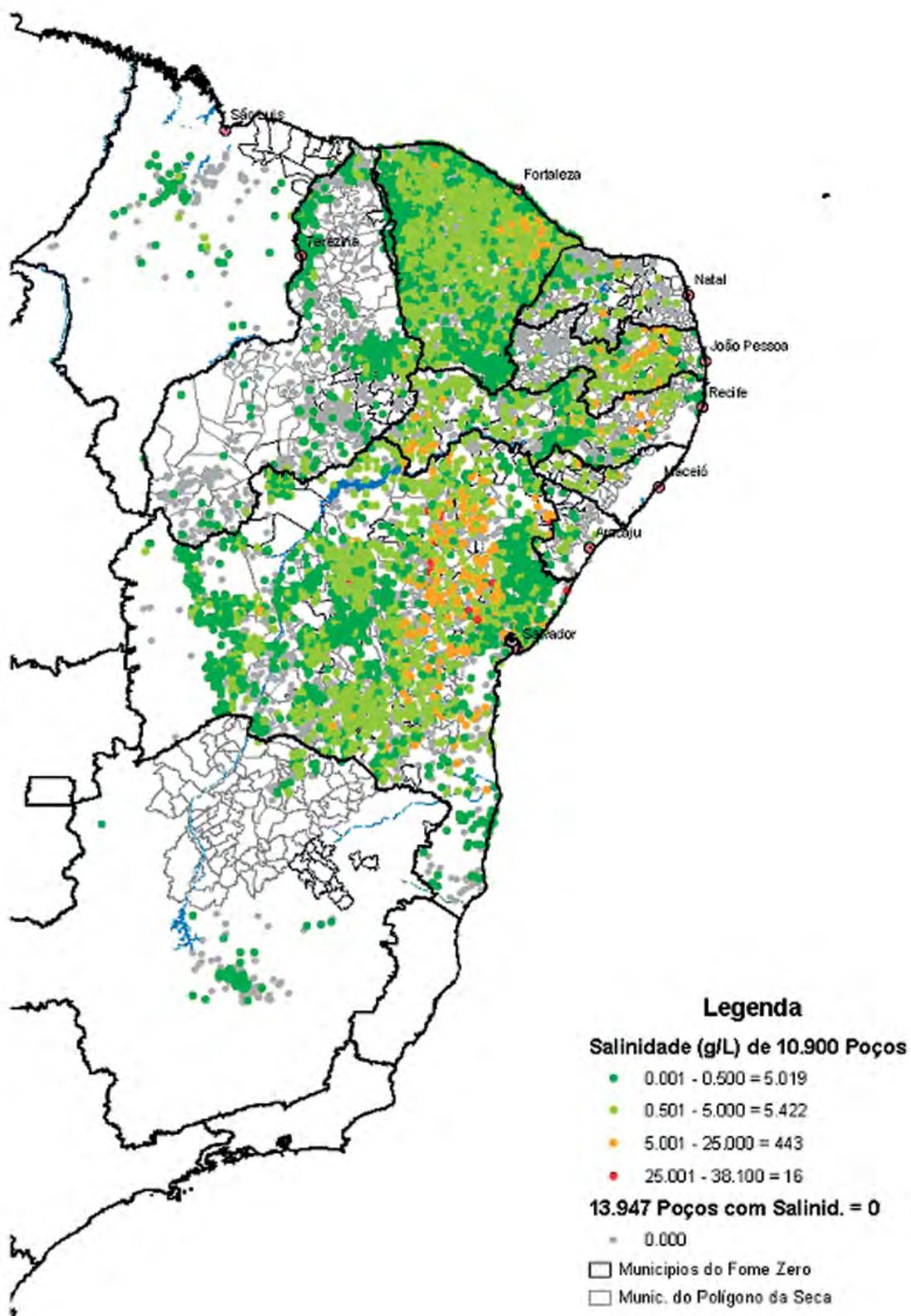


Figura 16: Hierarquização de áreas e poços para implantação de sistemas alternativos de extração de sais
Fonte: Embrapa, Meio Ambiente.

mais tempo, por ser feita em cada domicílio, a sua realização na fase de seleção de comunidades depende muito do tempo necessário para a finalização do diagnóstico.

Essas caracterizações são obtidas pelo preenchimento de planilhas, com perguntas específicas, sendo as respostas assinaladas com um X na coluna S(sim), na coluna N (não), ou no caso em que não se aplicava naquela situação é marcada a opção NA. As alternativas "N" assinaladas indicam situações de pontos críticos, que serão priorizadas nas ações de remediação e implementação de alternativas, que visem a redução dos riscos.

6.6.1 Caracterização da Comunidade

Para caracterizar a comunidade são levados em consideração os seguintes aspectos:

a) Estrutura da Comunidade

- Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de dessalinizadores;
- Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de outras fontes de abastecimento;
- Em relação à infraestrutura/fatores socioculturais.

b) Caracterização ambiental das fontes de abastecimento (estado das fontes)

Também são consideradas algumas observações do entorno, principalmente quanto ao estado em que se encontram as fontes de abastecimento de água da comunidade, de acordo com os blocos abaixo:

- Aspectos ambientais gerais do sistema de dessalinização;
- Aspectos gerais do poço que abastece o dessalinizador;
- Aspectos gerais de pequenos e médios açudes usados pelas comunidades.

A avaliação geral da comunidade, baseada nas planilhas específicas preenchidas, permite estabelecer pontuações que serão utilizadas para priorizar as comunidades em relação à sua estrutura e às condições das fontes de abastecimento.

Determinado o valor da situação de risco para cada comunidade, um quadro apresentando as diferentes situações entre comunidades será gerado e utilizado de forma gerencial no município pelas pessoas que coordenarem as ações de melhoria nas comunidades.

6.6.2 Caracterização dos Usuários

A caracterização dos usuários é realizada com o uso de formulários individualizados (por residência) que abrangem:

a) Características sócio-demográficas e econômicas:

São levantados dados como número de moradores em cada casa, escolaridade, faixa etária, ocupação, fontes de renda e renda familiar.

b) Características de acesso, uso, armazenamento e descarte da água na propriedade:

São verificados a origem da água e como a usam, a frequência de abastecimento por essas fontes, o custo pelo transporte da água das diversas fontes, como a água é armazenada.

c) Análise da situação de risco na propriedade:

Também serão utilizadas planilhas para avaliação da situação de risco no domicílio, de acordo com os blocos abaixo, que abrangem diversos aspectos relativos ao acesso e uso de água em quantidade e qualidade adequadas, além de questões referentes ao lançamento de efluentes, saúde da família e apoio institucional:

- Uso da água proveniente de dessalinizadores;
- Uso da água proveniente de outras fontes;
- Destino dos efluentes;
- Aspectos gerais da família no convívio comunitário.

Os questionários utilizados para efetuar o diagnóstico das comunidades e dos usuários encontram-se no anexo I.

d) Avaliação da qualidade da água

Os valores obtidos pelas análises de água são relacionados com o valor total da situação potencial de risco no domicílio obtendo-se uma matriz lógica que permite localizar os casos de domicílios na comunidade em que são necessárias maior prioridade de ação. Essa avaliação segue os seguintes procedimentos:

Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT).

Resultado:

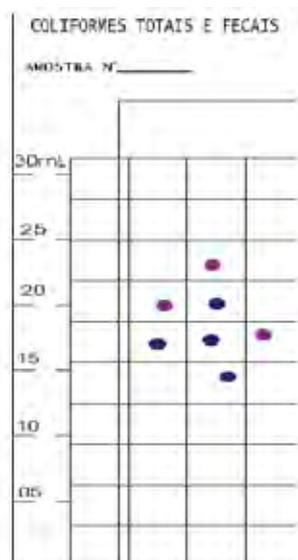


Figura 17 Interpretação da análise bacteriológica da água

Podemos observar na fita as colônias azuis e vermelhas, que correspondem aos coliformes fecais e coliformes totais respectivamente. O resultado final é expresso da seguinte forma:

Quadro 16 Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT)

Resultado obtido na análise	Pontuação	Resultados
Não possui nenhum ponto	A	Sem Risco
Até 2 pontos vermelhos	B	Risco Baixo
De 3 a 6 pontos vermelhos	C	Risco Intermediário
De 7 a 10 pontos vermelhos	D	Risco Alto
Acima de 10 pontos vermelhos	E	Risco Muito Alto

Obs.: Se aparecer 1 ponto azul, independentemente do número de pontos vermelhos, automaticamente vai para escala de risco alto (D). Se aparecer mais de 1 ponto azul, independentemente do número de pontos vermelhos, automaticamente vai para escala de risco muito alto (E).

6.6.3 Georreferenciamento

Outro instrumento bastante utilizado pelos técnicos de sustentabilidade ambiental do PAD, especialmente no diagnóstico, é o Sistema de Posicionamento Global (GPS) que é um sistema de navegação baseado em satélite, composto por uma rede por 24 satélites colocada em órbita pelo Departamento Norte-Americano de Defesa.

O GPS foi originalmente planejado para aplicações militares, mas na década de 1980, o governo fez o sistema disponível para uso civil. GPS trabalha em qualquer condição de tempo, em qualquer lugar no mundo, 24 horas por dia, e não é cobrada nenhuma taxa para se usar o GPS.

Satélites de GPS circundam a Terra duas vezes por dia, em uma órbita muito precisa, transmitindo informações precisas. Receptores de GPS utilizam essa informação e triangulação de uso para calcular o local exato do usuário.

Essencialmente, o receptor de GPS compara o tempo em que um sinal foi transmitido por um satélite, com o tempo que foi recebido. A diferença de tempo é transmitida para o receptor de GPS, o quão longe o satélite está.

Agora, com medidas de distância de mais alguns satélites, o receptor pode determinar a posição do usuário e pode exibir isto no mapa eletrônico da unidade.

Um receptor de GPS deve receber um sinal de pelo menos três satélites para calcular uma posição 2D (latitude e longitude) e movimento de rastro. Com quatro ou mais satélites visíveis o receptor pode determinar a posição 3D do usuário (latitude, longitude e altitude). Uma vez que a posição do usuário for determinada, a unidade de GPS podem calcular outras informações, como: velocidade, proa, rastro, distância de viagem, distância ao destino, tempo de viagem, nascer e pôr do sol e muito mais.

Certos fatores atmosféricos e outras fontes de erro podem afetar a precisão de receptores de GPS. Os receptores de GPS são precisos numa faixa de 15 metros em média.

Os receptores de GPS mais modernos vêm equipados com WAAS (Sistema de Aumento de Ampliação de Área), que tem a capacidade de melhorar a precisão, a menos de três metros em média. Não é exigido nenhum equipamento adicional ou pagamento de taxas, para utilização do AAS. Os usuários também podem melhorar a precisão com o GPS Diferencial (DGPS), que corrige

os sinais de GPS para uma média de três a cinco metros. A Guarda Costeira norte-americana, opera comumente com DGPS. Este sistema consiste em uma rede de torres que recebem os sinais de GPS e transmitem os sinais corrigidos, através de transmissores de rádio. Para adquirir o sinal corrigido, os usuários têm que ter um receptor DGPS, além do GPS convencional.

Nos trabalhos do PAD, é efetuado o Georreferenciamento de diversos pontos de interesse, especialmente na fase de diagnóstico. Algumas marcações básicas são importantes, pois permitem a visita posterior à localidade por outros técnicos, o planejamento de ações, verificação da distância das fontes de água, do melhor local para implantação do sistema etc. Alguns dos pontos marcados são:

- A rota a ser percorrida, sendo marcados alguns pontos como referência.
- Do poço, do dessalinizador, da escola, do posto de saúde, dos pontos principais da comunidade.

Além da verificação da disposição de pontos importantes nas comunidades, as residências devem ser marcadas no momento do diagnóstico dos usuários, para localização posterior de cada residência avaliada.

6.7 Curso de Sustentabilidade para Operador

O curso de operadores dos sistemas, no âmbito do Componente de Sustentabilidade Ambiental, visa conscientizar e capacitar essas pessoas quanto aos procedimentos para manutenção da qualidade da água fornecida pelos sistemas de dessalinização do PAD. Assim, são trabalhados os seguintes temas:

- Limpeza e descontaminação do reservatório de água dessalinizada
- Procedimentos de higiene para distribuição de água

O curso aborda a metodologia com o auxílio de uma cartilha específica e também podem ser repassados os seguintes procedimentos presentes em uma cartilha elaborada pelo Governo do Ceará. (CEARÁ, 2005³⁴):

A limpeza do reservatório garante a qualidade da água até o chafariz, estando esta exposta novamente a contaminantes no momento da coleta, transporte e armazenamento. Dentro da atuação do operador, alguns procedimentos devem ser repassados a ele para evitar contaminação no chafariz e no momento da distribuição da água:

- Não deixar a mangueira exposta à sujeira;
- Sempre lavar as mãos com sabonete, de preferência líquido, antes da distribuição da água;
- Evitar tocar na saída da água;
- Não permitir que outras pessoas manuseiem a mangueira;
- Manter o local do chafariz fechado;
- Manter o chafariz limpo;
- Fechar pequenas aberturas que estejam possibilitando a entrada de animais.

³⁴ O Desafio da Ação Intersetorial para a Saúde, Ambiente e o Trabalho no Ceará. Série 2 – A Vigilância da Qualidade da Água com Estratégia para a Promoção e Proteção da Saúde Humana. Fortaleza, Ceará, 2005.



PROJETO

**○ DESAFIO DA AÇÃO INTERSETORIAL
PARA A SAÚDE ○ AMBIENTE E ○
TRABALHO NO CEARÁ:
CONSTRUINDO ○ REDE E TECENDO NÓS.**

1

**LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE RESERVATÓRIOS
DE ÁGUA**

FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL - 2005

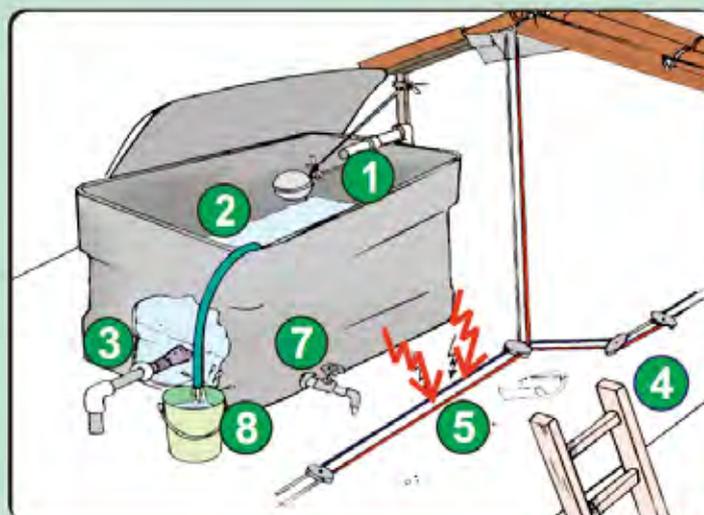


SÉRIE 2:

**A Vigilância da Qualidade da Água como
Estratégia para a Promoção e Proteção da
Saúde Humana**

ORIENTAÇÕES BÁSICAS PARA LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE RESERVATÓRIOS - CISTERNAS E CAIXAS D'ÁGUA

O planejamento do dia da operação contribui para a redução do desperdício de água.



Processo de lavagem

- 1** Inicialmente, feche o registro geral da caixa ou amarre a bóia, impedindo a entrada de água no reservatório;
- 2** Utilize normalmente a água armazenada nas atividades de rotina, até que o reservatório esteja quase vazio;
- 3** Tampe a "boca" do cano de distribuição de água para o interior do prédio, com um pedaço de madeira (batoque) ou panos limpos, para evitar a entrada de sujeira nas tubulações;
- 4** Para facilitar o acesso às caixas d'água, utilize uma escada, firmando-a bem ao chão, observando as medidas de segurança necessárias;
- 5** Atenção redobrada com os fios de energia, para evitar choque elétrico.

6

A água que restar no reservatório, será utilizada na sua limpeza. Escove as paredes, o fundo do reservatório e suas tampas utilizando, somente esponjas, buchas, escovas ou panos limpos.



Nunca use escova de aço, sabão, detergente ou outros produtos, uma vez que poderão deixar resíduos aderidos nas superfícies internas do reservatório e, posteriormente, agregados à água armazenada, podem comprometer a sua potabilidade.



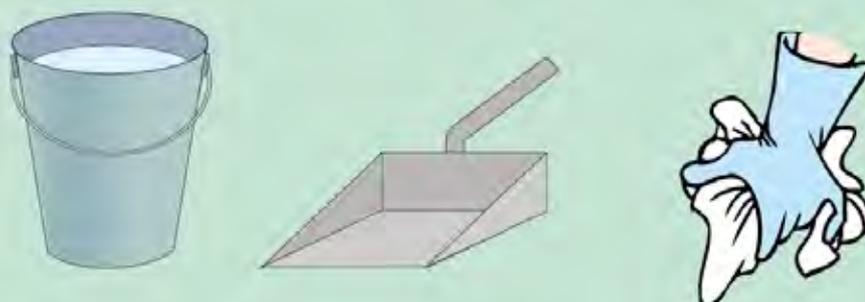
7

Enxágüe as paredes e pisos, deixando que a água escoe até a tubulação de descarga. Abra o registro.

8

Caso seu reservatório não possua essa tubulação de limpeza, faça um sifão utilizando um pedaço de mangueira ou use um balde para esgotar a água suja.

Para retirar a água e qualquer outro resíduo acumulado no fundo do reservatório, use pá, balde e panos limpos, deixando a caixa totalmente vazia, concluindo, assim, o processo de lavagem.



Processo de desinfecção

Concluída a lavagem, feche todos os acessos, entrada e saída de água do reservatório (registro de descarga).



Reduzindo o desperdício

Reduza o desperdício de água, preparando a solução desinfetante em recipiente à parte, na quantidade suficiente para molhar internamente o piso, as paredes e tampas do reservatório.

1

Coloque a solução clorada dentro do reservatório, por intermédio de um recipiente de plástico, espalhando-a de maneira uniforme, por aspersão ou com o auxílio de palheta ou pincel limpos.



2

Abra o registro de captação (chave geral) ou solte a bóia.

3

Abra todas as torneiras e deixe escoar um pouco de água. Logo que seja percebido o cheiro do desinfetante na água que escoar, feche, imediatamente, as torneiras e o registro de captação. Agindo desta maneira, você estará preenchendo todas as canalizações com a solução clorada, para promover a desinfecção da tubulação.

4

Espere as duas horas de contato. Esvazie totalmente o reservatório, abrindo todas as torneiras, vaso sanitário, concluindo assim a desinfecção do reservatório e também das tubulações.



Tempo de contato

A solução desinfetante deverá permanecer no reservatório por um período mínimo de 2 (duas) horas. Esse tempo, denominado 'tempo de contato', é o intervalo mínimo necessário para que a água mantenha contato com a solução desinfetante, viabilizando a eliminação de bactérias presentes na água



DURANTE O TEMPO DE CONTATO, A ÁGUA CONTIDA NO RESERVATÓRIO NÃO PODERÁ SER USADA



CUIDADO "A ÁGUA ESTÁ PURO A CLORO!"

Caso o cheiro do desinfetante ainda persista, encha o reservatório novamente, tornando a esvaziá-lo, pouco à pouco, até que a água não apresente cheiro, ou seja, fique inodora. É importante que você não desperdice essa água. Utilize-a para lavagem de pisos e descargas de bacias sanitárias

Feche bem o reservatório, verificando se a tampa ficou bem ajustada. Caso contrário, faz-se necessária a vedação das tampas com auxílio de argamassa fraca (mistura de cimento e areia). O reservatório bem fechado diminui o risco de contaminação, além de evitar a proliferação de vetores transmissores de doenças, a exemplo do "mosquito da dengue".

Registre a data em que foi realizada a limpeza e desinfecção do reservatório. A anotação poderá ser feita na parede externa do reservatório (" lado de fora ")

Abra o registro geral de entrada de água ou solte a bóia. Finalmente volte a usar normalmente a água do seu reservatório.



PREPARO DA SOLUÇÃO DESINFETANTE

Na preparação da solução desinfetante deve-se considerar a interdependência de, pelo menos, quatro elementos:

O volume do reservatório que se deseja desinfetar;

Teor de cloro ativo do produto clorado;

Quantidade do produto clorado;

A concentração de cloro livre requerida para uma solução clorada.



IMPORTANTE OBSERVAR!!!

Volume do reservatório:

Para calcular a capacidade do reservatório é necessário verificar as 3 (três) dimensões: altura (metro), largura (metro) e comprimento (metro), efetuando a multiplicação entre elas. O resultado é expresso em metros cúbicos (m^3) ou transformado em litros, multiplicando este resultado por 1.000 ($1m^3 = 1.000$ litros)

Teor de cloro ativo

O teor de cloro ativo é expresso em percentagem (%). O mesmo deve estar fixado no rótulo da embalagem do produto. O rótulo também deve apresentar o número de registro no Ministério da Saúde e o prazo de validade.

Concentração de cloro livre requerida para uma solução clorada

A concentração da solução depende do teor de cloro ativo existente no produto clorado utilizado para a desinfecção e da quantidade de água usada para a diluição. Também está atrelada a um tempo de contato. Quanto menor o tempo disponível para que a solução permaneça dentro do reservatório, maior deverá ser a concentração da solução desinfetante.

SOLUÇÃO DESINFETANTE PADRÃO

Para desinfecção exclusivamente de reservatórios pode-se adotar como solução desinfetante padrão, a proporção abaixo:

Para um reservatório com capacidade de	Água Sanitária 2,0%
1.000 (mil) litros de água	1 (um) litro

Para evitar o desperdício, reduza o volume de água e mantenha a quantidade do produto clorado (água sanitária 2,0%). Desta forma a concentração da solução clorada aumenta. O volume final da solução deverá ser suficiente para molhar toda a superfície interna e tampa do reservatório, para que sejam submetidas a desinfecção.

Na preparação de soluções desinfetantes observar as informações constantes no quadro abaixo

PRODUTOS USADOS NA DESINFECCÃO DE RESERVATÓRIOS

PRODUTO			VOLUME DO RESERVATÓRIO
NOME	TEOR DE CLORO ATIVO	QUANTIDADE	1.000 (mil) litros
Hipoclorito de Sódio (Água Sanitária)	2,0 a 2,5 %	1 litro	
Hipoclorito de Sódio	10 %	200ml	
Hipoclorito de Cálcio	65 %	31ml	
TEMPO			
Tempo de contato		Aguardar 2 (duas horas de contato)	

Fonte: adaptação do Manual de Prevenção e Controle da Cólera 1994

6.8 Avaliação do Sistema para Manutenção da Qualidade de Água

Os técnicos de sustentabilidade ambiental também efetuam avaliações constantes no sistema para verificar a sua adequabilidade para manutenção da qualidade da água dessalinizada.

Essa identificação de potenciais problemas é efetuada por meio de uma avaliação visual e coleta de água.

a) Avaliação visual

Na avaliação visual são observados os seguintes aspectos:

- Fontes Contaminantes próximas ao poço;
- Abertura nos reservatórios;
- Chafariz exposto.



Foto 40: Mangueiras utilizadas na distribuição de água dispostas de maneira inadequada



Foto 41: Lixo na área do sistema, sendo necessário um trabalho de conscientização do operador do sistema

b) Análise de água

Esse procedimento deve ser adotado periodicamente para verificar a qualidade da água que está sendo distribuída para a comunidade. São efetuadas análises tanto físico-químicas e bacteriológicas, por meio dos kits fornecidos pelo PAD, que indicam o resultado de forma imediata, ou por análises laboratoriais, que são mais precisas.

No caso de análises laboratoriais, especialmente microbiológicas, deve-se atentar para os procedimentos de coleta da água para não alterar o resultado. Assim, para avaliações microbiológicas do sistema, devem ser seguidos os seguintes passos:

- Lavar as mãos com água e sabão;
- Limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool;
- Abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos;
- Fechar e flambar a torneira;
- Abrir novamente a torneira e deixar escorrer por mais 2 ou 3 minutos;
- Coletar a amostra de água;
- Encher pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;
- Tampar o frasco, identificá-lo, anotando o endereço, a hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor etc.
- Marcar o frasco com o número da amostra correspondente ao ponto de coleta;
- Preencher a ficha de identificação da amostra de água;
- Colocar o frasco da amostra na caixa de isopor com gelo;
- Lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não deve exceder 24 horas.

6.9 Contaminação Fora do Sistema de Dessalinização

Após a coleta de água, a contaminação pode ocorrer durante o transporte e armazenamento. Essa contaminação é identificada através do diagnóstico de usuários, conforme exposto anteriormente.

Os trabalhos realizados pelos técnicos do Componente de Sustentabilidade Ambiental, para redução desses riscos, são palestras, elaboração de cartazes e cartilhas visando à conscientização da comunidade para uso de recipientes e procedimentos corretos.

Está sendo desenvolvido um **material gráfico** para ser colocado no chafariz, conforme observado abaixo, para lembrar constantemente aos usuários as melhores formas de coleta, transporte e armazenamento da água.

VAMOS MANTER ESSA ÁGUA LIMPA?!

ENTÃO BASTA SEGUIR AS SEGUINTE DICAS PARA A COLETA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA

- ✓ Em recipientes **LIMPOS E FECHADOS**;
- ✓ **NÃO REAPROVEITAR** recipientes de outros produtos, como latas de tintas, óleos, produtos de limpeza, agrotóxicos e demais substâncias nocivas à saúde;
- ✓ Utilizar o recipiente **APENAS** para colocar sua água de beber;
- ✓ A água de beber **NÃO PODE** ter contato com objetos e substâncias de fora do recipiente, como as mãos, poeira, insetos e etc. Lembre-se: **A ÁGUA É O QUE ELA TOCA!** ;
- ✓ Utilize ou adapte reservatórios de água com uma "torneirinha" para não haver contato com a mão na hora de pegar a água.
- ✓ Mantenha os reservatórios limpos, em **LOCAIS ELEVADOS**, longe do contato de animais e sujeira.

CORRETO



ERRADO



Figura 18 Proposta inicial de material gráfico para fixar no chafariz dos sistemas de dessalinização

As **palestras e/ou oficinas** visam abordar conceitos relativos à obtenção, armazenamento, manuseio, transporte adequado e conservação da água para consumo humano contribuindo para prevenção e manutenção das condições de saúde, resultando nos benefícios da água de boa qualidade preconizada e fornecido pelo Programa Água Doce. O público alvo dessas oficinas são moradores, líderes comunitários, educadores, Agentes Comunitários de Saúde (ACS), representantes de instituições locais, municipais, estaduais dentre outros. São debatidos os seguintes pontos:

- Os principais problemas enfrentados no acesso e qualidade da água na comunidade;
- A qualidade da água proveniente de fontes diversas;
- Abordagem das diversas formas de contaminação da água, desde o poço até o consumo, destacando a distribuição, o transporte e armazenamento da água;
- Contribuição no processo de cuidado e armazenamento da água no domicílio;
- Compartilhamento dos cuidados simples para evitar a contaminação da água de consumo;
- Esclarecimento sobre as doenças de veiculação hídrica;
- Compartilhamento de técnicas simples de filtragem da água.

A oficina deve adequar-se às particularidades do estado, município e localidade. Deve-se também adaptar essas palestras para crianças tornando-a mais lúdica, por meio de brincadeiras, desenhos, música, prática de limpeza do reservatório etc.



Foto 42 Exemplos de técnicas de oficinas de sustentabilidade ambiental com crianças

6.10 Referências Bibliográficas

CEARÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. *Limpeza e desinfecção de reservatórios de água* (Cartilha 1). Série 2. Fortaleza. 2005. 20p.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. WHO/SDE/WSH/03.02. 2003.

JUNIOR, O. A. *Saneamento Ambiental e Qualidade de Vida*. Disponível em: <www.ambientetotal.pro.br>. Acesso em: 03 ago. 2004.

MURTHA, N. A.; HELLER, L. *Avaliação da influência de parâmetro de projeto e das características da água bruta no comportamento de filtros lentos de areia*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.8 – n004. out/dez 2003.

REBOUÇAS, A. C.(Org.); BRAGA, B. (Org.); TUNDISI, J. G.(Org.). *Águas Doces no Brasil*. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703p.

SUASSUNA, J. *Contribuição ao estudo hidrológico do semi-árido nordestino*. Recife: FUNDAJ, 1999. 64p.

TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.

WMO (World Meteorological Organization). *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. WMO, GenebMONTIBELLER-FILHO, G. *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 306p.

6.11 Anexos

6.11.1 Anexo I - Questionários e Textos Complementares

Guia prático para caracterização e priorização de comunidades quanto ao manejo sustentável dos recursos hídricos locais, com ênfase na dessalinização de água salobra -- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007, 65 p. : il -- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, ;60) 1ª edição (2007).

1. QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES:

1.1 DADOS GERAIS	
Data de realização do diagnóstico:	
Técnicos responsáveis pelo diagnóstico (nomes e registro profissional):	
Nome do município:	
Nome da comunidade:	
Quem foi entrevistado para a coleta de informações:	
Numero de famílias e habitantes que residem na localidade:	
Distância da sede do município:	
Orientações e condições de acesso à comunidade (direção, mapa, condição das estradas):	
Existe escola na comunidade? Quantas são? Como é o abastecimento de água na escola?	
Existe posto de saúde na comunidade? Como é o abastecimento de água no posto de saúde?	
Existe energia elétrica na comunidade?	
Quais são as principais atividades produtivas das famílias beneficiárias?	
O(s) terreno(s) no(s) qual(ais) o poço o dessalinizador e os tanques de contenção que serão construídos ou recuperados são propriedades públicas ou particulares?	

1.2 SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE	
Qual(is) é(são) a(as) alternativa(s) de abastecimento de água da comunidade? Descrição quantitativa e qualitativa (barreiro, açude, caminhão pipa, adutora, dessalinizador)	
Qual a principal fonte de abastecimento?	
Qual a distância das principais fontes de abastecimento de água?	

Existe poço de água na comunidade? Qual a localização do poço (em coordenadas)?	
Como é feita a distribuição da água? Existe rede de distribuição? A água que chega às casa chega por meio de chafarizes? Todos têm acesso?	
A água é tratada antes de ser distribuída?	
Há a previsão de chegada de outras fontes hídricas? (adutoras, açudes, entre outras)	

1.3 DADOS GERAIS SOBRE O DESSALINIZADOR

Possui dessalinizador?	() Sim () Não
Situação	() Em operação () Fora de operação
Órgão responsável pela instalação e gestão do sistema:	
Onde fica localizado o dessalinizador?	
Quais são as comunidades atendidas pelo dessalinizador? A que distância ficam?	
A água é tratada antes de ser distribuída?	
Todas as casas usam a água dessalinizada?	

1.4 EM RELAÇÃO À INFRAESTRUTURA

Na comunidade é frequente a presença de profissionais (médicos, enfermeiros, dentistas) da área de saúde e bem estar?	
A comunidade é beneficiada com rede coletora de esgoto?	
Existe coleta de lixo? A coleta de lixo é pública?	

1.5 ASPECTOS GERAIS DE PEQUENOS E MÉDIOS AÇUDES USADOS PELAS COMUNIDADES

O entorno do açude está em boas condições (não são visíveis escoamento superficial de esgoto, águas servidas ou outros materiais para dentro dele)?	
O açude está a uma distância segura de prováveis fontes de poluição (casas, cemitérios, postos de gasolina, lixões, pocilgas, animais mortos)?	
Estas fontes estão localizadas em um plano superior ao do açude?	
O açude apresenta um volume de água suficiente para não apresentar risco de secar durante o período de seca?	

Existem cercas ou outras formas de proteção ao redor do açude?	
Essa cerca bloqueia a entrada de animais no açude?	
Para coletar água, são usados sistemas de bombeamento, evitando que pessoas, animais e veículos entrem diretamente no açude?	
Quando a coleta é feita por bomba, existe alguma forma de proteção (tela, alambrado) na boca do tubo coletor?	
A bomba fica a uma distância segura, evitando que, por algum motivo, possa derramar óleo ou graxa no açude?	
A bomba está protegida por uma cerca ou casinha?	
Dentro do açude ou nas margens observa-se a presença de resíduos como garrafas, pneus, plásticos, animais mortos?	
Observa-se a presença de algas ou plantas?	
Você identifica odores estranhos como o de ovo podre?	

1.6 ÁGUA PARA USO GERAL

Os questionamentos abaixo devem ser respondidos pela observação do local. Caso não for possível, pode-se perguntar ou mesmo anotar "não observado". Fazer uma amostragem aleatória com mínimo de 10% das residências monitoradas. Amostrar algumas no núcleo da comunidade e outras mais distantes.

A água chega encanada na residência?	
A água chega encanada até a cozinha?	
A casa possui instalação sanitária?	
A instalação sanitária tem chuveiro?	
A instalação sanitária tem vaso com descarga?	
A água para lavar roupa é encanada?	
O local para armazenamento da água no domicílio é adequado?	
A coleta da água no local de armazenamento é feita de forma a evitar possíveis contaminações?	
1.6.1 DESTINO DOS EFLUENTES (SANEAMENTO)	
Na casa existe fossa?	
Os efluentes das águas provenientes do banho são armazenadas em fossa?	
O efluente das águas da pia é armazenado em fossa?	
O efluente das águas do tanque de roupa é armazenado em fossa?	
O esgoto do vaso sanitário é armazenado em fossa?	

1.6.2 ASPECTOS GERAIS	
<i>Responder ao questionamento pela observação e não perguntar</i>	
Os animais próximos da casa estão confinados?	
Os efluentes das águas provenientes do banho são armazenadas em fossa?	
O efluente das águas da pia é armazenado em fossa?	
O efluente das águas do tanque de roupa é armazenado em fossa?	
O esgoto do vaso sanitário é armazenado em fossa?	

1.7 DADOS SOCIAIS	
Quais são as principais atividades produtivas das famílias beneficiárias?	
Quem são os outros atores sociais que podem ser envolvidos na construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização? (Prefeitura, secretaria municipal, órgão público federal ou estadual, vereador, sindicato, ONG. Levantar também quem são as pessoas que representam instituições e devem ser envolvidas no processo. Para cada ator social, indicar o motivo pelo qual deve ser envolvido no processo).	
Como as famílias beneficiadas estão organizadas? Existem associações, clubes de mães, cooperativas ou outras formas de organização formal? Existem relações de dependências em relação a políticos, grandes proprietários de terra, ao poder público municipal ou ONG? Registre suas impressões sobre as formas de organização local e as relações que unem ou dividem as famílias (laços de parentesco, religião)	
Quais as lideranças locais que podem colaborar no processo de construção dos mecanismos de gestão dos sistemas de dessalinização? Por que devem ser incorporadas no processo? Que papel as lideranças podem desempenhar?	
Como são as relações entre a comunidade e os poderes públicos?	
A comunidade tem características culturais ou sociais diferenciadas das comunidades do entorno? (ex: remanescentes de quilombos, indígenas, área de mineração, assentamento de reforma agrária)	
Quais são os principais vínculos econômicos? (ex: com atravessadores, com patrões, com agroindústria)	
Registre suas impressões pessoais sobre o interesse da comunidade na recuperação do dessalinizador e outras informações que considerar relevantes	

7 Dessalinização

7.1 Contextualização

Na região semiárida são constantes os períodos de seca, muitas vezes obrigando a população a migrar para outros centros, por absoluta falta de condições. Para minimizar essa situação e melhor utilizar os volumes disponíveis de água, propõe-se a instalação de equipamentos de dessalinização, inicialmente, em poços tubulares perfurados nos aquíferos fissurais do embasamento cristalino, caracterizadas por porosidade e permeabilidade primárias baixas, representadas por rochas metassedimentares e metaígneas, que condicionam pequena capacidade de armazenamento de água subterrânea.

As águas subterrâneas encontradas nas regiões semiáridas, normalmente apresentam um alto índice de sais dissolvidos, devido às composições químicas das rochas. O uso de dessalinizadores para minimizar o problema das águas salobras vem sendo bastante satisfatória.

Visando, o aumento da disponibilidade de água e o conseqüente implemento da oferta hídrica, em situações específicas, a alternativa técnico-econômica e social mais viável identificada é a da dessalinização de águas salobras objetivando o atendimento da demanda de consumidores de diferentes portes. Essas águas tratadas e com padrões de qualidade compatíveis com as normas nacionais serão utilizadas, prioritariamente, para o consumo humano.

O bem estar e a saúde da população tornam-se bastante significativos em função do aparecimento de água de boa qualidade. Quando a água dessalinizada começa a perder sua qualidade de potabilidade por falta de um programa de manutenção preventiva, dá-se início a um processo polêmico de ordem político-social e econômico. Como principais fontes que podem afetar a qualidade da água dessalinizada têm-se a falta de um pré-tratamento ou pré-tratamento inadequado, o uso de elementos de membranas inadequados, falta de manutenção e monitoramento, e operadores não qualificados.

Dentro desse contexto, o Programa Água Doce visa, além de recuperar os sistemas de dessalinização que não se encontram funcionando, formar núcleos gestores estaduais, capazes de gerenciar e capacitar técnicos para monitorar e dar manutenção aos sistemas de dessalinização.

7.2 Metodologia

O Componente de Dessalinização do Programa Água Doce tem como principais ações, junto aos órgãos participantes do processo, a formação de recursos humanos, recuperação e instalação de dessalinizadores e implantação de unidades demonstrativas.

A metodologia adotada para a recuperação dos dessalinizadores foi seguida conforme as etapas descritas abaixo:

- Formação dos núcleos estaduais e grupos gestores, constituídos por técnicos dos órgãos gestores dos estados atendidos pelo Programa Água Doce;

- Elaboração de material didático para a capacitação de técnicos e operadores;
- Capacitação de técnicos dos núcleos gestores estaduais na operação e no diagnóstico de sistemas de dessalinização via osmose inversa;
- Em função dos parceiros financiadores do PAD, são definidos os estados para início dos trabalhos de diagnóstico e recuperação, juntamente com os núcleos estaduais são avaliadas e realizada a escolha das comunidades que poderiam ser atendidas na recuperação dos dessalinizadores, em função dos parâmetros de criticidade do programa como: índices de densidade humana, pluviométrico, dentre outros;
- Visita técnica às localidades para realização de diagnósticos técnicos dos dessalinizadores e coleta de amostras de águas para fins de análise físico-química, realizadas pelos técnicos capacitados dos núcleos gestores estaduais. Em anexo encontra-se um roteiro a ser seguido durante o diagnóstico técnico do sistema;
- Análise dos diagnósticos técnicos dos dessalinizadores e elaboração de planilhas quantitativas de componentes dos dessalinizadores que necessitam serem substituídos e/ou realizar algum tipo de manutenção;
- Acompanhar a recuperação e instalação dos dessalinizadores após a recuperação e a escolha das comunidades que receberam os sistemas de dessalinização produtivos;
- Realização de cursos de capacitação de operadores de sistemas de dessalinização, treinando os operadores dos sistemas recuperados e de outros dessalinizadores da região no entorno do sistema;
- Assinatura do acordo de gestão do dessalinizador;
- Acompanhamento e monitoramento dos dessalinizadores recuperados e instalados juntamente com o núcleo gestor de cada estado.

Inicialmente é realizada visita técnica à comunidade. Durante essa visita, os técnicos do Programa Água Doce realizam as seguintes atividades: determinam o número de poços disponíveis, coletam amostra(s) do(s) poço(s) e observam as suas condições de funcionamento, solicitam a realização de teste de vazão do poço escolhido, fazem contato com a comunidade e seu líder ou prefeito e identificam o número de habitantes que serão beneficiados com água dessalinizada.

A partir das análises físico-químicas, há condições de definir o projeto do dessalinizador, que consiste em identificar: os melhores elementos de membranas, condições de funcionamento em função da qualidade da água bruta e tipo de pré-tratamento da água bruta. Esse tratamento visa à proteção dos elementos de membranas contra vários fenômenos de incrustações e pode ser realizado por meio de filtros ou pela adição de produtos anti-incrustantes, dependendo da composição físico-química da água bruta.

Durante a instalação desse equipamento, recomenda-se a presença de pessoas que ficarão responsáveis pelo sistema, visando acompanhar os passos de instalação. Ressalta-se que todos os operadores do dessalinizador participam de curso de capacitação. A capacitação é realizada na própria comunidade onde está implantado o sistema e ocorre com aulas teóricas sobre os componentes do dessalinizador, seus funcionamentos e importância, além dos cuidados com a higiene, manuseio e distribuição da água. No segundo momento é realizada a aula prática no campo mostrando toda a operação e todos os procedimentos a serem seguidos pelo operador, proporcionando o funcionamento correto do sistema e mantendo a qualidade da água.

Após a implantação do sistema de dessalinização, é necessário realizar a sua manutenção periódica. Essa etapa requer o envolvimento e organização das comunidades beneficiadas, bem como técnicos treinados nos estados para atender periodicamente aos sistemas de dessalinização instalados. Essa manutenção se traduz na qualidade e na quantidade de água produzida no processo e no prolongamento do tempo de vida útil do sistema.

O monitoramento dos dessalinizadores recuperados é realizado através de visitas periódicas aos sistemas pelos técnicos do grupo gestor e/ou do PAD. Nessas visitas são coletados os dados das variáveis de medidas dos dessalinizadores, como também é realizada coleta de amostras de águas das correntes de alimentação, permeado e concentrado para realização de análises.

Após iniciar o funcionamento do dessalinizador é realizada uma reunião juntamente com a comunidade para fechamento do Acordo de Gestão do Dessalinizador. O Acordo de Gestão do dessalinizador é um documento elaborado e aprovado pela comunidade, no qual estão estabelecidas as regras que irão definir os direitos e os deveres de todas as pessoas beneficiadas pela água doce e pela utilização do concentrado. Os Acordos permitem o controle e a participação das comunidades nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas.

7.3 Revisão Bibliográfica

A dessalinização é um processo contínuo e natural, sendo uma parte essencial do ciclo hidrológico. A chuva cai no solo e depois corre até os mares. Quando a água se desloca pela terra, ela dissolve os sais minerais, tornando-se progressivamente salgada. Quando chega aos oceanos, uma parte desta água se evapora devido à ação da energia solar, o vapor d'água produzido forma às nuvens que produzem a chuva, dando continuidade ao ciclo.

7.3.1 Processos de Separação com Membranas

O desenvolvimento dos processos de separação por membranas e suas aplicações industriais podem ser considerados relativamente recentes, principalmente levando-se em conta que fenômenos envolvendo membranas vêm sendo estudados há mais de um século (Habert et al., 1997).

As membranas constituem, atualmente, a principal inovação tecnológica nos processos de tratamento de água, sendo a primeira grande inovação, desde o desenvolvimento das tecnologias convencionais de tratamento de água no início do século passado.

Uma membrana é um filme que separa duas fases atuando como uma barreira seletiva entre essas fases. A membrana tem assim a capacidade de transportar determinados componentes, quando aplicada algum tipo de força externa, retraindo outros que fazem parte da mistura de alimentação. É, portanto uma barreira permeável e seletiva ou uma interface entre duas fases. A Figura 19 apresenta um esquema do processo de separação por membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).

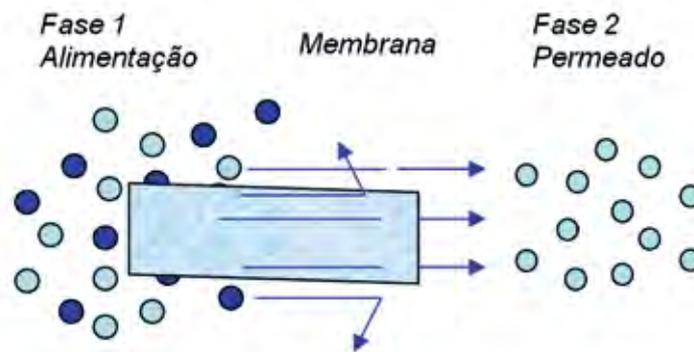


Figura 19 Representação esquemática do processo de separação por membranas (Schneider & Tsutiya, 2001)

O aumento de escala e o contínuo aprimoramento dos sistemas de membranas são fatores importantes que viabilizam a construção de sistemas em escala sempre maiores. Em países desenvolvidos, sistemas de membranas estão sendo projetados para substituir sistemas convencionais de tratamento de águas em grande escala (Schneider & Tsutiya, 2001).

Os processos que utilizam a tecnologia de membranas e o gradiente de pressão com força motriz são conhecidos como: microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF) e osmose inversa (OI).

Embora recentes, os processos de separação com membranas têm encontrado um rápido desenvolvimento. A principal característica desses processos está relacionada ao fato da maioria das separações ocorrerem sem mudança de fase, sendo, portanto, energeticamente mais vantajosos, quando comparadas com os processos térmicos tradicionais. Além disso, são processos que apresentam um baixo custo energético e um produto final de alta qualidade (Habert et al., 1997).

Na Figura 20 são apresentadas as principais características dos processos com membranas que utilizam a diferença de pressão como força motriz.

Dimensões das Partículas e Moléculas (m)	Técnica de Separação	
	Partículas Retidas	Permeado
Micro-Organismos 1 µm	10 ⁻⁵	Microfiltração Células / Colóides Misturas em Suspensão Água, Sais, Moléculas de médio PM, Macromoléculas
Macromoléculas e Vírus	10 ⁻⁶	Ultrafiltração Macromoléculas Água, Sais, Moléculas de médio PM
Moléculas de médio PM	10 ⁻⁷	Nanofiltração Moléculas de médio PM Água, Sais
Moléculas de baixo PM e Ions	10 ⁻⁸	Osmose Inversa Sais Água
Átomos	10 ⁻⁹	

Figura 20 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997)

Outro processo de separação por membrana é a eletrodialise (ED), que utiliza como força motriz o potencial elétrico. A ED é uma tecnologia de separação por membrana que leva em conta a troca de íons eletricamente conduzida da qual é capaz de separar, concentrar e purificar íons selecionados de misturas aquosas.

7.3.1.1 Microfiltração

A MF remove partículas na faixa de 0,1 a 1µm. É o processo de separação que mais se aproxima da filtração clássica. Geralmente, partículas suspensas e coloides são rejeitados enquanto macromoléculas e sólidos dissolvidos passam através da membrana. As suas aplicações principais incluem remoção de materiais floculados ou sólidos suspensos (Habert et al., 1997).

7.3.1.2 Ultrafiltração

A UF é o processo de separação por membranas utilizada quando se deseja purificar e fracionar soluções contendo macromoléculas. As membranas de UF apresentam poros na faixa entre 1 a 100nm. Os materiais rejeitados pela membrana incluem coloides, proteínas, contaminantes microbiológicos e grandes moléculas orgânicas (Habert et al., 1997).

7.3.1.3 Nanofiltração

A NF compreende um processo de membranas especial, no qual as partículas rejeitadas situam-se na faixa de 1 nanômetro. Este processo atua no setor entre a UF e a OI. Todas as moléculas orgânicas com elevada massa molar são rejeitadas. Além disso, os sais dissolvidos constituídos por ânions monovalentes têm taxas de rejeição da ordem de 20 a 80%, enquanto que os constituídos por ânions bivalentes possuem taxas de rejeição da ordem de 90 a 98%. Algumas das aplicações típicas incluem a remoção de compostos orgânicos de águas superficiais, remoção de dureza de águas tratadas e redução de sólidos totais dissolvidos, especialmente em aplicações de tratamento de efluentes industriais (Habert et al., 1997).

7.3.1.4 Osmose Inversa

A OI é o nível final de processos de filtração disponíveis. A membrana de OI atua como uma barreira a todos os sais dissolvidos e moléculas inorgânicas com massa molar acima de 100. As moléculas de água, por outro lado, permeiam preferencialmente através da membrana (Dow Latin America, 1996).

O processo de OI utiliza a pressão hidráulica para tirar água pura da água de abastecimento por intermédio de uma membrana. A exemplo da ED, ela usa energia em função da quantidade de sais a serem removidos, mas não em proporção direta (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972).

Este processo pode remover sais, dureza, micro-organismos em geral, turbidez, compostos orgânicos, pesticidas e a maioria dos contaminantes presentes na água. Mas muitos dos gases dissolvidos tais como hidrogênio sulfídrico e dióxido de carbono, irão passar através da membrana de osmose inversa (Taylor & Jacobs, 1996).

A abrangência de sua aplicação é bastante ampla. Além da dessalinização de águas, vem sendo empregada em recuperação de efluentes industriais, concentração de sucos, produtos farmacêuticos, processamento de alimentos e bebidas, soro do leite na fabricação do

queijo, tratamento para diálises, obtenção de água ultrapura, produção de aminoácidos para bioengenharia etc. (Brandt et al, 1993).

7.3.2 Principais Aplicações de Processos com Membranas

Os processos de separação por membranas têm sido utilizados nos mais diferentes setores de atividade como na indústria química, na área médica, passando pela biotecnologia, indústria alimentícia e farmacêutica e também tratamentos de águas industriais e municipais. No Quadro 17 são apresentados exemplos de aplicação de processos com membranas em algumas das áreas acima mencionadas (Habert et. al.,1997).

Quadro 17 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997)

ÁREA	APLICAÇÕES
QUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Quebra do azeótropo benzeno/hexano • Recuperação de H₂ - Síntese da Amônia • Fracionamento CO₂/CH₄ • Fracionamento do ar: obtenção de gás inerte e de corrente rica e oxigênio.
BIOTECNOLOGIA E FARMACÊUTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Separação de substâncias termoláveis • Desidratação de etanol • Purificação de enzimas • Fracionamento de proteínas • Esterilização de meios de fermentação • Bio-reatores a membranas
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Concentração de leite • Concentração do soro de queijo • Concentração de sucos de fruta • Clarificação de vinhos e cervejas • Desalcoolização de vinhos e cervejas
TRATAMENTO DE ÁGUAS	<ul style="list-style-type: none"> • Dessalinização de águas • Eliminação de traços de orgânicos • Tratamento de esgotos municipais • Desmineralização de águas p/ caldeiras • Água ultrapura p/ indústria eletrônica
TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Separação água/óleo • Recuperação de índigo - Têxtil • Recuperação de PVA - Têxtil • Recuperação de íons metálicos - Couro • Recuperação de proteínas - Laticínio • Tratamento águas - Papel e Celulose
MEDICINA	<ul style="list-style-type: none"> • Rim artificial - Hemodiálise • Pulmão artificial - Oxigenadores • Ar enriquecido em oxigênio • Esterilização de soluções injetáveis • Dosagem controlada de remédios

7.3.3 Princípio Operacional da Osmose Inversa

A osmose inversa é um fenômeno conhecido desde o fim do século XIX. A palavra osmose vem do grego "osmós" e significa "impulso". Quando dois compartimentos, cada um contendo águas com salinidades diferentes, são separados por uma membrana semipermeável (Figura 21-a), uma quantidade de água relativamente pura sairá da solução diluída através da membrana para a solução mais concentrada, até que a formação de uma pressão no compartimento onde a concentração é mais elevada para este fluxo (Figura 21-b). Este fenômeno é denominado de Osmose. Quanto maior for a diferença da concentração inicial entre os dois compartimentos, maior será a pressão criada que impedirá o transporte osmótico da água através da membrana denominada de Pressão Osmótica.

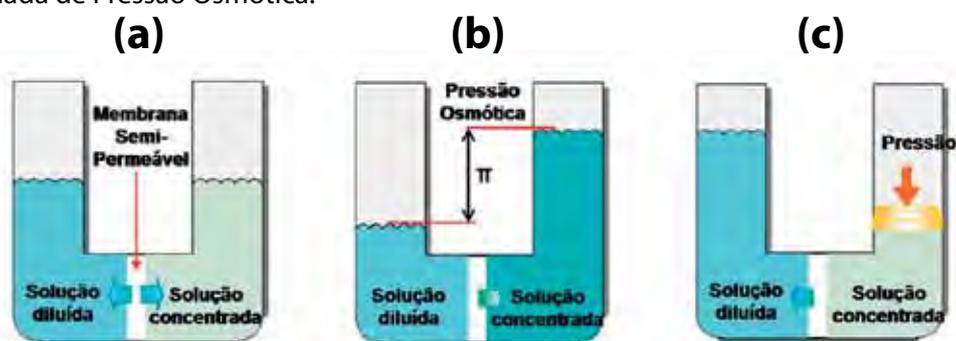


Figura 21 Representação do processo de osmose e osmose inversa (Kerr & McHale 2001)

Na osmose normal a solução menos concentrada perde o seu volume, enquanto a mais concentrada ganha. Aplicando uma pressão superior à pressão osmótica, é possível inverter a direção do fluxo (Figura 21 -c). A solução mais concentrada perde então seu volume, aumentando sua concentração. Simultaneamente, a solução diluída aumenta o seu volume, pois ela recebe água pura através da membrana. Este processo é chamado de Osmose Inversa.

A osmose inversa é utilizada para dessalinizar águas marinhas, salobras e salinas, utilizando membranas semipermeáveis sintéticas. A pressão aplicada deve superar a pressão osmótica da solução para separar os sais da água. Neste caso, a principal função das membranas é a rejeição de sais e depende de fatores como a temperatura, pressão de operação, pH e concentração de sais (Schneider & Tsutiya, 2001).

Em processo de grande escala, o fenômeno ocorre com auxílio de uma bomba de alta pressão responsável por exercer pressão da água de alimentação sobre a membrana promovendo a osmose inversa, passando por um permeador (vaso de pressão) onde fica situada a membrana. Nos sistemas de dessalinização, a água de alimentação antes de passar pelas membranas recebe um pré-tratamento com adição de anti-incrustante e passa por um banco de filtros de cartucho.

7.3.4 Módulos Comerciais

As membranas são geralmente combinadas em módulos. A escolha do módulo da membrana depende do tipo de aplicação e dos componentes que se deseja separar no processo (Mallevalle et. al., 1996). O módulo é o elemento básico de um sistema de membrana que congrega todas as estruturas necessárias para viabilizar a operação da membrana como unidade de separação. O módulo contém os seguintes elementos (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Membranas e estrutura de suporte da pressão;
- Canais de alimentação e remoção do permeado e do concentrado.

Os módulos são projetados com os seguintes objetivos:

- Limitar o acúmulo de material retido pela membrana através da otimização da circulação do fluido a ser tratado;
- Maximizar a superfície da membrana por volume de módulo;
- Evitar a contaminação do permeado com o material do concentrado.

O projeto dos módulos deve também atender os seguintes requisitos:

- Simplicidade de manuseio;
- Permitir limpeza eficiente da membrana;
- Volume mínimo retido no interior do módulo.

7.3.4.1 Módulos Espirais

O módulo espiral é o módulo mais utilizado em aplicações que demandam pressões altas e intermediárias, ou seja, na NF e na OI. Cada elemento consiste de um pacote de membranas e espaçadores enrolados em volta de um tubo coletor de permeado central, mostrado na Figura 22. Os canais de alimentação são delimitados por membranas dos dois lados, sendo que o canal de concentrado é mantido aberto por espaçadores no formato de telas. A superfície oposta das folhas de membrana onde fica localizada a estrutura porosa de suporte e por onde escorre o permeado é colocada em contato com um segundo espaçador formado por um tecido fino poroso, cuja função é manter aberto o canal de água filtrada. Esse canal é vedado em três lados por linhas de cola. O lado aberto é inserido dentro do tubo coletor localizado no interior do elemento.

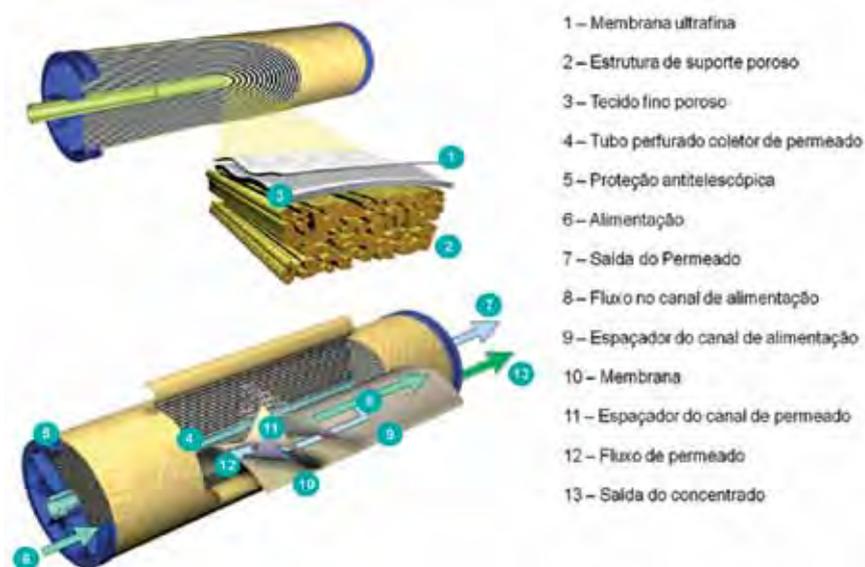


Figura 22 Membrana em forma de espiral (Migas, 2010)

Os canais de água bruta permanecem abertos nas laterais do cilindro formado pelas membranas e permitem o livre acesso da água de alimentação, que percorre o módulo em direção paralela ao tubo coletor. O módulo completo é envolto por uma manta para estabilizar o rolo de membranas e delimitado nas duas extremidades por discos de proteção antitelescópica e a função deles é evitar que diferenciais de pressão nos diferentes canais de alimentação causem o deslocamento longitudinal de pacotes de membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).

A Figura 23 apresenta algumas membranas comerciais em forma de espiral.

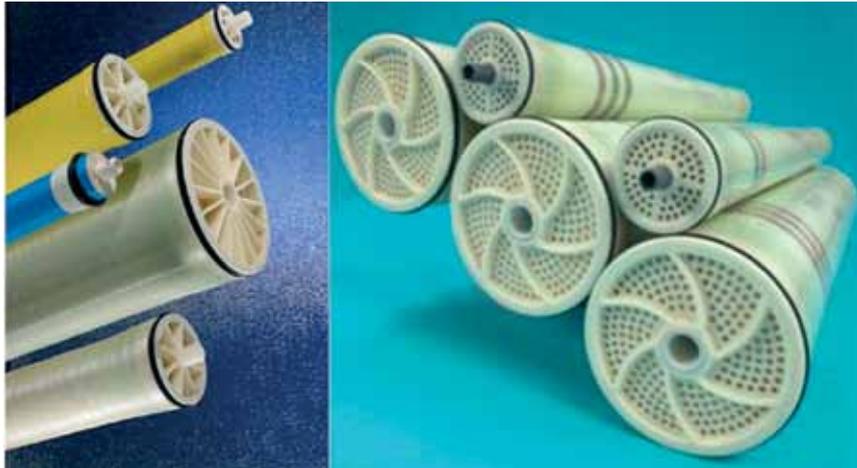


Figura 23 Membranas comerciais (FilmTec, 2008; Hydranautics, 2008)

Atualmente, os modelos de configurações geométricas mais utilizados são: o do elemento enrolado em espiral e o de fibra oca, por possuírem a melhor relação de área superficial do filme da membrana por unidade de volume ocupada pelo módulo. Estes modelos possuem custos de fabricação mais baixos e ainda possuem taxas de fluxo do permeado mais elevado (Habert et. al.,1997).

O módulo é a unidade básica de filtração. O princípio da modularidade é seguido na construção de plantas com grandes vazões. Aumentos da recuperação em sistemas de OI podem ser obtidos através da recirculação do concentrado. Uma segunda alternativa para o aumento de rendimento de OI utilizada em todas as unidades de grande escala, é a instalação de elementos em série no interior dos vasos de pressão. O rendimento total por vaso de pressão será a soma dos rendimentos individuais de cada elemento. Rendimentos totais maiores em filtração contínua podem ser obtidos através de operação de dois ou mais vasos de pressão em série. Cada vaso de pressão operado em paralelo corresponde a um estágio. Unidades em grande escala são constituídas pela combinação de vários vasos de pressão em paralelo em cada estágio, formando bancos como mostra a Figura 24 (Schneider & Tsutiya, 2001).

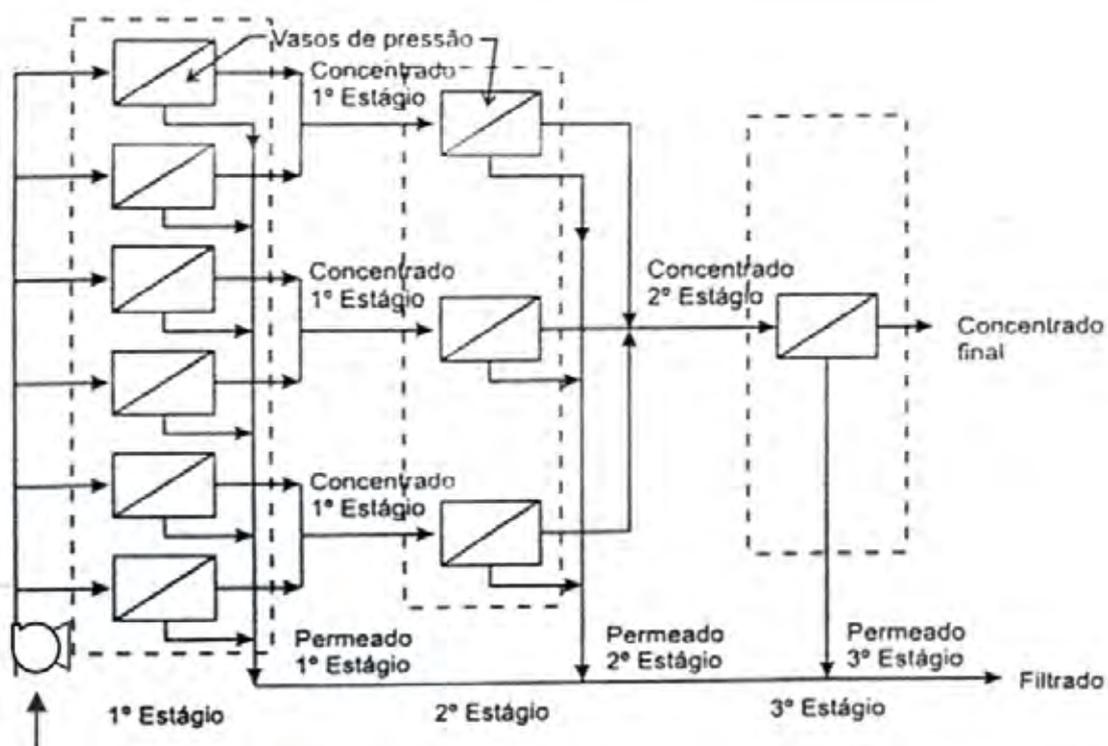


Figura 24 Arranjo 6:3:1 de módulos equipados com elementos espirais (Schneider & Tsutiya, 2001)

Um conjunto de bancos operando a partir de uma única bomba é denominado de arranjo. Os arranjos são classificados a partir do número de vasos de pressão em cada série. Por exemplo, um arranjo 6:3:1 (Figura 33) consiste de três estágios, sendo que há seis vasos de pressão em paralelo no banco do primeiro estágio, três vasos em paralelo no banco do segundo estágio e um vaso no terceiro estágio (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.5 Projeto e Instalação de Plantas de Dessalinização com Membranas

O projeto e a instalação de uma unidade de filtração com membranas devem ser precedidos de análises detalhadas sobre os objetivos de qualidade de água a serem atingidos. A análise sobre o tipo de unidade de membrana que será utilizada depende principalmente da avaliação detalhada da qualidade de água do manancial e de sua variabilidade ao longo do tempo. Apesar de aparentemente simples, a tecnologia de membranas filtrantes oferece muitas possibilidades de erros de projeto, principalmente nas etapas de pré-tratamento e seleção de membranas, que podem comprometer a operação e a sua viabilidade econômica (Schneider & Tsutiya, 2001).

Um esquema geral ilustrando todos os componentes comuns aos processos de dessalinização é mostrado na Figura 25. A Figura apresenta as correntes de fluxo e os diversos componentes do sistema de dessalinização os quais operam nas correntes de fluxo.

O equipamento de recepção da água opera na corrente de abastecimento a partir da fonte para produzir a água de alimentação. Os tratamentos indicados durante esta etapa são: a remoção de sólidos em suspensão e outros tratamentos mecânicos.

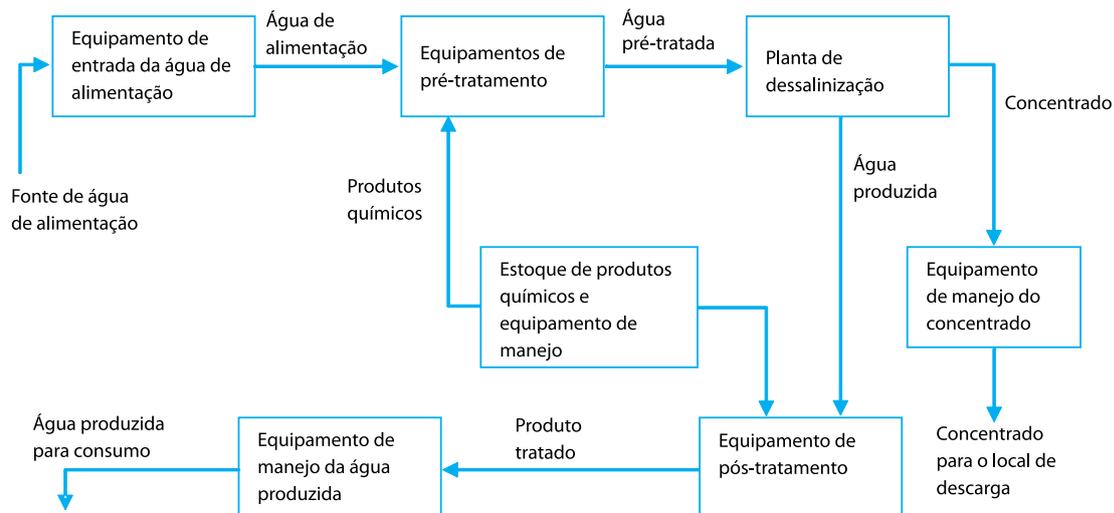


Figura 25 Esquema geral de uma planta de dessalinização (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972)

A água de alimentação é, então, tratada quimicamente para produzir a corrente de água pré-tratada. Na maioria dos casos um pré-tratamento é realizado para assegurar um desempenho mais eficaz e menos problemático da planta de dessalinização. O tipo e a extensão do pré-tratamento depende dos componentes da água de abastecimento e das características do processo de dessalinização utilizado.

A corrente da água de alimentação pré-tratada entra na planta de dessalinização para ser processada, formando duas correntes, a corrente de água produzida (permeado) e a corrente do concentrado.

A corrente de água produzida é então misturada com produtos químicos numa etapa de pós-tratamento, por exemplo, a correção e estabilização do pH. Em seguida, a água tratada é estocada ou transferida por um sistema de distribuição (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972).

As etapas mais importantes no projeto e implantação de unidade de dessalinização por membranas são as seguintes (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Definição precisa da qualidade de água almejada, com o estabelecimento de parâmetros e valores;
- Análise detalhada da qualidade da água de alimentação;
- Definição do tipo de unidade de membrana filtrante que permitirá atingir os valores de qualidade de água estipulada;
- Definição do porte da unidade de tratamento;
- Elaboração de pré-projetos;
- Avaliação dos projetos propostos e estabelecimento de plantas piloto;
- Operação das plantas piloto;
- Seleção da melhor proposta e elaboração do projeto definitivo;

- Construção e entrada em operação da planta;
- Acompanhamento contínuo de desempenho da planta pelos operadores, para otimização de processos e redução de custo operacional.

7.3.5.1 Análise de Água de Alimentação

Em todos os projetos de membranas filtrantes devem ser precedidos de uma análise completa da água de alimentação. Isto se aplica também a tecnologias de remoção de material particulado, que podem ser afetados por depósitos de sais nas membranas ou pela ação de oxidantes químicos (Schneider & Tsutiya, 2001).

Os principais parâmetros a serem analisados são os seguintes:

- Cátions: K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Ba^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} ;
- Ânions: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{-2} , PO_4^{-3} ;
- Coloides: SiO_2 (tot), Fe (tot);
- Um dos parâmetros de *fouling*: IDS;
- Temperatura;
- Condutividade elétrica;
- pH;
- Sólidos totais dissolvidos;
- Turbidez;
- Alcalinidade: alcalinidade total, alcalinidade de carbonatos, dureza total;
- Bactérias;
- Outros: cheiro, cor etc.

7.3.6 Simulação de Processos por Osmose Inversa

Um sistema de OI pode ser projetado com suficiente exatidão usando um programa de simulação em computador. Com a ajuda do simulador, resultados exatos podem ser obtidos muito rapidamente, de modo que possa ser usado para modificar e aperfeiçoar o projeto do sistema de dessalinização (FilmTec, 1995).

A *Dow-FilmTec*, *Fluid Systems* (atual *Koch*), *Hydranautics*, *Osmonics* e *TriSep* são algumas das empresas fabricantes de membranas espirais, que fornecem programas de computador para o desenvolvimento de projetos de plantas de dessalinização por OI. Esses programas são uma ferramenta para desenvolver e testar várias configurações de sistema. Os programas fornecem meios de estimar a qualidade e a produção da água a partir dos parâmetros dados (Taylor & Jacobs, 1996).

Em geral, os programas requerem alguns dados de entradas como: análise físico-química, pH, temperatura, da água de alimentação; recuperação do sistema; vazão de permeado, sendo

possível determinar as melhores condições de operação da planta, com a escolha adequada do tipo de elemento utilizado, melhor arranjo, menor consumo de energia etc. Em alguns casos, pode-se testar até que ponto o sistema irá operar sob condições extremas como a qualidade da água de alimentação desconhecida, exigências especiais na qualidade do permeado, recuperações elevadas.

7.3.7 Pré-tratamento

As operações com membranas requerem alguma medida de pré-tratamento da água de alimentação do processo. O pré-tratamento é a primeira etapa para o controle de incrustações nas membranas. O pré-tratamento mais simples envolve uma micro-filtragem e nenhuma adição química. Entretanto, quando uma água de superfície é tratada, o procedimento de pré-tratamento pode ser complexo incluindo o ajuste do pH, cloração, adição de coagulantes, sedimentação, clareamento, absorção em carvão ativado, adição de complexantes, filtração e uma avaliação final (Taylor & Jacobs, 1996).

Para aumentar a eficiência e o tempo de vida do sistema de osmose inversa, se faz necessário um sistema de pré-tratamento da água de alimentação. A seleção do pré-tratamento apropriado deve ser de forma que maximize a eficiência e a vida da membrana e minimize a quantidade de sólidos suspensos na água de alimentação, a precipitação de sais solúveis como o Carbonato de Cálcio (CaCO_3) ou Sulfato de Bário (BaSO_4) e a degradação da membrana. O resultado será a otimização do fluxo de permeado, rejeição de sais, recuperação do produto e custo de operação (FilmTec, 1995).

Os fatores que devem ser levados em consideração quando o sistema necessita de um pré-tratamento são (Taylor & Jacobs, 1996):

- Material no qual é construída a membrana;
- Configuração do módulo;
- Qualidade da água de alimentação;
- Taxa de recuperação;
- Qualidade final da água do permeado.

O projeto apropriado para tratamento para a água de alimentação dependerá da fonte de água, composição e aplicação. Uma fonte de água é considerada boa quando o índice de densidade de sedimentos (IDS) é baixo (tipicamente <2). Estas águas requerem tipicamente um sistema de pré-tratamento simples como a adição de anti-incrustante e um filtro de cartucho de $5\mu\text{m}$. Águas superficiais são caracterizadas por um IDS elevado e por ter uma contagem de microrganismos elevada. O pré-tratamento para este tipo de água é mais elaborado e requer etapas adicionais que incluem frequentemente a adição de polímeros, clarificação e filtração em filtros multimeios. Uma vez que a fonte de água de alimentação for determinada, uma análise completa e exata da água deverá ser feita, sendo de grande importância para o projeto do pré-tratamento apropriado e do sistema de OI, o tipo e a extensão do pré-tratamento dependerá da fonte de água (FilmTec, 1995).

7.3.7.1 Incrustações (*Fouling*)

A formação indesejável de depósitos nas superfícies de membranas é chamada de *Fouling*. Isso ocorre quando os sólidos rejeitados não são transportados da superfície da membrana para a

corrente do fluxo de alimentação. Em consequência, os sais dissolvidos, os sólidos suspensos e os microorganismos se acumulam na superfície da membrana. Em operações de OI, este processo tende a diminuir o desempenho dos elementos de membranas (Amjad, 1992).

O *fouling* é consequência de um conjunto de fenômenos, capaz de provocar uma queda no fluxo do permeado e/ou o aumento da passagem de sais com o tempo, quando se trabalha com uma solução ou suspensão (Ghafour, 2002; Habert et al., 1997). A extensão do fenômeno do *fouling* depende da natureza da solução problema como também, e de maneira acentuada, das condições de operação do sistema de membrana (Habert et al., 1997).

7.3.7.1.1 Depósitos Inorgânicos (*Scalings*)

Os depósitos inorgânicos (*scalings*) são sais normalmente solúveis na água que precipitam e se cristalizam na superfície e dentro dos poros das membranas (Gwon et al., 2003). Isso é facilmente entendido quando verificamos que na área externa próxima à membrana a concentração de sais é bem superior à concentração do sal na água de entrada, podendo atingir o limite de solubilidade e assim precipitando (Sousa, 2003; Ghafour, 2002). Em casos extremos, o aumento na concentração de sal em sistemas de OI, devido a elevadas recuperações, pode conduzir ao limite de saturação de um ou mais componentes da solução, levando à formação de incrustações na superfície da membrana. Essa formação pode reduzir a eficácia da separação, separar os envelopes da membrana e causar uma redução na turbulência do fluxo, resultando em um aumento na polarização de concentração na superfície da membrana (Ghafour, 2002).

7.3.7.1.2 Depósitos de Material Biológico (*Biofouling*)

O *biofouling* é resultado da interação complexa entre o material da membrana, os parâmetros do processo (tais como substâncias dissolvidas, velocidade de alimentação, pressão etc) e os microorganismos. O *biofouling* é basicamente um problema de crescimento do biofilme na superfície da membrana (Amjad, 1992).

Na OI, a ocorrência de biofilme é indicada pela contínua redução do fluxo através das membranas ou pelo aumento da pressão de operação, necessária para manter uma determinada vazão de permeado. Em casos extremos, o biofilme pode causar o colapso telescópico de elementos de membranas em espirais pelo deslocamento lateral de canais adjacentes. Bactérias geralmente predominam nos biofilmes de membranas e dos espaçadores dos canais do concentrado e do permeado. Os fungos são os principais biodegradadores das colas utilizadas para a vedação dos canais do permeado em elementos espirais utilizados na OI (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.7.2 Controle de Incrustação

A incrustação de uma membrana de OI pode ocorrer quando os sais solúveis são concentrados dentro do elemento acima do seu limite de solubilidade. Por exemplo, se um sistema de OI operar com uma recuperação de 50%, a concentração do concentrado será o dobro da concentração na corrente da alimentação. Assim, com o aumento da recuperação, o risco de incrustação aumenta. Portanto, deve-se ter o cuidado para não exceder os limites de solubilidade dos sais poucos solúveis, pois a precipitação e a incrustação podem ocorrer.

Em um sistema de OI os sais solúveis mais comumente encontrados são CaSO_4 , CaCO_3 e a sílica. Outros sais que geram um problema potencial de incrustação são CaF_2 , BaSO_4 e SrSO_4 .

Para evitar a incrustação do carbonato de cálcio, CaCO_3 , este deve se dissolver na corrente do concentrado preferivelmente do que precipitar. Essa tendência pode ser expressa pelo Índice

de Saturação de *Langelier* (ISL) para águas salobras. No pH de saturação (pHS), o bicarbonato está em equilíbrio com o CaCO_3 (FilmTec, 1995).

O controle do *biofouling* depende da interrupção de uma ou de várias etapas na formação do biofilme microbiano. As estratégias de controle do *biofouling* podem ser agrupadas nas seguintes categorias (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Seleção e otimização de pré-tratamentos eficientes para a água de alimentação;
- Seleção de membranas apropriadas ao sistema;
- Otimização da pressão de filtração e do rendimento;
- Aumento da velocidade de transporte do meio em direção paralela à membrana para diminuir a taxa de deposição de material particulado;
- Otimização dos procedimentos de limpeza química para remoção do biofilme de membrana.

O objetivo do pré-tratamento é reduzir ao máximo o risco de formação de biofilmes na superfície da membrana. As medidas mais eficazes incluem a remoção dos micro-organismos da água de alimentação e a diminuição da matéria orgânica disponível para o crescimento dos micro-organismos. A seleção de membranas deve ser feita especificamente para o tipo de água que será tratada (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.8 Principais Parâmetros de Processos de Osmose Inversa

7.3.8.1 Fluxo do Permeado

Na OI os sais dissolvidos retidos na superfície da membrana causam o aumento da concentração próxima à superfície considerada. Este aumento de concentração causa um aumento no valor da diferença de pressão osmótica da solução, que tende a reduzir o fluxo de permeado.

O fluxo do permeado através de uma membrana de osmose inversa é proporcional à diferença de pressão osmótica e hidráulica e pode ser representado pela Equação 6.1 (Taylor & Jacobs, 1996; Dow Latin America, 1996):

$$J_p = K_a (\Delta P - \Delta \pi) = \frac{Q_p}{A} \quad (6.1)$$

onde: J_p : fluxo do permeado ($\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$); K_a : coeficiente de permeação de água ($\text{L} \cdot \text{h} \cdot \text{atm}/\text{m}^2$); ΔP : diferença de pressão hidráulica (kgf/cm^2); $\Delta \pi$: diferença de pressão osmótica (kgf/cm^2); Q_p : vazão de permeado e A : área ativa da membrana (m^2).

7.3.8.2 Pressão Osmótica

A pressão osmótica depende da concentração de solutos, temperatura da solução e do tipo de íons presentes. Quanto maior for a concentração da solução, maior será o valor da

pressão osmótica dessa solução. Para soluções diluídas, a pressão osmótica pode ser calculada pela equação de Van't Hoff (Equação 6.2) (Brandt et al., 1993).

$$\pi = \sum v_i c_i RT \quad (6.2)$$

onde: π : pressão osmótica da solução iônica (kgf/cm²); v_i : nº de íons formados na dissociação do soluto; c_i : concentração molar do soluto (mol/L); R: constante dos gases ideais (atm.cm³/mol.K) e T: temperatura absoluta (K).

7.3.8.3 Recuperação

A recuperação do sistema refere-se à percentagem da água de alimentação convertida em água permeada e depende de vários fatores, como a formação de incrustação na superfície das membranas, a pressão osmótica e a qualidade da água de alimentação do sistema.

A recuperação de um sistema pode ser definida de acordo com a Equação 6.3 (Taylor & Jacobs, 1996).

$$r(\%) = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100 = \frac{Q_p}{Q_p + Q_c} \times 100 \quad (6.3)$$

onde: r: recuperação do sistema (%); Q_p : vazão de permeado (m³/h); Q_a : vazão de alimentação (m³/h) e Q_c : vazão do concentrado (m³/h).

A recuperação máxima em qualquer instalação de OI, depende dos sais presentes na água de alimentação e de sua tendência a se precipitar na superfície da membrana. Com o aumento do nível de recuperação do sistema, mais água é convertida em produto, conseqüentemente, aumenta o valor da concentração de sais dissolvidos na corrente de rejeito, assim como a possibilidade de sua precipitação na superfície da membrana (Dow Latin America, 1996).

7.3.8.4 Percentual de Rejeição de Sais

O percentual de rejeição de sais (PRS) fornece a capacidade da membrana de rejeitar os sais dissolvidos durante a permeação da água (Silveira, 1999) e pode ser definida como:

$$PRS(\%) = \frac{C_a - C_p}{C_a} \times 100 = \left(1 - \frac{C_p}{C_a} \right) \times 100 \quad (6.4)$$

onde: PRS: percentual de rejeição de sais (%), C_a : concentração de alimentação (mg/L) e C_p : concentração do permeado (mg/L).

O percentual de rejeição de sais indica a efetividade de remoção de sais e outras espécies químicas pela membrana, possuindo valores que variam de 90 a 99,8% para a maioria dos íons existentes na água (Dow Latin Química, 1996).

Uma grande variedade de fatores influencia a rejeição de solutos por membranas: dimensões do soluto, morfologia dos componentes retidos pela membrana, tamanho dos poros da membrana, propriedades químicas da solução a ser filtrada e fatores hidrodinâmicos, que determinam a tensão de arraste e as forças de cisalhamento na superfície da membrana (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.8.5 Balanço de Massa

A Equação 6.5 apresenta o balanço de massa para um sistema de dessalinização.

$$Q_a C_a = Q_p C_p + Q_c C_c \quad (6.5)$$

onde: Q_a : vazão de alimentação (m^3/h); C_a : concentração de sais dissolvidos na corrente de alimentação (mg/L); Q_p : vazão do produto (m^3/h); C_p : concentração de sais dissolvidos na corrente de produto (mg/L); Q_c : vazão do concentrado (m^3/h) e C_c : concentração de sais dissolvidos na corrente de concentrado (mg/L). A concentração de sais dissolvidos na corrente do concentrado é matematicamente estimada, a partir da Equação:

$$C_c = \frac{Q_a C_a - Q_p C_p}{Q_c} = \frac{C_a - r C_p}{Q_c / Q_a} \quad (6.6)$$

Logo, temos a concentração de sais na corrente do concentrado, estimada pela equação abaixo:

$$C_c = \frac{C_a - r C_p}{1 - r} \quad (6.7)$$

onde: C_c : concentração do concentrado (mg/L); C_a : concentração de alimentação (mg/L) e r : recuperação do sistema (%).

7.3.9 Cuidados Durante a Operação de Sistemas de Membranas

Após a conclusão da fase de projeto e construção, inicia-se a fase operacional. Os dados de operação que descrevem o desempenho dos sistemas de OI devem ser coletados rotineiramente durante o período de operação da planta. Esses dados, junto com análises de águas periódicas, fornecem subsídios necessários para a avaliação do desempenho da planta.

A definição dos objetivos operacionais nessa fase deve ser norteadada por duas considerações importantes (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Produção de água na qualidade e nos volumes projetados;
- Maximização da vida útil das membranas.

O custo de reposição de membranas é um dos mais importantes componentes do custo operacional de uma planta de membrana, sua minimização depende de medidas que permitam prolongar ao máximo a vida útil das membranas. A maximização do período de uso de membranas depende da adoção de uma série de medidas importantes, durante a operação do sistema (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Monitoramento da qualidade da água de alimentação;
- Monitoramento dos parâmetros de operação das membranas;
- Planejamento adequado das medidas de intervenção (ciclos de limpeza química).

Há diversos parâmetros operacionais que podem ser monitorados para otimizar o desempenho total da planta. Os parâmetros operacionais das membranas relacionados ao aumento da vida útil dos elementos do sistema, que devem ser analisados com frequência, são (Schneider & Tsutiya, 2001; Taylor & Jacobs, 1996):

- Pressão de operação;
- Perda de carga no módulo;
- Fluxo de permeado e de concentrado;
- Condutividade elétrica do permeado.

O conjunto desses fatores permite avaliar a perda de eficiência do sistema de filtração. O aumento da pressão de operação, ou a redução do fluxo através da membrana a uma pressão constante, são indicadores claros da ocorrência de incrustações. Quando esses parâmetros atingem valores críticos, é necessário realizar um ciclo de limpeza química.

7.4 Sistema de Dessalinização

O sistema de dessalinização é composto por um poço tubular, bomba do poço, reservatório de alimentação (água bruta), abrigo de alvenaria, dessalinizador, reservatório para o permeado (água doce), reservatório para o concentrado, chafariz e tanques para contenção do concentrado. A Figura 26 mostra um sistema de dessalinização para águas salobras, encontrado em diversas localidades no campo.

O abrigo é o local onde o dessalinizador se encontra instalado, o qual sempre deve ser mantido limpo e em bom estado de conservação. Próximo ao abrigo se encontra os reservatórios de alimentação, do permeado e do concentrado. A distribuição da água para a comunidade é realizada no chafariz instalado próximo ao abrigo do dessalinizador.



Figura 26 Sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce

7.5 Dessalinizador

O dessalinizador é o equipamento responsável para realização do processo de dessalinização da água salobra do poço. A água do poço é a principal fonte hídrica de alimentação do dessalinizador para produção de água potável e suas características físico-químicas estão relacionadas com a região onde o poço foi perfurado.

A água do poço antes de entrar no dessalinizador recebe um pré-tratamento. O pré-tratamento tem por objetivo proteger as membranas na remoção de materiais presentes na água bruta (água do poço). Os pré-tratamentos físicos são compostos de filtros, podendo ser de cartucho ou de areia e os pré-tratamentos químicos que são realizados através de injeção de produtos anti-incrustantes e/ou inibidores na água de alimentação do sistema. A Figura 27 mostra a vista de um dessalinizador encontrado no campo.



Figura 27 Fotografia de um dessalinizador de 9 membranas

A água ao entrar no sistema passa pelos filtros de cartucho, recebe anti-incrustante e é pressurizada, através da bomba de alta pressão, passando pelas membranas, responsáveis pela separação dos sais da água, produzindo uma corrente de água permeada e outra concentrada.

Os vasos de alta pressão, bombas, sistemas de filtros e demais componentes do sistema em geral são montados em uma estrutura metálica construída em aço carbono e com pintura contra corrosão. Nos dessalinizadores temos ainda as tubulações hidráulicas, quadro de comando elétrico dos motores bombas e instrumentos de medidas das pressões e das vazões de água produzidas.

7.6 Operação do Dessalinizador

As etapas descritas abaixo, que devem ser realizadas diariamente pelo operador, são procedimentos simples, mas de grande importância para o bom funcionamento do dessalinizador evitando alguns problemas, mantendo a qualidade do produto e aumentando o tempo de vida dos equipamentos.

7.6.1 Etapas de Operação

- 1) Verificar como se encontra a higiene dos tanques da água de alimentação, do permeado e do concentrado. Caso estejam com alguma sujeira, recomenda-se realizar uma limpeza completa antes de acionar o dessalinizador.
- 2) Antes de dar partida no dessalinizador verificar o nível da água no tanque de alimentação. Caso o nível da água se encontrar baixo, ligar a bomba do poço até que o tanque esteja com água suficiente.

- 3) Verificar as condições dos filtros de cartucho, caso estejam sujos deverão ser trocados. O intervalo de tempo para troca dos filtros de cartucho irá depender da qualidade da água do poço.
 - 4) Verificar as condições de higiene do tanque de retrolavagem. Recomenda-se que seja limpo antes de acionar o dessalinizador, pois o mesmo receberá água permeada que será utilizada no final do processo de dessalinização.
 - 5) Verificar se o tanque (bombona) de anti-incrustante está com quantidade suficiente e como se encontra sua limpeza. Caso esteja sujo ou vazio, realizar uma limpeza e preparar uma nova solução de anti-incrustante com água dessalinizada.
 - 6) Abrir a válvula de alimentação (água bruta).
 - 7) Ligar a bomba auxiliar. Após acionar a bomba de auxílio esperar de 2 a 3 minutos para que o sistema receba água suficiente para ligar o dessalinizador. Durante esse intervalo deve-se retirar o ar dos filtros com ajuda de uma flanela evitando cair respingos de água bruta na estrutura metálica do dessalinizador. Observar se existe algum vazamento nas tubulações. Em caso positivo, retirar o vazamento antes de acionar o dessalinizador.
 - 8) Ligar a bomba dosadora de anti-incrustante (Observar se entra em funcionamento). Em alguns casos entra ar ou sujeira na mangueira impedindo que o produto seja injetado no sistema.
 - 9) Ligar a bomba de alta pressão.
 - 10) Realizar e anotar, na planilha de acompanhamento, a leitura dos instrumentos de medidas do dessalinizador:
 - Leitura das pressões de entrada e saída dos filtros de cartucho.
 - Leitura das pressões de entrada e saída das membranas.
 - Leitura das vazões de permeado e concentrado.
- Em anexo encontra-se um modelo de planilha de monitoramento do dessalinizador.
- 11) Observar o funcionamento dos motores. Os casos mais comuns são vazamentos entre o motor e a bomba. Isso significa que o selo mecânico precisa ser substituído por um novo. Periodicamente os motores-bombas precisam passar por manutenções como substituição de rolamentos e/ou do selo mecânico, proporcionando melhor funcionamento.
 - 12) Encher o tanque de retrolavagem com água dessalinizada. Observar como está a qualidade da água, provar um pouco para verificar se a água se encontra doce ou não. Caso a água não esteja saindo boa, desligar o dessalinizador e procurar o técnico responsável.
 - 13) Verificar se os tanques do permeado e do concentrado estão enchendo normalmente.
 - 14) Realizar a distribuição da água para a comunidade.

7.6.2 Como Desligar o Dessalinizador

- 1) Desligar a bomba de alta pressão.
- 2) Desligar a bomba de auxílio e fechar a válvula de alimentação.
- 3) Desligar a bomba dosadora.
- 4) Abrir a válvula da bomba de limpeza (retrolavagem). Ligar a bomba da retrolavagem e observar o nível da água no tanque de retrolavagem até acabar.
- 5) Desligar a bomba de retrolavagem e fechar a válvula da bomba de retrolavagem.
- 6) Desligar a chave geral do sistema.

7.6.3 Monitoramento e Manutenção

O monitoramento dos dessalinizadores deve ser realizado através de visitas periódicas aos sistemas pelos técnicos do grupo gestor e/ou do PAD, onde são coletados os dados das variáveis de medidas dos dessalinizadores, bem como a coleta de amostras de águas das correntes de alimentação, permeado e concentrado.

O acompanhamento dos dessalinizadores também pode ser realizado através dos projetos de simulação dos dessalinizadores. A partir das análises físico-químicas são realizados os projetos dos dessalinizadores com auxílio de programas de simulação de membranas, com o objetivo de avaliar o funcionamento dos equipamentos em função das suas pressões, vazões e qualidade das águas.

7.6.3.1 Instrumentos de Medidas dos Dessalinizadores

O registro das condições de operação do dessalinizador é mostrado pelos instrumentos de medidas. Os instrumentos mais comuns encontrados nos equipamentos são os manômetros (medidores de pressão) e os rotâmetros (medidores de vazão). Em alguns dessalinizadores, além dos manômetros e dos rotâmetros, existem outros instrumentos como o condutivímetro (que indica o teor de sal na água) e o phmetro (que indica o potencial hidrogeniônico da água).

É importante que se tenha um banco de dados com as informações do sistema o qual deve ser periodicamente analisado com o objetivo de detectar problemas potenciais. Em anexo encontra-se um modelo de planilha de acompanhamento das variáveis de medidas dos dessalinizadores.

7.6.3.2 Análise de Água

O acompanhamento dos dessalinizadores também é realizado através do monitoramento da qualidade das águas de alimentação, permeado e concentrado. A forma de avaliar a qualidade das águas é através das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas por laboratórios especializados. No Brasil, existem padrões de potabilidade regidos por portarias e resoluções

legais, como a Portaria 2914/2011 do Ministério de Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O importante, no entanto, é manter um programa de monitoramento da qualidade da água de alimentação de sistemas de dessalinização e dos seus produtos. A necessidade do monitoramento deve-se ao fato de possíveis mudanças em algumas características da água que podem ocorrer com o tempo ou devido a condições externas que possam vir a contaminar a fonte.

A amostragem da água para análise físico-química deve ser feita coletando-se 1,5-2,0 litros da água numa garrafa plástica ou de vidro, nova ou que só tenha sido utilizada com água. Lava-se o recipiente três vezes com a água do local que se deseja analisar, e na quarta vez enche-se, identifica-se com dados sobre o interessado, a procedência, local da coleta, data da coleta e envia-se o mais rápido possível ao laboratório. Caso não seja possível enviar no mesmo dia, colocar sob refrigeração até o momento do envio. Deve-se ter o cuidado para que no momento da coleta não deixar as mãos entrar em contato com a água. É importante também observar alguns procedimentos que dependem do local da coleta (Agrolab, 2008):

- Caso a água seja de poço recentemente aberto, esperar alguns dias com o mesmo em funcionamento antes de fazer a coleta da amostra, para que o mesmo elimine qualquer tipo de material em suspensão, resultante da perfuração.
- No caso de poço já em funcionamento, abrir a torneira, deixar correr a água por 2 minutos, e então fazer a coleta.
- No caso de açudes, reservatórios ou rios, evitar coletar muito na margem. Aprofundar um pouco a garrafa e fazer a coleta.
- Outras situações de coleta, consultar previamente o laboratório.

Obs.: A amostragem para a análise físico-química incluindo metais ou para a análise bacteriológica requer procedimentos e recipientes especiais. Sugere-se consultar o laboratório.

A Tabela 5 mostra os principais parâmetros físico-químicos a serem analisados nas amostras de águas.

Tabela 5 Parâmetros físico-químicos a serem analisados

Parâmetros	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca^{++}	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg^{++}	---
Dureza Total, mg/L CaCO_3	500,0
Sódio, mg/L Na^+	200,0
Potássio, mg/L K^+	---
Ferro Total, mg/L	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO_3	---
Sulfato, mg/L SO_4^-	250,0
Cloreto, mg/L Cl^-	250,0
Nitrato, mg/L NO_3^-	10,0
Nitrito, mg/L NO_2^-	1,0
Sílica, mg/L SiO_2	---
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.000,0

(*) **VMP** - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira – PORTARIA 2914/2011 - MS.

O acompanhamento dos dessalinizadores recuperados também é feito através dos projetos de simulação dos dessalinizadores. A partir das análises físico-químicas são realizados os projetos dos dessalinizadores com auxílio de programas de simulação de membranas, com o objetivo de avaliar o funcionamento dos equipamentos em função das suas pressões, vazões e qualidade das águas.

7.6.3.3 Manutenção

O tempo de vida útil dos sistemas de dessalinização depende de uma boa operação feita por operadores devidamente capacitados e das manutenções realizadas nos equipamentos. Os sistemas devem ter um programa de visitas periódicas de acompanhamento e para realização das devidas manutenções corretivas e preventivas, sempre por técnicos habilitados e em oficinas autorizadas.

Durante as visitas deve ser observada a existência de filtros de cartucho para reposição e anti-incrustante suficiente para a operação do dessalinizador.

Deve-se observar na planilha de monitoramento do dessalinizador a diferença de pressão dos filtros de cartucho, quando a diferença de pressão dos filtros de cartucho for superior a 10% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que os filtros precisam ser trocados por outros novos.

Ainda na planilha de monitoramento do dessalinizador, é preciso observar também a diferença de pressão das membranas, quando a diferença de pressão das membranas for superior a 15% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que as membranas precisam de uma limpeza química.

Um ciclo de limpeza química é desencadeado quando os parâmetros de operação (fluxo ou pressão) atingem valores pré-determinados. Em sistemas de OI, os ciclos são iniciados quando for atingido um dos seguintes parâmetros (Schneider & Tsutiya, 2001; FilmTec, 1995):

- Diminuição do fluxo normalizado em cerca de 10%;
- Aumento da pressão em 15%;
- Aumento da passagem de sais normalizada em 5%.

A aplicação de ciclos de limpeza química, em intervalos adequados, impede o comprometimento irreversível da membrana e o crescimento excessivo de biofilmes. A efetividade do processo de limpeza depende da formulação da solução de limpeza, da frequência de aplicação e do protocolo de aplicação. A limpeza ácida é geralmente empregada para a remoção de depósitos inorgânicos, enquanto que, depósitos orgânicos e biofilmes são removidos com formulações alcalinas. O pH da solução de limpeza deve ser compatível com a faixa de pH da membrana. A temperatura da solução de limpeza é outro fator importante a ser considerado no processo (Schneider & Tsutiya, 2001).

O processo de limpeza química das membranas deve ser realizado por técnicos capacitados e utilizados produtos adequados para remoção das incrustações e que não prejudiquem os elementos de membranas.

Ainda fazem parte das manutenções as ações corretivas na substituição de peças defeituosas, reparos nas tubulações, concertos nas bombas como troca de selo mecânico e rolamentos, calibração dos instrumentos de medidas e limpeza dos recipientes de retrolavagem e da solução de anti-incrustante.

O Quadro 18 mostra uma sugestão de cronograma para o acompanhamento e manutenção do sistema de dessalinização.

Quadro 18 Tabela de acompanhamento e manutenção

Etapas	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoramento da qualidade da água do poço, permeado e concentrado												
Verificar as pressões de operação do dessalinizador												
Verificar as vazões das correntes de permeado e concentrado												
Verificar os pré-filtros de cartucho												
Verificar estoque de pré-filtros de cartucho												
Verificar estoque de anti-incrustante												
Desinfecção do sistema (limpeza do chafariz e dos reservatórios de água bruta e do permeado)												
Verificar rolamentos e selo mecânico das bombas												
Verificar vazamentos												
Realizar limpeza química das membranas (quando necessário)												

Os custos de um sistema de dessalinização têm diminuído ao longo do tempo devido à evolução na tecnologia de membranas. Os custos de instalação dependem de muitas variáveis como a salinidade da água de alimentação, tamanho da planta e exigências de infraestruturas.

Os custos de operação cobrem todas as despesas ocorridas após o equipamento entrar em operação. Estão relacionados os custos com energia elétrica, mão de obra, reposição de membranas, limpezas químicas, manutenção em bombas e peças sobressalentes, produtos usados no pré-tratamento como filtros de cartucho e anti-incrustantes.

Na Tabela 6 estão descritos alguns serviços e custos estimados para operação e manutenção de um dessalinizador com produção de 1m³/h.

Tabela 6 Serviços de manutenção e custos estimados em reais

Serviços	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Troca de filtros de cartucho	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Manutenção de bomba (troca de selo mecânico, rolamentos)			80,00			80,00			80,00			80,00
Anti-incrustante para membranas		90,00			90,00			90,00			90,00	
Limpeza química de membranas	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67
Manutenção de tubulações hidráulicas	20,00			20,00			20,00			20,00		
Energia Elétrica	105,82	95,74	110,86	95,74	100,78	95,74	115,90	105,82	105,82	105,82	100,78	110,86
Salário do operador	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00	678,00
Troca de membranas (em 5 anos)	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
Visita de técnicos 1 técnico)	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08
Total (R\$)	1.038,07	1.097,99	1.103,10	1.027,99	1.103,03	1.087,99	1.048,14	1.108,07	1.098,07	1.038,07	1.103,03	1.103,10

7.7 Distribuição da Água Doce

A distribuição da água e sua utilização devem ser realizadas de forma consciente e solidária a todos da comunidade. Cada comunidade tem uma forma, quantidade e horário de distribuição da água, aos quais devem estar descrito no Acordo de Gestão do dessalinizador.

Na elaboração do Acordo de Gestão do Dessalinizador, cada comunidade define regras que respondem a algumas questões importantes, como: Qual será o horário de funcionamento do equipamento? Quais são os deveres do operador? Qual será o horário de distribuição da água? Quem poderá pegar água no dessalinizador? Qual será a quantidade de água distribuída por família? Quem pagará a conta de energia elétrica? Quais são as responsabilidades da prefeitura? Quais são as responsabilidades do Núcleo Estadual do Programa Água Doce? Como a comunidade vai monitorar o cumprimento do Acordo? Entre outras questões.

O termo de compromisso deve ser assinado por todas as famílias beneficiadas pela água do dessalinizador e também pelos representantes das instituições públicas que irão apoiar a gestão do sistema de dessalinização pela comunidade. Os Acordos também ajudam a resolver os conflitos internos e possibilitam que a própria comunidade tome as decisões relacionadas à gestão do sistema de dessalinização.

7.8 Uso do Concentrado

O concentrado vem sendo armazenado em um reservatório para ser encaminhado aos tanques de contenção e evaporação. De acordo com os costumes da comunidade e da qualidade da água, parte do concentrado pode ser utilizado em cochos para dessedentação animal ou pela própria comunidade para água de gasto.

Em comunidades que atendam aos requisitos técnicos estabelecidos pelo PAD, esse concentrado pode ser utilizado no sistema produtivo integrado sustentável. O sistema de produção integrado foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido para se tornar uma alternativa de uso adequado para o efluente (concentrado) do sistema de dessalinização, minimizando impactos ambientais e contribuindo para a segurança alimentar.

O sistema de produção é composto por quatro subsistemas interdependentes: no primeiro, o sistema de dessalinização torna a água potável; no segundo, o concentrado é enviado para tanques de criação de peixes (tilápia); no terceiro, o concentrado dessa criação, enriquecido em matéria orgânica, é aproveitado para a irrigação da Erva-Sal (*Atriplex Nummularia*) que, por sua vez, é utilizada na produção de feno; no quarto, a forragem, com teor proteico entre 14 e 18%, é utilizada para a engorda de caprinos e/ou ovinos da região, fechando assim o sistema de produção integrado ambientalmente sustentável. Para maiores informações sobre o sistema de produção procurar a Coordenação Estadual do Programa Água Doce.

7.9 Referências Bibliográficas

AGROLAB. Disponível em <www.agrolab.com.br/agua.htm#Amostragem>, Acessado em out/2008.

AMJAD, Z., *Reverse Osmosis: Membrane Technology, Water Chemistry & Industrial Applications*, Van Nostrand-Reinold, New York, 1992.

BRANDT, D. C., LEITNER, G. F. AND LEITNER, W. E., *Reverse osmosis membrane states of the art*. In Zahid Amjad (ed), *Reverse Osmosis: Membrane Technology, Water Chemistry & Industrial Applications*, Van Nostrand-Reinold, New York, 1993.

DOW LATIN AMERICA, *A tecnologia de membrana de osmose reversa*. Boletim Técnico, 1996.

FILMTEC, *Tech Manual*, Dow Chemical Company, 1995.

FilmTec. Disponível em: <http://www.filmtec.com/liquidseps>. Acesso em jan/2008.

GHAFOUR, E. E. A., *Enhancing RO system performance utilizing antiscalants*. *Desalination* 153: 149-153, 2002.

GWON, E., YU M., OH H., YLEEY., *Fouling characteristics of NF and RO operated for removal of dissolved matter from groundwater*. *Water Research* 37: 2989-2997, 2003.

HABERT, A. C., BORGES, C. P. E NÓBREGA, R., *Processos de separação com membranas*. Escola Piloto em Engenharia Química, COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Química, 1997.

Hydranautics. Disponível em: [http:// www.nitto.com/product/datasheet/membrane](http://www.nitto.com/product/datasheet/membrane). Acesso em dez/2008.

Kerr, T. J. and McHale, B. B., *Application in general microbiology: A laboratory manual*. 6th ed., Hunter Textbooks Inc., Winston-Salem, 2001.

LIRA, R. H. P., *Avaliação do pré-tratamento de um sistema de dessalinização piloto via osmose inversa*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2004.

Manual de Dessalinização para Planejadores, Secretaria de Recuperação, Engenharia e Centro de Pesquisas de Denver, Colorado, EUA. Primeira Edição, 1972.

Migas, Disponível em: <http://www.migas-indonesia.com/files/article/ro.pdf>. Acesso em mai/2010.

MALLEVIALLE, J., ODENDAAL, P.E. & WIESNER, M.R., *The emergence of membranes in water and wastewater treatment*. In: Joel Mallevalle et al (eds), *Water Treatment Membrane Processes*, pp. 1.1-1.10. McGraw Hill, New York, 1996.

SCHNEIDER, R. P., & TSUTIYA, M. T., *Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso*. ABES, 1a ed., São Paulo, 2001.

SOUSA, S. E. H., *Normalização de sistemas de dessalinização via osmose inversa*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2003.

TAYLOR, J. S. & JACOBS, E.P., *Reverse osmosis and nanofiltration*. In: Joel Mallevalle et al (eds), *Water Treatment Membrane Processes*, pp. 9.1-9.70. McGraw Hill, New York, 1996.

7.10 Anexos

7.10.1 Anexo I - Diagnóstico Técnico do Sistema

O diagnóstico técnico do sistema de dessalinização deverá constar de um relatório completo com registro fotográfico contendo no mínimo os seguintes pontos:

- **Identificação**

- 1) Município / Localidade.
- 2) Órgão responsável que instalou o sistema.
- 3) Nome(s) do(s) operador(es).
- 4) Número de famílias na localidade.

- **Obras Civis**

- 1) Breve descrição sobre os aspectos físicos do sistema
- 2) Diagnóstico das obras civis

Deverão ser diagnosticadas todas as estruturas que integram os sistemas (abrigo do dessalinizador, reservatórios, chafariz, cercas etc), quantificando e detalhando o estado de conservação, itens que precisam ser recuperados, reformados, substituídos.

- a) Fundações e infraestruturas
 - Lastro de concreto
 - Concreto
 - Alvenaria
 - b) Alvenarias
 - Paredes
 - Base dos reservatórios
 - Reservatórios e tampas
 - c) Estrutura
 - Laje pré-moldada de piso
 - Concreto
 - d) Revestimento
 - Interno
 - Externo
 - Azulejos, cerâmicas
 - e) Forros e coberturas
 - Reboco de tetos
 - Estrutura de madeira
 - Cobertura com telha cerâmica
 - f) Piso
 - Interno
 - Externo
 - g) Esquadrias
 - Portas
 - h) Pintura
 - Interna
 - Externa
 - i) Instalações elétricas
 - j) Impermeabilizações
 - k) Cercas
 - l) Tubulações hidráulicas
 - m) Tanques de contenção
 - Taludes
 - Manta de impermeabilização
- 3) Poço:
- a) Apresentar teste de vazão completo.
 - b) Apresentar laudo de análise físico-química e bacteriológica da água do poço.
 - c) Georreferência do poço.
 - d) Informar sobre a rede elétrica, se existe queda de tensão ou sobre carga etc.

e) Bomba do poço (informar o tipo de bomba, potência, características, quadro elétrico, se está em funcionamento, motivos de paradas etc).

f) Informar se existe abrigo para quadro de comando, condições de conservação da alvenaria, cobertura, portão etc.

g) Informar sobre o estado das tubulações hidráulicas.

h) Distância do poço ao dessalinizador.

- **Dessalinizador**

- 1) Informar sobre o funcionamento do dessalinizador (tempo de operação, quando foi instalado, quem presta algum tipo de manutenção, quando foi feita alguma manutenção, motivos de paradas etc).

- 2) Informar sobre o estado dos filtros de cartucho (limpos, sujos, precisam ser trocados, número de filtros, existe em estoque etc).

- 3) Verificar e informar se existem vazamentos nas carcaças dos filtros (copos), se precisam ser substituídos, número de carcaças.

- 4) Motor-bomba (observar e informar para todos os casos se existe vazamentos, ruídos, funcionamento, tipo de bomba, potência etc):

- a) Motor-bomba Auxiliar

- b) Motor-bomba Alta pressão

- c) Motor-bomba Retrolavagem

- 5) Bomba dosadora (informar sobre o funcionamento, motivos de paradas, tipo, modelo etc).

- 6) Verificar e informar se existe anti-incrustante em estoque, quantidade, tipo (nome) etc.

- 7) Informar sobre o estado de limpeza e conservação dos tanques (bombonas) usados para retrolavagem.

- 8) Informar sobre vazamentos em todas as tubulações (PCV, CPVC, mangueiras, válvulas), se existem conexões quebradas, se precisam de reparos etc.

- 9) Informar sobre o estado dos vasos de alta pressão (permeadores), informando o número de vasos, comprimento e diâmetro, como está o fechamento dos vasos, se existe vazamentos, peças quebradas, tipo de fechamento, pintura etc.

- 10) Informar o número de membranas, dimensões etc.

- 11) Observar e informar sobre o funcionamento dos manômetros (medidores de pressão), informando as faixas de leituras, modelos, conexões, mangueiras para tomada das pressões etc e realizar as leituras dos mesmos etc.

- 12) Observar e informar sobre o funcionamento dos rotâmetros (medidores de vazão) informando as faixas de leituras, modelos, conexões etc e realizar as leituras dos mesmos.

- 13) Verificar o quadro de comando elétrico, e informar sobre o estado das botoeiras, sinaleiras, contactores, se existe algum componente a ser substituído, estado de conservação etc.
- 14) Verificar e informar sobre o pressostato.
- 15) Informar o tipo de rede elétrica se existe queda de tensão no local ou sobre carga etc.
- 16) Informar sobre o estado de conservação da estrutura metálica, suportes, pintura, pés (vibra-stop) etc.
- 17) Observar e informar sobre demais itens que compõem o dessalinizador.
- 18) Informar a condutividade elétrica da água nas correntes de alimentação, permeado e concentrado.
- 19) Observar e informar sobre a limpeza dos reservatórios:
 - Alimentação (água do poço)
 - Permeado
 - Concentrado
- 20) Observar e informar sobre a limpeza do chafariz.
- 21) Apresentar laudo de análise físico-química da água do permeado e do concentrado (caso o dessalinizador esteja funcionando).

Resultados

- Diagnóstico completo dos sistemas de dessalinização tendo como referência os critérios e metodologia do Programa Água Doce – SRHU/MMA.
- Descrição completa e quantificada de cada item que necessita de recuperação, manutenção e/ou substituição do sistema de dessalinização completo (obras civis, poço e dessalinizador).

7.10.2 Anexo II - Planilha de Monitoramento do Dessalinizador

Município: _____

Estado: _____

Localidade: _____

Nome(s) do(s) operador(es): _____

Onde: P1= Pressão de entrada dos filtros; P2= Pressão de saída dos filtros; P3= Pressão de entrada das membranas; P4 = Pressão de saída das membranas; Q1= Vazão do concentrado; Q2= Vazão do permeado.

Data	P1 (kgf/cm ²)	P2 (kgf/cm ²)	P3 (kgf/cm ²)	P4 (kgf/cm ²)	Q1 (L/min)	Q2 (L/min)

7.10.3 Anexo III - Especificações Técnicas para um Dessalinizador: 6 membranas

1) Produção de água dessalinizada = 1 m³/h

2) Vasos de alta pressão:

02 (dois) vasos de alta pressão completos de fibra de vidro reforçado, diâmetro interno de 4", composto com molas elásticas, tampas (ou espelhos) etc, cada um com capacidade de encapsular 03 elementos de membranas.

3) Membranas:

06 (seis) elementos de membranas de osmose inversa de alta rejeição (percentual de rejeição de sais 99,5%), modelo espiral *TFC*. Cada elemento de membrana apresentando uma área de 78 pe², *GPD* = 2400 com diâmetro de 4" e comprimento de 40".

Limites de operação:

- Temperatura máxima de operação: 45°C
- Pressão máxima de operação: 41 bar
- Fluxo máximo de alimentação: 3,6 m³/h
- SDI máximo (15 min): 5
- Faixa de pH durante operação: 2 – 11
- Faixa de pH durante limpeza química: 1 – 13

4) Pré-tratamento químico composto de:

01 (uma) bomba dosadora para solução de anti-incrustante, com fluxo ajustável, força e pulsos indicados por LEDs, proteção IP65, com filtro em polietileno, válvulas em Viton, diafragma em P.T.F.E. e válvula de injeção em polipropileno;

- 01 (um) recipiente de polietileno (bombona) com capacidade para 50L;
- 01 (uma) bombona de 25 kg do produto anti-incrustante concentrado e aprovado pelo fabricante das membranas.
- 5) Pré-tratamento físico composto de:
- 04 (quatro) carcaças para filtros de cartuchos de polipropileno, com 30 cm de comprimento;
- 01 (uma) caixa contendo 30 unidades de elementos de filtros de cartuchos de polipropileno de 5µm, com 25 cm de comprimento;
- 6) Medidores de pressões:
- 02 (dois) manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando a faixa de (0,0 a 4,0) kgf/cm²;
- 02 (dois) manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando a faixa de (0,0 a 20,0) kgf/cm².
- 7) Medidores de vazão:
- 01 (um) medidor de vazão tipo rotâmetro, com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 35) L/min para o permeado;
- 01 (um) medidor de vazão tipo rotâmetro, com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 35) L/min para o concentrado.
- 8) Bomba auxiliar:
- 01 (uma) bomba centrífuga horizontal, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro, monofásica, 1/2CV.
- 9) Bomba de alta pressão: (Obs.: Tipo de tensão)
- 01 (uma) bomba de alta pressão multiestágios de 3,0 CV, contendo 28 estágios, trifásica, com intermediário, eixo e carcaça em aço inox.
- 10) Sistema de Proteção:
- 01 (um) pressostato para proteção da bomba de alta pressão com *switch* para desligamento automático em caso de falta de água. O pressostato deve ter as seguintes características: Pressão operacional admissível – 18 bar; faixa de regulagem – 0,2 a 8,0 bar; diferencial ajustável – 0,5 a 2,0 bar.
- 11) Sistema de retrolavagem:
- 01 (uma) bomba centrífuga horizontal, monofásica, 1/3CV, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro;
- 01 (uma) bombona de plástico com tampa, de 80L para armazenamento de água permeada.

12) Sistema elétrico:

01 (um) painel elétrico completo para comando de operação, com proteção de sobrecarga para os motores, com disjuntor, relé falta de fase, relés térmicos para os motores-bombas, contactor geral e para os motores-bombas, botoeiras Lig/Deslig/Sinaleiras, amperímetro e voltímetro.

13) Tubulações:

Tubulação de baixa pressão em PVC de 32 mm;

Tubulação de alta pressão em CPVC de 28 mm.

14) Estrutura metálica construída em aço carbono com pintura epóx contra corrosão, composta com quatro "vibra-stop":

A base da estrutura feita com cantoneira de 3" x 3/16", perfil "U". A estrutura confeccionada com cantoneira de abas iguais de 2" x 3/16".

Observações:

- Para equipamentos com outras vazões, observar a quantidade de vasos de pressão e membranas, tipo das membranas, número de filtros de cartucho e dimensionamento das bombas.
- As membranas e o anti-incrustante deverão ter certificação Padrão NSF/ANSI International em suas respectivas categorias e o anti-incrustante deve ser compatível com as membranas de OI.

7.10.4 Anexo IV – Modelo de Termo de Referência - Dessalinização

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO

O objetivo destes Termos de Referência é o estabelecimento de normas, critérios, condições contratuais principais e fornecimento de todas as informações que permitam a elaboração de proposta de fornecimento de equipamentos, peças e serviços para recuperação de dessalinizadores por osmose inversa (bombas, membranas de osmose inversa, componentes, materiais de consumo e serviços).

1.2. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Neste Termo de Referência são utilizadas as expressões relacionadas a seguir, com os significados e interpretações respectivamente indicados:

Atecel – Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz do Oliveira Júnior.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

PAD – Programa Água Doce SRHU/MMA.

LOCAL DE ENTREGA – Local onde serão entregues os materiais.

LICITANTE – Empresa que apresenta a proposta.

CONTRATO – Documento, subscrito pela ATECEL e pela CONTRATADA, que define as obrigações de ambas com relação aos fornecimentos e aos serviços.

CONTRATADA – Empresa contratada responsável pelo fornecimento dos equipamentos para dessalinizadores.

DOCUMENTOS COMPLEMENTARES ou SUPLEMENTARES – Documentos que por força de condições técnicas imprevisíveis, se fizerem necessários para a complementação ou suplementação dos documentos emitidos neste Termo de Referência.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – Tipo de norma destinada a fixar as características, condições e requisitos exigíveis a aquisição e execução dos serviços.

FISCALIZAÇÃO – Equipe do Núcleo Estadual do PAD/RN atuando sob a autoridade do Coordenador Estadual, indicada para exercer em sua representação a supervisão e fiscalização do CONTRATO.

TERMOS DE REFERÊNCIA (TR) – Conjunto de informações e prescrições estabelecidas preliminarmente pela ATECEL, no intento de definir e caracterizar as diretrizes, o programa e a metodologia relativos a uma determinada aquisição, trabalho ou serviço a ser executado.

1.3. LOCAL DE ENTREGA E INSTALAÇÃO

A entrega e instalação dos dessalinizadores, após retirada e recuperação, deveram ocorrer na comunidade a qual pertence o dessalinizador, listadas abaixo:

- Município – Localidade

1.4. CONDIÇÕES GERAIS

1.4.1. ÂMBITO CONTRATUAL DOS FORNECIMENTOS.

a) OS FORNECIMENTOS dos equipamentos e os serviços serão realizados de acordo com o CONTRATO resultante da licitação a que se refere o presente TR, os quais, juntamente com a proposta da(s) CONTRATADA(s), farão parte integrante do contrato.

b) A(s) CONTRATADA(s) será(ão) responsável(is) perante a ATECEL pela qualidade e totalidade dos FORNECIMENTOS dos equipamentos e dos serviços, como também no que se refere à observância das especificações técnicas definidas nestes Termos de Referência.

c) Será de responsabilidade da(s) CONTRATADA(s) o transporte dos equipamentos até o local de entrega e instalação descrito no item 1.3.

1.4.2. SUBCONTRATAÇÃO

Os fornecimentos dos equipamentos e os serviços objeto deste TR não poderão ser transferidos ou subcontratados.

1.4.3. CONFORMIDADE COM O TR

a) Considera-se que a(s) CONTRATADA(s) conhece(m) plenamente o presente TR e que o aceitam totalmente. As dúvidas deverão ser esclarecidas antes da apresentação da Proposta, em conformidade com os prazos estabelecidos.

b) Considerar-se-á que a participação da(s) CONTRATADA(s) nesta licitação implica ter verificado e dimensionado as dificuldades inerentes a aquisição, inclusive as informações adicionais fornecidas pela ATECEL em decorrência deste TR de modo plenamente suficiente para assumir o compromisso de executá-lo conforme o CONTRATO que vier a ser assinado.

c) A não verificação, por qualquer causa, das dificuldades dos fornecimentos e serviços não poderá ser invocada como fonte de alteração dos termos contratuais que venham a ser estabelecidos.

1.4.4. PROCEDIMENTOS

A Atecel e a(s) CONTRATADA(s) estabelecerão oportunamente procedimentos detalhados visando sistematizar o desenvolvimento do CONTRATO, em particular no referente a: (1) Reunião; (2) Habilitação de pessoal; (3) Comunicações; (4) Fiscalização e (5) Faturamento.

1.4.5. PREVALÊNCIA DE CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Entender-se-á que, em caso de conflito entre as Condições Gerais estabelecidas no item 1.4 e as Condições Específicas estipuladas nas Seções 2, 3 e 4 desse TR, serão estas últimas as condições prevalecentes.

2. ESCOPO DA AQUISIÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

2.1.1. O objeto do presente TR é o fornecimento de equipamentos para dessalinizadores (bombas, membranas de osmose inversa, componentes e materiais de consumo) e serviços.

2.1.2. No FORNECIMENTO dos equipamentos para dessalinizadores serão adotadas as especificações técnicas previstas neste TR (item 2.2). Entender-se-á que a(s) CONTRATADA(s) está(ão) obrigada(s) a:

a) O fornecedor deverá providenciar a embalagem e acondicionamento dos materiais, como for o caso, para evitar sua avaria ou deterioração durante o trânsito ao seu destino, com embalagem suficiente para resistir, sem limitações, a manejo violento, sol e chuva durante o trânsito e armazenagem.

b) No que tange às membranas de Osmose Inversa, as mesmas deverão ser acompanhadas de uma relação específica, emitida em papel timbrado da empresa fornecedora em duas vias, contendo os números de série de cada membrana, para cada dessalinizador.

c) Os materiais deverão ser novos, sem uso e no caso das membranas de Osmose Inversa com embalagem não violada do fornecedor, e com as características informadas pelo Licitante na sua proposta, compatíveis com as especificações técnicas do Edital. A Licitante obriga-se a substituir, sem ônus para a Atecel, os materiais entregues avariados ou com defeito de fabricação.

d) Propor a Atecel especificações alternativas ou complementares nos casos particulares em que se estime haver fundamento técnico-econômico que a justifiquem.

e) Propor a Atecel especificações apropriadas, nos casos em que os critérios precedentes não determinarem explicitamente a especificação aplicável.

f) Os materiais e peças substituídos deverão ser identificados e entregues aos responsáveis pelo sistema.

2.2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.2.1. BOMBAS

2.2.1.1. BOMBAS DE ALTA PRESSÃO (BOOSTER)

A bomba de alta pressão para dessalinizador por osmose inversa, Multi-estágio BOOSTER, 2 CV com 20 estágios, 3 CV com 28 estágios e 5 CV com 25 estágios, trifásica, motor com proteção IP 55, classe de isolamento B, selo mecânico em inox, bombeador (intermediário, eixo e carcaça) em inox.

2.2.1.2. BOMBAS CENTRÍFUGAS

A Bomba Centrífuga horizontal de ½ CV, monofásica, sucção e recalque em ¾", AM = 4,0 mca, vazão Q= 5,2 m³/h, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro.

2.2.1.3. BOMBAS DOSADORAS

A bomba dosadora para solução de anti-incrustante, com fluxo ajustável, vazão 0,22 a 10,0 l/h, pressão máxima 4,0 BAR, potência 44 W, caixa da bomba em ABS, tensão 60 HZ, força e pulsos indicadores por LEDs, proteção IP65, com filtro em polietileno, válvulas em Viton, diafragma em P.T.F.E. e válvula de injeção em polipropileno.

2.2.2. MEMBRANAS DE OSMOSE INVERSA

As membranas de osmose inversa de alta rejeição (percentual de rejeição de sais 99,5%), modelo espiral *TFC*, faixa de trabalho de 0 a 8.000 mg/L. Cada elemento de membrana apresentando uma área de 78 ft², GPD = 2400, com diâmetro de 4" e comprimento de 40".

Limites de operação:

- Temperatura máxima de operação: 45°C;
- Pressão máxima de operação: 41 bar;
- Fluxo máximo de alimentação: 3,6 m³/h;
- SDI máximo (15 min): 5;
- Faixa de pH durante operação: 2 -11;
- Faixa de pH durante limpeza química: 1- 13.

2.2.3. COMPONENTES DO DESSALINIZADOR

2.2.3.1. MEDIDORES DE PRESSÃO

Os manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando faixa de pressão compatível, com saída traseira em escala de graduação compatível, para verificação de pressões de trabalho nos seguintes pontos:

- Entrada e Saída do conjunto de filtros (0,0 a 4,0) kgf/cm²;
- Entrada e Saída do conjunto de membranas (0,0 a 25,0) kgf/cm²;
- Saída do permeado (0,0 a 4,0) kgf/cm².

2.2.3.2. MEDIDORES DE VAZÃO (COM EMBOLO)

Os medidores de vazão (rotâmetro), com conexões de PVC roscável de 1", com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 60 L/min), pressão máxima 150 PSI, temperatura máxima 100°C. Para medição de vazão do concentrado e permeado, com range de trabalho compatível com a vazão de cada uma dessas fases.

2.2.3.3. CARÇAÇAS DE FILTRO E FILTROS DE CARTUCHO

Carcaça para filtros de cartuchos de polipropileno, com 30 cm de comprimento contendo um elemento de filtros de cartucho de polipropileno de 5µm, com 25 cm de comprimento.

2.2.3.4. ANTI-VIBRADORES

Para cada estrutura metálica deverão ser fornecidos 04 (quatro) redutores de vibração próprios para instalação na estrutura metálica "Skid", anit-vibradores de 3/8", com base de borracha (conjunto com quatro unidades).

2.2.3.5. TAMPAS DOS VASOS DE ALTA PRESSÃO

Tampas para os vasos de alta pressão de 4" em poliprolileno de alta densidade incluindo os anéis de vedação.

2.2.3.6. MOLAS ELÁSTICAS

Molas elásticas para vasos de alta pressão de 4" em inox ou similar.

2.2.3.7. VÁLVULA DE ESFERA INOX

Válvulas de esfera em inox de DN 3/4" e de DN 1".

2.2.3.8. TUBULAÇÕES

- Kit de tubos/conexões e registros de PVC, diâmetro 25 e 32 mm;
- Kit de tubos/conexões e registros de CPVC, diâmetro 22 e 28 mm.

2.2.3.9. MANGUEIRAS DE PRESSÃO

- Mangueira de pressão 1/2";
- Mangueira de pressão 3/4".

2.2.4. SERVIÇOS

2.2.4.1. ESTRUTURA METÁLICA

Pintura do *skid* metálico, utilizando jateamento de areia, aparelhamento com *primer* e tinta PU na cor (Azul Del Rey) ou semelhante.

2.2.4.2. VASOS DE PRESSÃO

Pintura dos vasos de pressão, utilizando aparelhamento com *primer* e tinta PU na cor (Branco).

2.2.4.3. QUADROS DE COMANDO

Pintura de quadros de comando, utilizando aparelhamento com *primer* e tinta esmalte sintético na cor (Marfim) ou semelhante.

2.2.4.4. RECUPERAÇÃO DE BOMBAS DE ALTA PRESSÃO

Recuperação de bombas de alta pressão, composto de substituição de rolamento, selos mecânicos, impulsores e difusores em *noryl*, pintura com tinta preta fosco, alta temperatura.

2.3. CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO – DAS OBRIGAÇÕES

De posse dos dados técnicos fornecidos neste TR, com relação aos equipamentos de dessalinizadores os LICITANTES deverão:

- Apresentar em suas propostas, os preços individuais das peças e serviços, e totais de cada equipamento;
- Dar um prazo de GARANTIA de 1 (um) ano para os equipamentos de dessalinizador e demais acessórios do equipamento licitado;
- Certificados de qualidade das membranas a serem fornecidas, informando o tipo/modelo. As membranas devem ter certificação *Padrão NSF/ANSI Internacional*;
- Projeto de simulação do dessalinizador em *software* do fabricante das membranas;
- Na quebra de quaisquer equipamento ou acessório, dentro do prazo de garantia, a contratada deverá substituí-los com sobressalentes até o conserto dos mesmos, no prazo máximo de 72 (setenta e duas) horas e, para repor o equipamento ou acessório danificado, terá um prazo máximo de 01(um) mês

3. DO PRAZO

O fornecedor, após contratação terá o prazo de 30 (trinta) dias corridos, para a entrega dos equipamentos e acessórios, contados a partir do recebimento da ordem de fornecimento.

4. FORMAS DE PAGAMENTO

4.1. GENERALIDADES

A forma de pagamento considerada neste TR será por preço unitário correspondente a cada dessalinizador recuperado e instalado e após o atesto do recebimento, por um técnico do Núcleo Estadual do PAD/RN e técnico do PAD, de acordo com as Especificações Técnicas do Item 2.2.

O pagamento do FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS será efetuado, mediante faturamento, sujeito às seguintes condições:

- a) Não terá faturamento a AQUISIÇÃO que não seja executado em plena conformidade com o presente TR;
- b) As faturas deverão vir acompanhadas da documentação descrita no Edital;
- c) É de inteira responsabilidade da(s) CONTRATADA(s), a entrega à ATECEL dos documentos de cobrança acompanhados de seus respectivos anexos, de forma clara objetiva e ordenada, que se não atendido, implica em desconsideração pela ATECEL dos prazos estabelecidos.

4.2. REAJUSTAMENTO DE PREÇOS

Os preços ofertados e contratados serão fixos e irremovíveis.

5. ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

5.1. PROPOSTA FINANCEIRA

As LICITANTES deverão cotar os preços de cada um dos itens, em Reais (R\$).

Os custos de transporte, instalação, hospedagem e alimentação, impostos e tributos, para retirada, manutenção, devolução e instalação deverão estar inclusos no valor da proposta.

A PROPOSTA FINANCEIRA será elaborada conforme determina o Edital.

6. PLANILHA DE QUANTIDADES E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os componentes, peças e serviços deverão estar de acordo com as especificações contidas no item 2.2 do presente TR.

7. MUNICÍPIO – LOCALIDADE

Item	Componente	Peças/Serviços	Quant.
1	Vaso de pressão	Pintura com tinta PU na cor branca	1
		Fornecimento e substituição de anéis elásticos em inox	2
		Fornecimento e instalação dos anéis (<i>oring's</i>) de vedação das tampas dos vasos	2
2	Estrutura Metálica	Jateamento, aparelhamento com <i>primer</i> anti-ferrugem e pintura com tinta PU na cor (Azul Del Rey)	1
		Fornecimento e instalação de vibra-stop (conjunto com 4)	1
3	Sistema de Filtração	Fornecimento e instalação de carcaças de filtros com elementos filtrantes de 5 micras	3
4	Bomba de Alta Pressão	Fornecimento e instalação da bomba de alta pressão com conexões de PVC na entrada e CPVC na saída, 2 CV, trifásica, conforme especificação no item 2.2.1	1
		Fornecimento e instalação de registro de inox (1")	1
5	Bomba de Retrolavagem	Recuperação (substituição de rolamentos, selo mecânico) e instalação da bomba de retrolavagem com conexões de PVC e mangueira de pressão de ¾"	1
		Fornecimento e instalação de registro de inox ¾"	1
6	Sistema para Retrolavagem	Fornecimento e substituição das mangueiras de ½" (m)	3
7	Manômetros	Fornecimento e instalação de manômetros glicerizados em inox com conexão traseira e garras para painel na escala de 0 a 25 kgf/cm ²	2
8	Rotâmetros	Fornecimento e instalação de rotâmetros com conexões de PVC roscável de 1"	2
9	Quadro de Comando	Pintura do quadro de comando com tinta esmalte sintético na cor (Marfim)	1
		Fornecimento e instalação de contactor e relé térmico	1
10	Bomba Dosadora	Recuperação e instalação de bomba dosadora, conforme especificação no item 2.2.1	1
11	Membranas	Fornecimento e instalação de membrana de osmose inversa 4040, rejeição 99,5%, conforme especificação no item 2.2.2	3
12	ETC.		

8 Sistemas Produtivos

8.1 Introdução

A água para consumo humano é uma das grandes limitações na zona rural semiárida. Como consequência direta da escassez e do mau uso dos recursos hídricos no Semiárido nordestino, o desenvolvimento da região fica comprometido. Além disso, a população sofre com a precária qualidade de vida e condições de saúde insatisfatórias. Segundo GURGEL, (2006) esses são indicadores de subdesenvolvimento, que demonstram a fragilidade da região e apontam para a necessidade urgente de intervir efetivamente, visando a melhoria das condições de vida das comunidades sertanejas. Não dispondo de reserva de água potável por todo o período de estiagem, a população sofre para obter água, na maioria das vezes imprópria para consumo. Geralmente, essas águas ficam a quilômetros de distância das casas e, por vezes, os pequenos açudes ou reservatórios de água não são capazes de abastecer a toda a comunidade.

Com vistas a resolver o problema de escassez de recursos hídricos, os poços tubulares surgem como uma alternativa, viabilizando o uso dessas águas salinas através da dessalinização por osmose inversa. Por sua comprovada eficiência quanto a relação custo/quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa (OI) se destaca de outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em algumas comunidades no Nordeste do Brasil. Porém, o seu crescente desenvolvimento e utilização poderá trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejadas ao solo, que, além de contaminarem mananciais subterrâneos, poderão ser transportados pela ação dos ventos ou pela água de escoamento superficial, e salinizar aguadas e áreas mais próximas.

A utilização dos rejeitos como meio de cultivo de animais aquáticos surge como uma alternativa de pesquisa para reduzir o impacto ambiental além de permitir a produção de alimento com fins econômicos ou de subsistência. Por exemplo, a tilápia, na qual algumas espécies e linhagens são eurialinas o que lhes conferem a capacidade de adaptação a ambientes de diferentes salinidades, podendo ser cultivadas tanto em água doce como em água salgada ou salobra (KUBITZA, 2005).

Por outro lado, um dos grandes desafios para o Semiárido brasileiro, onde a maior parte dos produtores exploram sistemas de produção a base de milho e feijão, cultivados na dependência das chuvas, é identificar alternativas de exploração agropecuárias sustentáveis. Como alternativa teríamos a utilização dos rejeitos da dessalinização para irrigar plantas halófitas. Estas plantas possuem mecanismos de tolerância e fuga à salinidade do solo que permitem a sua sobrevivência e crescimento em ambientes altamente salinos (Hoffman e Shannon, 1985).

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas no campo experimental da Embrapa Semiárido, onde ficou comprovada que a conjugação da criação da tilápia utilizando como meio líquido o rejeito e utilização deste meio para irrigação da *Atriplex nummularia*, há uma complementação de benefícios mútuos. Através da criação da tilápia, além de produzir uma geração de renda com a produção de pescado, o rejeito como meio líquido é fertilizado pela eliminação dos dejetos do peixe diretamente na água, principalmente pelos teores de fósforo e nitrogênio. Todavia, no processo de criação do peixe há a necessidade de uma troca de água diária, correspondente a 10% do volume total do reservatório. Assim sendo, esta água já fertilizada propicia um excelente meio líquido para ser utilizado na irrigação da Erva-Sal, forragem esta com grande potencial na produção de pequenos e grandes ruminantes. Portanto, a *Atriplex nummularia* comporta-se como uma planta que contribui para a dessalinização dos solos contaminados com sais. Todo esse conhecimento deve ser democratizado através de experiências em nível de comunidades.

Perante o exposto, o Programa Água Doce visa fornecer água de boa qualidade à população carente de água potável, bem como reduzir os impactos ambientais causados pela deposição do rejeito da dessalinização de água salobra por osmose inversa, e a possibilidade de geração de renda pela produção de peixes e ração concentrada para os animais ruminantes, principalmente pela utilização de forragens conservadas como o feno e silagem da *Atriplex*.

Para aplicação desta prática, o Programa Água Doce (PAD) é provedor de unidades demonstrativas (UDs), baseado na demanda de água potável em cada região semiárida, aliada à possibilidade de parcerias, tanto federal, estadual como municipal. Partindo da premissa da necessidade de implantação de cada unidade, esta deverá levar em consideração os seguintes critérios:

Em termos gerais, a área mínima para cada tanque é de 30 x 50 m, totalizando 1500 m². Como será constituída por dois viveiros e um tanque, a necessidade de área total é de 4.500 m². Por outro lado, a área para o cultivo da *Atriplex* é de um hectare. Portanto, a área total para a implantação do sistema completo é de aproximadamente 1,5 a 2,0 hectares. Os demais critérios encontram-se elencados a seguir.

- ◆ A fonte hídrica (poço) deverá:
 - se encontrar fora do aglomerado urbano;
 - estar localizada preferencialmente a uma distância máxima de 100 metros de áreas que possam ser exploradas com agricultura;
 - ter uma vazão mínima de 3000 litros de água por hora;
 - a salinidade não deverá ser superior a 6,0 gramas de sais por litro.
- ◆ A área deverá:
 - ser de domínio público (titularidade da área), além de possuir documentos referentes ao licenciamento ambiental (ou à sua dispensa) e à outorga do uso da água (ou dispensa);
 - ser livre de risco de inundação quando do período chuvoso;
 - ser plana, ou com declividade não superior que 1,0%;
 - ser de fácil acesso;
 - A comunidade na qual será implantada a unidade demonstrativa deverá ter atividades com caprinos, ovinos ou bovinos, pois a Erva-Sal (*Atriplex*) será utilizada como forragem para esses animais.
- ◆ Os solos da área a ser escolhida deverão ter profundidade de perfil de, pelo menos, 1,0 metro para facilitar a escavação dos tanques e favorecer um melhor desenvolvimento do sistema radicular da Erva-Sal. O solo não deverá ser argiloso, para facilitar a drenagem.
- ◆ Nas áreas pré-selecionadas deverão ser coletadas amostras de água do poço (2 litros) e do solo (2,0 kg), de onde poderá ser implantado o sistema. Esses materiais deverão ser etiquetados e enviados para o laboratório de solo e água da Embrapa Semiárido. As amostras de água deverão ser envasadas em garrafas de refrigerantes, desde que sejam bem lavadas. As amostras de solo deverão ser coletadas em pelo menos três locais, nas profundidades de 0-30 cm, 30-60 cm e 60-90 cm, dentro da mesma área. Estas sub-amostras deverão ser misturadas e colocadas num saco plástico, para cada uma das 3 (três) profundidades.

As análises de água, para fins da unidade de produção, deverão ser: condutividade elétrica (salinidade); pH; Ca⁺²; Mg⁺²; Na⁺; K⁺; Cl⁻; CO₃⁻²; HCO₃⁻; SO₄⁻². Para o solo, deverão ser feitas as mesmas análises requeridas para a água e mais a granulometria (% areia, % argila e % silte). No caso dos estados que dispõem de laboratórios para a realização destas análises, fica a critério da coordenação estadual enviar as amostras para o laboratório da Embrapa ou realizá-las no próprio estado.

Etapas compreendidas para execução das unidades:

1. Sensibilização de cada comunidade sobre a importância do projeto;
2. Escolha da área para plantio da Atriplex e escavação e revestimento do reservatório de criação das Tilápias;
3. Elaboração do projeto de irrigação para área da Atriplex;
4. Aração, gradagem e demarcação das covas na área de plantio da Atriplex;
5. Amostragem de solo da área das profundidades de 0 – 30, 30 – 60 e 60 – 90cm com fins de avaliação físico-química do solo;
6. Amostragem para análise físico-química das águas do rejeito, do poço e do dessalinizador para acompanhamento do sistema de dessalinização e da produção de nutrientes no reservatório das Tilápias;
7. Povoamento do reservatório de peixes e plantio das mudas da Erva-Sal;
8. Análise físico-química semanal da água do reservatório dos peixes;
9. Avaliação mensal da biomassa dos indivíduos e ganho de peso por caprinos, ovinos e bovinos alimentados com Erva-Sal, para avaliação técnico-econômica para difusão dos resultados;
10. Treinamento dos produtores para o manejo do sistema integrado:
 - o Informações técnicas e práticas sobre o cultivo da Tilápia;
 - o Informações técnicas e práticas sobre a irrigação da Erva-Sal com o rejeito oriundo do reservatório de cultivo da Tilápia;
 - o Informações técnicas e práticas sobre o arraçamento de caprinos, ovinos e bovinos com forragens conservadas de feno da Erva-Sal e silagem .

Vale ressaltar que para o desenvolvimento de que trata o Programa Água Doce (PAD), este contempla técnicos dos quatro subcomponentes do Programa: dessalinização, mobilização social, sistema de produção e sustentabilidade ambiental. Esta equipe é liderada pelo coordenador estadual que deve realizar a pré-seleção das áreas, com potencialidades para implantação do sistema de produção, e fazer o acompanhamento da implantação e condução das Unidades Demonstrativas.

Cada UD é constituída por três subsistemas interdependentes, formando uma cadeia sustentável: aquicultura, produção de Erva-Sal irrigada com efluente da aquicultura; e arraçamento de caprinos, ovinos e bovinos com feno e, ou silagem da Erva-Sal.

8.2 Subsistema de Aquicultura

8.2.1 Descrição Geral

Uma Unidade Demonstrativa de Produção com utilização de efluente de dessalinizador é um conjunto de obras, equipamentos e ações de campo que possibilitem a minimização dos impactos ambientais produzidos pelo permeado resultante da dessalinização, associadas com atividades produtivas adequadas. A estrutura de produção desenvolvida pela Embrapa é uma combinação de ações integradas, constituídas por quatro subsistemas dependentes que se complementam.

São componentes do sistema:

- Produção de água potável;
- Produção de tilápia;
- Produção de forragem irrigada;
- Engorda de animais com a utilização do feno de Erva-Sal.

Este documento tratará da instalação da estrutura física destinada ao aproveitamento do rejeito da dessalinização na tilapicultura (cultivo de tilápia).

O projeto está concebido de forma modulada para atender à grande diversidade de alternativas localizadas, visto que a variabilidade das condições específicas de cada local exige possibilidades diferentes do porte do projeto sem, entretanto, permitir alterações na sua estrutura, em função das imposições restritivas dos padrões tecnológicos e dos custos de implantação, pela padronização de materiais e equipamentos.

O projeto é composto por (figura 36 e figura 37):

- **Viveiros para piscicultura (2 unidades):** são as estruturas destinadas ao cultivo dos peixes, equipadas com entrada e saída de água que possibilitem o seu manejo adequado para se atingir os resultados esperados.
- **Reservatório de rejeito (1 unidade):** esta estrutura destina-se ao recebimento da água utilizada na piscicultura e destinada à irrigação das halófitas. Além disso, serve para armazenamento de água decantada para uso emergencial nos viveiros e com possibilidade de uso na pré-engorda dos alevinos.

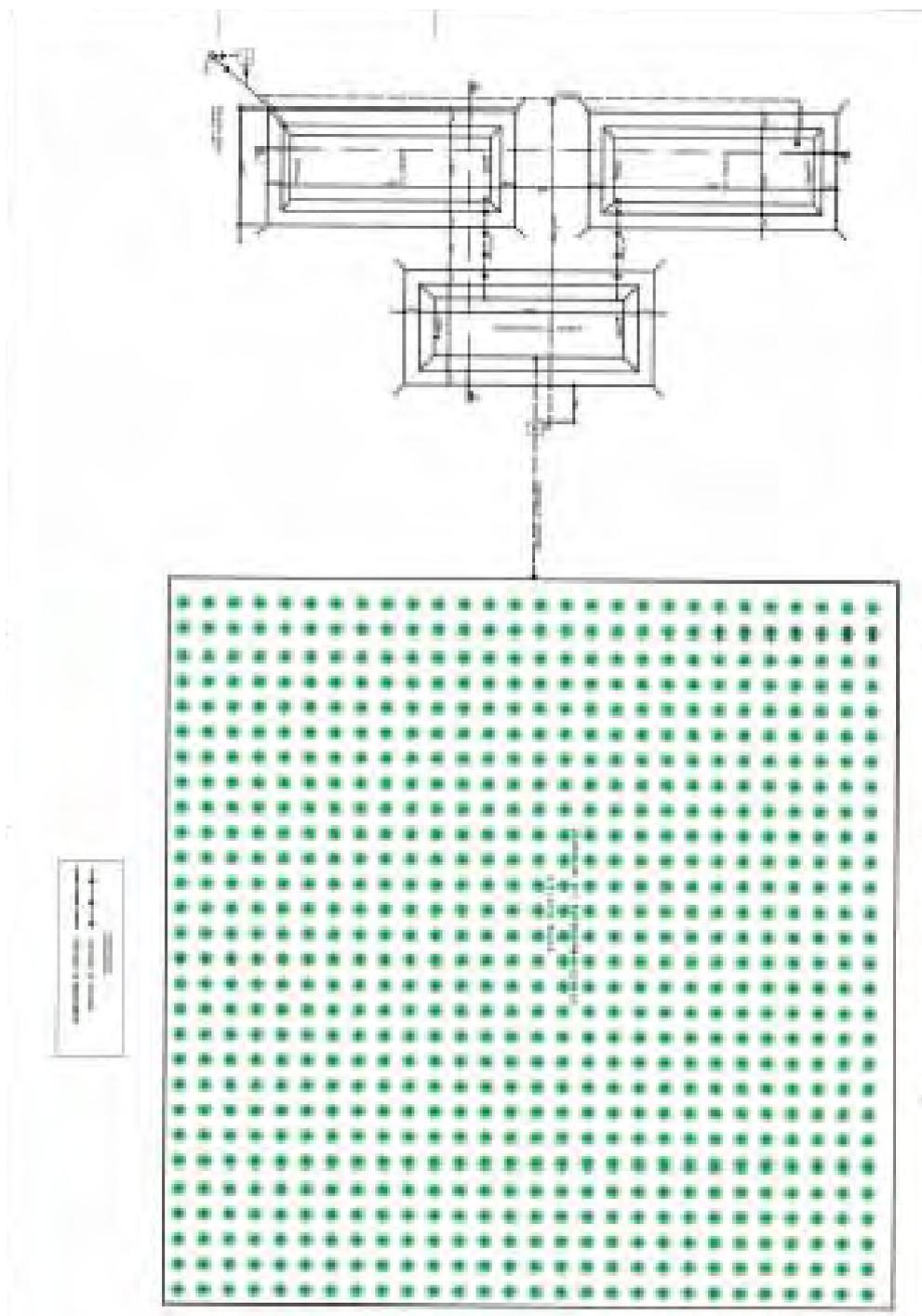


Figura 28 Layout geral da U.D

8.2.2 Estrutura Física – Piscicultura

8.2.2.1 Viveiros (Dimensões)

Os viveiros para piscicultura terão formatos retangulares, com área total de espelho de água 360 m², com capacidade de armazenamento de 414 m³ cujas dimensões seguem abaixo (Anexo I):

- Largura superior (borda).....12,00 m;
- Comprimento superior (borda).....30,00 m;
- Comprimento Inferior (leito).....27,30 m;
- Largura inferior (leito) – abastecimento.....9,60 m;
- Largura inferior (leito) – drenagem.....9,00 m;
- Largura do coroamento.....1,10 m;
- Altura do dique – abastecimento.....1,20 m;
- Altura do dique – drenagem.....1,50 m;
- Altura da lâmina d’água – abastecimento..... 1,00 m;
- Altura da lâmina d’água – drenagem.....1,30 m;
- Declividade dos taludes.....1:1.

8.2.2.2 Reservatório de Rejeito

A construção dos diques do reservatório seguirá os mesmos procedimentos estabelecidos para os diques dos viveiros. Sendo que, a cota de leito do reservatório será 0,50 metro abaixo da menor cota estabelecida para os viveiros.

No projeto consta um reservatório de rejeito, com formato retangular e área de 360 m² e com capacidade de armazenamento de 540 m³, cujas dimensões seguem abaixo (Figura 37):

- Largura superior (borda).....12,00 m;
- Comprimento superior (borda).....30,00 m;
- Comprimento inferior (leito).....26,00 m;
- Largura inferior (leito) – abastecimento.....8,00 m;
- Largura inferior (leito) – drenagem.....8,00 m;
- Largura do coroamento.....1,10 m;
- Altura do dique – abastecimento.....2,00 m;
- Altura do dique – drenagem.....2,00 m;
- Altura da lâmina d’água.....1,50 m;
- Declividade dos taludes.....1:1.

8.2.2.3 Revestimento dos Viveiros e Tanque de Rejeito

Os viveiros de cultivo e o tanque de armazenamento de rejeito serão revestidos, em sua totalidade, com geomembrana de PEAD ou de PVC, garantindo assim um isolamento entre o rejeito e o solo, conforme a Foto 43.



Foto 43: Viveiros revestidos com geomembrana

8.2.3 Manejo de Cultivo

8.2.3.1 Espécie a Ser Cultivada

No cultivo poderá ser utilizada qualquer linhagem de tilápia, dependendo da sua disponibilidade no mercado. A tilápia possui características favoráveis para cultivo, tem facilidade de reprodução, apresenta rápido crescimento e boa taxa de sobrevivência; aproveita o alimento natural do viveiro e aceita alimento artificial, é resistente a doenças e tem boa aceitação no mercado para a comercialização.

A Tilápia Rosa é um híbrido vermelho, resultado de cruzamento com várias espécies de Tilápia, esta variedade foi desenvolvida no vale do Rio São Francisco, resultado de acordo técnico entre empresas nacionais e empresas internacionais (Foto 44). A Tilápia Tailandesa foi introduzida no Brasil, em 1997, também conhecida com chitralada, descendente de uma linhagem de *Oreochromis niloticus* do Egito e há muitos anos tem sido domesticada na Tailândia (Foto 45). No entanto, qualquer outra linhagem de tilápia pode ser utilizada neste sistema de produção.



Foto 44: Tilápia Rosa



Foto 45: Tilápia Tailandesa

8.2.3.2 Aquisição e Transporte de Alevinos

Os alevinos podem ser adquiridos de empresas públicas e particulares, desde que sejam de origem confiável e comprovada, ou seja, onde as qualidades genéticas, nutricionais e sanitárias sejam garantidas. Os alevinos poderão ser transportados em sacos plásticos (Foto 46) como também em caixas de transporte (Foto 47), em fibra de vidro, com isolamento térmico.

Tamanho: 50 cm de largura por 70 cm de comprimento

Capacidade: 1000 alevinos de 2 a 3 cm ou 500 alevinos de 5 cm

Duração: 8 horas aproximadamente, 600 km de distância.



Foto 46: Saco Plástico para transporte de alevinos



Foto 47: Caixa de transporte de peixes.
Características: isolamento térmico; acoplada ao cilindro de oxigênio e capacidade de 400 a 2000L

8.2.3.3 Peixamento ou Povoamento

Este manejo deve ser feito, sempre que possível, nas primeiras horas do dia. A quantidade de alevinos colocados no viveiro é considerada estoque ou população de peixe estocada. O estoque pode ser o número de alevinos (unidade) ou peso total (kg) de peixe vivo por viveiro.



Foto 48: Povoamento dos viveiros de engorda

Antes da transferência dos alevinos da embalagem ou caixa de transporte para o viveiro, observar sempre a diferença de temperatura entre a água do transporte e a do viveiro.

Se a diferença de temperatura for inferior ou superior 3°C, misturar as águas do transporte com a água do viveiro (Foto 49).



Foto 49: Processo de aclimação



Foto 50: Monitoramento da temperatura no processo de aclimação

8.2.3.4 Densidade de Estocagem

A quantidade de alevinos a serem estocados no viveiro, isto é, o número de alevinos será de 1 a 4 peixes/metros cúbico (m^3) ou metro quadrado (m^2). É importante o acompanhamento de um técnico da área para a determinação desta densidade junto à comunidade onde o sistema será implantado.

8.2.3.5 Monitoramento da Qualidade da Água

Os peixes dependem da água para realizar todas as funções vitais:

- Respirar;
- Alimentar-se;
- Excretar;
- Reproduzir.

Por isso, manter a qualidade da água no cultivo é de fundamental importância para:

- Evitar o estresse por parte da população dos peixes, reduzindo a mortalidade;
- Contribuir para a maximização da produção de peixe;
- Produzir peixes com qualidade.

Para avaliar a qualidade da água é necessário fazer medições dos parâmetros físicos e químicos que devem ser medidas diariamente durante o cultivo.

Os principais parâmetros a serem medidos na água do cultivo e níveis aceitáveis, seguem relacionados a seguir:

Quadro 19 Principais parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade da água para o cultivo de tilápias e valores aceitáveis

Parâmetros Físicos e químicos	Medir quantas vezes ao dia	Período do dia	Níveis aceitáveis no cultivo de tilápia
Temperatura	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6h e a tarde 17 h	22 a 32 °C
Oxigênio dissolvido	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6h e a tarde 17h	Acima a de 4 mg/l
pH	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6h e a tarde 17h	6,5 a 8,5
Condutividade elétrica	Uma vez ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6h e a tarde 17h	23 mS/cm
Transparência	Uma vez ao dia	Início da tarde 14h	30 a 40 cm

8.2.3.6 Taxa de Renovação da Água

A taxa de renovação recomendada para cultivo de peixe é de 5 a 10 % do volume total da água por dia.

Esta taxa de renovação do sistema vai depender de fatores, tais como:

- Quantidade de água disponível;
- Quantidade para irrigação da Erva-Sal;
- Qualidade da água;
- Queda da concentração de oxigênio:
 - Excesso de temperatura;
 - Elevadas concentrações de sais;
 - Excesso de fitoplâncton (água muito verde).

8.2.3.7 Alimentação dos Peixes

Alimentos de peixes em cultivo podem ser classificados como:

a) Alimentos naturais – são alimentos encontrados e produzidos na água dos viveiros e é muito importante para os peixes, principalmente na fase de alevino, é composto pelos:

- Fitoplâncton (plantas pequenas);
- Zooplâncton (animais pequenos).

b) Alimentos industrializados - são alimentos fabricados;

Na fase de alevino, a tilápia aproveita também o alimento natural, mas o principal alimento será o artificial (ração), pois o aproveitamento do alimento natural não é suficiente para o crescimento normal.

8.2.3.8 Frequência no Manejo Alimentar (arraçoamento)

No manejo alimentar dos peixes, a frequência do arraçoamento é um fator de relevância para os peixes obterem um bom desenvolvimento e crescimento ótimo. Eles deverão ser alimentados todos os dias durante o período de cultivo.

A quantidade diária de ração a ser oferecida deverá ser pesada diariamente, evitando prejuízos no cultivo, seja por falta ou excesso de ração.

Outro fator importante é que no arraçoamento a ração será oferecida na forma manual (lance) e, para um melhor aproveitamento, deverá ser lançada a favor do vento, facilitando a dispersão uniforme na lamina de água no viveiro. Isso aumenta a possibilidade de que todo o estoque de peixe tenha acesso ao alimento e não apenas aqueles peixes maiores que apresentam comportamento territorialistas.

8.2.3.9 Biometria ou Amostragem

O acompanhamento do crescimento e do estado de saúde dos peixes é feito através de biometrias, ou seja, amostragens mensais. Para avaliar melhor o crescimento dos peixes é recomendado separar os peixes por tamanho, procedimento denominado de biometria estratificada. À medida que os peixes vão sendo capturados, os mesmos devem ser colocados e separados visualmente de acordo com o tamanho em diferentes caixas com água e após separados por tamanhos deverão ser contados e pesados. O objetivo deste manejo é avaliar os tamanhos diferentes dos peixes no cultivo e ajustar a quantidade de ração a ser fornecida no determinado período.

Obtêm-se através do manejo da biometria, informações importantes durante o cultivo, tais como:

- 1) Peso médio dos peixes do viveiro;
- 2) Ganho de peso médio dos peixes no período;

- 3) Ganho de peso médio diário;
- 4) Ajuste da quantidade de ração para o período;
- 5) Taxa de conversão alimentar do período.

8.2.4 Despesca

A primeira despesca será realizada em 06 (seis) meses, a partir da segunda essa frequência ficará em torno dos 03 (três) meses.

O volume total de despesca, a cada final de cultivo, será de aproximadamente 600 kg por tanque.

Para que a despesca seja realizada é importante que os peixes não sejam alimentados no dia anterior, evitando aumento do estresse fisiológico nos animais. Os principais materiais necessários para a despesca são: caixas de isopor e gelo. Assim que os peixes são despescados dos viveiros, devem ser imediatamente colocados nas caixas de isopor com gelo, na proporção em quilos, de 1:1. O gelo é imprescindível para que a morte dos peixes ocorra de forma menos estressante, o que favorece a manutenção da qualidade do pescado após a morte. O ideal é que os peixes sejam eviscerados no máximo duas horas e meia após a morte no gelo. Após a evisceração, o pescado está pronto para ser processado e/ou consumido da forma como desejar.

8.2.5 Bibliografias Consultadas

OETTERER, Marília. *Industrialização do pescado cultivado*. Guaíba:agropecuária, 2002. 200p.

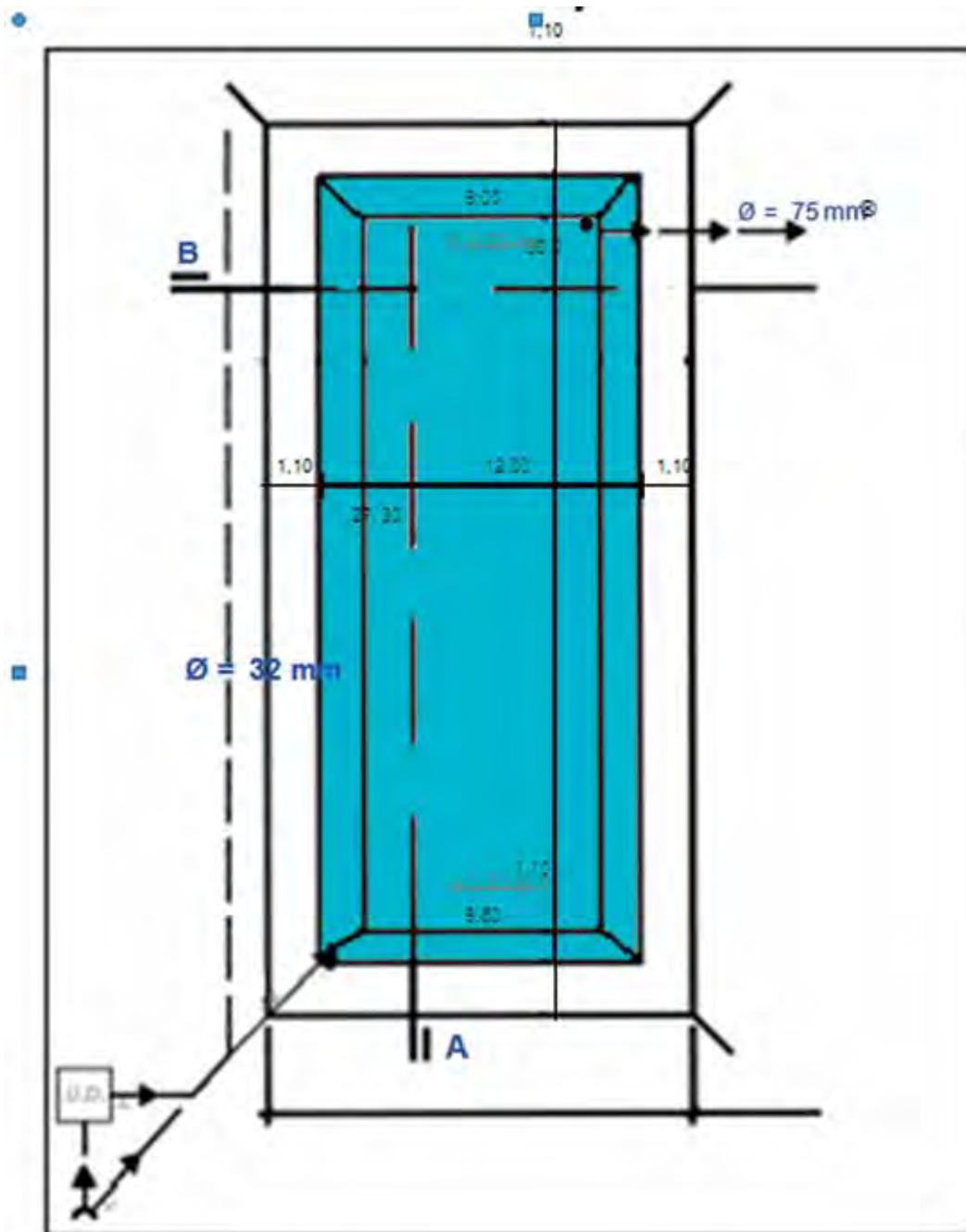
OSTRENSKY, Antônio; BOEGER, Water. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: agropecuária, 1998. 221p.

WOYNAROVICH, Elek. *Manual de piscicultura*; traduzido por Marcelo José de Melo. Brasília: Codevasf, 1993. 71p.

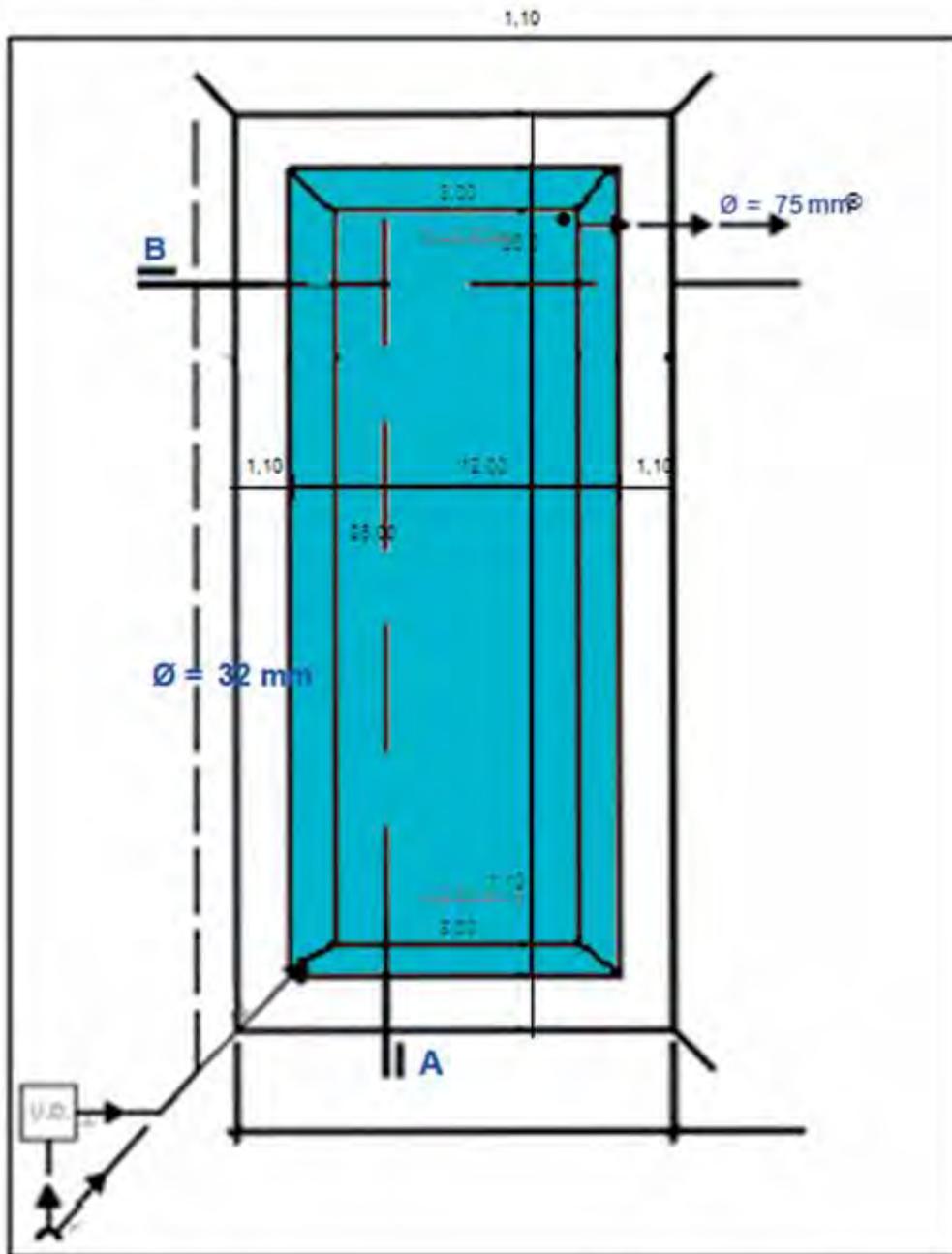
Programa Xingo. *Cartilha Criação de peixe em tanque-rede*. 2000. CNPq/Chesf. 21p.

8.2.6 Anexos

8.2.6.1 Anexo I – Projeto Viveiros



8.2.6.2 Anexo II – Tanque de Contenção



8.3 Utilização da Erva-Sal na Alimentação de Pequenos e Grandes Ruminantes no Semiárido

8.3.1 Introdução

As alternativas de alimentação para caprinos, ovinos e bovinos, nos períodos secos, no Semiárido, baseiam-se na produção e conservação de espécies forrageiras nativas ou introduzidas, no uso de alguns resíduos agroindustriais e na compra de ingredientes concentrados. Todas essas alternativas, são mais ou menos utilizadas de acordo com o perfil tecnológico, social e econômico do produtor. Para as condições do Semiárido não existe uma alternativa “milagrosa”, suas potencialidades e formas de uso podem ser diferentes em função das particularidades específicas de cada uma delas.

A região semiárida do Nordeste brasileiro possui uma grande área de manancial de água salobra subterrânea. O crescente uso da dessalinização de água pelo processo de osmose inversa poderá trazer impactos ambientais severos devido ao rejeito, isto é, água com elevado teor de sais que estão sendo despejados no solo. O plantio de espécies resistentes ao sal (halófitas), como a Erva-Sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), poderá ser uma boa opção de aproveitamento dos rejeitos, devido aos seus mecanismos de tolerância à salinidade e ao seu potencial forrageiro, constituindo-se em uma importante fonte de nutrientes para ruminantes (ARAÚJO E PORTO, 2000).

Dentre as halófitas cultiváveis para fins de forragem, as espécies do gênero *Atriplex* L. merecem destaque especial, em vista de sua rusticidade e capacidade de crescimento em áreas altamente salinas com baixos índices pluviométricos. Espécies deste gênero têm sido introduzidas com sucesso em solos com altos níveis de salinidade, sob irrigação com águas de fontes naturalmente salinas ou ainda com dejetos de águas salinizadas por aquacultura ou processos industriais, sem prejuízo de suas qualidades forrageiras, especialmente úteis na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos.

Por isso, o cultivo de *Atriplex nummularia*, *A. halimus*, *A. canescens* e de outras halófitas tem ocorrido de forma sistemática, sendo sua eficiência constatada tanto em regiões de ocorrência natural (Austrália e Costa Mediterrânea, respectivamente), quanto nas regiões em que foram introduzidas (Espanha, África do Sul, Chile, Argentina, Argélia, Líbia, Egito, Israel, Síria, Jordânia, Arábia Saudita etc), estimando-se a área de cultivo em 500.000 ha na África do Sul e de 150.000ha no Norte da África.

As plantas halófitas são recursos forrageiros utilizados em muitas partes do mundo para viabilizarem atividades pecuárias em regiões de escassas fontes de alimento para os animais. Denominam-se halófitas as plantas que suportam ou necessitam de sais, como cloreto de sódio, carbonato de cálcio, sulfato de magnésio ou sulfato de sódio, para o seu desenvolvimento normal, vegetando sob altas concentrações salinas (LOUSÃ, 1986). Em condições naturais, tais plantas são encontradas como dominantes em solos salinos, em vista da incapacidade de outras plantas em colonizar estes biomas (LE-HOUÉROU, 1995).

Para facilitar o estudo das halófitas, BRAUN-BLANQUET (1979) classificou tais plantas em três grupos:

- **Halófitas obrigatórias:** que necessitam de sais para seu desenvolvimento (plantas dos gêneros *Salicornia*, *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Limonium*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Frankenia* etc);
- **Halófitas preferenciais:** que preferem solos salinos, porém suportam sua ausência (*Scirpusmaritimus* var. *compactus*, *Juncus maritimus*);

• **Halófitas de subsistência:** que suportam a presença de sais no solo, porém não os necessitam para sobreviver (*Phragmites australis*, *Juncus acutus*).

Mais tarde, LE-HOUÉROU (1995) propõe uma nova classificação geral para as halófitas, agrupando-as da seguinte forma:

• **Halófitas obrigatórias ou verdadeiras:** que necessitam de condições salinas para seu normal crescimento (*Halocnemum*, *Arthrocnemum*, *Salsola* spp., *Salicornia* spp., *Suaeda* spp., entre outros).

• **Halófitas opcionais ou facultativas:** que, embora se desenvolvam bem em condições salinas, sob cultivo, crescem e têm produtividade alta sem a presença de qualquer salinidade significativa (Ex. *Atriplex* spp., *Maireana* spp., *Tamarix* spp., entre outras).

• **Halófitas preferenciais:** que não necessitam de sais para crescer, porém se desenvolvem melhor em sua presença (algumas espécies de *Atriplex*, de *Maireana* e de *Tamarix*).

8.3.2 A Erva-Sal (*Atriplex nummularia*)

O gênero *Atriplex* em geral engloba plantas herbáceas, na maioria anuais, ocorrendo também espécies arbustivas lenhosas e perenes (JOLY, 1977).

A distribuição geográfica do gênero *Atriplex* é cosmopolita ocorrendo em todos os continentes e em muitas Ilhas, que vão desde as latitudes de 70°N até os 46°S. Assim, está presente, do Alasca à Patagônia; da Grã Bretanha à Sibéria e da Noruega à África do Sul. Embora seu centro de diversidade genética esteja na Austrália, nove grandes regiões de distribuição geográficas têm sido arbitrariamente definidas.

O gênero *Atriplex* destaca-se pela rusticidade. Em geral, suas espécies têm fácil adaptação a condições ambientais extremas, como solos secos e áridos, sendo, portanto, classificadas como xerófitas. Muitas de suas espécies ocorrem em solos salinos, capazes de tolerar altos teores de salinidade, sendo classificadas como halófitas obrigatórias ou facultativas.

A Erva-Sal é uma forrageira arbustiva, de porte médio, perene. O seu nome de Erva-Sal é devido à particularidade de que ela é capaz de absorver sal através de seu sistema fisiológico, tendo, portanto, o sabor salgado. Esta planta requer sódio como elemento essencial em sua nutrição e por meio de seu sistema radicular desenvolvido e outros mecanismos que regulam o armazenamento e a utilização das reservas nutritivas, tanto para sobrevivência como para produção, consegue atingir as camadas mais profundas do solo (PORTO E ARAÚJO, 1999).



Foto 51: Planta halófitas (*Atriplex nummularia* Lind.)

Foto: Gherman Araújo

A satisfatória produção forrageira das espécies de *Atriplex*, mesmo sob condições de seca e salinidade, tem sido ainda mais valorizada, em vista do considerável teor de proteínas e de sais minerais em suas folhas, o que é importante especialmente na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos, animais robustos em termos de exigências nutricionais, de digestibilidade e de umidade da ração.

Os valores nutricionais são muito variáveis entre locais, épocas do ano, tipo de tecido, idade da planta e material genético ao nível de espécie, procedência ou indivíduos. Valores até cerca de 25% de proteína bruta podem ser encontrados. Na nutrição animal, além do teor proteico, considera-se o teor de sódio nas folhas e em outras partes aéreas, usadas na alimentação do gado como mais um benefício na nutrição dos animais, que dispensa a suplementação de sódio.

8.3.3 Potencial Forrageiro da Erva-Sal

8.3.3.1 Relação Folha x Caule

Proporcionalmente as folhas correspondem a maior parte do peso das plantas, algo em torno de 50%, o que faz da Erva-Sal uma planta com potencial forrageiro destacado pela alta relação folha x caule. A maior produção de folhas em detrimento de caules pode beneficiar a produção animal.

As folhas são muito mais palatáveis, digestíveis e ricas em nutrientes que os caules, assim sendo, as forragens conservadas que possuem uma relação haste/folha pequena têm melhor qualidade.



Foto 52: Relação folha caule da Erva-Sal (*atriplex nummularia*)

Foto: Guerman Araújo

No início do desenvolvimento da forrageira, a relação haste/folha é pequena, porém, à medida que a planta se desenvolve e chega à maturação, esta relação vai se tornando cada vez maior até a sua floração, quando os valores sobem mais rapidamente. O efeito da idade é atribuído ao aumento da relação haste/folha, em decorrência da intensificação do processo de alongamento dos caules, que diferem quimicamente das folhas, devido ao teor elevado de fibra e teores baixo de proteína e fósforo. Assim, apesar de maior rendimento forrageiro com o avanço da idade da planta, é conveniente o corte mais frequente, principalmente em condições de cultivo da Erva-Sal sob irrigação, ainda que isto resulte em menor produção por área.

8.3.4 Composição Química da Erva-Sal

8.3.4.1 Proteína Bruta

A deficiência de proteína na dieta limita a atividade ruminal afetando a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes, visto que as exigências de proteínas pelos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos provenientes da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen.

Segundo a literatura os valores de proteína bruta da Erva-Sal variam entre 14 e 17% na planta inteira, já as folhas de Erva-Sal são detentoras de bons teores de proteína bruta, que podem ser comparados aos de leguminosas e outras espécies utilizadas frequentemente na produção animal, como, por exemplo, a leucena, gliricídia, o guandu forrageiro e a maniçoba, que apresentam normalmente entre 12 a 22 % de proteína bruta. Em comparação com as gramíneas tropicais, em que os valores médios encontrados situam-se normalmente entre 5 e 10 %, as folhas de Erva-Sal podem ser consideradas como uma fonte de proteína na alimentação animal, podendo contribuir para elevar a proteína bruta de dietas a base de volumosos de baixa qualidade.

8.3.4.2 Digestibilidade

A digestibilidade constitui um importante parâmetro do valor nutritivo de um determinado alimento (Oliveira et al. 1991). A digestibilidade é a capacidade do alimento em permitir que o animal utilize seus nutrientes em menor ou maior escala. Vários fatores podem interferir no coeficiente de digestibilidade, principalmente a maturidade da planta, quando se trata de forrageiras, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, em função da redução do teor de proteína, e do aumento da lignificação da parede celular.

Estudos realizados na Embrapa Semiárido sobre digestibilidade "in vitro" onde a média de matéria seca das folhas de Erva-Sal foi de 67,94%, valor este considerado adequado quando comparado a outras forrageiras tropicais, a exemplo do farelo de palma forrageira e raspa de mandioca que apresentaram digestibilidade "in vitro" da matéria seca de 60,7 e 62,8% (Barroso et al., 2006), respectivamente, demonstrando ser larga a capacidade de utilização de seus nutrientes, o que beneficia a produção animal, visto que a digestibilidade determina a fração do alimento aproveitada pelo animal e tem correlação positiva com o consumo.

O elevado coeficiente de digestibilidade e o teor de proteína já destacado para as folhas da Erva-Sal, a condiciona como recurso potencial para garantir um bom aporte e aproveitamento de nutrientes, principalmente no período de maior escassez de forragem, podendo esses nutrientes serem convertidos em produtos nobres como o leite, a carne e a pele.

8.3.4.3 Fibra

A fibra é usada como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen na forma de carboidrato e tem sido usada para caracterizar alimentos e para estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações. A fibra é essencial, já que os ácidos graxos produzidos pela fibra durante a fermentação ruminal são as principais fontes de energia para o animal. Além da produção de ácidos graxos a fibra é responsável pela efetividade e fibrosidade, influenciando na digestibilidade dos alimentos e conseqüentemente no consumo animal. O conhecimento de suas frações, permite o entendimento de suas características e importância no balanceamento das dietas, na avaliação da qualidade dos alimentos e em estimativas de seu valor nutricional.

Quando falamos em fibra, inevitavelmente estaremos associando as determinações aos níveis de fibra em detergente neutro (FDN), já que esta fração é a que apresenta maior correlação nutricional com o tipo de fibra a ser empregado na formulação de dietas para ruminantes.

Com relação a FDN e FDA, Detmann et al. (2004) ressaltam que, a observação desses teores nas silagens é de fundamental importância para o conhecimento do valor nutritivo desses alimentos para ruminantes. Sendo esses teores indicativos da quantidade de fibra presente na forragem, estando a FDN relacionada com a quantidade de fibra que há no volumoso, enquanto a FDA (fibra em detergente ácido) à quantidade de fibra menos digestível, deste modo, quanto menor os seus valores, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca.

Santos, (2010) pesquisando a qualidade da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de Erva-Sal relatou que o teor de FDN não foi afetado ($P > 0,05$) pelos níveis de Erva-Sal na silagem de capim-elefante, sendo os mesmos representados pelo valor médio de 54,15%, (Figura 29). De acordo com Van Soest (1965), níveis de FDN iguais ou superiores a 70%, limita o consumo de alimento pelo efeito físico de enchimento do rúmen.

Observa-se que os teores de FDA das silagens foram afetados ($P < 0,05$) pelos níveis de Erva-Sal, que houve um comportamento linear decrescente nos teores de FDA em função do incremento da Erva-Sal na silagem de capim-elefante. Como o teor de FDA consiste na quantidade de fibra menos digestível, quanto menor for o valor encontrado, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca. Nesse sentido, à medida que houve adição de Erva-Sal na silagem de capim-elefante decresceu significativamente os teores de FDA, sendo mais evidente na proporção de 100%, (30,55%).

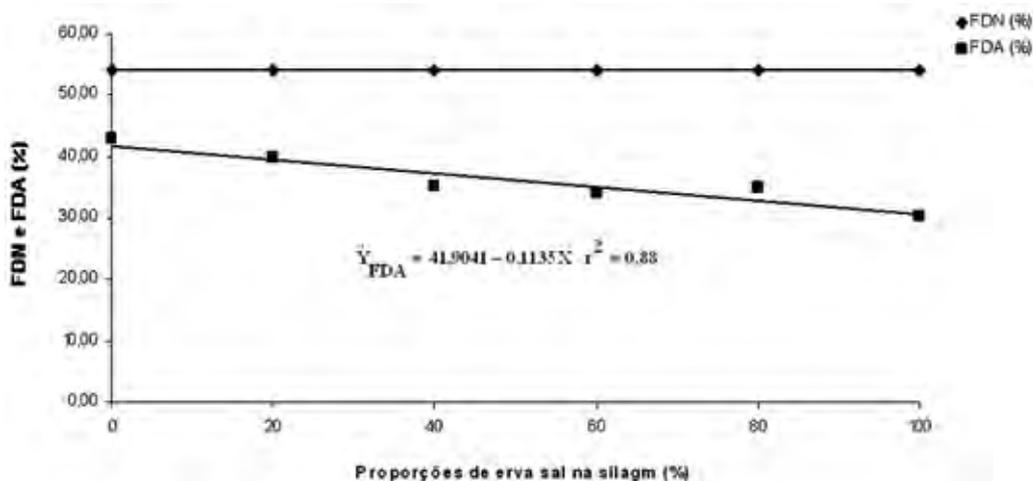


Figura 29 Qualidade da silagem de Capim-Elefante em função da adição da Erva-Sal
Fonte: Santos, 2010

Um experimento foi realizado no campo experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido, em Petrolina- PE, para avaliar a composição química bromatológica das diferentes frações da erva- sal, que pode ser observado na Tabela 5. Vale destacar de início o alto teor de MM (19,4%), encontrado no total da massa forrageira, visto que, esta informação não só tem importância na composição, mas como também, por ser uma estimativa do conteúdo de sais extraídos do solo pela planta. Teores MM de 6,11% para o feno de catingueira e de 6,8% para feno de maniçoba, foram obtidos por GONZAGA NETO (1999) e por SOARES (1995).

O teor de PB da *Atriplex nummularia*, verificado neste trabalho, foi de 14,9%. Esse teor foi semelhante ao encontrado por Silva e Pereira, em 1967 de 14,5% e superior aos encontrados por Gutiérrez, em 1990, que variou de 5,4 a 8,6%, todos citados por SOTO (1996), bem como próximos ou superiores aos valores citados por BARROS et al. (1997) de PB da jurema preta (12,7%), da

maniçoba (12,0%), do marmeleiro (11,6%), do moleque duro (14,4%) e do mororó (14,9%). Para a FDN, o valor encontrado de 56,6% foi próximo a média dos valores citados por BARROS et al. (1997) que foi de 57,9% para árvores e arbustos. A DIVMS de 56,6%, ficou abaixo dos valores citados por SOTO (1997), que variou de 62,7% a. Na Tabela 7 podem ser observados os teores de MS, MO, MM, PB, DIVMS E FDN das frações forrageiras da parte aérea e do total da Erva-Sal.

Tabela 7 Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), mistura mineral (MM), proteína bruta (PB), digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (FDN), das frações forrageiras da parte aérea (folhas, caules finos e grossos) e total da Erva-Sal (*Atriplex nummularia* L.)

Nutrientes*	Frações Forrageiras da Erva-Sal			
	Folhas	Caules Finos	Caules Grossos	Total
MS (%)	23,15	43,91	51,76	30,70
MO	66,22	83,98	88,47	72,33
MM	25,23	8,62	4,04	19,45
PB	18,46	7,96	6,06	14,96
DIVMS	71,88	27,85	16,39	56,67
FDN	38,39	72,34	82,02	50,25

* Análises realizadas no laboratório de nutrição animal da Embrapa Semiárido

8.3.5 Formas de Utilização da Erva-Sal

A Erva-Sal tem sido uma forrageira com importância capital em regiões Semiáridas na formulação de alimentos conservados como feno e silagem, visto que mantém de seus valores nutritivos bem como seu uso na forma *in natura*; sendo uma alternativa para animais ruminantes principalmente em período de seca.

8.3.5.1 *In natura*

Na alimentação de ruminantes a Erva-Sal vem sendo ofertada na forma de pastejo direto em áreas de geração espontânea da espécie, porém quando cultivada, é utilizada na forma de feno e silagem associada a outras forrageiras (Porto et al.; 2001).

Ben Salem et al. (2005), demonstraram que ovinos alimentados apenas com Erva-Sal diminuíram ou mantiveram seus pesos corporais. Na ausência de uma fonte de água, o elevado nível de sais (Na e K, 70 e 20 g/kg MS) respectivamente nessas espécies, limita seu consumo e digestão pelos ruminantes e, por conseguinte, o desempenho animal. No entanto, deve ser associada a outro tipo de volumoso, possibilitando assim a diluição dos sais para que não haja comprometimento do consumo por parte dos animais.

Estudo realizado pelos mesmos autores, em 2002, cita a Erva-Sal como forrageira utilizada na suplementação de rebanhos em regiões áridas, viabilizando a atividade pecuária em regiões de escassas fontes de alimento para os animais.

8.3.5.2 Feno

Trata-se da forragem desidratada em que procura-se manter o valor nutritivo original da forrageira. Retirando-se a água da forragem ela pode ser armazenada por muito tempo, sem

comprometimento da qualidade. O feno é produzido a partir de forragens verdes desidratadas, com 15 % a 20 % de umidade, o que permite que seja armazenado, desde que adequadamente, sem deterioração de seus princípios nutritivos.

8.3.5.2.1 Fatores que Influenciam a Qualidade do Feno da Erva-Sal

1) Estágio de desenvolvimento

Numerosas pesquisas têm demonstrado que o momento do corte é, geralmente, mais importante do que o tipo de forragem utilizada, sendo que, à medida que a planta se desenvolve, ocorre diminuição de seu valor nutritivo, pelo fato de que a maturação de um vegetal promove o aumento dos teores de fibra e dos componentes estruturais, principalmente lignina, obtendo-se um decréscimo no teor de proteína bruta e um aumento nos constituintes da parede celular, com reflexos negativos sobre a qualidade do material armazenado.

2) Proporção de folhas e composição de partes da planta

Um importante fator que determina a qualidade do feno é a relação haste/folha ou a produção de folhas.

Nos fenos de Erva-Sal, aproximadamente, de 60 a 75% do valor protéico da planta encontra-se nas folhas e esta relação haste/folha pode aumentar bastante, em virtude das mesmas poderem perder as folhas durante o processo de fenação. Dessa forma, a maneira pela qual o feno é manipulado e as condições do tempo na ocasião da fenação, podem afetar consideravelmente a porcentagem de folhas no feno. Todo o cuidado para evitar a sua perda, durante o corte, na manipulação ou no transporte contribui para manter sua riqueza em elementos nutritivos.

3) Conteúdo de água da planta no momento do corte

A fenação envolve a retirada de grande quantidade de água da planta (de 65 a 80% para 10 a 20% no feno). Nesse sentido o estágio de desenvolvimento da planta tem grande influência no processo. De um modo geral, uma forrageira durante a fase de crescimento vegetativo, em condições normais de umidade no solo, apresenta uma variação média de 15 a 25 %; durante a floração cerca de 25 a 35% e na fase de sementes maduras cerca de 45% de matéria seca.

- **Época do corte**

A Erva-Sal, em condições de irrigação com rejeito de dessalinizadores, após um ano de idade, pode ser cortada a cada seis meses.

8.3.5.2.2 Processo de Fenação

1) Corte

O principal interesse do produtor é atingir a máxima velocidade de secagem de seu material, dentro dos limites permitidos pelo meio ambiente. Em termos práticos, isto significa

fazer o melhor uso do clima, não só nos períodos favoráveis, mas também em períodos críticos, os quais se sucedem inesperadamente. Assim, como a rápida secagem é de fundamental importância, também é importante obter uma secagem uniforme.



Foto 53: Corte da planta halófito (*Atriplex nummlaria* Lind.)

Foto: Gherman Araújo

A região Semiárida do nordeste apresenta clima extremamente favorável durante quase todo o ano para a obtenção de uma boa desidratação do material a ser fenado.

A operação de corte deve ser realizada de preferência cedo, a fim de se apressar o processo de secagem. O corte da Erva-Sal para fenação deve ser manual. Entretanto, é recomendada a trituração do material, seja por facão ou máquina forrageira (ensiladeira ou picadeira), para proporcionar diminuição e fragmentação dos caules, de forma a proporcionar uma secagem uniforme com as folhas.

2) Secagem (Etapas)

Podemos afirmar que, no geral, quanto mais lenta for a desidratação de uma forragem a campo, maiores serão as perdas em matéria seca e nutrientes. Assim sendo, a operação de secagem é a operação mais importante na prática de fenação pois a qualidade de um feno depende fundamentalmente dessa fase. Dessa maneira ela deverá ser rápida e criteriosa, para que sejam mantidos todos os princípios nutritivos do material original. A secagem pode ser realizada naturalmente (prática mais comum) com o auxílio dos agentes naturais como a radiação solar, os ventos, a umidade relativa do ar etc ou artificialmente através de secadores. Em qualquer um dos processos, a secagem deve ser desenvolvida até que o teor de umidade das plantas no momento do corte (+85%) se reduza para 15 a 18%, que é ótimo, ou para 10 a 20% que é permissível.

A desidratação não ocorre com a mesma velocidade e intensidade durante todo o processo. Há etapas mais rápidas e outras mais lentas e difíceis.

1a. Etapa: por ocasião do corte, as plantas apresentam um teor de umidade de 80-85%, que se reduz rapidamente para valores próximos de 65%. Esta desidratação inicial se processa em decorrência da facilidade da perda de água situada na superfície das células vegetais.

2a. Etapa: a queda da umidade de 60 - 65% para 30% é mais demorada e difícil, porque se perde o auxílio da transpiração, uma vez que os estômatos estão fechados. A desidratação pode ser acelerada de três a quatro vezes, nas etapas iniciais, se a planta for submetida a um tratamento mecânico capaz de afofá-la e virá-la para permitir a entrada de ar e raios solares.

3a. Etapa: quando as plantas atingem aproximadamente 30% de umidade, as células morrem. A queda de umidade de 30% para 10 - 15% é uma etapa rápida e fácil, pois com a morte das células a desidratação ocorre, única e exclusivamente em função das condições favoráveis ambientais.



Foto 54: Diferentes formas e tempo de secagem da parte aérea da Erva-Sal

Foto: G. Araújo

3) Armazenamento

O feno pode ser armazenado a granel em “fenis” (estruturas ou locais para estocar o feno), em sacos de rãfia, tonéis ou embaixo de árvores, desde que devidamente coberto e protegido do acesso dos animais. De uma maneira geral, deve ser compactado a cada camada de 50cm, sendo que, deste modo, consegue-se guardar em 1m³, de 30 a 40kg de feno.

É importante enfatizar que a produção de fardos de feno da Erva-Sal só é possível quando o mesmo é seco sem a devida picagem ou trituração do material, ou seja, apenas corte e secagem dos galhos mais tenros e folhosos.

Ressalta-se que o material armazenado em galpões ou “fenis” pode apresentar um custo por unidade de peso mais elevado que as outras formas de armazenamento, mas, por outro lado, as perdas são significativamente menores, o que pode compensar o custo mais elevado quando o material a ser fenado é de boa qualidade.

Em condições adequadas de ventilação e proteção contra o sol e chuvas, o feno em granel ou em fardos poderá ser armazenado por um ou dois anos com perdas pequenas no tocante às características do início do armazenamento.

Perdas durante o processo de fenação

Durante o processo de conservação de forragens, sempre ocorrem perdas, algumas inevitáveis, pois são inerentes ao processamento e, outras evitáveis, que dependem do conhecimento da técnica empregada.

Como ocorre na maioria dos processos de conservação de alimentos, a fenação requer a atenção de alguns fatores para evitar perdas por:

- a) Falta de previsão de ocorrência de chuva;
- b) Monitoramento precário e conseqüentemente secagem deficiente;
- c) Armazenamento precário em locais não apropriados;
- d) Distribuição excessiva e inadequada aos animais.

1) Perdas no corte

Está relacionada com o tipo de ferramenta utilizada.

2) Perdas na secagem

É nesta fase que ocorrem as maiores possibilidades de perdas na fenação.

A forragem após o corte permanece viva por um certo tempo, no qual as células respiram. Essa respiração é feita às custas de nutrientes das forragens. Assim, quanto maior o tempo para se diminuir a umidade do nível inicial até o nível em que cessa a respiração (segundo autores, 33 - 38% de umidade), maiores serão as perdas, principalmente de carboidratos solúveis. Como esses carboidratos são de alta digestibilidade, a perda do valor nutritivo é maior do que a perda da matéria seca considerada isoladamente.

A continuação do processo respiratório depende de alguns fatores ambientais, tais como a umidade relativa e a temperatura.

Além das perdas dos carboidratos solúveis, ocorrem:

- a) Perdas dos constituintes nitrogenados (menores que a dos carboidratos e estimadas em torno de 2,5%);
- b) Perdas de vitaminas A e E por ativação da oxidação enzimática (no geral, a quantidade de caroteno no feno - precursor de vitamina A - é proporcional ao verde de sua cor);
- c) Perdas de nutrientes solúveis, ou seja, do conteúdo celular ou protoplasma. Essas perdas estão relacionadas com a ocorrência de chuvas e são mais intensas no final do processo de desidratação.

8.3.5.3 Silagem

É o produto oriundo da conservação de forragens úmidas (planta inteira) ou grãos de cereais com alta umidade (grãos úmidos) através da fermentação em meio anaeróbico, ambiente imune de oxigênio em locais denominados silos. A produção de silagem baseia-se no princípio da fermentação e tem como principal objetivo tentar maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca (natural), durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca.

O produto final dessa fermentação, denominado silagem, é obtido pela ação de microrganismos sobre os açúcares presentes nas plantas com a produção de ácidos orgânicos, resultando em queda do pH até valores próximos de 4.

8.3.5.3.1 Etapas no Processo da Silagem

1) Ponto de colheita (corte)

É um ponto muito importante na obtenção de silagem de boa qualidade. O ponto de colheita envolve a maturidade da planta e o seu conteúdo de umidade. A umidade adequada, no momento da ensilagem, favorece a compactação acelerando a transição da silagem para um ambiente anaeróbico. No ponto ideal de colheita a planta deve fornecer um bom rendimento de matéria seca aliado a um bom valor nutritivo. O valor nutritivo mais alto, geralmente, está na fase de crescimento das forrageiras. Nesta fase, entretanto há um valor de teor de umidade que

favorece fermentações indesejáveis e uma baixa concentração de açúcares. Há grandes perdas por lixiviação e menor produção de matéria seca por hectare. O corte em estágios iniciais não fornece bons resultados. Por outro lado, no estágio de maturação mais avançado, há baixo valor nutritivo, apesar da forrageira fornecer mais produção de matéria seca por hectare. Nesse estágio há dificuldade em compactação, havendo retenção de ar no silo, o que propicia o desenvolvimento de fungos e grandes perdas de matéria seca pelo prolongamento da fase aeróbica.

A colheita na maturidade correta assegura a quantidade de carboidratos fermentáveis adequadas para as bactérias da silagem e valor nutricional ótimo para a o rebanho. Deve-se buscar, portanto, um ponto de desenvolvimento, onde haja a combinação mais adequada entre valor nutritivo da planta e teor de produção de matéria seca, considerando ser muito difícil coincidir o ponto ideal teórico com o prático.

2) Tamanho de partícula

O objetivo do processamento (picagem) é facilitar a compactação, bem como o rompimento das células, permitindo a atuação imediata dos microrganismos. Quanto menor o tamanho melhor será a compactação e a expulsão do ar. Por outro lado, pedaços muito pequenos (menor que 0,5 cm) podem ser desfavoráveis para o funcionamento adequado do rúmen. A escolha do tamanho de partículas deve ser um compromisso entre fermentação da silagem e função ruminal. Quanto menor o tamanho das partículas maior a compactação da silagem e maior a exposição dos açúcares às bactérias fermentadoras da silagem. Por outro lado, o corte resultante em partículas muito pequenas pode comprometer a função ruminal, devido à falta de fibra efetiva.



Foto 55: Silagem de Capim-Elefante com diferentes níveis de *atriplex*
Foto: Otanael dos Santos

3) Compactação

O objetivo é a expulsão do ar que diminui a fase aeróbica da fermentação e favorece o desenvolvimento das bactérias produtoras de ácido lático. A massa picada deve ser distribuída por todo o silo em camadas de no máximo 15 cm e continuamente compactada. Se a compactação é insuficiente, ocorrem maiores perdas durante a fermentação, a temperatura eleva-se em demasia, e o produto obtido será de qualidade inferior. Se a temperatura for superior a 38 graus centígrados ocorre a caramelização da silagem, que terá coloração escura. Deve-se evitar também o excesso de compactação, principalmente de silagens com elevado teor de umidade, podendo ocorrer maiores perdas por lixiviação.

4) Vedação

Esta deve ser perfeita, evitando a entrada de ar e água. No caso de silos trincheiras recomenda-se cobrir com lona e jogar terra por cima, de maneira a expulsar o ar pelas extremidades com posterior vedação.

Em síntese, o processo de ensilagem consiste basicamente em:

- i. Cortar a planta na época ideal, evitando a umidade excessiva. Cortá-la em dia seco sem perspectivas de chuvas;
- ii. Encher o silo;
- iii. Compactar a massa;
- iv. Vedar impedindo a entrada de ar.

8.3.6 Utilização das Forragens Conservadas na Alimentação de Pequenos e Grandes Ruminantes

8.3.6.1 Hábito Alimentar do Caprino, Ovino e Bovino

Um maior e melhor conhecimento do comportamento alimentar dos caprinos, ovinos e bovinos, em condições de caatinga, torna-se fator de extrema importância, para a definição dos alimentos, do manejo alimentar e do sistema de criação a ser adotado, conforme as características da propriedade.

Os caprinos apresentam maior grau de adaptação às regiões secas, razão da sua predominância nas áreas de caatinga do nordeste. São animais altamente selecionadores de alimentos no campo, preferindo uma alimentação rica e variada, a partir de plantas herbáceas de folhas largas, seguida de brotos e folhas de arbustos e árvores. Por causa dessas características os caprinos estão sujeitos a falsas crenças e a conceitos equivocados, como os que afirmam que o caprino deve ser criado em áreas onde não se consegue criar nenhum outro animal, ou que o caprino é um potencial causador de degradação da cobertura vegetal e do solo da caatinga.

A primeira informação busca algum fundamento justamente na alta capacidade de resistência às condições extremas e de falta de alimento, mas isso não serve de argumento para que quem pretenda explorar de forma econômica a atividade comece pela seleção das piores áreas. A segunda informação só encontra algum fundamento naqueles que querem se eximir da culpa de manejar, de forma errada e irresponsável, os seus rebanhos ou naqueles que têm na caprinocultura mais uma atividade predatória do que exploração econômica.

Os caprinos são ainda altamente flexíveis com relação ao consumo de alimentos, variando o hábito alimentar de acordo com a qualidade e a quantidade de alimentos disponíveis. Assim, na medida em que as forrageiras herbáceas de folhas largas vão desaparecendo, em função da seca, aumenta progressivamente o consumo de brotos, folhas verdes e folhas maduras caídas dos arbustos e árvores.

A estrutura física, o porte e a destreza que possuem os caprinos favorecem a busca do alimento, mesmo tendo que percorrer grandes distâncias. Assim, o hábito alimentar e o tipo peculiar de comportamento que lhes favorece o alcance dos alimentos, associados à grande capacidade de digerirem forragens grosseiras, constituem a razão da vantagem dos caprinos sobre outras espécies, nas áreas pobres e secas do Nordeste.

Apesar de toda esta capacidade, entretanto, a existência de um longo período de estiagem nas zonas de criação resulta em séria redução na qualidade e na quantidade das forragens disponíveis durante o ano, o que interfere negativamente na produção e na produtividade dos rebanhos. Isto implica na responsabilidade do produtor em produzir e armazenar o alimento necessário para suplementar os animais, principalmente, durante o período de escassez.

Os caprinos e ovinos têm hábito alimentar diferente. Os ovinos costumam se alimentar quase sempre com a cabeça voltada para baixo, pois sua alimentação consiste em comer plantas de porte rasteiro (hábito alimentar rasteiro) constituídas de gramíneas (capins) e outras plantas de folha larga. Entretanto, vale ressaltar que os ovinos deslanados do Semiárido nordestino apresentam uma boa plasticidade alimentar, com características de escolhas de alimentos que se aproximam das do caprino, ou seja, apresentam também um pastejo alto, com a cabeça voltada para cima, quando necessário.

Já os caprinos, principalmente, durante o período seco, têm o hábito alimentar aéreo, ou seja, eles costumam comer sempre com a cabeça para cima, (comer os galhos das árvores e arbustos e até sobem nas mesmas). Durante a época das chuvas consomem bastantes plantas herbáceas de folhas largas.

Quanto aos bovinos, estes se enquadram na classe de animais utilizadores de volumosos pelo fato de serem adaptados para uma velocidade de passagem mais lenta e, conseqüentemente, aptos para uma melhor utilização dos constituintes fibrosos da parede celular das forragens (Van Soest, 1994).

8.3.6.2 Formulação de Dietas de Erva-Sal para Caprinos, Ovinos e Bovinos

O feno da Erva-Sal apresenta-se como uma ótima alternativa volumosa para elaboração de dietas que possam servir de suplementação alimentar de caprinos, ovinos e bovinos bem como para sistemas de acabamento (engorda) desses animais.

Visando a avaliação do potencial da Erva-Sal, Souto et al. (2001), formularam dietas compostas de feno de Erva-Sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), associado à melancia forrageira (*Citrulus lanatus* cv. citroídes) e a raspa de mandioca integral (*Manihot esculenta* Cranz) enriquecida com 5% de uréia, cujos teores médios dos nutrientes são mostrados na Tabela 8 e a composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressos na base da matéria seca na Tabela 9.

Tabela 8 Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), de carboidratos totais (CHO) e digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS), do feno de Erva-Sal, Melancia Forrageira e da Raspa de Mandioca + 5% de uréia

Nutrientes*	Ingredientes		
	Feno <i>Atriplex</i>	Melancia	Raspa**
MS (%)	87,00	6,00	83,00
MO (%)	72,00	69,00	90,00
MM (%)	23,00	21,00	4,00
PB (%)	20,00	26,00	17,00
FDN (%)	50,00	41,00	27,00
EE (%)	2,00	3,00	1,00
CHO (%)	55,00	50,00	78,00

- Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido

SWINGLE et al. (1996) testaram o potencial de três espécies halófitas para sustentar ganhos de peso em ovinos alimentados com dietas de alta energia. Os efeitos do excesso de sal sobre o ganho de peso e o consumo alimentar foram testados, utilizando dietas controle, contendo feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. O farelo de semente de algodão foi usado como suplemento proteico. A ingestão de matéria seca foi maior nos cordeiros alimentados com dietas, contendo 30% de halófitas forrageiras que nas dietas com *Cynodon*. Esses mesmos autores ainda simularam uma dieta tendo por base o *Cynodon* e contendo níveis de NaCl (*Cynodon* + NaCl) iguais aos das dietas contendo forrageiras halófitas. A dieta *Cynodon* + NaCl apresentou menores taxas de ganho de peso e consumo que as dietas com forrageiras halófitas, mostrando, segundo os autores, que a forma com que o sal se apresenta nas forrageiras halófitas é importante para sua aceitabilidade pelos animais

A Tabela 9 refere-se a composição percentual dos ingredientes da dieta com respectivos teores de MS, MO, MM, PB, FDN, EE, CHO estruturais e DIVMS expresso na matéria seca.

Tabela 9 Composição percentual dos ingredientes nas dietas e os respectivos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos estruturais (CHO) e digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS), expressos na matéria seca

Ingredientes	Composição Percentual dos Ingredientes nas Dietas (%)				
	D1	D2	D3	D4	D5
Feno de Erva-Sal	38,30	52,55	64,57	74,85	83,72
Melancia Forrageira	6,60	5,44	4,45	3,61	2,89
Raspa de Mandioca**	55,10	42,01	30,98	21,54	13,39
Composição Química das Dietas					
MS (%)	79,69	81,11	82,29	83,31	84,19
MO (%)	81,79	79,48	77,52	75,86	74,42
MM (%)	12,51	15,07	17,23	19,07	20,66
PB (%)	18,88	19,24	19,53	19,79	20,01
FDN(%)	36,68	39,92	42,65	44,98	47,00
EE (%)	1,59	1,65	1,69	1,73	1,76
CHO (%)	67,00	64,04	61,54	59,42	57,58
DIVMS(%)	61,93	60,34	58,99	57,84	56,86

** Raspa de mandioca com + 5% de uréia. Fonte: Cunha et al., 2004.

CUNHA et al (2004) relatam que a composição química da dieta composta com melancia forrageira e feno de Erva-Sal apresentou um bom nível nutricional (Tabela 4), com teores de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE, CHO, HEM e DIVMS, respectivamente de 54,60; 13,64; 39,84; 25,32; 24,96; 75,04; 10,36; 51,04; 14,52; e 58,68%, podendo atender boa parte das demandas de nutrientes por , a depender da aceitação por parte dessas espécies, que apresentam habilidades seletivas diferenciadas.

Na Tabela 8 encontra-se a composição química da MF e do FES e da dieta composta com 56 % FES e MF na matéria seca.

Tabela 10 Composição química da melancia forrageira (MF) e do feno da Erva-Sal (FES) e da dieta composta de 56% de feno de Erva-Sal e 44% de melancia forrageira, expressos na matéria seca

	Melancia Forrageira	Feno de Erva-Sal	Dieta
Matéria Seca (MS)	7,00	92,00	54,60
Proteína Bruta (PB)	17,00	11,00	13,64
Fibra Detergente Neutro (FDN)	32,00	46,00	39,84
Fibra Detergente Ácido (FDA)	27,00	24,00	25,32
Matéria Mineral (MM)	16,00	32,00	24,96
Matéria Orgânica (MO)	84,00	68,00	75,04
Extrato etéreo (EE)	21,00	2,00	10,36
Carboidratos Totais (CHO)	46,00	55,00	51,04
Hemicelulose (HEM)	5,00	22,00	14,52
DIVMS	71,00	49,00	58,68

*Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido.

ALVES et al 2004, visando avaliar uma dieta composta de palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill.) - *in natura* associada ao feno de Erva-Sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) em uma proporção de 50:50 na matéria seca (Tabela 05) para caprinos e ovinos, observaram que a mesma apresentou 7,07% de PB e uma digestibilidade *in vitro* da matéria seca da palma forrageira e feno de Erva-Sal foram 53,14 e 45,4%, respectivamente; níveis considerados baixos e compatíveis apenas com as necessidades de manutenção dos animais, indicando a necessidade do uso de outros ingredientes de fontes proteicas e energéticas para melhorar o valor nutricional da dieta.

Nas diferentes dietas apresentadas, pode-se observar diferentes teores de nutrientes dos fenos da Erva-Sal, principalmente proteína, evidenciando a importância da obtenção de um material de boa qualidade, que possa refletir em um volumoso de elevado valor nutricional, garantindo uma dieta que possa atender às demandas proteicas e energéticas dos animais. Logo, a depender do valor do feno da Erva-Sal, a combinação de ingredientes, seja proteico ou energético, é extremamente importante.

A Tabela 11 refere-se a porcentagem da composição química da PF, FES e da dieta com 50 % PF e 50 % FES expresso na matéria seca.

Tabela 11 Composição química-bromatológica da palma forrageira (PF), do feno da Erva-Sal (FES) e da dieta (50% PF: 50% FES), expressas em porcentagem na matéria seca

	Palma forrageira (%)	Feno de Erva-Sal (%)	Dieta (%)
Matéria Seca (%) (MS)	22,02	88,11	55,76
Matéria Orgânica (MO)	86,94	68,23	77,58
Matéria Mineral (MM)	13,05	32,03	22,54
Proteína Bruta (PB)	5,29	8,85	7,07
Extrato etéreo (EE)	1,20	1,04	1,12
Fibra Detergente Neutro (FDN)	33,06	46,79	39,92
Fibra Detergente Ácido (FDA)	18,48	21,62	20,05
Hemicelulose (HEM)	14,58	25,17	19,87
Carboidratos totais (CHOT)	80,46	58,08	69,27
Digestibilidade " <i>in vitro</i> " da matéria seca (DIVMS)	53,14	45,04	49,10
Carboidratos não fibrosos (CNF)	47,40	11,29	29,34

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido.

JANUÁRIO (2010), em dados não publicados, trabalhando com silagem de maniçoba com níveis crescentes de Erva-Sal encontrou valores de pH que variaram de 3,77 a 4,19 (Tabela 10), valor este, abaixo do valor máximo permitido para promover uma eficiente conservação da massa ensilada. Isso indica que esses valores estão dentro do considerado padrão para a qualidade da silagem, uma vez que, valores superiores a 4,2 resultam em má fermentação, sem predominância da atuação de bactérias lácticas, sendo estas, fundamentais para acidificação adequada do material e alcance da estabilidade anaeróbia.

Na Tabela 12 podem ser observados os teores médios e equação de regressão para o pH e N-NH₃, de silagens de maniçoba em função dos níveis de substituição e seus respectivos CV, R² e pontos máximos e mínimos.

Tabela 12 Teores médios e equações de regressão para o potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), de silagens de maniçoba em função dos níveis de substituição e os seus respectivos coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (r²) e pontos de máximo e mínimo

VARIÁVEIS	NÍVEIS DE ERVA-SAL					CV(%)
	0	25	50	75	100	
pH	3,81	3,77	3,77	3,83	4,19	1,6
$Y = 3,84214 - 0,00822X + 0,00012305X^2$ $R^2 = 0,9084$ $X = 33,4 \rightarrow Y_{min} = 3,70$ $X = 100 \rightarrow Y_{max} = 4,29$						
N-NH₃ (%NT)	3,20	3,36	2,52	2,35	2,43	9,62
$Y = 3,35714 - 0,0161X + 0,00005905X^2$ $R^2 = 0,6522$ $X = 100 \rightarrow Y_{min} = 2,34$ $X = 0 \rightarrow Y_{max} = 3,36$						

Fonte: JANUÁRIO, 2010.

O mesmo autor avaliando a concentração de N-NH₃ nas silagens verificou valores de 3,20 – 2,43% para as silagens de maniçoba e Erva-Sal, respectivamente, de modo que a redução na concentração de nitrogênio amoniacal foi influenciada pelos percentuais de inclusão da erva, possivelmente devido aos maiores teores de matéria seca contribuindo assim, para inativação ou redução de enzimas responsáveis pela proteólise. Da mesma forma Santos, (2010), em estudos com capim-elefante com diferentes níveis de Erva-Sal registrou diferenças (P<0,05) para o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total entre as silagens em função da adição de Erva-Sal ao material ensilado, indicando uma fermentação eficiente (Figura 30).

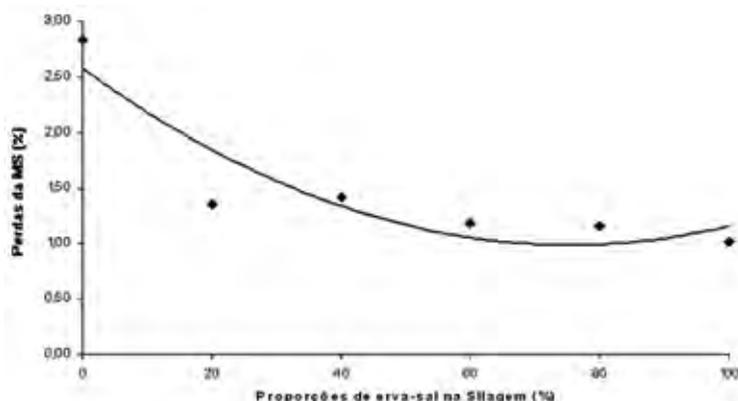


Figura 30 Silagem de Capim-Elefante com diferentes níveis de Erva-Sal

O nitrogênio na forma volátil está associado ao teor de MS da silagem, ou seja, quanto maior a umidade do material, maior será o teor de nitrogênio amoniacal, o que leva a inferir que os baixos teores de $N-NH_3/NT$ obtidos nas silagens analisadas podem estar relacionados aos teores de MS das mesmas no momento da ensilagem.

8.3.6.3 Consumo de Nutrientes

A Erva-Sal (*Atriplex nummularia* Lind.) é uma planta halófito, que pode ser considerada como um alimento volumoso de boa qualidade. Entretanto, deve-se ter bastante atenção em seus níveis de fornecimento, uma vez que níveis excessivos dessa forragem, principalmente quando jovem, tende a limitar a aceitabilidade desse arbusto pelos animais, aumentando assim a demanda de água.

BARROS e colaboradores, em 1997, citados por GONZAGA NETO (1999) afirmam que a qualidade do alimento depende fundamentalmente de seu valor nutritivo e da taxa de consumo voluntário. Este último exerce peso muito forte na qualidade do alimento podendo tornar-se um fator limitante, mesmo que o valor nutritivo se apresente satisfatório.

O consumo voluntário é o fator mais importante para determinar a performance animal, pois é o primeiro fator influenciador do ingresso de nutrientes, principalmente, energia e proteína, necessárias ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal (NOLLER & NASCIMENTO, 1982). Nos ruminantes, o consumo é regulado pelos requerimentos nutricionais e pelos processos metabólicos e fisiológicos. O consumo de matéria seca afeta o desempenho animal, uma vez que engloba a ingestão de todos os nutrientes e determina a resposta animal (VIEIRA et al., 1996; BARROS et al., 1997).

SOUTO et al (2002)a, trabalhando com diferentes níveis de feno de Erva-Sal para ovinos em confinamento, observaram que o consumo do NDT expresso em g/dia, %PV e g/kgPV_{0,75}/dia apresentou um comportamento linear decrescente, em função dos percentuais de volumoso utilizado nas dietas, não ocorrendo efeito para os demais nutrientes estudados, enquanto o consumo do EE expresso em %PV e g/kgPV_{0,75}, apresentou um comportamento linear crescente, influenciado, possivelmente, pelo aumento dos teores de gordura nas dietas. O consumo de MS expresso em %PV variou de 3,14 a 4,37%, ficando para alguns níveis de feno de Erva-Sal (38,38; 52,55 e 83,72%) muito próximo ao ideal que seria 4,30%. Todavia, ocorreu um baixo consumo de energia (NDT) que foi de aproximadamente 505 g/dia, ficando abaixo do desejado que seria de 830 g/dia. Esse baixo consumo de energia expressa o baixo potencial energético da maioria das alternativas forrageiras tropicais.

ALVES et al. (2004), comparando o consumo de dietas com feno de Erva-Sal e palma forrageira, entre caprinos e ovinos, observaram que ocorreu diferenças significativas, pelo teste ao nível de 5% de probabilidade para FDN, FDA, MO, EE e água, e a 1% de probabilidade para MS, PB e MM. Assim, verificou-se um maior consumo de todos os nutrientes pela espécie ovina, o que deve ser destacado. SOUTO et al. (2004a) observaram que a elevação de níveis de feno de Erva-Sal nas dietas para ovinos não alterou o consumo da MS, PB e FDN expressos em kg/dia, podendo-se inferir que, o alto teor de sais presentes na Erva-Sal, não é por si só um limitador do consumo para os ovinos. O consumo médio de matéria seca de 805,68 g/dia para os ovinos foi inferior ao encontrado por (SOUTO et al. 2004a) de 1.037 g/dia. Segundo SWINGLE et al., (1996), isso pode estar relacionado com a forma em que os sais se encontram nas plantas halófitas não alterando significativamente a aceitabilidade pelos animais. Essa afirmação, não pode ser generalizada e não condiz com o comportamento alimentar observado neste experimento, que evidenciou a menor aceitabilidade dos caprinos pela dieta composta de feno de Erva-Sal.

O consumo de MS, obtido em g/kg_{0,75}PV/dia (Tabela 11), foi de 49,86 e 77,47, respectivamente, para caprinos e ovinos, evidenciando que a ingestão dos ovinos foi superior ao

valor observado por ARAÚJO et al., (2000), que utilizando feno de maniçoba e raspa de mandioca enriquecida com uréia na alimentação de ovinos obteve 66,0 g/kg^{0,75}PV/dia e GONZAGA NETO (1999), com feno de catingueira, que obteve 45,0 g/kg^{0,75}PV/dia. Por outro lado, BARROS et al. (1990), trabalhando unicamente com feno de maniçoba, obtiveram um consumo de 97,6 g/kg^{0,75}PV/dia, valor superior ao registrado por ALVES et al. (2004).

ALVES et al. (2004) relatam que os níveis de ingestão de proteína bruta para as duas espécies, em relação à recomendação do NRC (1975) de 142g/dia, foram bem inferiores, mostrando a necessidade da adição de outros ingredientes proteicos ou NNP (ureia). Neste sentido, SANTOS et al. (1997) afirmaram que a palma forrageira, pela composição química e digestibilidade evidenciados nos trabalhos de alimentação, comprova ser um alimento energético, de boa qualidade, necessitando, contudo, ser completado com alimentos proteicos e fibrosos.

Na Tabela 13 encontram-se as médias, desvio padrão e CV para os consumos de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE CHO, expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de PV e em unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de Erva-Sal por caprinos e ovinos.

Tabela 13 Médias, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM), expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de Erva-Sal por caprinos e ovinos

Unidades	Espécie Animal		t calc.	CV (%)
	Caprino	Ovino		
	Média±Desvio padrão	Média±Desvio padrão		
<i>Consumo de matéria seca</i>				
g/dia	470,00 □ 188,46	805,68 □ 172,43	2,90**	□ 38,91
%PV	2,36 □ 0,88	3,55 □ 0,80	2,20*	□ 38,55
g/kg ^{0,75} /dia	49,86 □ 18,96	77,47 □ 17,16	2,39*	□ 38,61
<i>Consumo de proteína bruta</i>				
g/dia	27,37 □ 14,13	55,53 □ 12,08	3,38**	□ 40,10
%PV/dia	0,13 □ 0,06	0,24 □ 0,05	2,80*	□ 40,47
g/kgPV ^{0,75} /dia	2,89 □ 1,40	5,33 □ 1,19	2,96**	□ 40,08
<i>Consumo fibra em detergente neutro</i>				
g/dia	168,44 □ 76,80	290,91 □ 85,85	2,29*	□ 41,64
%PV/dia	0,84 □ 0,37	1,28 □ 0,38	1,75 ^{ns}	□ 42,60
g/kgPV ^{0,75} /dia	17,88 □ 8,03	27,95 □ 8,28	1,90*	□ 42,22
<i>Consumo de matéria mineral</i>				
g/dia	85,16 □ 29,13	161,12 □ 38,22	3,35**	□ 36,11
%PV/dia	0,42 □ 0,14	0,71 □ 0,17	2,71*	□ 35,65
g/kgPV ^{0,75} /dia	9,05 □ 3,00	15,48 □ 3,67	2,89**	□ 35,63
<i>Consumo de água</i>				
L/dia	2,31 ± 0,67	3,42 ± 1,68	3,02*	44,77

Fonte: ALVES, et al. (2004).

A ingestão de água varia de acordo com o clima, adaptação, dieta, tamanho corporal, trabalho, produção, idade e condição fisiológica, e nas cabras e ovelhas esta variação no consumo

de água oscila entre 4 e 15 L/dia. Portanto os valores encontrados no presente trabalho de 2,31 e 3,42 L/dia para caprinos e ovinos, respectivamente, foram inferiores aos requisitos de água para estas espécies. Isto pode ser explicado pelo suprimento de água pelos animais com o fornecimento da palma forrageira.

SOUZA et al. (2004), avaliando o consumo exclusivo de feno de Erva-Sal, em caprinos e ovinos (Tabela 12), obtiveram valores de consumos da matéria seca de 30,34 e 77,32 % expressos em g/kg^{0,75}/dia, para caprinos e ovinos, sendo inferiores aos encontrados por BARROS et al., (1990) de 98,3 g/kg^{0,75}/dia, para o feno da maniçoba. Em relação ao consumo da proteína bruta e fibra em detergente neutro, as médias encontradas de 14,22 e 23,96% foram superiores às encontradas por GONZAGA NETO (1999) de 6,1 e 18,9 g/kg^{0,75}/dia, para o feno da catingueira, respectivamente. Os consumos dos nutrientes da matéria seca, fibra em detergente neutro e extrato etéreo, expressos em g/kg^{0,75}/dia, não foram significativos (P>0,05) entre caprinos e ovinos. Já os consumos de proteína bruta, fibra em detergente ácido, matéria mineral, matéria orgânica e carboidrato, expressos na mesma unidade tiveram diferença significativa (P<0,05) entre caprinos e ovinos. Os consumos dos nutrientes da MS e FDN, expressos em g/dia, % PV e em g/kg^{0,75}/dia, não foram significativos (P>0,05) entre caprinos e ovinos. Em relação à água consumida houve diferença significativa (P<0,05), entre caprinos e ovinos, certamente devido ao consumo do feno da Erva-Sal ter sido mais expressivo pelos ovinos.

Na Tabela 14 encontram-se as médias, desvio padrão e CV para os consumos de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE e CHO, expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da Erva-Sal por caprinos e ovinos

Tabela 14 Médias, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e carboidrato (CHO), expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da Erva-Sal por caprinos e ovinos*

Variáveis**	Espécie Animal				CV %
	Caprino		Ovino		
	Consumo de matéria seca				
g/dia	228,5a	154,19	671,3a	70,41	28,59
%PV	1,93a	0,77	3,76a	0,44	10,85
g/kg ^{0,75} /dia	30,34a	17,67	77,32a	8,78	27,03
	Consumo de proteína bruta				
g/kg de PV/dia	19,36a	12,87	53,88a	5,60	28,88
%PV/dia	0,11b	0,06	0,30a	0,03	32,48
g/kgPV ^{0,75} /dia	2,21b	1,41	6,20a	0,68	32,70
	Consumo fibra em detergente neutro				
g/kg de PV/dia	102,57a	67,50	297,66a	81,89	42,62
%PV/dia	0,69a	0,37	1,66a	0,47	41,24
g/kgPV ^{0,75} /dia	13,61a	7,68	34,30a	9,60	41,52
	Consumo de matéria mineral				
g/kg de PV/dia	67,27b	48,46	234,68a	29,78	27,99
%PV/dia	0,45b	0,27	1,31a	0,18	26,40
g/kgPV ^{0,75} /dia	9,07b	5,90	27,03a	3,62	27,51
	Consumo de água				
kg/dia	2,56b	1,35	7,37a	1,07	22,11

* Média ± erro padrão e ** Valores na mesma linha, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente; Fonte: SOUZA et al., 2004.

8.3.7 Desempenho Animal

SWINGLE et al. (1996), utilizando cordeiros Suffolk x Rambouiller, alimentados com dietas contendo 30% de plantas halófitas e dieta controle, contendo feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers, observaram ganhos médios diários de peso de 240 g, não ocorrendo diferenças entre as dietas. A ingestão de matéria seca foi maior nas dietas com halófitas, entretanto a eficiência alimentar destas dietas foram mais baixas.

SOUTO et al. (2002), trabalhando com dietas para engorda de ovinos, observaram que a média de ganho de peso de 116,0 g/dia obtida (Tabela 9), está dentro da faixa dos ganhos citados por BARROS et al. (1997b), em uma revisão de sete experimentos, com diferentes tipos de alimentos e de animais, realizados pela Embrapa Caprinos, onde borregos mantidos em confinamento apresentaram ganhos que variaram de 44,0 a 267,2 g/animal/dia.

Na Tabela 15 encontram-se as médias, CV, ER e r^2 do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos diferentes níveis de feno de Erva-Sal nas dietas.

Tabela 15 Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão ajustadas (ER) e coeficientes de determinação (r^2), do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos níveis de volumosos nas dietas

	Níveis do Feno de erva-sal (%)					CV (%)	ER	r^2
	Erva-Sal (%)							
	38,30	52,55	64,57	74,85	83,72			
GPD07	228	162	207	107	143	48,68	Y=163,00	-
GPD14	186	137	112	107	100	56,03	Y=122,22	-
GPD21	195	130	127	86	82	47,51	Y=195,07-24,50**F	34,45
GPD28	193	160	139	112	62	36,98	Y=227,04-31,11**F	55,28
GPD35	181	136	133	98	83	26,48	Y=191,85-22,21**F	46,49
GPD42	145	139	138	103	69	25,84	Y=182,18-20,53**F	48,27

e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Fonte: SOUTO, et. al. 2002

MATTOS, (2009) pesquisando dietas a base de feno da Erva-Sal com diferentes níveis de palma forrageira (0,0%; 28,6%; 50,5%; e 67,9 % na MS) verificou que o maior ganho de peso diário (GPD) ocorreu quando os animais receberam 28,6% de palma forrageira com dieta à base de feno de Erva-Sal com GPD de 0,271 Kg, cujos valores estão representados na Tabela 16.

Tabela 16 Índice de eficiência de utilização de nutrientes e taxa de crescimento em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma forrageira (%MS)				EPM	Probabilidade-		R^2
	0,0	28,6	50,5	67,9		L	Q	
<i>Índice de eficiência alimentar</i>								
CA	5,53	4,82	4,77	4,62	0,13	*	ns	0,86
CAPB	0,98	0,73	0,69	0,64	0,03	***	*	0,98
CAEM	12,77	10,32	10,78	11,38	0,29	ns	***	0,92
<i>Taxa de crescimento</i>								
PCI	19,50	19,20	19,55	19,60	0,37	ns	ns	-
PCFi	31,41	34,39	33,67	32,87	0,50	ns	*	0,95
GPD	0,213	0,271	0,252	0,237	0,01	ns	**	0,92

MS= Matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; CA= conversão alimentar (CA= CMS/GPD); CAPB= conversão alimentar da proteína bruta (CAPB= CPB/GPD); CAEM= conversão alimentar da energia metabolizável (CAEM= CEM/GPD); PCI=peso corporal inicial; PCFi= Peso corporal final; GPD= ganho em peso diário; EPM= erro padrão da média; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; * P<0,07; **P<0,01; *P<0,001; ns= não significativo (P>0,07); R²= coeficiente de determinação.

8.3.8 Custo e Comparação Econômica de Dietas Contendo Diferentes Níveis Feno de Erva-Sal

Os custos e as quantidades consumidas de feno de Erva-Sal, melancia forrageira e raspas de mandioca em cada dieta estão expostos na Tabela 17.

As quantidades consumidas decresceram com o aumento da proporção de feno nas dietas, porém as diferenças dos consumos de matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e fibra detergente neutra não foram significativas (SOUTO et al., 2004). O custo das dietas por kg de MS (Tabela 17) e o ganho de peso vivo total (Tabela 15) decresceram com o aumento do percentual de feno de Erva-Sal nas dietas. A maior eficiência alimentar da dieta com 38,29% de feno não garantiu os melhores indicadores financeiros. Para que a dieta de maior eficiência alimentar fosse aquela com melhor eficiência financeira, os custos do feno de Erva-Sal deveriam ser superiores em 38% ou os preços das raspas de mandioca inferiores em mais de 30% aos preços praticados em fevereiro de 2002, considerando as demais variáveis constantes. A redução de mais de 30% no preço das raspas de mandioca parece ser cenário provável em algumas épocas do ano e regiões do Nordeste brasileiro.

Tabela 17 Custos e quantidades consumidas dos ingredientes das dietas e custos das dietas com níveis crescentes de feno de Erva-Sal para ovinos sob confinamento, período de 42 dias

Custos dos ingredientes das dietas, R\$/kg de matéria seca (MS)					
Feno de Erva-Sal ¹	0,1174				
Melancia forrageira ²	0,1520				
Raspas de mandioca ³	0,1956				
	Feno de Erva-Sal % na dieta				
	38,29	52,55	64,57	74,85	83,72
	Quantidades consumidas (kg de MS)				
Feno de Erva-Sal	16,56	24,43	27,71	31,93	34,88
Melancia forrageira	2,85	2,53	1,91	1,54	1,19
Raspas de mandioca	23,83	19,53	13,29	9,19	5,58
Total da dieta	43,25	46,49	42,91	42,66	41,65
	Custos total (R\$ e R\$/ Kg de MS)				
Erva-Sal	1,9452	2,8695	3,2541	3,7500	4,0968
Melancia forrageira	0,4339	0,3844	0,2902	0,2341	0,1805
Raspas de mandioca	4,6627	3,8211	2,5998	1,7976	1,0914
Custo Total da dieta	7,0418	7,0750	6,1442	5,7817	5,3687
Custo da dieta por kg DE MS	0,1628	0,1522	0,1432	0,1355	0,1289

¹ Produção de 6.538 Kg de MS por hectare e oito anos de vida útil do plantio (ARAÚJO E PORTO, 2000); ² Produção de 4.000 Kg de MS por hectare (Martiniano C. de Oliveira, comunicação pessoal);

³ Com 88,6% de MS (CAMPOS, 1981).

A maior relação custo/benefício foi obtida com a dieta contendo 64,57% de feno, 1,89, e a menor com dieta com 83,72%, 1,08. Essas relações são superiores às obtidas por COSTA et al. (2000), que alimentou ovinos, com peso médio variando de 15 a 20 kg, com rações contendo capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), farelo do feno de alfafa (*Leucaena leucocephala*) e dejetos desidratados de suínos em diferentes proporções e obteve relações custo/benefício entre 0,55 e 1,07. O aumento da produtividade da Erva-Sal em até 30% permitiria reduzir os custos de dietas contendo feno de Erva-Sal em R\$ 0,017 por kg de MS, demonstrando a importância de estudos visando o aumento da produtividade da Erva-Sal.

São necessários estudos para determinar se as produções obtidas com as dietas estudadas conseguiram pagar os custos totais de produção.

A Tabela 18 refere-se aos valores de ganho de PV, receitas, indicadores financeiros e análise de sensibilidade da relação C/B das dietas com níveis crescentes de feno de Erva-Sal para ovinos sob confinamento, no período de 42 dias.

Tabela 18 Ganho de peso vivo (PV), receitas, indicadores financeiros e análise de sensibilidade da relação custo/benefício das dietas com níveis crescentes de feno de Erva-Sal para ovinos sob confinamento, período de 42 dias

	Feno de Erva-Sal, % na dieta				
	38,29	52,55	64,57	74,85	83,72
Ganho de peso vivo total, em kg	6,10	5,85	5,80	4,33	2,90
Receita ¹ , R\$	18,30	17,55	17,40	12,99	8,70
	Indicadores financeiros				
Custo/Benefício ² Total da Dieta	1,73	1,65	1,89	1,50	1,08
Receita – Custo Total da Dieta	5,16	4,63	5,46	2,88	0,43
Custo de produção de um quilo ¹ , R\$	1,15	1,21	1,06	1,34	1,85
	Análise de Sensibilidade de B/C				
	Aumento nos custos de produção da Erva Sal				
Aumento de 10% (R\$ 0,1292/kg de MS)	1,69	1,59	1,79	1,41	1,00
Aumento de 20% (R\$ 0,1409/kg de MS)	1,64	1,53	1,71	1,33	0,94
Aumento de 30% (R\$ 0,1527/kg de MS)	1,60	1,47	1,63	1,25	0,88
	Aumento na produtividade de produção da Erva Sal				
Aumento de 10% (R\$ 0,1068/kg de MS)	1,78	1,72	1,98	1,59	1,16
Aumento de 20% (R\$ 0,0979/kg de MS)	1,82	1,77	2,07	1,68	1,24
Aumento de 30% (R\$ 0,0903/kg de MS)	1,85	1,82	2,15	1,76	1,31
	Redução no preço da raspa de mandioca				
Redução de 10% (R\$ 0,1761/kg de MS)	1,86	1,75	1,97	1,55	1,10
Redução de 20% (R\$ 0,1565/kg de MS)	2,00	1,85	2,06	1,60	1,13
Redução de 30% (R\$ 0,1369/kg de MS)	2,16	1,97	2,16	1,65	1,15

¹ Receita = Ganho de PV total x R\$ 3,00; ² Benefício = Receita. Fonte: Araújo et al.

MATTOS, (2009) avaliando a rentabilidade econômica do uso de dieta à base de feno da Erva-Sal (*Atriplex nummularia L.*), com diferentes níveis de palma forrageira encontrou resultados satisfatórios do ponto de vista econômico, onde a inclusão de 67,9% promoveu melhor retorno financeiro (Tabela 19), com rentabilidade de 69,0%, resultados estes, indicando que a utilização da palma forrageira nos níveis estudados, apresenta-se como alternativa viável para a produção de cordeiros em confinamento.

Tabela 19 Rentabilidade da terminação de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de Erva-Sal com níveis crescentes de palma forrageira em sistema de confinamento

Variável	Nível de palma (% MS)			
	0,0	28,6	50,5	67,9
Peso de carcaça quente (Kg)	13,396	14,897	14,370	14,113
Custos				
Dieta (R\$/dia)	0,82	0,82	0,62	0,49
Vacina (R\$/dia)	0,20	0,20	0,20	0,20
Vermífugo (R\$/dia)	0,18	0,18	0,18	0,18
Mão de obra (R\$/dia)	13,81	13,81	13,81	13,81
<i>Avaliação econômica</i>				
Total da receita (R\$) ¹	127,26	141,52	136,52	134,08
Total dos custos (R\$) ¹	60,02	59,86	49,00	41,61
Margem bruta (R\$) ²	67,24	81,66	87,52	92,46
Ponto de equilíbrio (Kg) ³	6,32	6,30	5,16	4,38
Custo por Kg de carcaça (R\$/Kg) ⁴	4,52	4,03	3,41	2,96
Custo:Benefício ⁵	0,48	0,42	0,36	0,31

¹valor médio por animal; ²total da receita (R\$)-total dos custos (R\$); ³total dos custos (R\$) / pelo preço pago/Kg de carcaça (R\$); ⁴total dos custos dividido pelo peso carcaça quente (Kg); ⁵total dos custos (R\$) dividido pelo total da receita (R\$)

8.3.9 Considerações Finais

Quando se pensa em estabelecer uma plantação de *Atriplex* visando a produção de forragem, devemos levar em consideração que este recurso esteja orientado como um complemento alimentar para os rebanhos, sobretudo nas épocas críticas para o Semiárido.

O importante é fornecer a Erva-Sal associada (seja na forma de silagem ou feno) a outro alimento que a complemente, podendo citar espécies como palma forrageira, capim-elefante, glicirídia, capim buffel, raspa de mandioca, melancia forrageira, entre outros; dependendo do já exposto, equilíbrio nutricional do conjunto.

A Erva-Sal é considerada como um alimento volumoso de boa qualidade. Entretanto, deve-se ter bastante atenção em seus níveis de fornecimento, uma vez que níveis excessivos dessa forragem, principalmente quando jovens, tendem a limitar a aceitabilidade desse arbusto pelos animais, aumentando assim a demanda de água. Logo, faz-se necessário planejar o consumo, sobretudo nos períodos críticos de cada ano, sempre tendo em mente que esta forragem deve ser encarada como mais uma alternativa estratégica para alimentação animal e nunca como solução.

8.3.10 Referências Bibliográficas

ALVES, J.N.; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E.R.; CUNHA, A.P.; LIMA, V.S.; SOUZA, C.M.S. de; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M. *Palma Forrageira (Opuntia Ficus) e Feno da Erva-Sal (Atriplex Nummularia Lindl), em Dieta para Caprinos e Ovinos: Composição e Consumo Voluntário dos Nutrientes.*

In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, 2004, Campina Grande. ANAIS do III Congresso Nordeste de Produção Animal. Campina Grande: SNPA, 2004. CD-ROM.

ARAUJO, G.G.L. de, PORTO, E.R. *Produção e composição química da Erva-Sal, irrigada com rejeito da dessalinização de água salobra*. In: Congresso Nordeste De Produção Animal, 2000, Teresina-Pi. Congresso Nordeste De Produção Animal. 2000. v.2. p.115-117.

ARAÚJO, G.G.L., MOREIRA, J.N., GUIMARÃES FILHO, C. et al. *Diferentes níveis de feno de maniçoba na alimentação de ovinos: digestibilidade e desempenho animal*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa - MG. Viçosa: SBZ, 1 CDROM.

ARAUJO, G.G.L.de; HOLANDA JUNIOR, E.V.; SOUTO, J.C.R.; ARAÚJO, F.P.de; CAVALCANTI, J. *Custo e comparação econômica de dietas contendo diferentes níveis de feno de Erva-Sal (Atriplex nummularia Lindl.) para ovinos*. In: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife-PE. *Anais da XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Recife-PE: tecnologia multimídia, 2002. v. CD-ROM, p. 01-05.

BARROS, N.N., SIMPLICIO, A.A., BARBIERI, M.E. *Desempenho de borregos das raças Santa Inês e Somalis Brasileira, em prova de ganho de peso*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996. Fortaleza. Fortaleza: SBZ, 1996, v. 1, p. 258.

BARROS, N.N., ROSSETTI, R.B.C., ROSSETTI, A.G. *Feno de cunhã para acabamento de borregos*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora, 1997a. Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.1, p. 382-384.

BARROS, N.N. , SIMPLICIO, A.A., FERNANDES, F.D. *Terminação de borregos em confinamento no Nordeste do Brasil*. Sobral: Embrapa-Caprinos, 1997b. 24p (Embrapa-Caprinos. Circular Técnica, 12).

BUENO, M.S., CUNHA, E.A. da., SANTOS, L.E. dos., et al. *Desempenho e Características de Carcaças de Cordeiros Suffolk alimentados com diferentes tipos de volumosos*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Botucatu: SBZ, 1998. p.206-208.

CUNHA, A.P.; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E.R.; SOUZA, C.M.S. de; LIMA, V.S.; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M.; ALVES, J.N.. *Consumo Voluntário dos Nutrientes de Dieta Composta por Melícia Forrageira (Citrullus Lanatus Cv. Citroides) e Feno da Erva-Sal (Atriplex Nummularia Lindl) por Caprinos e Ovinos*. In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, 2004, Campina Grande. *Anais do III Congresso Nordeste de Produção Animal*. Campina Grande: SNPA, 2004. CD-ROM.

GLENN, E., TANNER, R., MIYAMOTO, S., FITZSIMMONS, K. AND BOYER, J. (1998). *Water use, productivity and forage quality of the halophyte Atriplex nummularia grown on the saline waste water in a desert environment*. Journal of Arid Environment, 38: 45-62.

GONZAGA NETO, S. *Consumo, Digestibilidade e Degradabilidade de Dietas com Diferentes níveis de feno de Catingueira (Caesalpinea Bracteosa), em ovinos.*, 1999. 44f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

GURGEL, H. C. *Projeto de gestão do rejeito do dessalinizador para o consórcio piscicultura / forragicultura no distrito de Juá, Ceará*- Monografia- Departamento Engenharia de Pesca- Universidade Federal do Ceará, 26 pág.

GUTIÉRREZ-CÉSPEDES, G.H. *Estudos citogenéticos e avaliação de genótipos do gênero Atriplex L. (Chenopodiaceae)* / Germán Hugo Gutiérrez-Céspedes. – Recife : O Autor, 2001. 105 folhas : il., fig., Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Genética, 2001.

JOLY, A.B. (1977). Botânica – *Introdução à taxonomia vegetal*. Editora Nacional, São Paulo, Brasil. 4ª edição, pp. 172-176.

KUBTIZA, F. *Tilápia em água salobra e salgada*. Revista Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, vol. 15 no 88, p. 14-18, mar/abril. 2005.

LOUSÃ, M.F. (1986). *Comunidade halofítica da reserva de Castro Marim-Teses de Doutorado da Universidade Técnica de Lisboa*. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

MATTOS, C.W. *Associação da Palma Forrageira (Opuntia-Ficus-Indica Mill) Feno de Erva-Sal (Atriplex Nummularia L) Em Dietas para Cordeiro Santa Inês em Confinamento* - Tese - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009, 101 pág.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of sheep*. Washington, DC: 1975.

OLIVEIRA, E.R. de., BARROS, N.N., ROBB, T.W., et al. *Substituição da torta de algodão por feno de leguminosas em rações baseadas em restolho da cultura do milho para ovinos em confinamento*. 1986. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 21, n. 5, p. 555-564, 1986.

PORTO, E.R. e ARAÚJO, G.G.L. de. *Erva-Sal (Atriplex nummularia)*. Petrolina, PE: Embrapa-Semiárido, 1999. 4 p. il. (Embrapa-Semiárido. Instruções Técnicas 22).

PORTO, E. R.; AMORIM, M.C.C.; MATOS, A. N.B.; ARAUJO, G.G.L. de. *Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para produção de forragem de atriplex* IN: Anais. In: III Congresso Nordestino de Produção Animal, 2004, Campina Grande - PB. Anais do III Congresso Nordestino de Produção Animal. Campina Grande: SNPA, 2004. v.CD-ROM.

SANTOS, O. O; *Níveis Crescentes de Erva-Sal sobre as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de Capim-Elefante*. Dissertação- Universidade Federal do Vale do São Francisco. 69 Pág. 2010.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. 2. ed. Viçosa, MG, UFV, Imp. Univ. , 1990, 165p.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J. FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. *A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability*. J. Anim. Sci. Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUTO, J.C.R.; ARAUJO, G.G.L.; SILVA, D.S.da; PORTO, E.R.; MOREIRA, J.N.; FERREIRA, M.A.; TURCO, S.H.N.. *Feno de Erva-Sal (Atriplex nummularia lindl.), uma alternativa para ovinos no semiárido*:

consumo de nutrientes. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. *Anais da XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM

SOUTO, J.R.; ARAUJO, G.G.L.de; MOREIRA, J.N.;GUIMARÃES FILHO, C.; TURCO, S.H. N.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A. N.de. *Consumo e conversão alimentar de dietas com feno de Erva-Sal (Atriplex nummularia lindl.), para ovinos em confinamento*. In: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife-PE. *Anais da XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Recife-PE: - tecnologia multimídia, 2002a. v. CD-ROM, p.01-04.

SOUTO, J.C.R.; ARAUJO, G.G.L. de; SILVA, D.S. da; PORTO, E.R.; OLIVEIRA, C.A.V.; MEDEIROS, A.N.de; COSTA, R.G. *Desempenho de ovinos alimentados com feno de Erva-Sal (Atriplex nummularia Lindl.) no semiárido nordestino*. In: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife-PE. *Anais da XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Recife-PE: - tecnologia multimídia, 2002b. v. CD-ROM, p. 01-04.

SOUZA, C.M. S. de; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E. R.; CUNHA, A. P.; LIMA, V.S.; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M.; ALVES, J.N.. *Consumo voluntário de nutrientes do feno de Erva-Sal Atriplex nummularia lindl. mm caprinos e ovinos*. In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, 2004, Campina Grande-PB. *Anais do III Congresso Nordeste de Produção Animal*. Campina Grande: SNPA, 2004. v.1 CD-ROM.

SWINGLE, R.S., GLENN, E.P., SQUIRES, V. 1996. *Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients*. *Animal Feed Science Technology*. v.63, p.137-148, 1996.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

8.4 Anexos

8.4.1 Anexo I - Especificação Técnicas Geomembrana para os Reservatórios

Objeto a licitar:

Reservatório confeccionado com Laminado Flexível de PVC de 0,80mm de espessura, nas cores Azul e Preta.

Produto:

Reservatório confeccionado com geomembrana fabricada com Laminado Flexível de PVC, obtido por processo de calandragem, de 0,80mm de espessura, nas cores Azul e Preta, com formulação Atóxica e isenta de metais pesados, com aditivação Anti-U.V. e Anti-Oxidante, conforme especificações a seguir:

Características Técnicas - Método de Ensaio		Especificação
• GRAMATURA (g/m ²)	mínimo 1.030	DIN EN 22.286
• ESPESSURA (mm)	mínimo 0,80	ASTM D-1593
• DENSIDADE (g/cc)	máximo 1,30	ASTM D-792
• RESISTÊNCIA À RUPTURA (Kgf/5cm)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 150	ASTM D-882
- Sentido Transversal	mínimo 140	ASTM D-882
• ALONGAMENTO À RUPTURA (%)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 300	ASTM D-882
- Sentido Transversal	mínimo 300	ASTM D-882
• RESISTÊNCIA AO RASGAMENTO (Kg)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 45	ASTM D-1004
- Sentido Transversal	mínimo 45	ASTM D-1004
• ESTABILIDADE DIMENSIONAL (%) 100°C 15 minutos		
- Sentido Longitudinal	≤ 3,5	ASTM D-1204
- Sentido Transversal	≤ 2,0	ASTM D-1204
• RESISTÊNCIA À RUPTURA NA SOLDA (kgf/5cm) mínimo 120		ASTM D-3083
• RESISTÊNCIA À PELAGEM NA SOLDA (N/mm) mínimo 5		ASTM D-413
• RESISTÊNCIA AO U.V.	Conforme Norma Técnica	ASTM G-155
• ATOXICIDADE: Metodologia aplicada de acordo com a Resolução 105 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.		
• Cor Azul conforme PANTONE 3015C.		
• Cor Preta conforme PANTONE Black C.		
• O fornecedor ou fabricante deverá apresentar “Termo de Garantia” para um período de 5 (cinco) anos como documento de habilitação para fornecimento do objeto da licitação.		
• O fornecedor ou fabricante deverá apresentar Garantia de 12 (doze) meses contra defeitos de fabricação devidamente comprovados.		
• Cada reservatório deverá ser moldado formando uma peça única de acordo com as dimensões especificadas, e deverá ser pré-confeccionado em fábrica utilizando-se processo de solda eletrônica de alta frequência. As soldas de alta frequência deverão apresentar perfeita		

estanqueidade e resistência mínima de 80% da resistência da geomembrana conforme especificado. O fornecedor ou fabricante deverá apresentar relatórios de análise dos ensaios destrutivos da solda eletrônica realizada em fábrica, com frequência de pelo menos 1 (uma) amostra da geomembrana e 1 (uma) das emendas dos painéis e das emendas de fechamento de cada reservatório.

- Cada reservatório deverá ser adequadamente dobrado e embalado de forma a facilitar a abertura no local da instalação, objetivando reduzir custo e tempo de instalação. Cada volume deverá conter marcação com tinta indelével e etiquetas de identificação contendo o tamanho do reservatório, cor, numeração, e indicando o sentido do desdobramento e abertura do mesmo no local da instalação.
- A instalação do(s) reservatório(s) confeccionado(s) com geomembrana flexível de PVC deverá ser devidamente inspecionada utilizando aparelho de "Spark Test" conforme especifica as Recomendações IGSBR IGMT 01-2003 para verificação dos painéis quanto à possibilidade de haver furo oriundo de defeitos de fabricação, durante o transporte ou ocasionado por queda de objetos durante a instalação.
- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar "Atestado de Capacidade Técnica" de fornecimentos de Geomembrana Flexível de PVC.
- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar certificado informando que a resina de Policloreto de Vinila (PVC) é constituída de ingredientes virgens e não contaminados.
- Como documento de qualificação técnica e habilitação para fornecimento do objeto da licitação, o fornecedor ou fabricante deverá apresentar Certificado ou Relatório de Ensaio de Análise Química pela metodologia aplicada de acordo com a Resolução 105 da ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, realizado por laboratório credenciado e independente, comprovando a atoxicidade da geomembrana fabricada com Laminado Flexível de PVC, com data de emissão não superior a 2 (dois) anos.

8.4.2 Anexo II – Especificações Técnicas Piscicultura

a) Aeradores

AERADOR 3/4HP

TRIFÁSICO 220/380V 60 Hz

Especificações Técnicas:

- Motor $\frac{3}{4}$ HP Trifásico 220/380V para água doce com eixo de inox (especialmente desenvolvido para laboratórios de camarões).
Taxa de oxigenação: SAE 2,02 kg O₂/kwh
SORT 1,11 kg O₂/h
- Ø de lançamento: 3,20 m
- Altura de lançamento: 0,80 m
- Potência de sucção: 1,50 m
- Profundidade mínima da água: 0,80 m
- Área de ação: Ø 25,0m
- Volume: 150 m³/h
- Dimensões: 0,80 x 0,80 x 0,80 m
- Peso: 30 kg
- Aplicação: para viveiros de 300 à 1500 m² em carcinicultura e efluentes

Especificações Construtivas:

- Flutuador em HDPE (polipropileno de alta densidade)
- Eixo B-403 de Inox
- Tela de proteção em aço inox

A gaseificação e a introdução de oxigênio realizados pelo Aquamix série B-401 têm como consequência um cardume de peixes saudáveis e fortes.

Devido a formação e ondulação na superfície, a formação de algas é praticamente inibida, permanecendo a água saudável.

Sucção de até 3,0 m de profundidade -opcionalmente pode ser fornecido com tubo possibilitando a sucção de água de até 3,0m de profundidade para aeração de reservatório ou açudes profundos.

b) Caixa para transporte de peixes

MATERIAL

Fabricado em fibra de vidro, registro, isolamento térmico, com tampa superior - inferior, dispositivo antivazamento, sistema de quebra ondas, ferragem em aço inox, opcional: mangueira micro perfurada a laser, regulador de pressão, fluxímetro, manômetro e calha para descarga.

ESPECIFICAÇÕES

- 400 litros
- Dimensões: 0,80 x 0,85 x 0,60m
- Peso: 70 Kg

c) Medidor de oxigênio

Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Prova d'água

Display duplo de cristal líquido "LCD"

Circuito microprocessador LSI

Escala:

Oxigênio dissolvido: 0 a 20,0mg/L

Oxigênio no ar (apenas como referência): 0 a 100,0%

Temperatura: 0 a 50°C

Resolução:

Oxigênio dissolvido: 0,1mg/L

Oxigênio no ar: 0,1% O₂

Temperatura: 0,1°C

Precisão:

Oxigênio dissolvido: ±0,4mg/L

Oxigênio no ar: ±0,8°C/1,5°F

Estrutura do sensor: Sensor de oxigênio tipo polarográfico com sensor de temperatura embutido

Compensação de temperatura: 0 a 50°C (ajuste automático)

d) Medidor de pH

Faixa de medição:

pH: 0 - 14

temperatura: 0 – 80°C / 32 – 176°F

Resolução:

pH: 0,01

temperatura: 0,1°C/°F

Precisão: +/- 0,02

Calibração digital com botões de comando

e) Condutímetro

Faixas de medição:

Condutividade: 0 - 9990 μ S

Sólidos Totais Dissolvidos (TDS): 0 - 8560 ppm (mg/L)

Temperatura: 0 – 80°C / 32 – 176°F

Resolução:

Condutividade: 0 - 99: 0,1 μ S/ppm; 100 - 999: 1 μ S/ppm; 1000-9990: 10 μ S/ppm.

Temperatura: 0,1 °C/°F

Precisão: +/- 2%

Fator de conversão de condutividade para TDS: conversões não-lineares para soluções de KCl, 442TM e NaCl, ajustáveis pelo usuário.

Sensor: eletrodos de platina separáveis.

Revestimento à prova d'água.

f) Rede de arrasto

15 metros de comprimento, malha 8 mm, fio 210/08, 2,1m de altura armada. As redes são montadas em tralhas (cabos) de polietileno trançado de alta densidade de 8 mm. As bóias são distribuídas a cada 35 ou 40 cm.

g) Tarrafas

Tarrafa malha 7mm, fio 0,25 mono, altura 2,4m (1 unidade)

Tarrafa malha 13mm, fio 210/09, altura 3,0m, azul sem nós (2 unidades)

h) Puças

Raso

40 x 30 cm

malha de 5 mm
fio 210/06, sem nós
fundo redondo.

Fundo
40 x 30 cm
Malha de 8 mm.
Prof. 60 cm

i) Disco de secchi

Especificações:
Fita de fibra - tamanho de 1,5 m com graduação de 1 cm.
Diâmetro - 20 cm.
Lastro de chumbo (250g).

j) Caixa de isopor

Caixa de Isopor com dreno, com os seguintes volumes:
- 120 litros
- 160 litros

Tabela 20 Quantificação dos equipamentos e materiais permanentes para uma Unidade Demonstrativa de Produção, utilizando Rejeito da Dessalinização

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QTDE./por UD
1	Aeradores	un	2
2	Caixa de transporte de Peixes	un	1
3	Medidor de Oxigênio	un	1
4	Medidor de pH	un	1
5	Condutivimetro	un	1
6	Rede de arrasto	un	2
7	Tarrafa	un	2
8	Puçás	un	2
9	Disco de Secchi	un	1
10	Geomembrana PVC 30x12x1,3 - azul	un	2
11	Geomembrana PVC 30x12x2 - preta	un	1
12	Caixa de isopor	un	6

8.4.3 Anexo III – Manual de Irrigação com Utilização de Água Salobra

Introdução

O aumento significativo das áreas em franco processo de degradação e desertificação nas regiões áridas e semiáridas do mundo, motivado, principalmente, pela exploração acentuada das fronteiras agropastoris, uso inadequado e intensivo dos recursos naturais dessas regiões, tem concorrido, sobremaneira, para o gradativo colapso dos sistemas produtivos em uso, com consequente agravamento das condições socioeconômicas de suas populações.

Como cerca de 43% das áreas da superfície terrestre são árida e semiáridas e, 97% de toda água do planeta encontra-se nos oceanos, o ser humano defronta-se com um grande e difícil problema, já que terá de encontrar e disponibilizar, de forma relativamente urgente, terra e água suficientes para suprir a crescente demanda de alimentos pela população global. Estima-se, já para os próximos 30 anos, que teremos de agregar mais de 200 milhões de hectares ao processo de produção agrícola das regiões tropicais e subtropicais. Como nestas regiões existe apenas algo em torno de 93 milhões de hectares disponíveis à expansão agropecuária e, muito destas áreas são de preservação ambiental, teremos, portanto, que encontrar alternativas de recursos de água e solo que possam ser utilizados na produção de alimento, e que se constituam de fato, como parte da solução para os problemas que já se fazem presentes.

No Nordeste Semiárido brasileiro, muitas áreas subaproveitadas ou consideradas não muito adequadas às atividades concernentes ao meio rural, poderiam ser efetivamente utilizadas, desde que submetidas a um manejo racional e correto de solo e água. Como existe hoje, tecnologias de comprovada eficácia na recuperação e aproveitamento de solos e águas salinas, tem-se, pois, como adicionar uma área considerável ao nosso processo de produção.

A utilização de água com elevada concentração de sais é uma prática relativamente antiga que remonta aos idos dos anos 50, quando então, alguns pesquisadores idealizaram o aproveitamento das águas do Mar Vermelho para irrigação de áreas secas do recém criado Estado de Israel. Hoje, dada à necessidade premente de abertura de novas áreas, esta prática vem se difundindo muito, notadamente naqueles países de clima árido, em que alguns utilizam as águas dos oceanos e mares, aplicando-as na irrigação de áreas costeiras.

No Semiárido brasileiro, existe uma quantidade expressiva de poços tubulares, que embora apresente alguma restrição qualitativa (água salobra) de aproveitamento, foram perfurados para atender a demanda de água pela população rural e de seus rebanhos, principalmente, durante os períodos mais secos do ano. Estes poços poderiam dar uma maior contribuição, desde que explorados dentro de um conceito técnico inovador de aproveitamento dos recursos hídricos e edáficos, tendo por meta, além do fornecimento de água potável, a produção de forragem e proteínas, destinadas à alimentação animal e humana.

O emprego crescente de dessalinizadores de água pelo processo de osmose inversa para fornecimento de água potável às populações, embora eficientes para tal fim, podem, contudo, acarretar ao longo do tempo, danos ambientais pela deposição no solo dos efluentes compostos de águas com altos teores de sais resultantes da utilização destes equipamentos. Dependendo da qualidade da água do poço e da eficiência destes equipamentos, estes poderão gerar de 40 a 70% de efluentes do total da água a ser dessalinizada. Como estes efluentes gerados geralmente não passam por qualquer tratamento antes de serem lançados ao solo, contribuirão para a gradativa salinização destas áreas, com consequentes implicações negativas para manutenção do equilíbrio ambiental.

Face à magnitude dos problemas acima referidos, a pesquisa vem já há algum tempo procurando meios de minimizar os danos provocados pelo uso de água salina, podendo-se destacar entre seus estudos a utilização do sistema de bacias de evaporação, uso de plantas aquáticas para redução do volume de efluentes gerado, bacias de percolação e irrigação de halófitas. No CPATSA, em particular, existe adiantado trabalho de pesquisa sobre a possibilidade de aproveitamento do efluente gerado pela dessalinização para produção aquícola e irrigação de plantas halófitas (*Atriplex nummularia*), capazes de reduzir os níveis de sais no solo e fornecer forragem para alimentação complementar dos animais (caprino-ovinos), durante o período mais crítico do ano, provocando menos impacto ao meio ambiente e gerando produção para consumo próprio familiar e comercialização do excedente produzido.

Relação solo/planta

A *Atriplex nummularia*, dada suas características especiais, pode ser cultivada nos mais diversos tipos de solos, podendo apresentar rendimentos satisfatórios até mesmo para aquelas condições edáficas não tão favoráveis, como solos de baixa fertilidade, rasos e níveis de salinidade alta (entre 20 e 57 dS/m). Os melhores níveis de desenvolvimento e rendimento das espécies do referido gênero, foram observados, em plantas cultivadas em ambientes com elevadas concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

Pesquisas comprovam essas observações, estabelecendo que o sódio (Na⁺) e o potássio (K⁺) trocáveis influem positivamente sobre os rendimentos da espécie e, que o cloro solúvel (Cl⁻) apresentaria efeito contrário. Outro fator a ser levado em consideração, é que para as condições de solos de textura leve, essa espécie responde satisfatoriamente à aplicação de nitrogênio, principalmente, quando esses solos mostram baixos níveis desse elemento. Em resumo, levando-se em consideração apenas o aspecto solo, verifica-se que os menores rendimentos de forragem apresentados pela *Atriplex*, registraram-se nos cultivos explorados em solos compactos de textura argilosa e arenosa de baixa fertilidade. Portanto, nas condições do Semiárido brasileiro, o seu cultivo é aconselhável fazer-se, apenas em solos que apresentem profundidade nunca inferior a 1,0 m, de textura leve a mediana, boa drenagem interna e fertilidade natural razoável. A Tabela 21 apresenta a caracterização física de um solo apropriado ao cultivo de Erva-Sal.

Tabela 21 Principais características físico-químicas de um perfil de solo apropriado ao cultivo de Erva-Sal

Propriedades	Profundidade (cm)		
	0 - 30	30 - 60	60 - 90
C.E. (ds/m)	0.33	0.15	0.26
pH	7.2	7.1	7.5
Areia (%)	78	77	75
Argila (%)	8	8	8
Silte (%)	14	15	17

Requerimento hídrico, sistema e manejo de irrigação da Erva-Sal

Características do uso consuntivo em halófitas

Como em qualquer outro cultivo, o consumo de água da Erva-Sal é controlado principalmente pela demanda evaporativa da atmosfera, área foliar e disponibilidade de água no solo.

O método mais fácil e simples para medir a demanda evaporativa da atmosfera é o tanque de evaporação conhecido como tanque classe "A", encontrado nas estações meteorológicas de medição dos elementos do clima. Para a maioria dos municípios da região semiárida brasileira, estes valores variam de 4,0 a 6,0 mm/dia, nos meses mais frios (junho/julho) e entre 10,0 e 11,0 mm/dia, no período mais quente (dezembro/janeiro). A Tabela 22 apresenta as médias diárias da evaporação potencial para os diferentes meses do ano da série histórica de 1976 a 2004, em Petrolina-PE.

Tabela 22 Média diária mensal da taxa de evaporação do tanque classe "A" e da série histórica de 1976 a 2004 para Petrolina-PE (mm/dia)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
7,2	7,1	6,4	6,3	6,0	6,0	6,5	7,9	9,0	9,6	9,0	7,9	7,4

$$\frac{T}{T_{\max}} = 0,7(IAF)^{1/2} - 0,21$$

O índice de área foliar é um indicador da superfície de folhas da planta em relação à área do solo ocupada pela planta. É através da folha que ocorrerá toda a evaporação produtiva ou transpiração. Portanto, o IAF pode servir para a estimativa da transpiração. Ritchie and Burmett, (1971) encontraram que a transpiração de uma área em crescimento se aproxima do seu potencial máximo quando o IAF excede 2,7. A transpiração relaciona-se com IAF através da seguinte expressão:

Onde:

T = Taxa de transpiração para $IAF < 2,7$

T_{\max} = Taxa máxima de transpiração

IAF = Índice de área foliar

Por outro lado, a taxa de transpiração diminui com a redução da umidade disponível no solo. No caso da Erva-Sal, a taxa de transpiração decresce linearmente com a redução da umidade do solo quando o potencial de água no solo excede a 10 bars (SHARMA, 1977). Halófitas como a Erva-Sal consegue extrair água em solos com potencial matricial abaixo de -15 atmosferas, considerado como ponto de murcha permanente para a maioria das culturas convencionais. Esta habilidade da Erva-Sal deve-se ao estabelecimento de um alto gradiente osmótico, entre a solução do solo e a acumulação de sais nos tecidos da planta. Além disso, a Erva-Sal, por acumular sal em seus tecidos, apresenta mecanismo para ajustes osmóticos, o que permite manter o gradiente osmótico em toda extensão da raiz e, conseqüentemente, a taxa de transpiração por umidade da área foliar. Quando a salinidade da solução do solo é baixa, a taxa de absorção de sais é diminuída, acarretando conseqüente redução na taxa de acumulação de sais pela planta.

Quanto ao uso de água pela Erva-Sal, embora já exista pesquisa em andamento, ainda não se tem informação conclusiva para o Semiárido brasileiro. Sabe-se, todavia, que a Erva-Sal por ser uma planta C_4 , halófito e, portanto, muito eficiente no uso de água, tem por característica própria, quando pelo aumento da salinidade, a capacidade de apresentar redução nas taxas de transpiração e fotossíntese. Ou seja, na Erva-Sal o turgor e a percentagem de saturação das folhas crescem com o aumento da salinidade, enquanto as taxas de transpiração e fotossíntese decrescem, sendo a redução da taxa de transpiração, proporcionalmente maior que a fotossíntese.

Trabalho conduzido por MIYAMOTO et al (1996) em Puerto Peñasco/ México, sobre o uso consuntivo da Erva-Sal irrigada com água salina, durante um período de 14 semanas de verão, mostra que, para uma ETP (Evapotranspiração potencial) de 705,6 mm no período, definido pelo método do tanque classe "A" e, aplicações de água com níveis de salinidade de 1; 10; 20 e 40g de sais/litro, os totais evapotranspirados pelo cultivo foram respectivamente, 480; 440; 271 e 140 mm, demonstrando que enquanto a salinidade da água aumenta, a evapotranspiração é reduzida. Do trabalho também se deduz que para níveis de salinidade da água em gramas por litro de 1 a 10 e, de 10 a 20, o uso consuntivo diário foi 4,9 e 2,1mm para o período estudado.

Quantidade de água a ser aplicada

Na elaboração de um projeto de irrigação qualquer, é de primordial importância o conhecimento prévio da quantidade de água a ser fornecida ao conjunto solo-planta, de forma a satisfazer plenamente as necessidades hídricas do cultivo a ser explorado. Para se chegar a tal conteúdo, é preciso tomar conhecimento sobre certos aspectos agronômicos relativos ao projeto, tais como o grau de disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, características físico-hídricas do solo, tipo de cultura a ser explorada e as condições climáticas preponderantes da região.

As estratégias operacionais e o manejo da água devem seguir critérios e princípios hidráulicos peculiares a cada concepção de projeto e a cada sistema de irrigação, de modo a fornecer em tempo oportuno, em quantidade adequada, toda a água necessária ao completo desenvolvimento das plantas, sem, no entanto, incorrer em situações de desperdício ou de déficit hídrico.

Em ambientes áridos, dadas as limitações impostas pelo fator hídrico, principalmente no que se refere ao uso das reservas de águas subterrâneas, devemos, pois, ter especial atenção com o planejamento e implantação de sistemas de exploração dessas reservas, notadamente no que diz respeito ao uso racional da água de irrigação.

Considerando-se a baixa vazão apresentada pela maioria dos poços perfurados no cristalino, em média de no máximo 3.0 m³/h, as irrigações para o sistema que se pretende implantar (Fig. 41), serão realizadas em caráter meramente complementar. Para esse nível de vazão, teríamos, portanto, para um período de 08 horas de funcionamento diário, durante 7 dias, um volume total de apenas 168 m³/semana (3,0 x 8,0 x 7,0 = 168 m³), disponibilizados para atender às necessidades de consumo geral da comunidade e do sistema de produção, sobretudo, àquelas concernentes a criação de peixes e de irrigação da área de cultivo da Erva-Sal. Para uma comunidade com uma média de 50 famílias (± 250 pessoas) e um rebanho em torno de 1.200 animais (15% de bovinos e 85% de caprinos e/ou ovinos), que se abasteçam exclusivamente do poço subterrâneo, teríamos que reservar do total possível de aproveitamento (168 m³), para o gasto semanal, algo em torno de 10,5% para o consumo humano (água dessalinizada) e 37,5% de água bruta para a dessedentação dos animais, sendo consumidos nessas atividades, cerca de 80,5 m³. Todavia, ocorrendo à existência de outras fontes hídricas de abastecimento na propriedade (pequenos açudes e barreiros) que possam suprir a demanda de água do rebanho, poderíamos dispor uma vez descontado esse consumo, de um volume aproximado de ± 105,0 m³/semana, para fazer frente às necessidades do sistema. Vemos, pois, dependendo do tamanho da comunidade e de seu nível de consumo, da vazão do poço e da existência de outras fontes alternativas de abastecimento, que a capacidade de armazenamento de água pode ser incrementada, proporcionando aumento substancial na reserva dos recursos hídricos destinados ao atendimento das necessidades do sistema de produção pretendido (UD).

Quanto à demanda hídrica do cultivo (*Atriplex nummularia*), tratando-se de uma cultura reconhecidamente resistente ao déficit de água no solo, o volume total disponível (± 105 m³) apesar de relativamente baixo, é suficiente para a irrigação da área (5.182 m²) e para promover o satisfatório desenvolvimento vegetativo da Erva-Sal, principalmente, se considerarmos que esta cultura tem por característica própria a capacidade de reduzir sua demanda evapotranspiratória à medida que se eleva o nível de salinidade da solução do solo.

Por fim, não entrando em mais detalhes e de forma simplificada, podemos definir a necessidade de irrigação bruta (NIB) tomando por base a evapotranspiração potencial local, determinada através do tanque "Classe A" e associada a coeficientes específicos, tal como se segue:

$$NIB = \frac{Ev \cdot Kp \cdot Kc \cdot fr}{Ei}$$

Ei

Onde,

Ev = evaporação do tanque "Classe A" (mm)

Kp = coeficiente de conversão do tanque

Kc = coeficiente de cultivo

Fr = fator de redução (Fr = 0,1 + IC - fórmula de Decroix)

IC = índice de cobertura do solo (%).

Ei = eficiência do sistema de irrigação

Exemplo:

No caso específico da irrigação da Erva-Sal (*Atriplex nummularia*) no projeto recomendado (Fig. 02), para um taxa evaporativa média mensal de 7,40 mm/dia e, considerando-se Kp = 0,70 e o Kc = 0,8, calcular o volume semanal de água a ser aplicada por planta e o tempo de aplicação.

Solução (adotar):

Espaçamento entre plantas (EP) – 1,50m x 1,50m

$$IC = AS/ARE$$

AS = área de projeção da copa (sombreada - m²). AS = (π . D²)/4

ARE = área de referência do espaçamento adotado (m²).

Para um diâmetro de copa de 1,4 m, temos:

$$IC = \left| (3,14 \times 1,40^2) \div 4 \right| \div (1,5 \times 1,5) = 0,68$$

$$fr = 0,10 + IC = 0,10 + 0,68 = 0,78$$

$$NIB = \frac{Ev \times Kp \times Kc \times fr}{Ei}$$

$$NIB = \frac{7,40 \times 0,70 \times 0,80 \times 0,78}{0,90} = 3,13 \text{ mm/dia}$$

$$NIB = 3,13 \times 7 = 21,91 \text{ mm/semana.}$$

VAP (volume de água aplicado por planta) = NIB x ARE (área de referência do espaçamento adotado entre plantas)

$$VAP = 21,91 \times (1,50 \times 1,50) = 49,30 \text{ litros por planta (L/pl)}$$

TAP (tempo de aplicação) = (VAP ÷ Qem) x 60, onde Qem – corresponde a vazão do emissor em L/h. Logo:

$$TAP = (49,30/68,33) \times 60 = 43,29 \text{ minutos.}$$

Sistema de irrigação

A água de irrigação pode ser aplicada por diferentes métodos. Cada método apresenta vantagens e desvantagens, que devem ser analisadas quando da definição do projeto, e depende do tipo de solo, topografia, fonte de água, tipo de cultivo, custos etc.

No caso presente, como as irrigações serão feitas com o efluente resultante da dessalinização destinado a criação de tilápia e, no caso específico da Erva-Sal, em que a planta cristaliza o excedente de sais absorvidos, na superfície da folha, sendo por essa razão desaconselhável o seu umedecimento sob pena dos sais cristalizados serem dissolvidos e retornarem ao solo, a escolha mais apropriada para a irrigação da Erva-Sal, seria, evidentemente, através dos sistemas superficiais de irrigação (sulcos ou sistemas de irrigação localizada) em que a água aplicada não entra em contato direto com a folhagem da planta. Em face de tal pré-suposto, optou-se, portanto, por se fazer as irrigações das áreas de cultivo das unidades demonstrativas (UDs) através de um sistema de irrigação localizada (xiquexique) de baixo custo, com boa eficiência e de fácil manejo operacional.

A metodologia de dimensionamento das instalações hidráulicas de um sistema localizado de irrigação, a semelhança do que ocorre com um sistema convencional de irrigação por aspersão, é realizado seguindo o sentido inverso do fluxo de água na instalação. Ou seja, após definição do traçado das redes de tubulações, dos espaçamentos, da vazão e pressão de serviço (PS) dos aspersores ou emissores, dimensionam-se as linhas laterais. Em seguida calculam-se as tubulações da rede de distribuição e, por último, dimensiona-se a estação de bombeamento.

O dimensionamento das linhas laterais, consiste em se estabelecer um determinado diâmetro, que se enquadre dentro dos critérios estabelecidos para cálculo de condutos forçados. Admite-se que se pode garantir uma boa uniformidade de irrigação ao longo de cada lateral, desde que a variação máxima de vazão ou pressão entre emissores ao longo do conduto, não ultrapasse 10% da vazão nominal ou 20% da pressão de serviço (funcionamento). Após definição do diâmetro, calcula-se a perda de carga e a pressão requerida na entrada da lateral, pelas fórmulas seguintes:

$$J = 7,89 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \times 1,08$$

$$hfL = J \times F \times L$$

$$F = (2 \times NmL) \div (2 \times NmL - 1) \times \left| 1 \div (1,75 + 1) \right| + \left| (1,75 - 1)^{1/2} \div (6 \times NmL^2) \right|$$

$$HL = h + 0,75 hfL \pm \Delta Z/2, \text{ onde:}$$

J = perda de carga unitária (m/m).

Q = vazão por lateral (L/s).

D = diâmetro da lateral (mm).

(1,08) = fator referente as perdas localizadas pela inserção dos emissores na lateral.

hfL = perda de carga total na lateral (m.c.a.).

F = fator de correção para múltiplas saídas (adimensional).

L = comprimento da lateral (m).

HL = pressão requerida na entrada da lateral (m.c.a.)

h = pressão de serviço (PS) dos emissores (m.c.a.)

$\pm \Delta Z/2$ = desnível geométrico médio da linha lateral, (m). Pode ser ascendente (+) ou descendente (-).

Todos os procedimentos adotados para dimensionamento das laterais, são válidos e aplicáveis para definição das linhas de derivação, devendo-se realizar a determinação do seu diâmetro, obedecendo o valor máximo permitido para perda de carga nessas linhas, correspondente a 30% da pressão de serviço, menos a perda de carga na lateral ($DH_d = 0,30 h - hf_L$). Uma vez definido o diâmetro a ser usado e respectiva perda de carga, calcula-se, também, a pressão requerida na entrada da linha ($H_d = HL + hfd \pm \Delta Z/2$). H_d – corresponde a pressão requerida no início da linha de derivação; HL – pressão no início da lateral; hfd – perda de carga total na linha de derivação e ΔZ – desnível geométrico (m).

Passo seguinte, determina-se o diâmetro da linha principal em função da vazão total do sistema e da velocidade de fluxo no conduto e, em sequência, calcula-se a perda de carga ao longo da principal, para o diâmetro respectivo encontrado. Finalmente, define-se a altura manométrica total (H_m) e dimensiona-se o conjunto eletrobomba, podendo-se, entre outras, utilizar as fórmulas seguintes:

$$DP = \left| (4,0 \times Qt) \div (\pi \times V) \right|^{1/2}$$

$$Pa = (Qt \times H_m) \div (Eb \times 75)$$

$P_m = PaDP =$ diâmetro da linha principal (m).

$Qt =$ vazão total do sistema (m^3/s).

$V =$ velocidade média de fluxo (m/s).

$H_m =$ altura manométrica (m.c.a.).

$Pa =$ potência no eixo da bomba (cv).

$Eb =$ eficiência da bomba (usar – 0,65)

$P_m =$ potência do motor (cv).

$Em =$ eficiência do motor (usar 0,80).

O sistema será então dimensionado e implantado conforme sugestões apresentadas na Fig. 41, em área de relevo uniforme e declividade suave (0,5 a 1,5%), próximo ao poço e tanques de criação, sendo composto por 08 módulos com funcionamento simultâneo de 24 laterais por vez. A água será aplicada ao pé de cada planta, em pequenas bacias ou seção curta de sulco, através de pequenos emissores (\varnothing de 2,0 mm) instalados ao longo de cada linha lateral, conforme espaçamento especificado. A vazão aplicada por emissor será da ordem de 68,33 L/h ($PS = 5,0$ m.c.a.), requerendo para as 24 laterais (com 12 emissores, cada) em irrigação simultânea, uma vazão total de 19,68 m^3/h . Cada módulo (24 laterais), dependendo das necessidades hídricas da cultura, será irrigado em um tempo de no máximo 45 minutos, levando-se para cobrir toda a área (08 módulos), pouco menos de 6,0 h com o trabalho de operacionalização e irrigação do sistema, propriamente dito.

Composição da “UD” e sistema de irrigação

Conforme esquematização apresentada na Figura 31, o sistema a ser montado será composto basicamente de:

- Fonte e área de acumulação hídrica ($\pm 0,4$ ha).
 - Poço com vazão igual ou superior a 3,0 m^3/h .

- Dessalinizador.
- Reservatórios (03) para armazenamento de água com capacidade média de 330 m³, sendo 02 viveiros para criação de tilápia e 01 reservatório para acumulação do efluente a ser empregado na irrigação da Erva-Sal (Fig. 40 e 41).
- Área de cultivo com cerca de 0,6 ha, que dependendo da vazão do poço e área total disponível, poderá ser aumentada.
 - Área agricultável com declividade suave (0,5 a 1,5%) e uniforme, profundidade mínima de 1,0m, textura mediana e drenagem natural satisfatória. Seu preparo para implantação do sistema deverá constar de roço, limpeza, aração profunda, gradagem cruzada da área e sulcamento do terreno no espaçamento de 1,50 m entre sulcos. Para colocação da rede de condução e distribuição de água, fazer a abertura de valas com 0,50m de largura e 0,40m de profundidade, nos pontos especificados na Figura 32 (local onde serão estendidas as respectivas linhas).
- Cultura e plantio.
 - No plantio serão utilizadas mudas de *Atriplex nummularia* produzidas por multiplicação vegetativa (estaquia), que serão transplantadas no espaçamento de 1,50 x 1,50m, no sistema de covas simples com dimensões de 30 x 30 x 30 cm. No interior dessas covas, serão colocados como adubação de fundação, 05 litros de esterco curtido de caprino e 150 gramas de superfosfato simples.
- Sistema de irrigação.
 - Unidade de bombeamento (eletrobomba) com potência de 3,0 cv e vazão acima de 20 m³/h para uma altura manométrica de 14,0 m.c.a.
 - Rede de condução e distribuição (linha principal e de derivação), enterrada, composta de tubos de PVC azul PN-40 com diâmetro de 75 mm, ligada por meio de registros de esfera montados em sistema de cavalete, as linhas laterais correspondentes a cada módulo de irrigação.
 - Linhas laterais compostas de tubulação de polietileno de 16 mm de diâmetro com 12 emissores (dispositivo conector de aplicação de água) com diâmetro de 2,0 mm, instalados a cada 1,5 m ao longo da lateral. As laterais serão ligadas à linha de derivação, obedecendo ao espaçamento de 1,5m entre elas. Maiores detalhes da composição e montagem do sistema, são mostrados nas Figura 32 e Tabela 23.

8.4.4 Referências Bibliográficas

FAO. *Estudios de caso de especies vegetales para zonas aridas y semiaridas de Chile y Mexico*. Santiago: FAO Oficina Regional para America Latina y el Caribe, 1996, 143p. II. (FAO Zonas Aridas e Semiaridas;10).

GLENN, E.P. and O'LEARY J.N. *Productivity and irrigation requirements of halophytes grown with seawater in the Sonoran Desert*. J. Arid Environments 9: p. 81-91. 1985.

GLENN, E.P.; TANNER, R. ; MIYAMOTO, S.; FITZSIMMONS, K.; BOYER, J. *Water use, productivity and forage quality of the halophyte Atriplex nummularia grown on saline waste water in a desert environment*. Journal of Arid Environments, v. 38, p. 45-62, 1998.

MIYAMOTO S.; GLENN, E. P.; SINGH, N. T. *Utilization of halophytic plants for fodder production with*

brackish water in subtropic deserts. In: SQUIRES, V. R.; AYOUB, A. T. (Eds.). *Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands*. The wetherlands: Kluwer Academic, 1996. p. 43-75.

O'LEARY, J. N.; GLENN, E. P.; WATSON, M. C. *Agricultural production of halophytes irrigated with seawater*. Plant and Soil, Dordrecht, v. 89, p. 311-321, 1985.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; DUTRA, M. T.; PAULINO, R L.; BRITO, L. T. de L.; MATOS, A. N. B. *Rendimento da Atriplex nummularia irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 97 – 103, 2006.

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. *Dryland evaporative flux in a sub-humid climate. 2. Plant influences*. Agronomy Journal, v. 63, p. 56 – 62, 1971.

SHARMA, M. L. *Aspects of salinity and water relations of Australian chenopods*. In: SEN, D. N.; RAGPU ROHID, K. S. *Contributions to the ecology of halophyte*. Hague: W. Junk, 1982. Cap. 4, p. 155-175. (Tasks for Vegetations Science, 2).

SHARMA, M. L. *Water use by chenopod shrublands*. In: HOWES, K. M. W. (Ed). *Studies of the Australian Arid Zone. III. Water in rangelands*. Melbourne, Australia: CSIRO, 1977. p. 139 – 149.

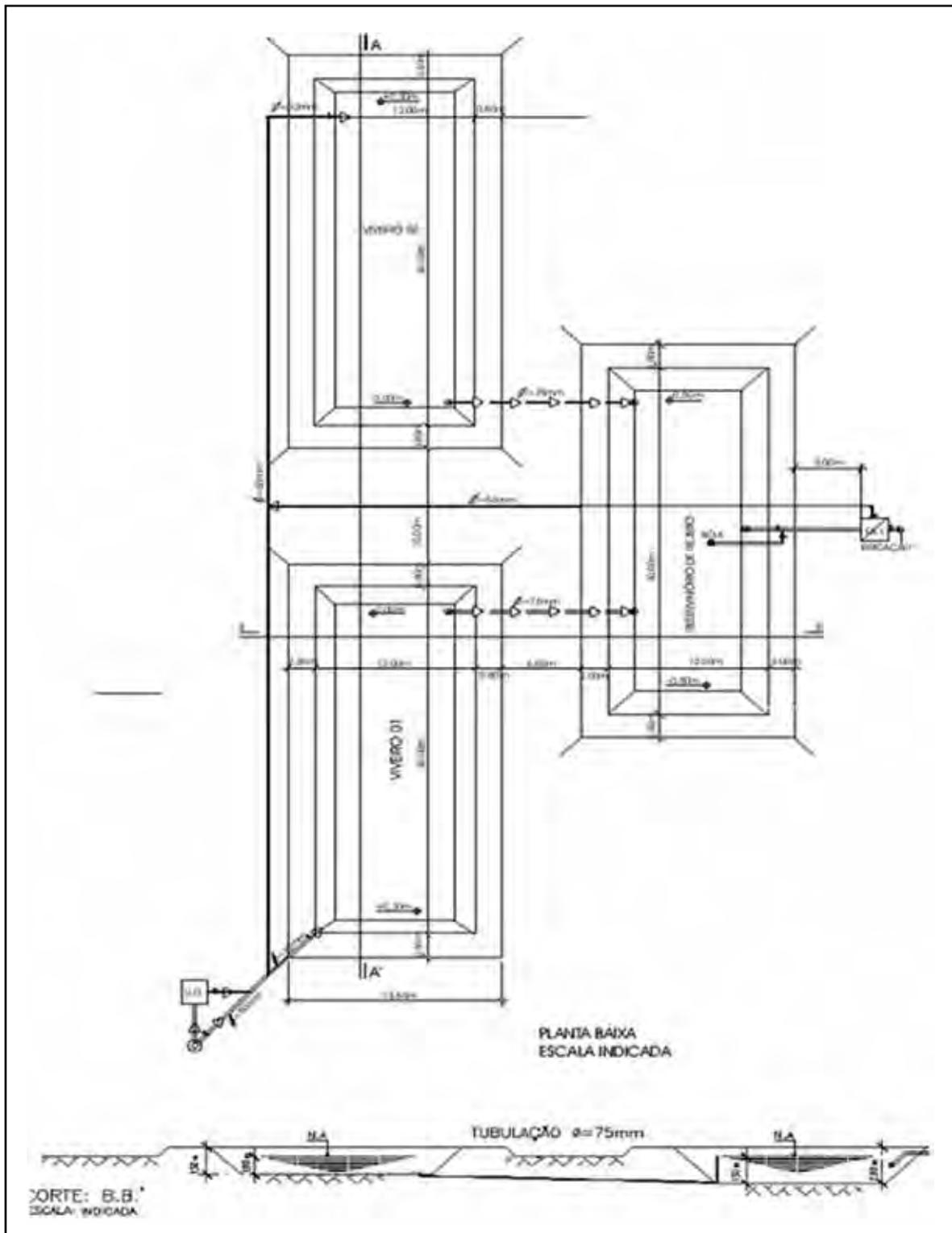


Figura 31 Planta baixa de viveiros e reservatório

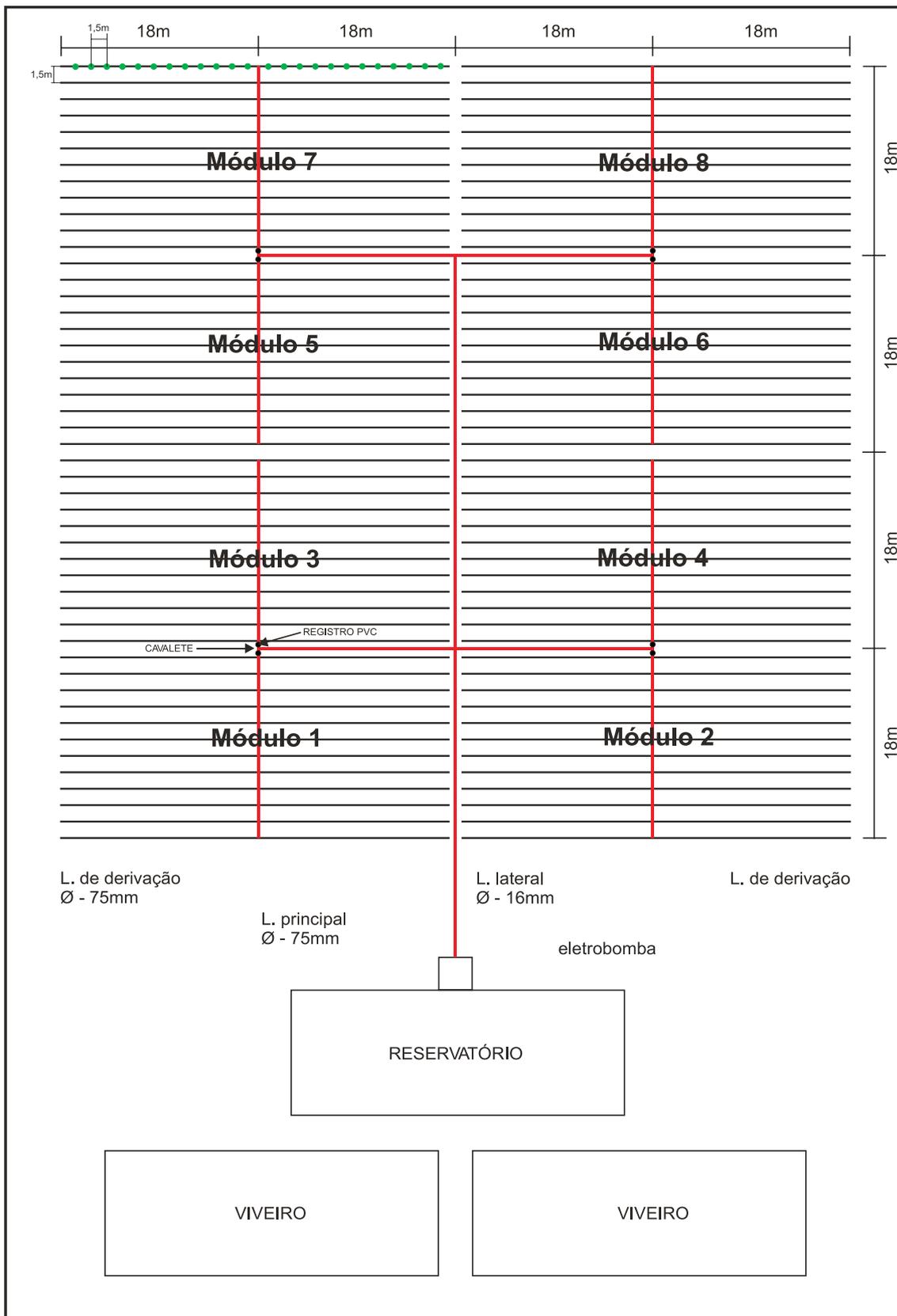


Figura 32 Representação esquemática da área de cultivo da *Atriplex*

Tabela 23 Coeficientes técnicos de implantação

ESPECIFICAÇÃO	Unid.	Quant.
1.0 Operações mecanizadas – aração, gradagem cruzada e sulcamento do terreno.	h/m	6
2.0 Mão-de-obra – abertura de ± 300 m de valetas c/50 cm de largura por 40 cm de profundidade; coveamento do terreno e transplântio de mudas (2.304 plantas)	D/H	40-50
3.0 Insumos		
- Mudas de Atriplex	und	2.400
- Esterco de caprino	m ³	11
- Superfosfato simples	kg	350
4.0 Equipamentos de irrigação		
4.1 Sucção Completa		
- Redução Ex RE 1 ½" x ranhura de 3"	pç	1
- Nipel FG de 1 ½"	pç	1
- União assento plano de 1 ½"	pç	1
- Mangote Kanaflex	m	5
- Abraçadeira reforçada 3"	pç	2
- Adaptador fofa rosca x ranhura de 3"	pç	1
- Válvula de pé p/poço tipo cebola 3"	pç	1
- Conjunto eletrobomba, motor trifásico, 3 cv, II P, 380 V, 60 Hz, 3450 rpm, rotor semiaberto de 120 mm, sucção de 11/2 e recalque de 11/4, Q = 25 m ³ /h, para Hm de 14 m.c.a.		
- Chave de ligação partida direta de 4 cv, 380 v, 60 hz, trifásica	cj	1
4.2 Ligação de pressão		
- Niple duplo FG 1 ¼"	pç	2
- Luva de redução FG 3 x 1 ¼"	pç	1
- Curva de 90° RL macho de 3"	pç	1
- Registro de gaveta BZ 3"	pç	1
- União assento plano BR 3"	pç	1
- Registro de gaveta BZ 1 ¼"	pç	1
4.3 Sistema		
- Válvula ventosa de 1"	pç	1
- Cola de tomada 75 x 1"	pç	1
- Registro de esfera PVC SD 2" (50 mm)	pç	9
- Registro de esfera PVC SD 3" (75 mm)	pç	1
- Tubo PVC SD DN 75 mm x 6,0 m PN 40	pç	50
- Tubo PVC SD DN 50 mm x 6,0 m PN 40	pç	8

Tabela 23 Coeficientes técnicos de implantação (continuação)

- Adaptador inicial de 16 mm	pç	195
- Interceptor de fluxo de 16 mm	pç	195
- União interna de 16 mm	pç	25
- Tubo PEBD 16 mm, c/agregante contra migração do plastificante quando da incidência de raios UV e Thermal Stress Kreaking	m	3.600
- Tubo PEBD de 25 mm	m	250
- Conector para micro 2 mm (4/7)	pç	2.350
- Adaptador PVC BS x RM 75 x 3"	pç	2
- Curva 45° ponta bolsa SD 75 mm	pç	2
- Curva 45° ponta bolsa SD 50 mm	pç	2
- Curva 90° ponta bolsa SD 50 mm	pç	28
- Te bolsa SD 75 x 50 mm	pç	1
- Te bolsa SD 75 mm	pç	3
- Te bolsa SD 50 mm	pç	5
- Redução bolsa SD 75 x 50 mm	pç	20
- Luva SD 50 mm	pç	8
- Colar de tomada 50 x ½"	pç	8
- Ponta macho EP 2"	pç	8
- Cap. Fêmea EP 2"	pç	8
- Válvula antivácuo ½"	pç	8
- Solução limpadora	l	2
- Adesivo plástico (850 gr)	und	2
- Adesivo plástico com pincel (175 g)	und	1
- Fita veda rosca 0,06 x 12,00 m	pç	20
4.4 Frete e montagem do sistema	-	-

8.4.5 Anexo IV – Acumulação de Sal na Planta

Em geral, as plantas da família *Chenopodiaceae* são consideradas como tolerantes a ambientes de alta salinidade. Dentre estas, a *Atriplex nummularia* – Erva-Sal – é uma das que apresentam maior tolerância. Experimentos têm sido conduzidos com essa planta, irrigada com água do mar vermelho e do mar do Golfo Pérsico, que apresentam teores de sais da ordem de 40 gramas de sal por litro, superiores aos teores de sais encontrados na maioria dos oceanos, que é de 35 a 36 gramas por litro (GLENN et al. 1998).

A tolerância desta planta à salinidade é devida ao desenvolvimento de mecanismos especializados de acumulação de sais no interior da planta, ou de eliminação por meio de vesículas especiais existentes na superfície das folhas. Quando cheias essas vesículas ou pústulas

se rompem liberando o sal, através de finas camadas de cristais, que se aderem à superfície da folha. De acordo com GLENN et al. (1998), esses cristais de sal ajudam na economia de água pela planta, por meio da reflexão da radiação solar, reduzindo, conseqüentemente, a temperatura da folha e mantendo a turgidez das células. Na realidade, a planta age desta maneira, não com o objetivo de se tornar especialista em absorção de sais, mas, sim, como forma de ajustar-se ao ambiente adverso (SHARMA, 1982).

No caso da Erva-Sal, os dois mecanismos acontecem, mais o de acumulação no interior dos tecidos da planta é o de maior importância. A maior acumulação de sais ocorre nas folhas. A Tabela 24 apresenta o total de cinzas encontrado nos tecidos do caule e da folha da Erva-Sal, em experimentos conduzidos nos campos da Embrapa Semiárido, em plantação irrigada com o rejeito da dessalinização. A partir desses dados, a estimativa é que a acumulação de sais na planta foi correspondente a 1.145 kg/ha/ano, para as condições do semiárido brasileiro.

Tabela 24 Teor de cinzas em diferentes partes da planta Erva-Sal, irrigada com água salobra

Parte da Planta	Teor de cinza (%) em relação à matéria seca
Folha	25,23
Caule Fino	8,62
Caule Grosso	4,04
Lenha	3,18

Todavia, há necessidade de se gerar mais conhecimento sobre a capacidade de retirada de sais do solo pela Erva-Sal nas condições ambientais do Semiárido brasileiro. Em condições de clima temperado, MIYAMOTO et al. (1994), conseguiram retiradas de até 10 toneladas por ha.

Considerando que a retirada de sais do solo pela Erva-Sal não é total, recomenda-se a colocação de um septo impermeável contornando todo o perímetro da área a ser cultivada conforme demonstra a Figura 56. Para a colocação desse septo, abre-se uma valeta, até a camada impermeável com largura de 0,8m a 1,0m de largura, contornando toda a área de plantio.



Foto 56: Septo impermeável colocado ao redor da área a ser cultivada

Após a abertura da trincheira ou valeta, coloca-se uma lâmina de plástico na posição vertical. Faz-se a amarração de uma das extremidades laterais do plástico na camada impermeável, depois se devolve todo o material escavado para dentro da valeta, tendo o cuidado de deixar a lâmina de plástico na vertical em toda extensão do contorno.

Importância do Efluente da Piscicultura na Biologia do Solo

De acordo com BATRA E MANNA, (1997), não só as propriedades físicas e químicas, mas também, as variáveis biológicas e bioquímicas, são importantes para a qualidade do solo. Nesse contexto, a atividade enzimática tem papel importante, por participar da catálise de inúmeras reações necessárias para o ciclo de vida de micro-organismos e na formação da matéria orgânica e na estrutura do solo.

O papel da comunidade microbiana no solo é extremamente diverso. As funções benéficas como: transformação do nitrogênio, decomposição da matéria orgânica, reação micorrizica, e principalmente, os efeitos sobre a estabilização dos agregados e do ciclo de nutrientes no solo, são funções que possibilitam uma melhor qualidade dos solos, em especial quando se irriga com água salina.

Estudos desenvolvidos em Petrolina, com água do rejeito da dessalinização usada na irrigação da Erva-Sal, (PEREIRA, 2003) encontraram um aumento significativo na atividade microbiana quando o rejeito foi usado como meio de cultivo da tilápia, antes de ser usado como água de irrigação.

8.4.6 Referências Bibliográficas

BATRA, L.; MANNA, M. C. *Delydrogenore activity and microbial biomass carbon in salt. Affected soil of semiarid and arid regions. Arid Soil Research and Rehabilitation, London, v. 11, p. 295-303, 1997.*

MIYGAMOTO S.; GLEM, E. P.; SINGH N. T. *Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water in sub tropic deserts.* In: SQUIRES, U.K.; AYOUB, A. T. (Eds.). *Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands.* The Netherlands: Kluwer Academic, 1996. p. 43-75.

PEREIRA, S. V. *Atividade enzimática e biomassa microbiana em solo do semi-árido cultivado com Atriplex nummularia Lindl.* Recife, 2003. 118 f. Tese (Doutorado em Taxonomia, Ecologia e Fisiologia dos Ecossistemas do Nordeste) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. *Dryland evaporative flux in a sub-humid climate.* 2. Plant influences. *Agronomy Journal*, v. 63, p.56-62, 1971. SHARMA, M. L. 3. In: HOWES, K. M. W. (Ed.). *Studies of the Australian Arid Zone.* III. Water in rangelands. Melbourne, Australia: CSIRO, 1977. p.139-149.

9 Obras Civis

9.1 Introdução

A água para consumo humano é uma das grandes limitações para permanência das pessoas na zona rural do Semiárido brasileiro. Atualmente a região possui um elevado número de poços tubulares, cuja execução é resultado, em sua grande maioria, de programas públicos de acesso a água. As águas desses poços frequentemente apresentam-se salobras ou salinas, resultado de sua localização no embasamento cristalino, cujas águas têm sua composição de sais alterada pela intemperização das rochas.

Uma alternativa para viabilização do uso dessas águas para o consumo humano é a dessalinização por osmose inversa, que se encontra em expansão na região. Por sua comprovada eficiência quanto à relação custo quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa se destaca entre os outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em várias comunidades no Nordeste do Brasil. O seu crescente desenvolvimento e utilização poderão trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejados no solo, que, além de contaminarem mananciais subterrâneos, poderão ser transportados pela ação dos ventos ou pela água de escoamento superficial provocando a salinização de outros reservatórios superficiais e áreas mais próximas.

Para isso o Programa Água Doce vem desenvolvendo métodos para viabilizar o uso dessa água sem agredir o meio ambiente, ou pelo menos amenizando os efeitos negativos sobre o meio, através da construção de tanques de contenção do concentrado e na instalação da estrutura física destinada ao aproveitamento do rejeito da dessalinização na tilapicultura (cultivo de tilápia) e na irrigação de plantas subsistentes.

O sistema de dessalinização é composto pelos seguintes componentes:

- Dessalinizador;
- Abrigo de proteção para o dessalinizador;
- Reservatórios para armazenamento de água do poço e água doce;
- Tanques para contenção do concentrado;
- Chafariz;
- Poço;
- Abrigo para proteção da bomba do poço;
- Cercamento do sistema;
- Cercamento dos tanques.

A Unidade Demonstrativa é composta pelos seguintes componentes:

- Dessalinizador;
- Abrigo de proteção para o dessalinizador;

- Reservatórios para armazenamento de água do poço e água doce;
- Viveiros para o cultivo de peixes (tilápia);
- Tanque para contenção do concentrado;
- Chafariz;
- Poço;
- Abrigo para proteção da bomba do poço;
- Casa de bomba;
- Depósito de insumos/forrageira;
- Sistema de irrigação;
- Cercamento do sistema;
- Cercamento da unidade;
- Equipamentos.

9.2 Etapas para Execução

Limpeza do Terreno

Este serviço será executado com a finalidade de deixar completamente livre, não só toda a área do canteiro da obra, como também, os caminhos necessários ao transporte de materiais.

Constará de capinação, destocamento e retirada dos obstáculos que possam prejudicar os trabalhos de construção, removendo-se todos os entulhos.

Locação da Obra

A localização da obra, níveis da edificação, afastamentos e alinhamentos deverão ser seguidos rigorosamente de acordo com os dados constantes no projeto arquitetônico. A marcação da obra deverá obedecer às referências de nível e o alinhamento. A locação da obra deve ser global, com quadros de madeira que envolvam todo o perímetro da obra. Os quadros deverão estar perfeitamente nivelados e fixados, de tal modo que resistam às tensões dos fios de marcação sem oscilações e sem possibilidade de fuga da posição correta. A locação da obra deverá ser feita pelos eixos das paredes e estar rigorosamente de acordo com a planta de locação. Deve ser feita no esquadro e nível.

O gabarito será executado em madeira de baixa qualidade com guias de 2,50m x 15cm em escoras de eucalipto cravadas a 60 cm de profundidade, com espaçamento de 2,00m. Nas guias serão marcadas as posições das estacas e pilares. O nível dos pisos internos deverão estar de acordo com o projeto arquitetônico. A cota zero é referenciada ao piso do passeio.

Escavação

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensões e volume a remover, visando-se sempre o máximo rendimento e economia.

Quando necessário, os locais escavados deverão ser escorados adequadamente, de modo a oferecer segurança aos operários.

As escavações em rocha deverão ser executadas por pessoal habilitado, principalmente quando houver necessidade do emprego de explosivos.

Quando for o caso, o esgotamento das escavações será feito através de bombas adequadas, salvo quando a quantidade d'água a esgotar for diminuta, usando-se então processo manual com baldes.

Aterro

Será executado com material arenoso, isento de substâncias orgânicas, em camadas sucessivas de 20,00cm, convenientemente molhadas e apiloadas, manual ou mecanicamente.

Concreto

Os materiais a empregar deverão atender ao disposto nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A dosagem do concreto dependerá do fim a que se destina, obedecendo-se o que se segue, salvo indicação específica em contrário.

- a) Traço - 1:4:6 (cimento, areia, brita) - Concreto Magro
- b) Traço - 1:4:6 (cimento, areia, brita) - Laje de Impermeabilização de Piso
- c) Traço - 1:3:6 (cimento, areia, brita) - Concreto Ciclópico
- d) Traço - 1:2:4 (cimento, areia, brita) - Concreto Armado
- e) Traço - 1:2:3 (cimento, areia, brita) - Concreto Armado

O concreto ciclópico deverá conter 20% de rachão granítico, com diâmetro máximo de 20,00 cm. A dosagem será feita medindo-se o cimento em peso e os agregados em volume com o fator água/cimento adequado. Concreto Armado.

Formas

- Serão obedecidas as prescrições da ABNT.
- Serão confeccionadas com tábuas de 1ª qualidade, de 12" x 1" ou com folhas de aglomerado em espessuras adequadas ao fim a que se destinam.
- Devem se adaptar exatamente às dimensões das peças da estrutura projetada e, construídas de modo a não se deformar sensivelmente sob a ação das cargas e pressões internas do concreto fresco.
- A construção das formas e do escoramento deve ser feita de modo a facilitar a retirada dos seus diversos elementos.
- As escoras quando roliças, terão diâmetro mínimo de 3" e só poderão ter uma emenda, não situada além de seu terço médio.

- Os escoramentos com mais de 3,00m de altura, deverão ser contraventados.
- Antes do lançamento do concreto, será procedida a limpeza das formas, molhando-as até a saturação.
- Os prazos mínimos admitidos para a retirada das formas serão os seguintes:
 - a) Faces Laterais - 3 dias
 - b) Faces inferiores, deixando-se escoras convenientemente espaçadas - 14 dias
 - c) Faces inferiores sem pontaletes - 21 dias

Armadura

- Antes de serem introduzidas nas formas as barras de aço deverão ser convenientemente limpas, não se admitindo a presença de graxas, tintas ou acentuada oxidação.
- As barras da armadura devem ser dobradas rigorosamente de acordo com os detalhes do cálculo estrutural, colocadas nas formas, nas posições indicadas e amarradas com o auxílio do arame preto nº 18.
- Durante o lançamento do concreto, serão observadas e mantidas as posições e afastamentos das barras.

Concretagem

- O diâmetro máximo do agregado graúdo deverá ser menor que $\frac{1}{4}$ da menor dimensão da peça.
- Não será permitido o emprego de areia com teor de argila, devendo ser procedida lavagem no material, caso haja dificuldade na obtenção de um agregado miúdo de boa qualidade.
- A dosagem do concreto será feita com a utilização de padiolas previamente dimensionadas para atender o traço e resistência desejados, medindo-se o cimento em peso e os agregados em volume.
- Em qualquer caso, o consumo mínimo de cimento será de 300 kg/m^3 .
- A porcentagem do agregado miúdo no volume total do agregado, antes da mistura, deverá estar compreendida entre 30% e 50%.
- A tensão mínima de ruptura a compressão será de $R = 180 \text{ kgf/cm}^2$.
- O amassamento será mecânico, só se admitindo amassamento manual para obras de pequeno porte e a critério da fiscalização.
- Deverão ser empregadas betoneiras com capacidade mínima para traço de um saco de cimento, que será introduzido da sua embalagem original.
- Serão sempre empregados vibradores de imersão, evitando-se o engaiolamento do agregado graúdo, falhas ou vazios nas peças.

- Após a concretagem, a estrutura deve ser protegida da secagem prematura, regando-se periodicamente durante 5 (cinco) dias.
- Quando for aconselhável a adição de impermeabilizantes, os mesmos serão empregados nas dosagens indicadas pelos fabricantes.
- Serão de responsabilidade da Construtora, os cálculos de qualquer estrutura quando não fornecidos pelo Programa Água Doce.

Alvenaria

Os tijolos cerâmicos deverão estar de acordo com as prescrições da ABNT.

Empregar-se-á argamassa de cimento e areia no traço 1:8 em obras enterradas e 1:10 para as alvenarias de vedação. Deverão ser obedecidas as espessuras das paredes indicadas no projeto. As juntas não terão espessura superior a 2,00 cm. Os tijolos serão abundantemente molhados antes do assentamento.

As diversas fiadas deverão ficar perfeitamente alinhadas e niveladas, apresentando os trechos de paredes perfeitas condições de verticalidade.

Nas alvenarias de pedra, serão empregadas rochas graníticas, dispostas de tal modo a atender com perfeição ao fim destinado, quer estrutural, quer estético, tudo de acordo com as indicações do projeto.

Quando for indicado o emprego de tijolos, elementos vazados de concreto ou cobogós deverão estes ser confeccionados com a utilização de formas metálicas ou de madeira, empregando-se argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:8, dando-se toda a atenção ao processo de cura.

Cobertura

A cobertura será de telhas cerâmicas, executada sobre laje de concreto pré-moldada para forro, com vãos de até 3,50m, espessura mínima de 8,00cm, com lajotas e capa de concreto fck 20MPa, com 2,00cm de espessura, inter-eixo de 38,00cm e com espessura total mínima de 10,00cm, obedecendo as indicações do projeto, referente ao tipo de telhas e declividades estabelecidas.

Serão respeitados os dispositivos das normas da ABNT.

As inclinações mínimas admitidas, para os diversos tipos de cobertura, salvo indicação em contrário, serão as seguintes:

- Telhas Tipo Francês - 40%
- Telhas Tipo Canal - 26%

Não será permitido o emprego de telhas lesionadas, empenadas ou que não satisfaçam perfeitas condições de estanqueidade da cobertura.

As peças de estrutura de madeira, quando necessárias, terão seções condizentes com os vãos a vencer, a fim de serem evitadas flexões ou deformações indesejáveis.

Revestimento das Paredes

As superfícies das paredes deverão ser limpas e molhadas, antes do início da operação de revestimento.

Os revestimentos só deverão ser iniciados após a completa cura da argamassa das alvenarias e do assentamento das canalizações de água, esgoto e eletricidade.

Serão empregados os seguintes tipos de revestimento, com respectivas argamassa e variantes destas:

- a) Chapisco - Argamassa de cimento e areia - 1:3
- b) Reboco e Emboço - Argamassa de cimento, cal e areia - 1:2:8 - Argamassa de cimento, areia e saibro - 1:3:6
- c) Rústico - Argamassa de cimento e areia - 1:6

Toda a superfície será previamente chapiscada, jogando-se a argamassa à colher com força suficiente para se conseguir uma boa aderência.

O revestimento em massa única terá acabamento liso, à desempenadeira, apresentando arestas alinhadas.

O revestimento rústico será executado com o auxílio de vassoura de piaçava para jogar a argamassa contra a parede, podendo-se usar peneiras com malha quadrada de 2,00 mm quando se deseja uma distribuição uniforme.

Pavimentação

Será assentado revestimento cerâmico interno no chafariz, no piso e nas paredes até 1,60m de altura. No abrigo do dessalinizador, será assentado em todo piso interno e nas paredes internas até 1,60m, a partir do piso.

Antes de assentar a cerâmica será feito o contra piso, sobre o solo bem compactado. Serão espalhados 5,00cm de brita sobre o solo compactado e nivelado, aplicando-se 7,00cm de concreto e executando a regularização da superfície, colocando-se uma camada de impermeabilizante e, logo em seguida, colocando-se 2,00cm de argamassa sobre o impermeabilizante para evitar manchas na cerâmica. Para a colocação das placas de cerâmica o piso deverá estar no esquadro e nivelado.

O assentamento do piso cerâmico deve ocorrer, no mínimo, 28 dias após a concretagem da base, ou 14 dias após a execução do contra piso para evitar empoçamentos.

Após o assentamento, proceder-se-á o rejuntamento com argamassa própria.

Esquadrias de Madeira e Ferragens

Será confeccionada com madeira de lei, sucupira, peroba do campo, amarelo ou similar, de acordo com as dimensões indicadas no projeto.

As folhas de portas terão espessura mínima de 3,00cm.

As grades internas serão de caixa, com aduelas de largura igual a espessura da parede revestida, com alizares. As grades externas serão de canto.

Todas as ferragens serão adequadas ao tipo de esquadria. As dobradiças serão de latão cromado com 2 1/2" x 3" nas janelas e maçanetas.

Pintura

Para as superfícies de madeira e ferro serão utilizadas duas demãos de tinta esmalte sintético azul Del Rey. Para as esquadrias de ferro serão aplicadas duas demãos de anticorrosivo.

Nas paredes externas serão aplicadas duas demãos de tinta látex, fosco aveludado branco neve, apropriada para pintura externa.

Nas paredes internas serão aplicadas duas demãos de tinta látex, fosco aveludado branco neve, apropriada para pintura interna.

Construção do Tanque de Contenção do Concentrado

Iniciam-se as obras com a demarcação do local. A demarcação é fundamental para definição da área onde será realizada limpeza, cujo objetivo é a retirada da camada orgânica, pedras e materiais que possam atrapalhar o andamento das obras.

Após a limpeza da área, deve-se retirar a camada orgânica e antes de se iniciar a construção dos diques, deve-se realizar o nivelamento do terreno correspondente, para inclusive, se determinar a locação das estacas de offset que vão delimitar a largura da base dos diques, que será em função da altura, em cada estaca.

Os diques que formam os viveiros apresentam conformação trapezoidal, com uma crista de 1,10m de largura, declividade dos taludes de 1:1 e altura variando de acordo com as cotas do terreno natural adjacente.

A profundidade final do reservatório será de 2,00m.

O reservatório terá as seguintes dimensões:

Largura superior	12,00 m;
Comprimento superior	30,00 m;
Comprimento inferior	26,00 m;
Largura inferior	8,00 m;
Largura inferior na área de abastecimento	8,00 m;
Largura de coroamento	1,10 m;
Profundidade máxima da lâmina de água	1,80 m;
Profundidade total	2,00 m;
Relação de taludamento	1:1.

Este reservatório será revestido com manta de PVC pré-fabricada, com 0,80mm de espessura, resistente a ação dos raios ultravioleta. Esse revestimento é necessário devido a sua exposição diária aos raios solares.

Seu dimensionamento deve possibilitar a cobertura completa da estrutura, cobrindo a largura do coroamento do maciço e talude externo, como também apresentar um excesso de borda de, pelo menos 0,30m para fixação.

As dimensões do revestimento são as seguintes:

Largura superior 14,20 m;

Comprimento superior 32,20 m;

Comprimento inferior 26,00 m;

Largura inferior 8,00 m;

Relação de taludamento 1:1.

A instalação da geomembrana se dará de forma cuidadosa. A face superficial da escavação deve estar livre de pedras, tocos, ou qualquer material cuja agressividade possa ser prejudicial à resistência da geomembrana ao longo do tempo.

Cerca de Proteção do Sistema de Dessalinização

A cerca será levantada em tela campestre em arame galvanizado 14, malha de 20,00cm e 1,20m de altura, fixadas a estacas de concreto de 2,10m de comprimento e 10,00cm de diâmetro mínimo, estaqueados a uma distância de 2,00m entre estacas e profundidade mínima de aterramento de 0,20m, com amarrações e sustentação apropriada para o esticamento da tela e arames. Logo acima do arame da tela serão colocadas mais duas linhas de arame farpado espaçadas de 0,20m. Para controle de acesso ao sistema, será colocado um portão de ferro com tela de, no mínimo, 0,95m de largura por 1,60m de altura. Em toda a extensão da cerca do sistema, deve ser executada uma mureta com 0,40m de altura em alvenaria.

Cerca de Proteção da Unidade Demonstrativa e dos Tanques do Sistemas de Dessalinização

A cerca será levantada em tela campestre em arame galvanizado 14, malha de 20,00 cm e 1,20 m de altura fixadas a estacas de concreto de 2,10 m de comprimento e 8,00 a 10,00 cm de diâmetro mínimo estaqueados a uma distância de 3,00 m entre estacas e profundidade mínima de aterramento de 0,20 m com amarrações e sustentação apropriada para o esticamento da tela e arames. A cada 25,00 m será executada mão francesa para melhor fixação da cerca. Logo acima do arame da tela serão colocadas mais duas linhas de arame farpado espaçadas de 0,20 m. Como via de acesso do sistema será colocado um portão de madeira de 2,00 m de largura por 1,60 m de altura.

Instalação dos Reservatórios

Nos sistemas onde existam reservatórios de alvenaria, estes deverão ser substituídos por reservatórios de fibra de vidro, com capacidade de 5.000l, para evitar contaminação na água.

Os sistemas deverão conter, no mínimo, dois reservatórios, sendo um para armazenamento da água dessalinizada e outro para armazenamento da água do poço.

Cada um dos reservatórios será instalado sobre uma base circular executada em alvenaria. Em cada uma das bases serão executadas duas cintas de amarração, uma na parte superior e outra na parte inferior, conforme projeto.

Poço

O poço deve estar limpo, tampado e protegido por uma base de concreto para evitar sujeira e contaminação. Deve ser usada uma bomba submersa de potencia apropriada à vazão do poço. A tubulação do poço deve ser de tubo PVC soldável.

Como Calcular a Quantidade de Tanques para Contenção do Concentrado para cada Sistema

Com o objetivo de não contaminar o solo com o resíduo gerado pelo sistema de dessalinização, o Programa Água Doce prevê a instalação de tanques para armazenamento do concentrado gerado pelos sistemas, sendo a quantidade de tanques definida por critérios técnicos objetivando racionalizar gastos e dar uma maior segurança as comunidades.

Para cada sistema de dessalinização será construído, no mínimo, um tanque de contenção de concentrado. Essa quantidade de tanques é calculada de acordo com a vazão do concentrado, o volume precipitado e o volume evaporado.

Fórmula usada para encontrar o volume acumulado e a lâmina d'água.

$$Va = [(Vp+Vc) - (Ve)]$$

$$La = Va/100$$

Onde:

Volume acumulado: Va

Volume precipitado: Vp

Volume do concentrado (mm): Vc

Volume evaporado (mm): Ve

Lâmina d'água (cm): La

Viveiros para Cultivo de Peixes

Após a limpeza da área, deve-se retirar a camada orgânica e antes de se iniciar a construção dos diques, deve-se realizar o nivelamento do terreno correspondente, para inclusive, se determinar a locação das estacas de off-set que vão delimitar a largura da base dos diques, que será em função da altura, em cada estaca.

Os diques que formam os viveiros apresentam conformação trapezoidal, com uma crista de 1,10m de largura, declividade dos taludes de 1:1 e altura variando de acordo com as cotas do terreno natural adjacente. A regra adotada foi a referência de 1,00m de lâmina d'água na parte mais alta do leito dos viveiros, mantendo-se um bordo livre de 20,00cm, ou seja, 1,20m de altura (Figura 33: Abastecimento) e 1,50m (Figura 34: Drenagem).

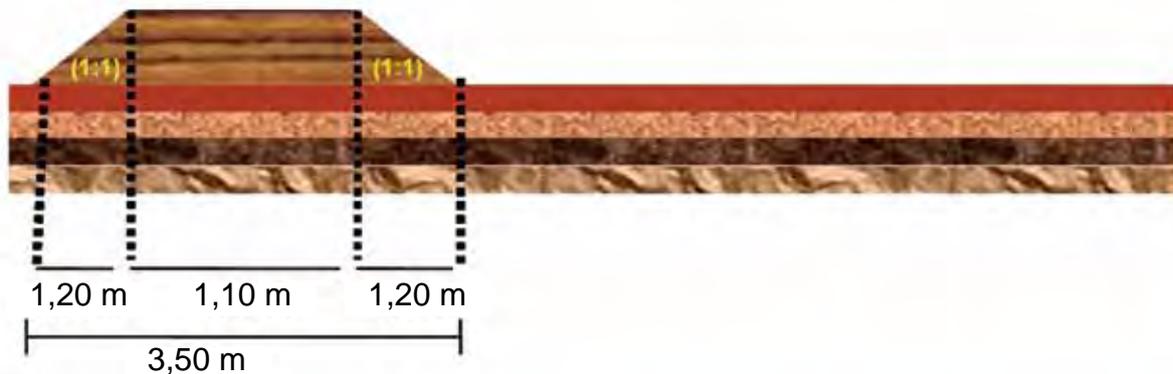


Figura 33 Corte Transversal do Dique (abastecimento) do Viveiro

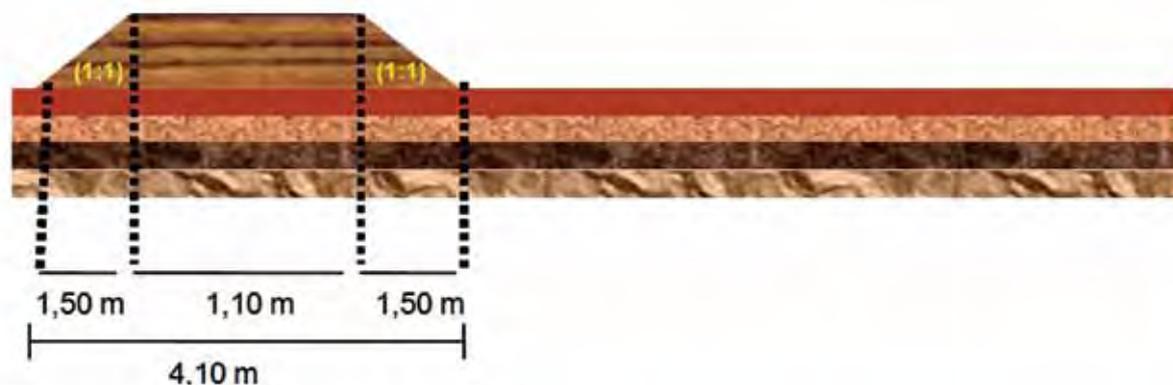


Figura 34 Corte Transversal do Dique (drenagem) do Viveiro

Os diques serão construídos com material do próprio local de intervenção do projeto, sendo que, tanto podem ser construídos utilizando material local adjacente, como utilizando material local transportado, caso haja necessidade de complementação.

A construção deverá ser feita diretamente com escavadeira hidráulica ou retro-escavadeira. No método construtivo, o material proveniente da escavação do leito dos viveiros, deverá ser empilhando no eixo dos diques, procedendo-se o seu espalhamento e compactação até o nível da cota de coroamento estabelecida para cada dique.

A escavação do leito dos viveiros, para retirada de material a ser empregado na construção dos diques, deverá obedecer a um rigoroso controle na altura dos cortes, levando em consideração uma declividade de 0,30m no sentido do abastecimento para a drenagem.

Antes do início dos serviços de escavação e construção dos maciços, deve-se proceder a locação e escavação das valas (trincheiras), para a fixação da tubulação de descarga dos viveiros para o reservatório. Os tubos de PVC serão envelopados com 0,10m de concreto simples dentro da vala antes do reaterro compactado.

Dimensões

O número de viveiros estabelecido para o projeto será de, no mínimo, 02 (dois) e a quantidade final definida em função da disponibilidade de água, necessidades do local e tamanho da área a ser utilizada pelo projeto. Os viveiros de piscicultura terão formatos retangulares, cada um, com área total de espelho de água 360 m², cujas dimensões seguem abaixo e sua representação gráfica (Figura 36) na página seguinte:

Largura superior (borda).....	12,00 m;
Comprimento superior (borda).....	30,00 m;
Comprimento Inferior (leito).....	27,30 m;
Largura inferior (leito) – abastecimento.....	9,60 m;
Largura inferior (leito) – drenagem.....	9,00 m;
Largura do coroamento.....	1,10 m;
Altura do dique – abastecimento.....	1,20 m;
Altura do dique – drenagem.....	1,50 m;
Altura da lâmina d’água – abastecimento.....	1,00 m;
Altura da lâmina d’água – drenagem.....	1,30 m;
Declividade dos taludes.....	1:1.

Tanque de Armazenamento de Rejeito

A construção dos diques do reservatório seguirá os mesmos procedimentos estabelecidos para os diques dos viveiros. Sendo, que a cota de leito do reservatório será 0,50m abaixo da menor cota estabelecida para os viveiros.

Os diques terão as mesmas conformações dos diques dos viveiros, sendo que, a regra adotada, para o reservatório, foi a referência de 1,80m de lâmina d’água, mantendo-se um bordo livre de 20 centímetros, ou seja, diques com 2,00m de altura.

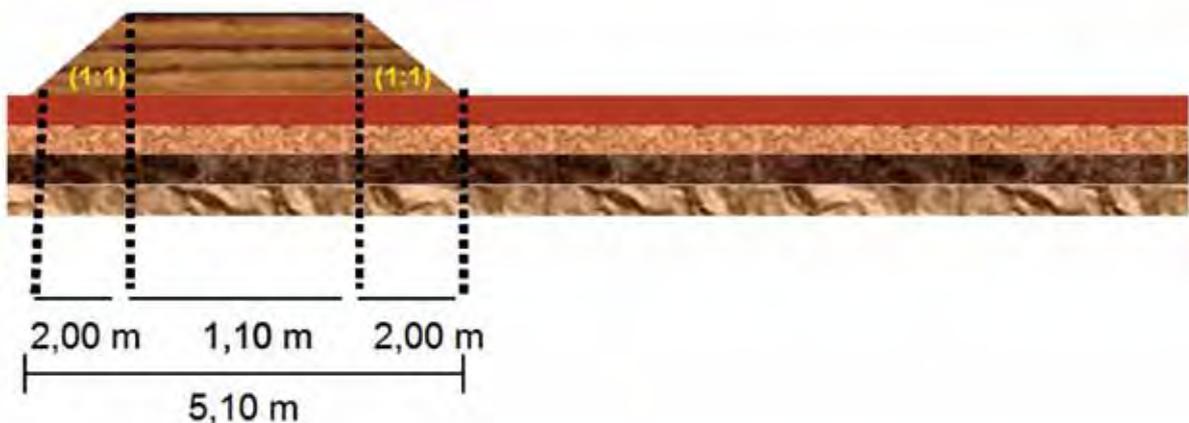


Figura 35 Corte Transversal do tanque de armazenamento de rejeito

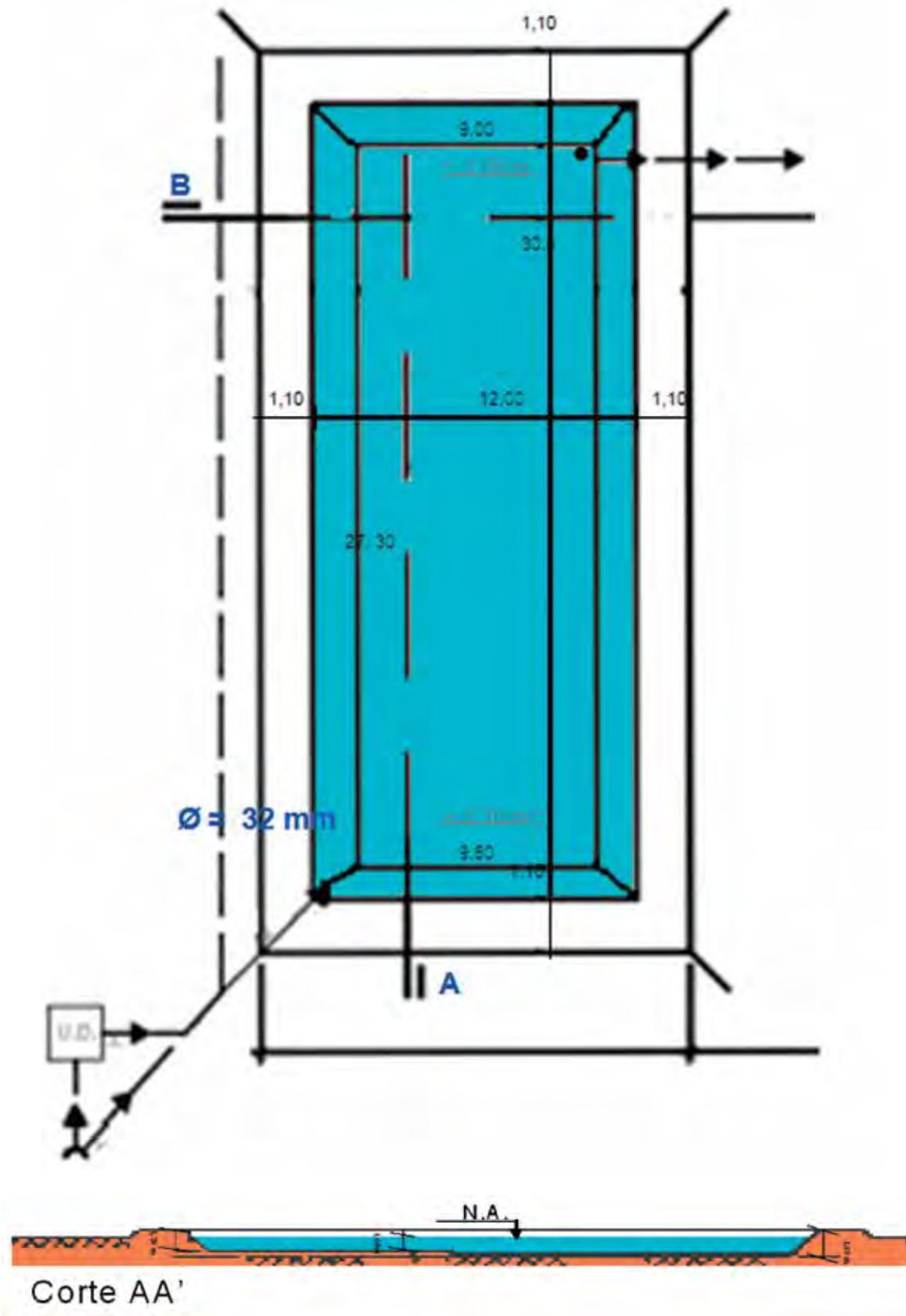
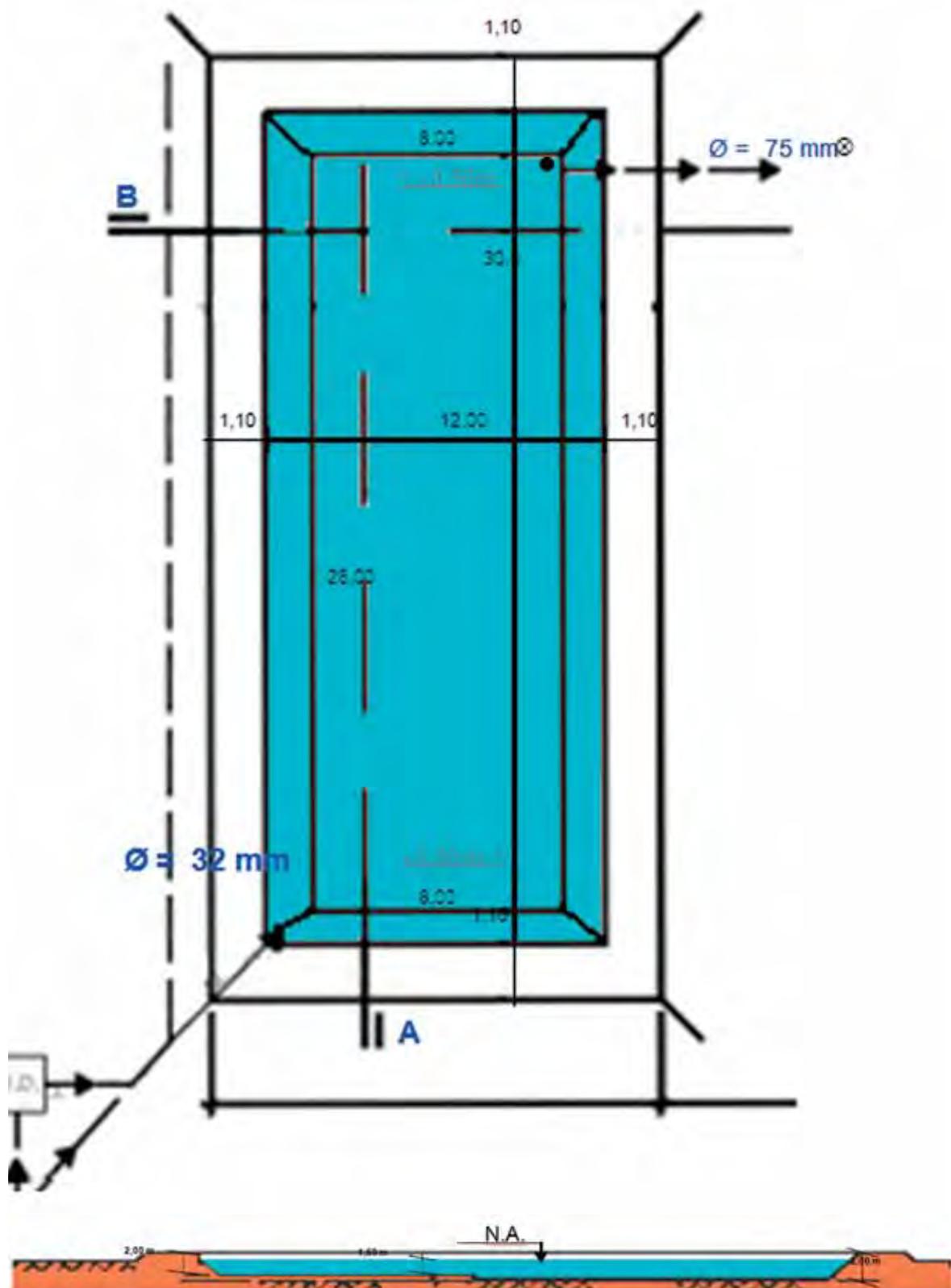


Figura 36 Dimensões dos Viveiro para Cultivo de Peixe



Corte AA'

Figura 37 Dimensões do Reservatório de Rejeito

Dimensões

No projeto consta um reservatório de rejeito, com formato retangular e área de 360 m² e com capacidade de armazenamento de 540 m³, cujas dimensões seguem abaixo e sua representação gráfica (Figura 37) na página anterior:

Largura superior (borda).....	12,00 m;
Comprimento superior (borda).....	30,00 m;
Comprimento inferior (leito).....	26,00 m;
Largura inferior (leito) – abastecimento.....	8,00 m;
Largura inferior (leito) – drenagem.....	8,00 m;
Largura do coroamento.....	1,10 m;
Altura do dique – abastecimento.....	2,00 m;
Altura do dique – drenagem.....	2,00 m;
Altura da lâmina d'água.....	1,50 m;
Declividade dos taludes.....	1:1.

O sistema de esvaziamento será feito através da estação de bombeamento que atende a irrigação e possui a alternativa de recirculação da água acumulada para os viveiros de aquicultura.

Compactação dos Diques

A compactação deverá ser efetuada de duas maneiras:

- Manual - O material resultante da escavação será umedecido e depositado em camadas de 0,25m no perímetro demarcado para a edificação dos maciços dos viveiros e reservatório e compactado manualmente com uso de malho;
- Mecanizada - O material escavado será depositado em camadas de 0,40 m, umedecida e compactada com o auxílio de um compactador vibratório, até atingir o nível de compactação de 110% do proctor normal.

No caso da necessidade de se realizar uma regularização nos taludes dos viveiros e reservatórios, deverá se utilizar uma camada de areia média umedecida. Caso, não haja esse tipo de areia nas proximidades, poderá ser utilizado outro material friável para o acabamento.

Impermeabilização dos Viveiros e Reservatório

Concluídos os serviços de escavação e aterro, definição das cotas previstas no projeto e acabamento, será escavada uma vala (trincheira) de 0,30 m de profundidade por 0,30 m de largura, contornando todo o perímetro dos viveiros e reservatório a uma distância de 0,30 m da borda interna superior do talude, com a finalidade de fixação do revestimento (geomembrana) (Figuras 38).

Corte Transversal

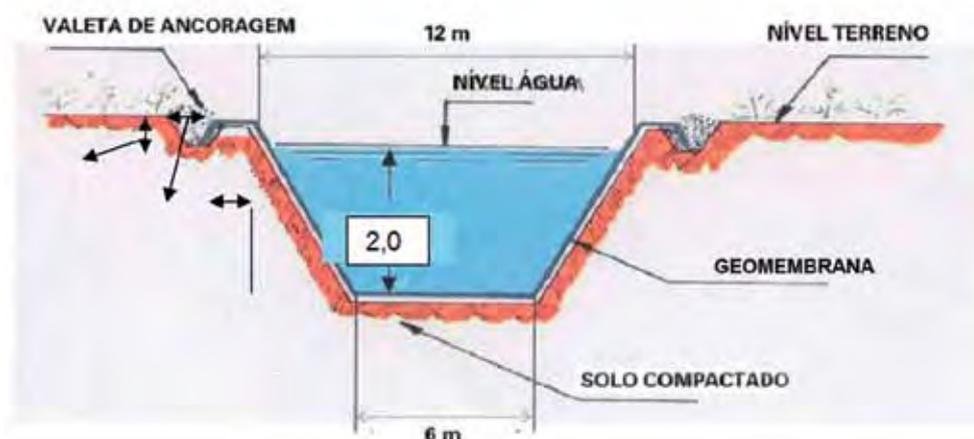


Figura 38 Corte Transversal do Viveiro com Vala de Ancoragem

Características do Revestimento

Existem no mercado diferentes tipos de lâminas plásticas que permitem a impermeabilização de reservatórios (PVC, PEAD, Butil, Manta Asfáltica). A primeira parte do planejamento consiste em definir, em função das características da obra, o tipo de material e sua espessura. Os viveiros e reservatório serão revestidos com geomembrana de PVC, pré-fabricada, com espessura de 0,80mm, resistente à ação dos raios ultravioleta, devido a sua exposição diária aos raios solares, com dimensionamento que possibilite cobrir todo leito, taludes internos e a borda numa largura de, 0,30m para fixação, além de uma folga extra, para fixação na vala de ancoragem.

Aplicação do Revestimento

A instalação da geomembrana, no leito e taludes dos viveiros e reservatório, será realizada de forma cuidadosa, no tocante à presença de depressões ou elevações nos taludes, como também pedras, tocos, ou qualquer material cuja agressividade possa ser prejudicial à resistência da geomembrana ao longo do tempo (fotos 57, 58, 59 e 60).

O início da instalação da geomembrana deverá ser realizado nas primeiras horas da manhã, em virtude da grande absorção da radiação pela superfície da geomembrana, o que a torna muito quente.



Foto 57: Processo de aplicação da geomembrana (passo 1)



Foto 58: Processo de aplicação da geomembrana (passo 2)



Foto 59: Processo de aplicação da geomembrana (passo 3)



Foto 60: Processo de aplicação da geomembrana (passo 4)

Deve-se iniciar o revestimento espalhando a lona no fundo do viveiro e reservatório. Em seguida faz-se a cobertura das paredes laterais (talude).

Recomenda-se verificar o nível de tensionamento da geomembrana, a fim de se evitar excesso de tensão do material e prevenir rasgos e fissuras. Isto é feito mediante o enchimento do viveiro e reservatório, antes da fixação da geomembrana na vala de ancoragem. No entanto, o material impermeabilizante, deverá ser lastreado provisoriamente, utilizando pedras e/ou sacos de areia, na crista do dique (fotos 61 e 62).



Foto 61: Lastreamento da geomembrana na vala de ancoragem



Foto 62: Fixação da geomembrana na vala de ancoragem

Sistema de Drenagem

Antes desta operação, será feita a abertura através de um furo circular, para a fixação do “niple” a ser acoplado à tubulação de descarga e drenagem do viveiro. Ao redor das tubulações de saída de água e do extravasor, deve haver a instalação de flanges ou peças especiais, conforme a sequência de Figura 39. É importante que este trabalho se faça com atenção, prevendo um sistema de dissipação de energia (deixar folga), no ponto de contato da água com a geomembrana.



Figura 39 Sequência da colocação do flange de fundo do viveiro

Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água para os viveiros (foto 63) será feito a partir do rejeito do dessalinizador e/ou diretamente do poço, através de uma adutora de PVC soldável de 50,00mm de diâmetro, enterrada na crista talude e equipada com um sistema de registros de esfera de PVC soldável, para possibilitar o uso das duas alternativas, em função da necessidade da vazão para suprir a demanda do enchimento e renovação de água do cultivo.

Em cada ponto de abastecimento a adutora sofrerá uma redução de diâmetro para 32,00mm até a entrada no viveiro, onde se acoplará um registro de esfera de PVC do mesmo diâmetro, conforme projeto. Deve-se evitar o uso de materiais metálicos não inoxidáveis, em função da salinidade da água a fim de se evitar corrosão.

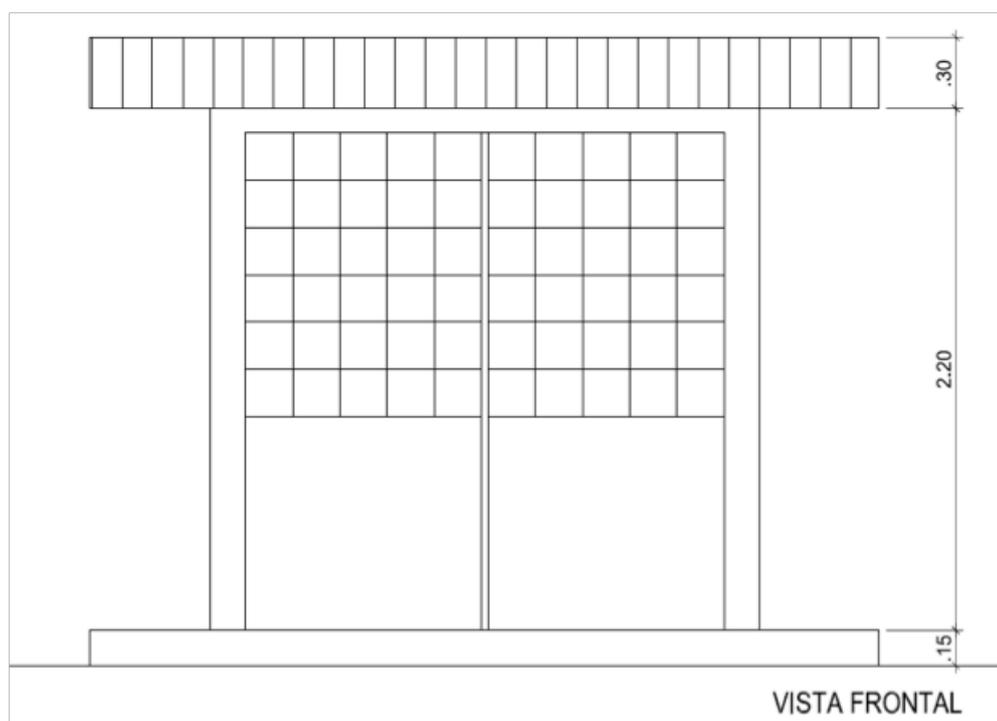
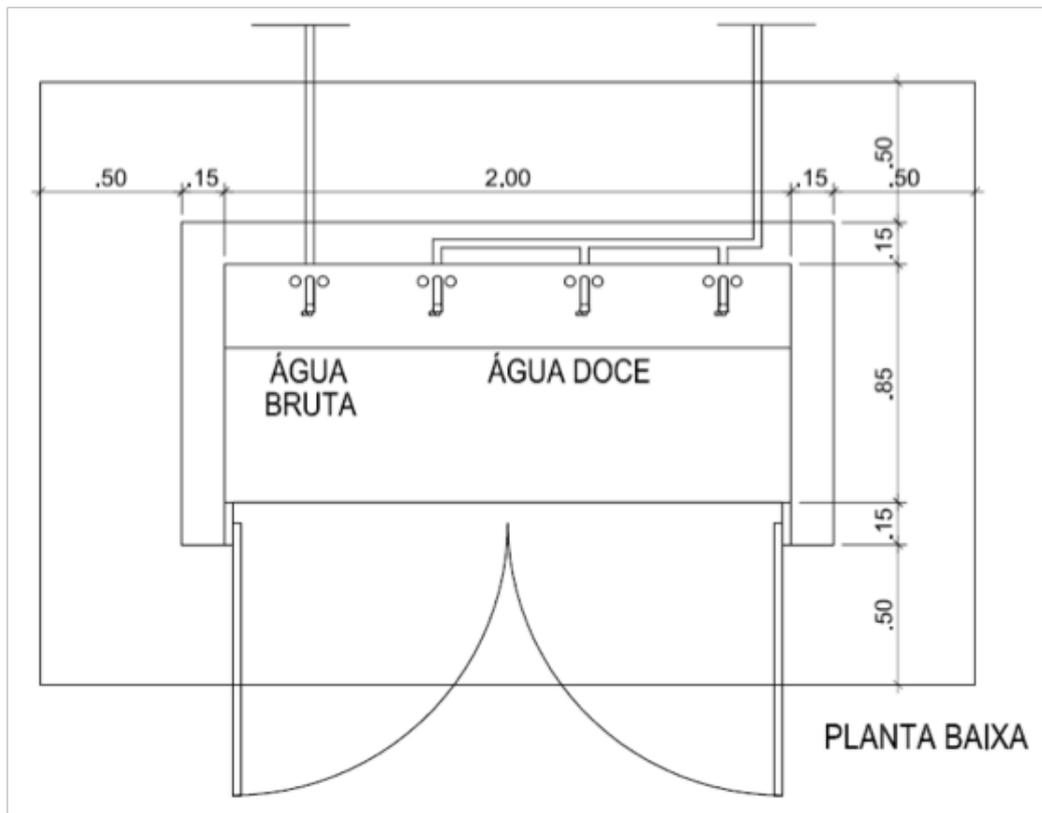
Após as operações, será realizado o enchimento do viveiro de forma lenta e em seguida, coloca-se a extremidade superior do revestimento na vala para aterrjá-la, compactando o solo. Esse método tem a vantagem de reduzir as tensões na geomembrana, face ao peso da água e suas variações de nível e, conseqüentemente, aumentar sua durabilidade.



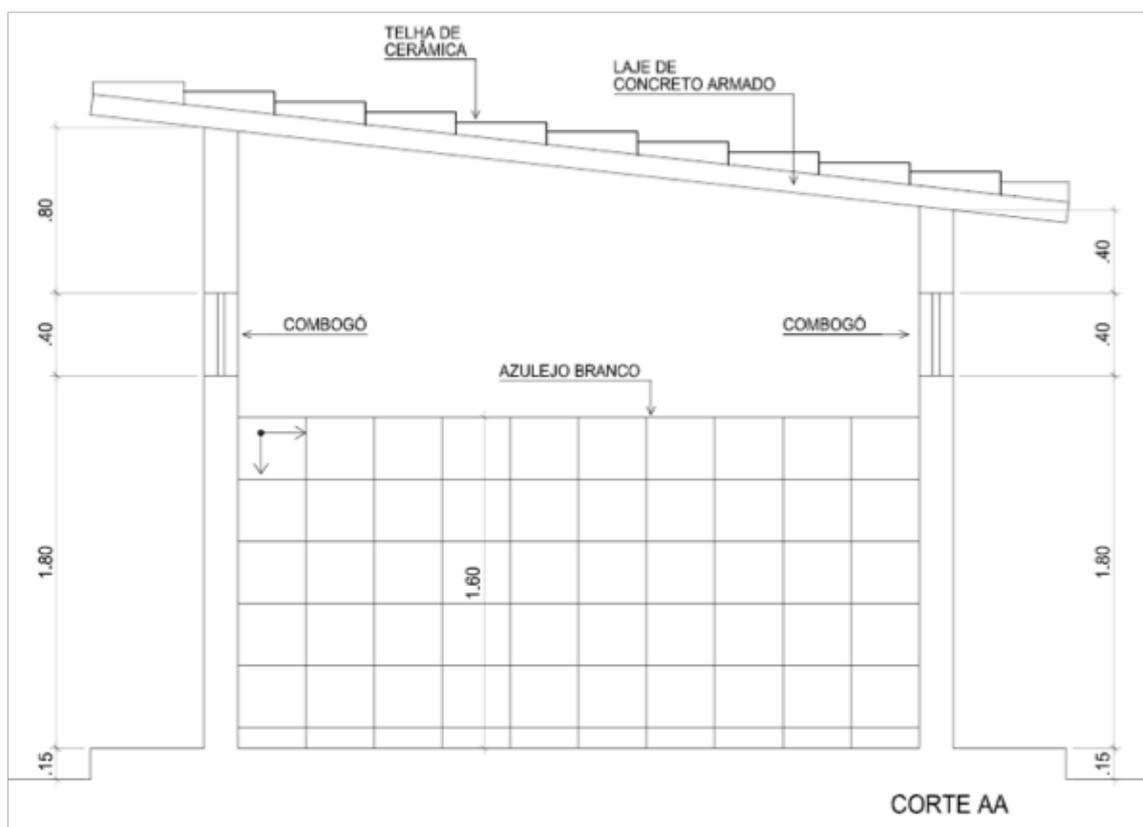
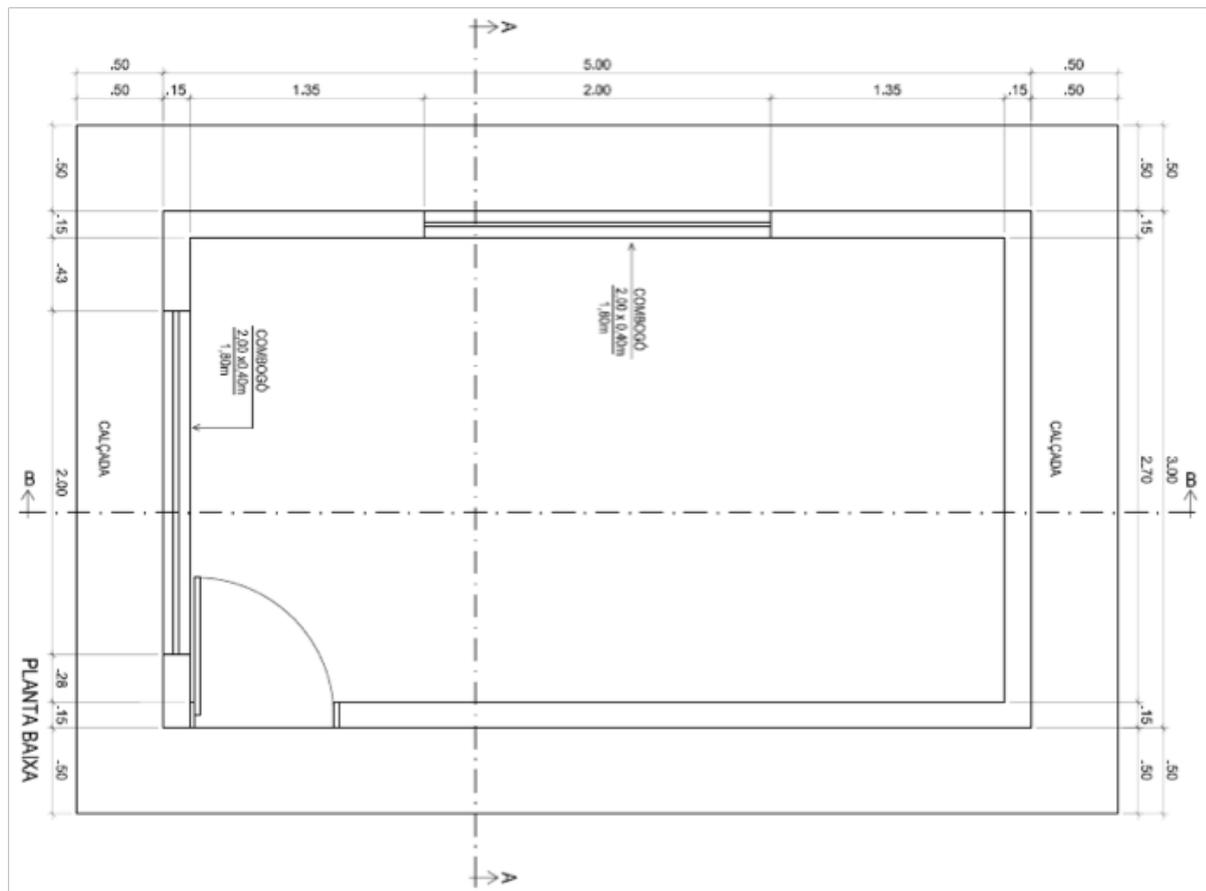
Foto 63: Abastecimento de água

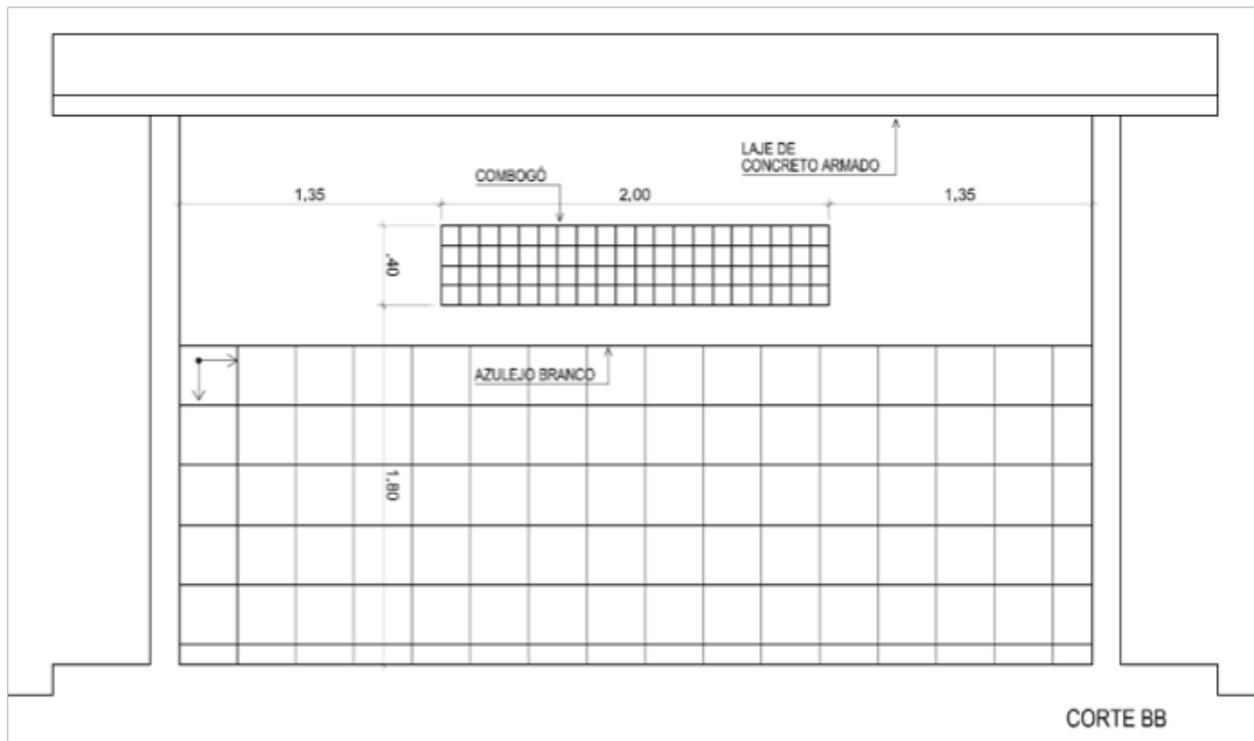
9.3 Anexo - Projetos

Chafariz:

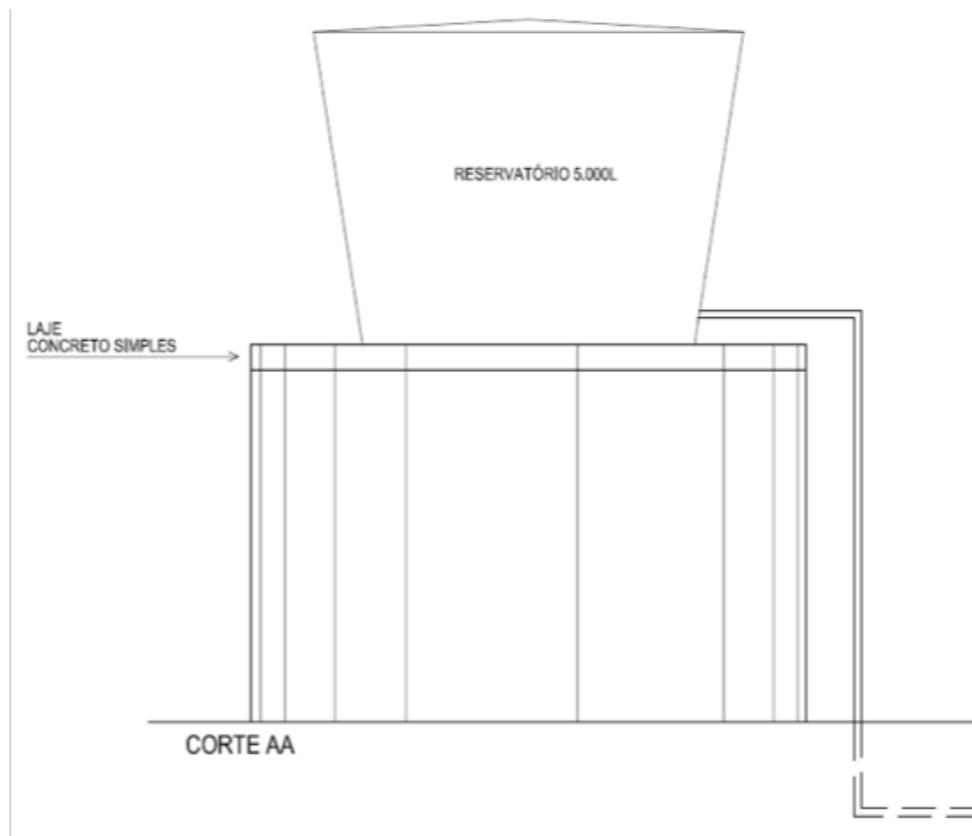


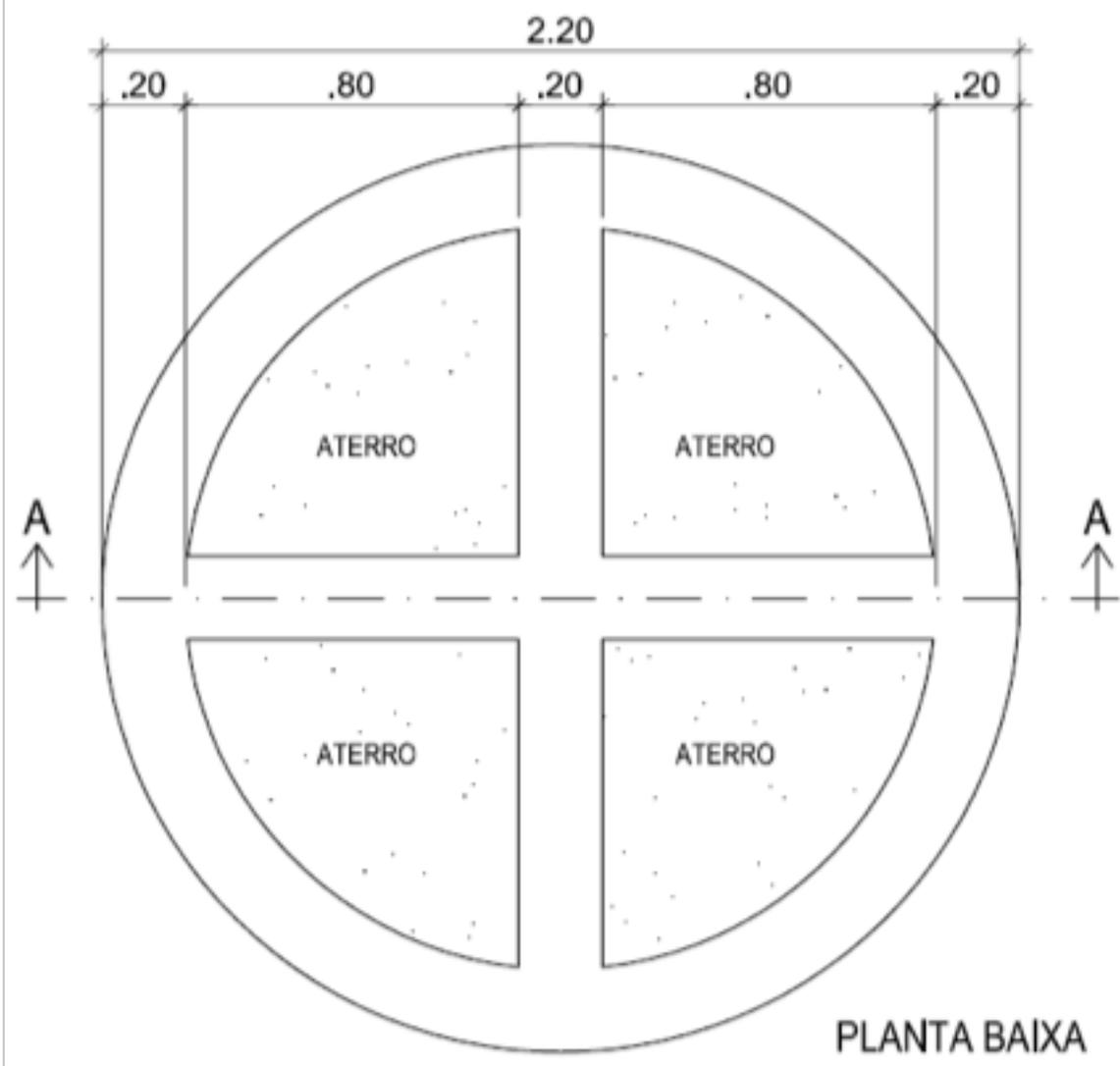
Abrigo do Dessalinizador:



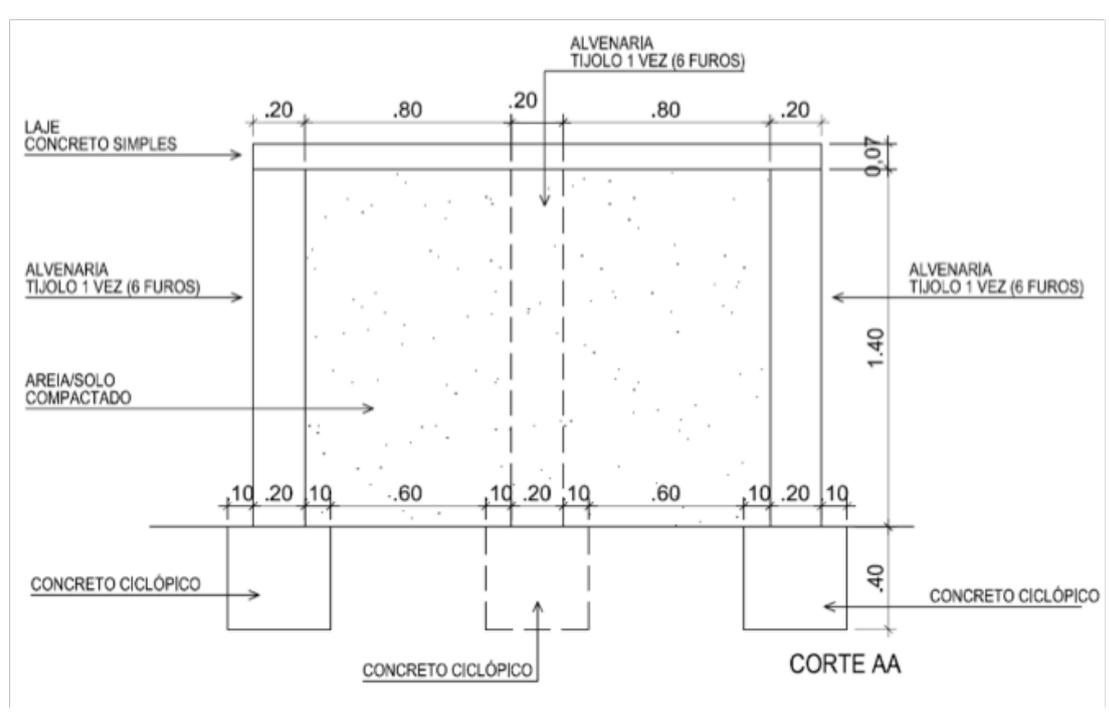


Reservatórios:

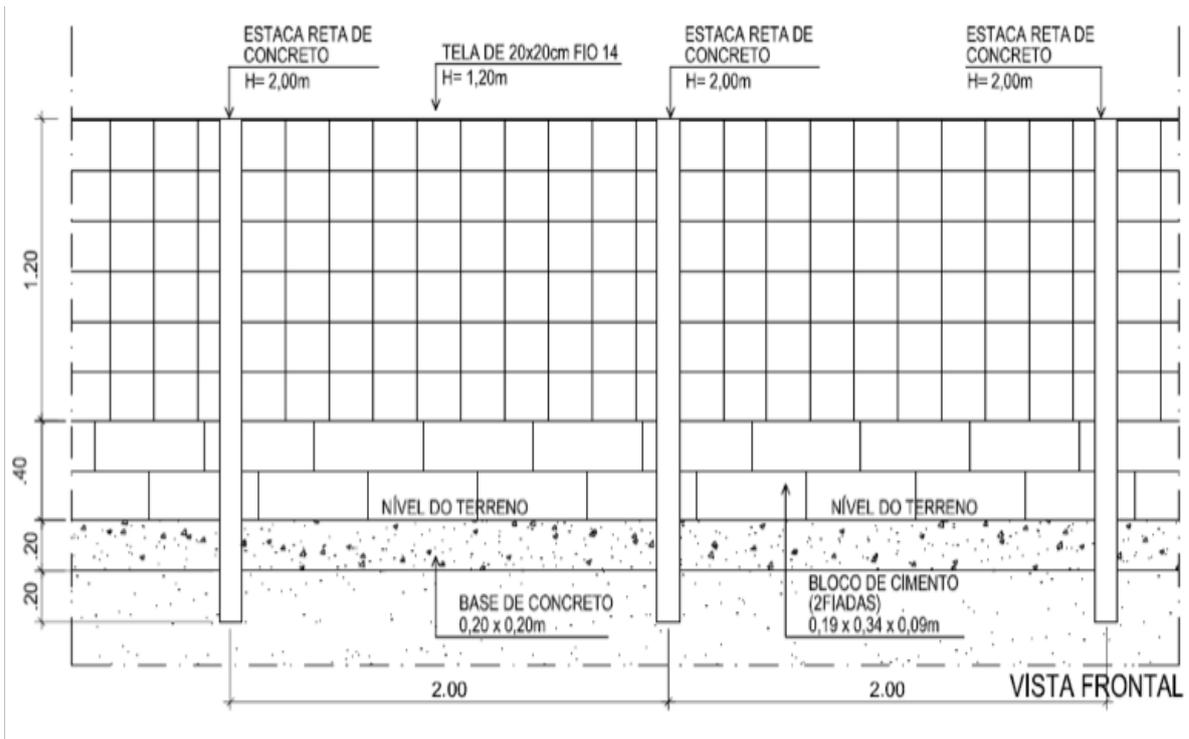
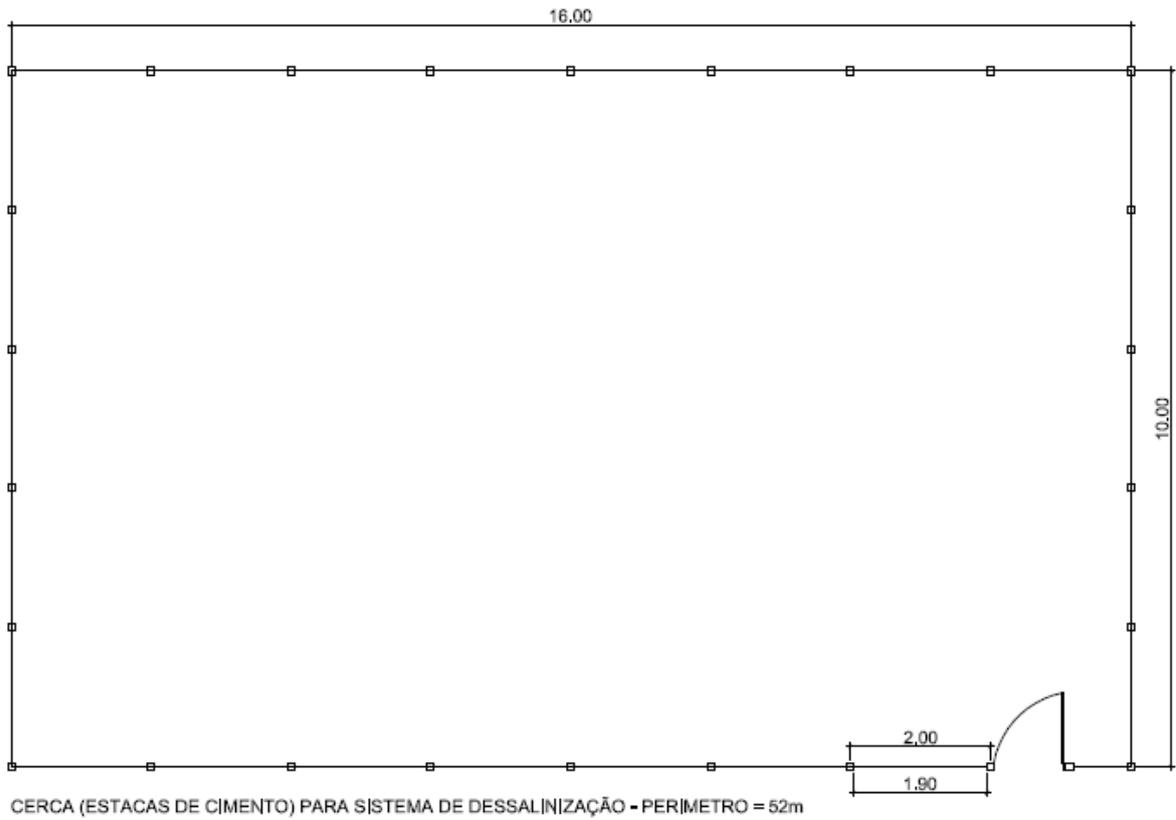




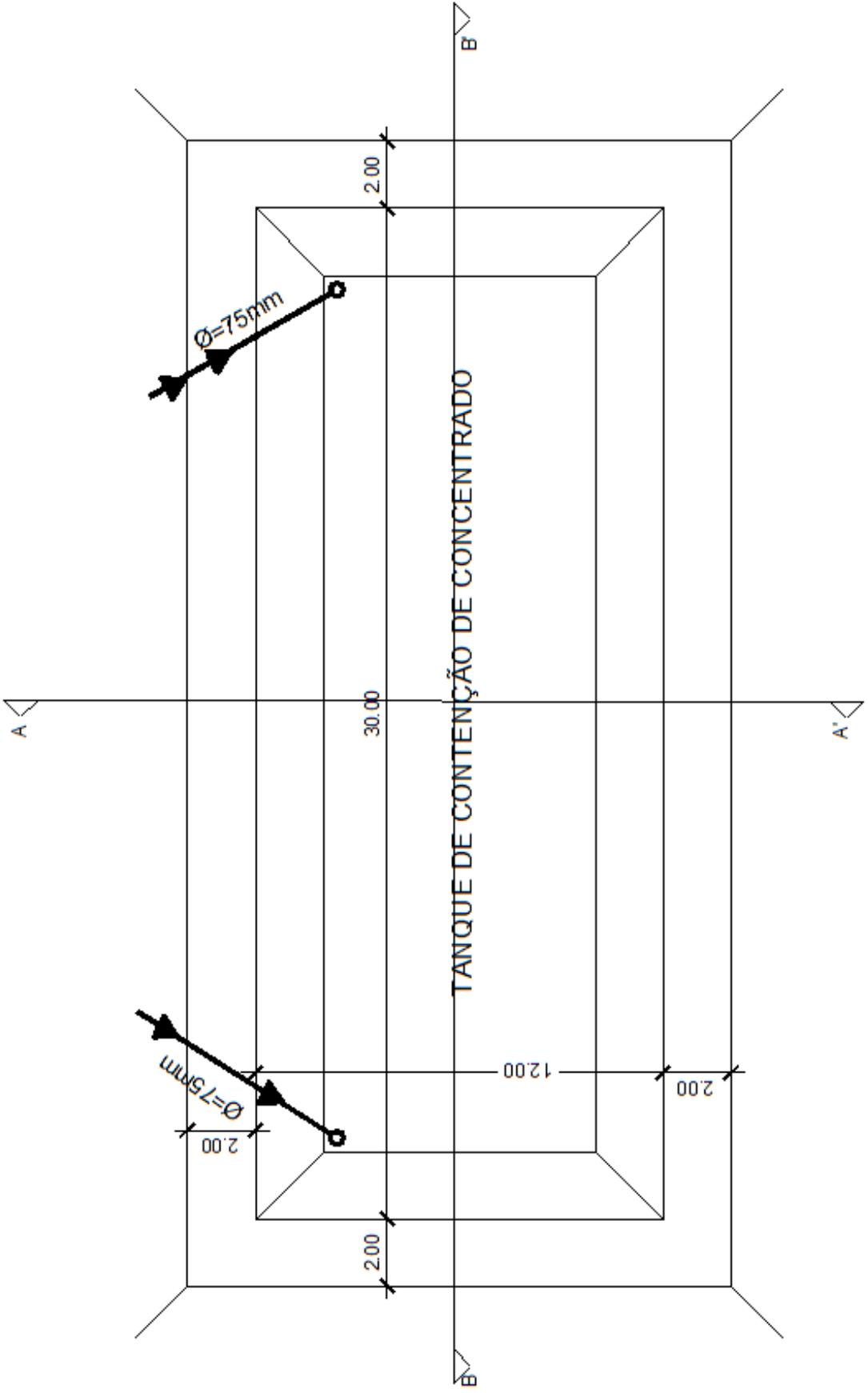
PLANTA BAIXA



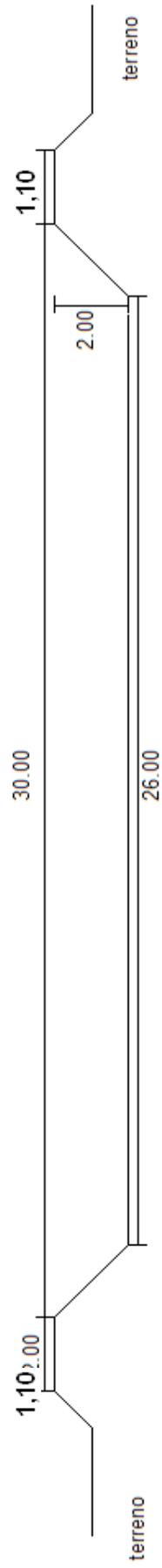
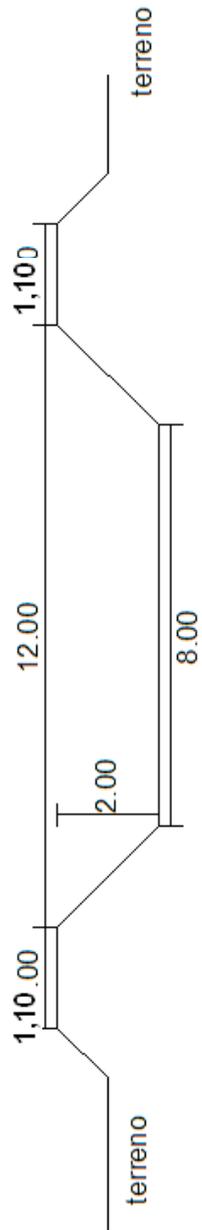
Cercamento do Sistema de Dessalinização:



Tanque de Contenção do Concentrado:

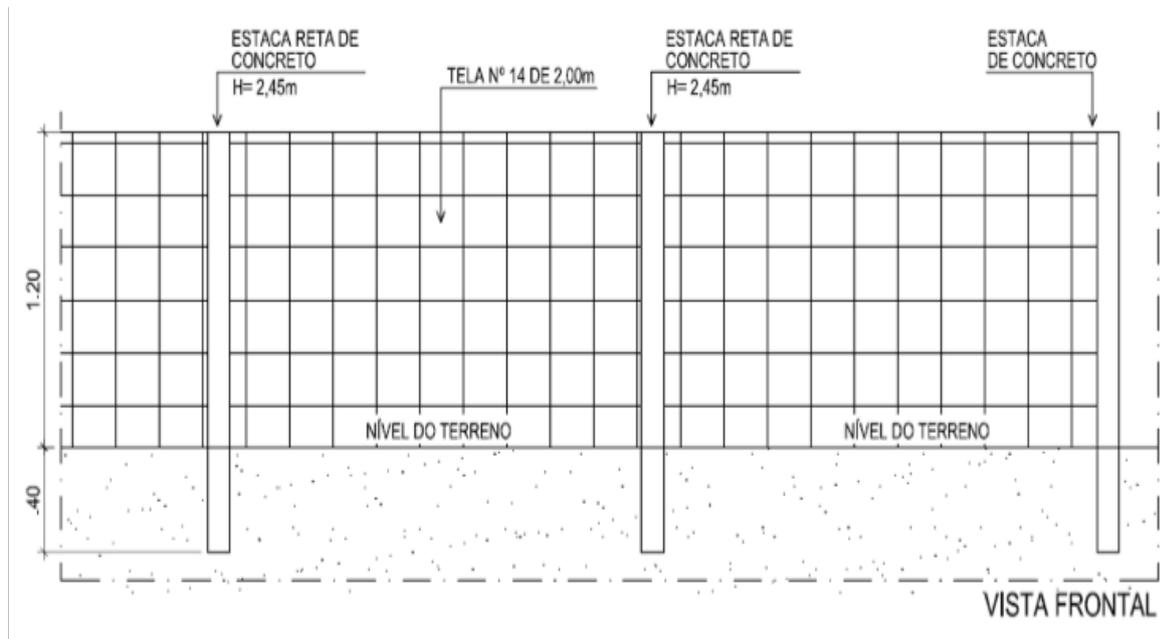


Corte A A'

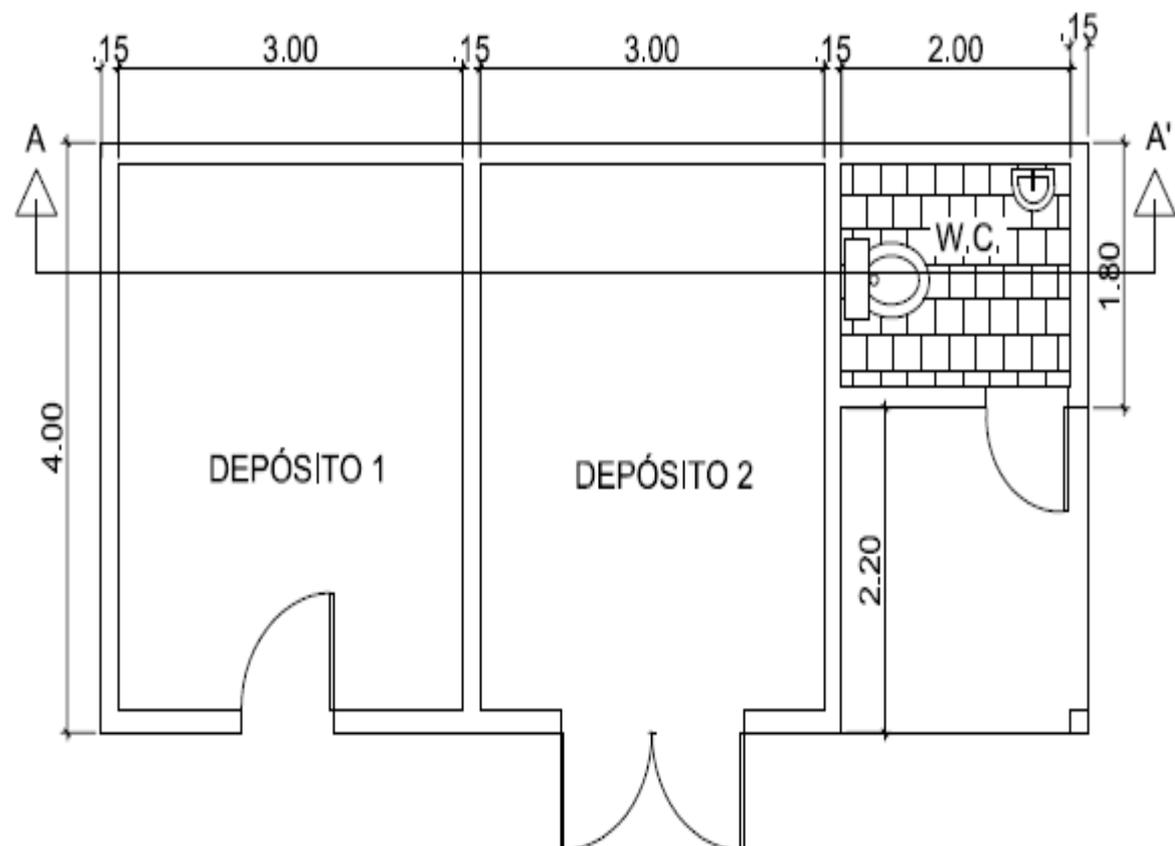


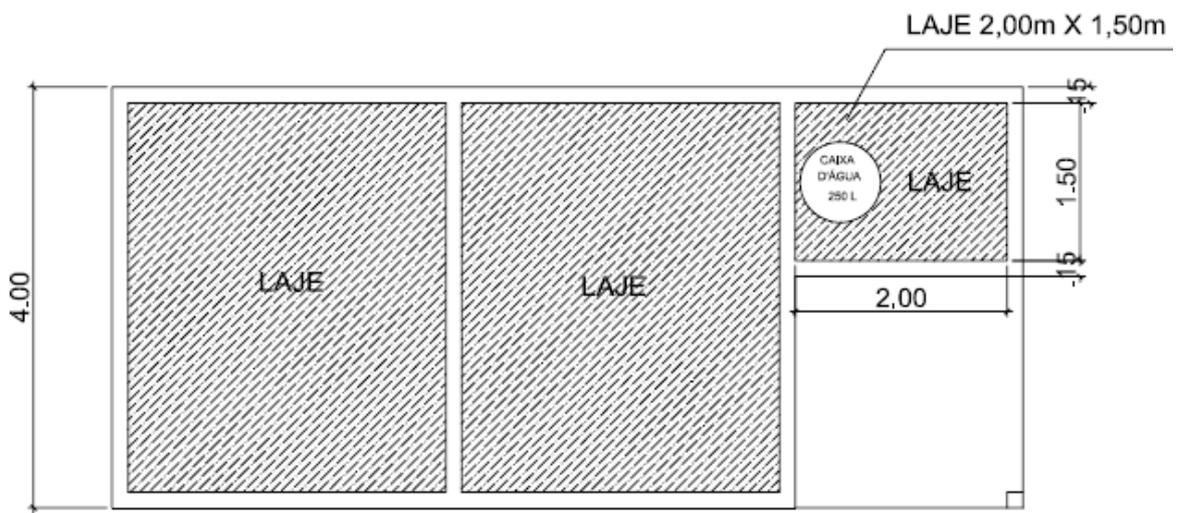
Corte B B'

Cercamento dos Tanques:

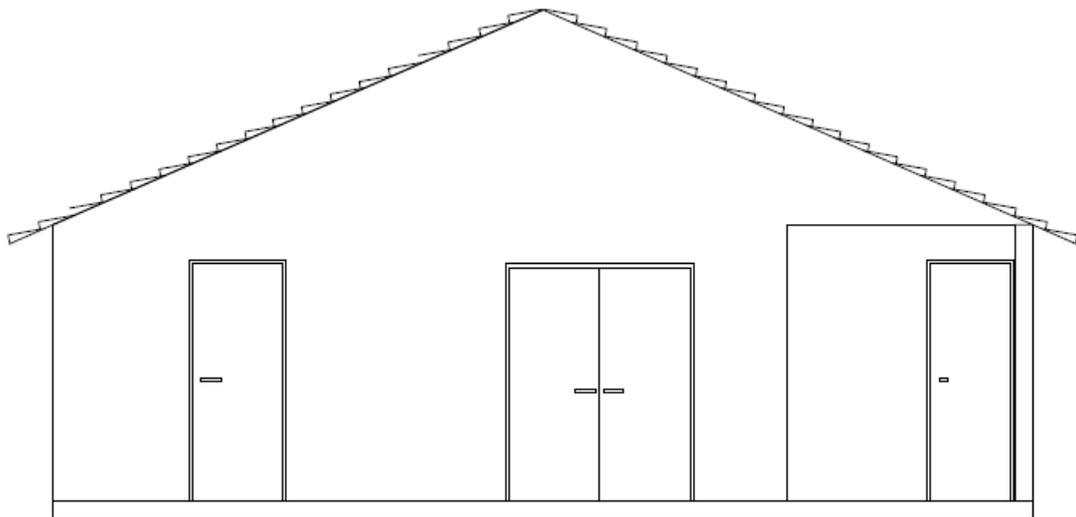


Depósito de Insumos:

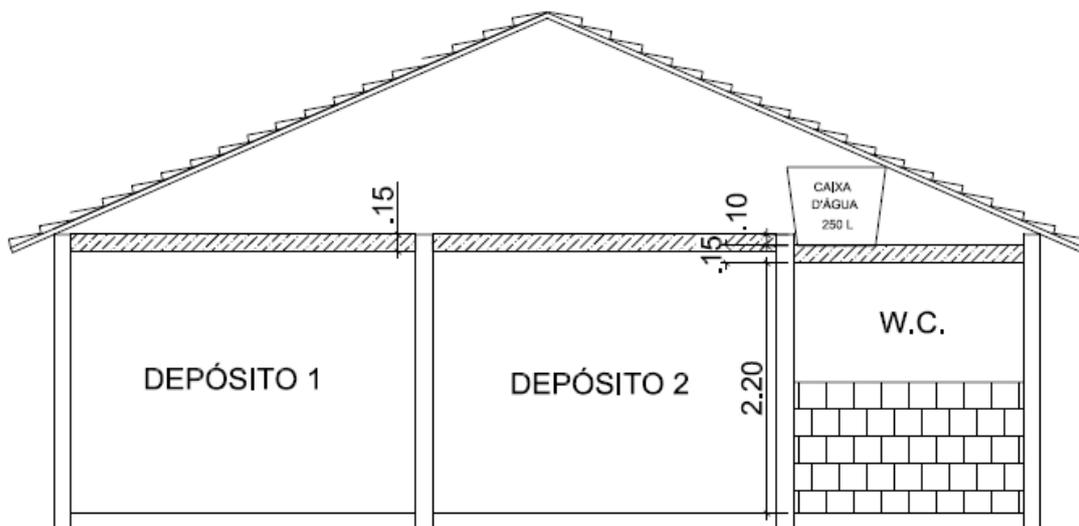




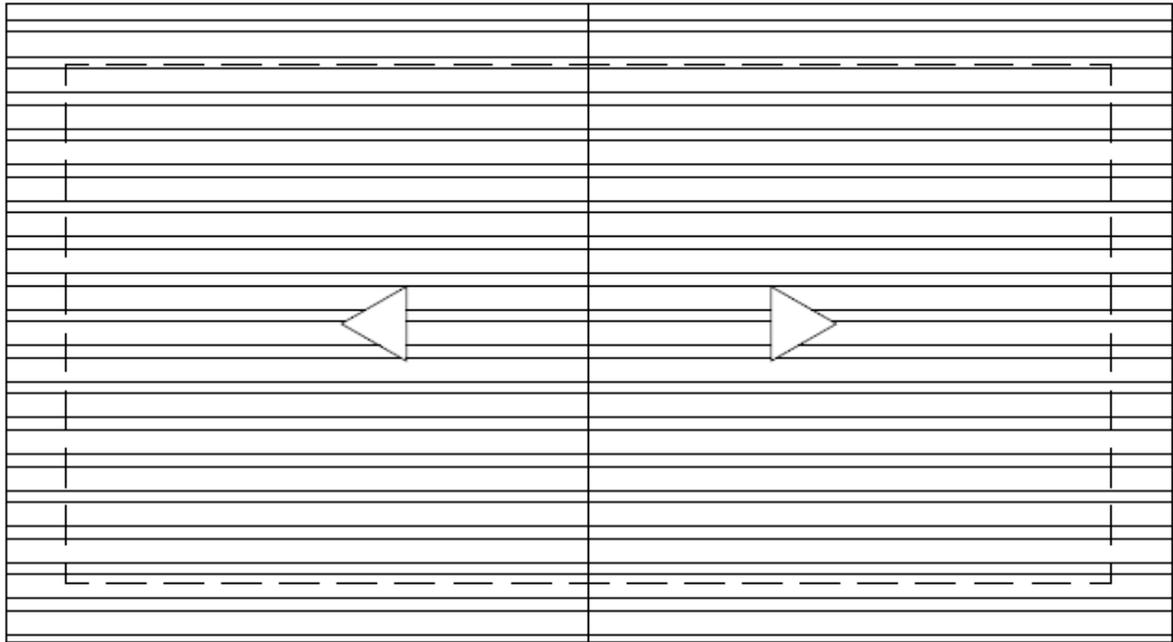
Planta Baixa - Laje



Fachada

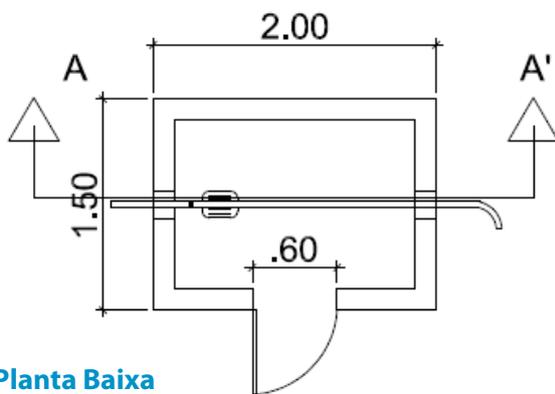


Corte AA'

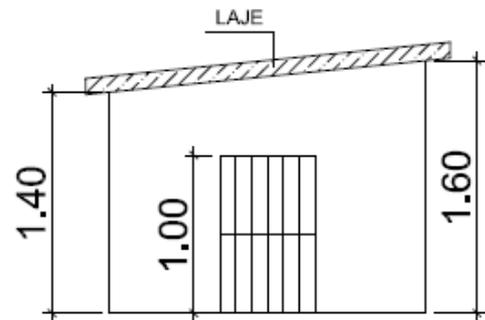


Cobertura

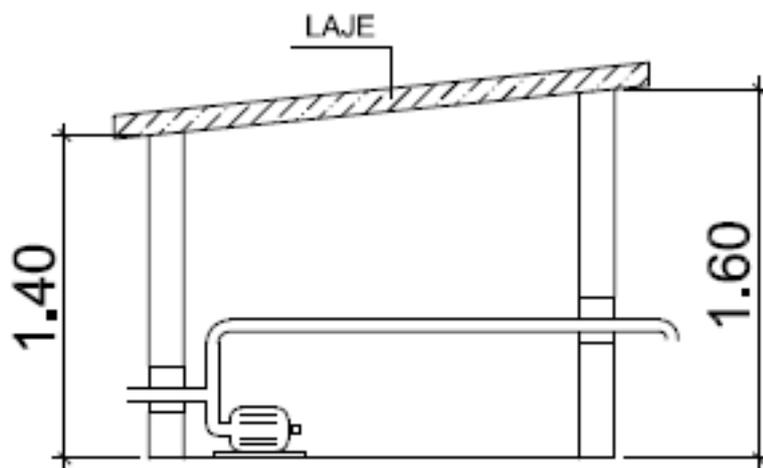
Casa da Bomba:



Planta Baixa

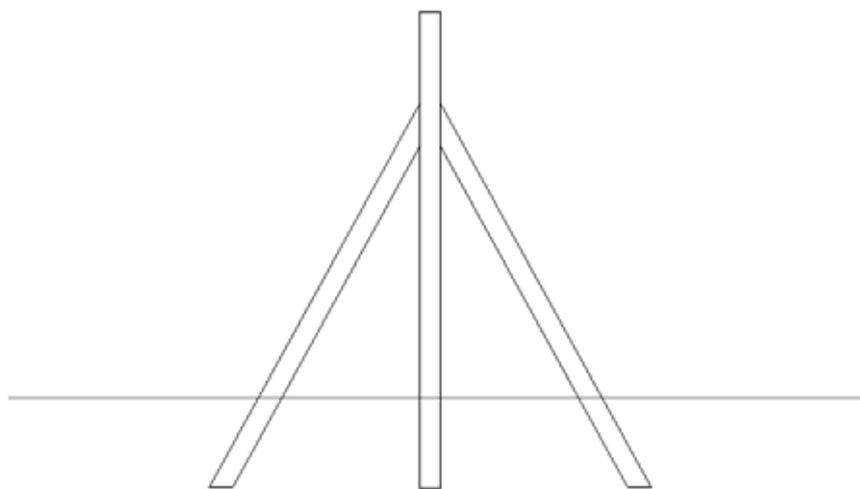


Fachada



Corte AA'

Cercamento da Unidade Demonstrativa:



Detalhe: Mão Francesa

Planilhas – Quantitativos e Preços Unitários

Estruturas Comuns dos Sistemas de Dessalinização:

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DO DESSALINIZADOR					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 17,49m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Serviços Preliminares				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	70	R\$ 1,58	R\$ 110,60
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontalotes 3x3" a c/1,50m	m ²	22.79	R\$ 2,10	R\$ 47,86
SUBTOTAL					R\$ 158,46
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
2	Fundações				
2.1	Escavação manual de valas rasas em qualquer terreno, exceto rocha para fundações rasas - baldrame	m ³	2.4	R\$ 18,93	R\$ 45,43
2.2	Apiloamento do fundo de vala com maço de 30kg	m ²	6.95	R\$ 2,13	R\$ 14,80
2.3	Reaterro manual apiloado de valas com material de obra	m ³	2.4	R\$ 18,93	R\$ 45,43
2.4	Aterro interno compactado manualmente	m ³	1.71	R\$ 22,09	R\$ 37,77
2.5	Lastro de concreto magro e=5cm	m ²	6.95	R\$ 19,94	R\$ 138,58
2.6	Execução de baldrame e concreto ciclópico 1:3, com 30% de pedra de mão, cavas até 80cm de largura, inclusive escavação e excluindo formas	m ³	3	R\$ 252,01	R\$ 756,03
2.7	Pintura impermeabilizante utilizando neutrol 2 demãos	m ²	16.57	R\$ 4,76	R\$ 78,87
SUBTOTAL					R\$ 1.116,91
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
3	Estrutura				
3.1	Laje pré-moldada para forro, vãos até 3,50m, e=8cm, com lajotas e capa de concreto fck=20MPa, 2cm, inter-eixo 38cm, espessura total 10cm	m ²	24	R\$ 46,53	R\$ 1.116,72
3.2	Cinta de amarração em concreto armado, FCK=20 Mpa, controle com preparo mecânico na obra, aço (55kg/m ³), formas madeira com montagem e desmontagem e lançamento	m ³	0.25	R\$ 1.087,02	R\$ 271,76
SUBTOTAL					R\$ 1.388,48

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DO DESSALINIZADOR					
DATA BASE: DEZ. 2012					
Área construída: 17,49m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
4	Paredes e Painéis				
4.1	Alvenaria de 1/2 vez, blocos cerâmicos (6 furos) assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:0,5:8	m ²	47.04	R\$ 24,56	R\$ 1.155,30
4.2	Vergas de concreto armado para alvenaria com aproveitamento da madeira por 10 vezes	m ³	0.1	R\$ 932,13	R\$ 93,21
SUBTOTAL					R\$ 1.248,51
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
5	Cobertura				
5.1	Cobertura com telha cerâmica	m ²	24	R\$ 38,22	R\$ 917,28
SUBTOTAL					R\$ 917,28
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
6	Esquadrias				
6.1	Porta de madeira almifadada 0,80 x 2,10m, e=3,5cm para pintura, incl. Marco tipo aduela e alizar 4 x 1,5cm	unid.	1	R\$ 194,45	R\$ 194,45
6.2	Fechadura tipo cilindor completa + dobradiças em metal para porta externa	unid.	1	R\$ 45,26	R\$ 45,26
6.3	Cobogó cerâmico (elemento vazado) 9 x 20 x 20 cm assentado com argamassa traço 1:4 de cimento de areia	m ²	3.5	R\$ 54,53	R\$ 190,86
SUBTOTAL					R\$ 430,57
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
7	Instalações Elétricas				
7.1	Eletroduto PVC flexível tipo corrugado diam.= 20mm	m	60	R\$ 3,10	R\$ 186,00
7.2	Caixa eletroduto 4 x 2"	unid.	4	R\$ 1,50	R\$ 6,00
7.3	Quadro de distribuição para 3 circuitos	unid.	1	R\$ 48,03	R\$ 48,03
7.4	Plafonier em ABS linha popular para lâmpada incandescente	unid.	1	R\$ 36,41	R\$ 36,41
7.5	Interruptor 1 tecla siples conjugado com 1 tomada universal 2p+T	unid.	1	R\$ 25,24	R\$ 25,24
7.6	Disjuntor termomagnético monofásico 40A	unid.	2	R\$ 10,79	R\$ 21,58

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DO DESSALINIZADOR					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 17,49m ²					
7.7	Fio de cobre condutor isol. 750 V # 1,5mm ²	m	50	R\$ 1,39	R\$ 69,50
7.8	Fio de cobre condutor isol. 750 V # 2,5mm ²	m	50	R\$ 1,85	R\$ 92,50
7.9	Fio de cobre condutor isol. 750 V # 16mm ²	m	100	R\$ 6,95	R\$ 695,00
7.10	Padrão de entrada de energia monofásico em poste de concreto 5m, completo, incluindo aterramento e caixa para medidor com disjuntor monofásico de 50A	UNID.	1	R\$ 658,97	R\$ 658,97
SUBTOTAL					R\$ 1.839,23
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
8	Revestimento				
8.1	Chapisco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	59.04	R\$ 3,14	R\$ 185,39
8.2	Chapisco em paredes externas com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	47.04	R\$ 3,14	R\$ 147,71
8.3	Reboco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	59.04	R\$ 8,74	R\$ 516,01
8.4	Reboco em paredes externas com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	47.04	R\$ 14,50	R\$ 682,08
8.5	Azulezo branco, 20 x 20cm, assentado com argamassa colante, juntas a prumo, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada, a ser assentado nas paredes até altura de 1,60m	m ²	27.84	R\$ 20,30	R\$ 565,15
SUBTOTAL					R\$ 2.096,33
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
9	Pisos				
9.1	Lastro de concreto FCK 10MPa sarrafeado para contrapiso	m ²	16.2	R\$ 19,94	R\$ 323,03
9.2	Piso cerâmico esmaltado 33 x 33cm com PEI 3 ou superior, linha popular, assentado com argamassa industrializada e regularização de base e=2,5cm	m ²	16.2	R\$ 23,45	R\$ 379,89

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DO DESSALINIZADOR					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 17,49m ²					
9.3	Calçada de proteção em concreto magro, e=7cm e largura de 50cm	m ²	9	R\$ 26,70	R\$ 240,30
SUBTOTAL					R\$ 943,22
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
10	Pintura				
10.1	Pintura latex PVA 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes internas e teto	m ²	34.4	R\$ 6,40	R\$ 220,16
10.2	Pintura latex acrílica 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes externas	m ²	47.04	R\$ 9,94	R\$ 467,58
10.3	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador (1 demão) em esquadrias de madeira - porta	m ²	3.36	R\$ 8,85	R\$ 29,74
SUBTOTAL					R\$ 717,47
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
11	Instalações hidráulicas				
11.1	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 20mm fornecimento e instalação	m	100	R\$ 2,92	R\$ 292,00
11.2	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 40mm para esgoto, fornecimento e instalação	m	20	R\$ 5,77	R\$ 115,40
11.3	Joelho de PVC 90° soldável 20mm, água fria, fornecimento e instalação	unid.	12	R\$ 3,15	R\$ 37,80
11.4	Joelho de PVC 90° soldável 40mm, esgoto, fornecimento e instalação	unid.	4	R\$ 5,27	R\$ 21,08
11.5	Lavatório em louça branca, sem coluna, padrão popular, com torneira cormada popular, sifão, válvula e engate plástico	unid.	1	R\$ 121,55	R\$ 121,55
11.6	Adaptador PVC soldável com flange e anel 20mm x 1/2" para caixa d'água fornecimento e instalação	unid.	3	R\$ 8,51	R\$ 25,53
SUBTOTAL					R\$ 613,36
TOTAL GERAL					R\$ 11.469,82

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE CHAFARIZ					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 4,14m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Serviços Preliminares				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	20	R\$ 1,58	R\$ 31,60
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontaletes 3x3" a c/1,50m	m ²	4.14	R\$ 2,10	R\$ 8,69
SUBTOTAL					R\$ 40,29
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
2	Fundações				
2.1	Escavação manual de valas rasas em qualquer terreno, exceto rocha para fundações rasas - baldrame	m ³	0.62	R\$ 18,93	R\$ 11,74
2.2	Apiloamento do fundo de vala com maço de 30kg	m ²	1.8	R\$ 2,13	R\$ 3,83
2.3	Reaterro manual apiloado de valas com material da obra	m ³	0.62	R\$ 18,93	R\$ 11,74
2.4	Aterro interno compactado manualmente	m ³	0.45	R\$ 22,09	R\$ 9,94
2.5	Lastro de concreto magro e=5cm	m ²	1.8	R\$ 19,94	R\$ 35,89
2.6	Execução de baldrame e concreto ciclópico 1:3, com 30% de pedra de mão, cavas até 80cm de largura, inclusive escavação e excluindo formas	m ³	1	R\$ 252,01	R\$ 252,01
2.7	Pintura impermeabilizante utilizando neutrol 2 demãos	m ²	7.22	R\$ 4,76	R\$ 34,37
SUBTOTAL					R\$ 359,52
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
3	Estrutura				
3.1	Laje pré-moldada para forro, vãos até 3,50m, e=8cm, com lajotas e capa de concreto fck=20Mpa, 2cm, inter-eixo 38cm, espessura total 10cm	m ²	9.24	R\$ 46,53	R\$ 429,94
3.2	Cinta de amarração em concreto armado, FCK=20 Mpa, controle com preparo mecânico na obra, aço (55kg/m ³), formas madeira com montagem e desmontagem e lançamento	m ³	0.2	R\$ 1.087,02	R\$ 217,40
SUBTOTAL					R\$ 647,34

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE CHAFARIZ					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 4,14m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
4	Paredes e Painéis				
4.1	Alvenaria de 1/2 vez, blocos cerâmicos (6 furos) assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:0,5:8	m ²	11.66	R\$ 24,56	R\$ 286,37
4.2	Vergas e contra-vergas para vãos de esquadrias em blocos de concreto tipo calha 9 x 19 x 19cm, cheios de concreto 20Mpa, incluindo armação com 2 barras de ferro corridos diam. 5mm	m ³	0.2	R\$ 932,13	R\$ 186,43
SUBTOTAL					R\$ 472,80
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
5	Cobertura				
5.1	Cobertura com telha cerâmica	m ²	9.24	R\$ 38,22	R\$ 353,15
SUBTOTAL					R\$ 353,15
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
6	Esquadrias				
6.1	Portão de ferro com vara 1/2" com requadro e acessórios	m ²	4.4	R\$ 135,73	R\$ 597,21
SUBTOTAL					R\$ 597,21
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
7	Instalações Elétricas				
7.1	Eletroduto PVC flexível tipo corrugado diam.= 20mm	m	30	R\$ 3,10	R\$ 93,00
7.2	Caixa eletroduto 4 x 2"	unid.	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
7.3	Plafonier em ABS linha popular para lâmpada incandescente	unid.	1	R\$ 36,41	R\$ 36,41
7.5	Interruptor 1 tecla siples conjugado com 1 tomada universal 2p+T	unid.	1	R\$ 25,24	R\$ 25,24
7.6	Fio de cobre condutor isol. 750V # 1,5mm ²	m	10	R\$ 1,39	R\$ 13,90
7.7	Fio de cobre condutor isol. 750V # 2,5mm ²	m	50	R\$ 1,85	R\$ 92,50
SUBTOTAL					R\$ 264,05
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
8	Revestimento				
8.1	Chapisco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	14.96	R\$ 3,14	R\$ 46,97
8.2	Chapisco em paredes externas com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	11.66	R\$ 3,14	R\$ 36,61

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE CHAFARIZ					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 4,14m²					
8.3	Reboco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	14.96	R\$ 8,74	R\$ 130,75
8.4	Reboco em paredes externas com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	11.66	R\$ 14,50	R\$ 169,07
8.5	Azulezo branco, 20 x 20cm, assentado com argamassa colante, juntas a prumo, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada, a ser assentado nas paredes até altura de 1,60m	m ²	9.33	R\$ 20,30	R\$ 189,40
SUBTOTAL					R\$ 572,81
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
9	Pisos				
9.1	Lastro de concreto FCK 10Mpa sarrafeado para contrapiso	m ²	3.3	R\$ 19,94	R\$ 65,80
9.2	Piso cerâmico esmaltado 33 x 33cm com PEI 3 ou superior, linha popular, assentado com argamassa colante, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada e regularização de base e=2,5cm	m ²	3.63	R\$ 23,45	R\$ 85,12
9.3	Calçada de proteção em concreto magro, e=5cm e largura de 50cm	m ²	4.1	R\$ 26,70	R\$ 109,47
SUBTOTAL					R\$ 260,40
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
10	Pintura				
10.1	Pintura latex PVA 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes internas e teto	m ²	5.63	R\$ 6,40	R\$ 36,03
10.2	Pintura latex acrílica 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes externas	m ²	11.66	R\$ 9,94	R\$ 115,90
10.3	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador (1 demão) em esquadrias de aço - portão	m ²	17.6	R\$ 13,91	R\$ 244,82
SUBTOTAL					R\$ 396,75

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE CHAFARIZ					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 4,14m²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
11	Instalações hidráulicas				
11.1	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 32mm fornecimento e instalação	m	100	R\$ 6,31	R\$ 631,00
11.2	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 40mm para esgoto, fornecimento e instalação	m	8	R\$ 5,77	R\$ 46,16
11.3	Joelho de PVC 90° soldável 32mm, água fria, fornecimento e instalação	unid.	20	R\$ 4,21	R\$ 84,20
11.4	Joelho de PVC 90° soldável 40mm, esgoto, fornecimento e instalação	unid.	4	R\$ 5,27	R\$ 21,08
11.5	Torneira cromada longa 1/2" ou 3/4" para tanque padrão popular fornecimento e instalação	unid.	2	R\$ 22,05	R\$ 44,10
11.6	Registro de gaveta diâmetro 32mm com canopla fornecimento e instalação	unid.	1	R\$ 42,98	R\$ 42,98
11.7	Cap PVC para esgoto 32mm	unid.	3	R\$ 4,72	R\$ 14,16
11.8	Chafariz eletrônico modelo simples	unid.	1	R\$ 2.400,00	R\$ 2.400,00
SUBTOTAL					R\$ 3.283,68
TOTAL GERAL					R\$ 7.247,99

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DA ADUTORA DE ÁGUA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA:					
ITEM	DESCRIÇÃO	Unid.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Instalações hidráulicas				
1.1	Tubo de PVC soldável 50mm para água fria fornecimento e instalação	m	500	R\$ 10,58	R\$ 5.290,00
1.2	Joelho de PVC 90° soldável 50mm, água fria, fornecimento e instalação	unid.	10	R\$ 7,29	R\$ 72,90
1.3	Válvula de retenção 50mm PVC esfera	unid.	2	R\$ 95,47	R\$ 190,94
1.4	Registro de gaveta diâmetro 50mm com canopla fornecimento e instalação	unid.	1	R\$ 69,07	R\$ 69,07
1.5	Te de PVC 50mm fornecimento e instalação	unid.	3	R\$ 10,04	R\$ 30,12
1.6	Luva de PVC 50mm fornecimento e instalação	unid.	10	R\$ 4,98	R\$ 49,80
1.7	Escavação mecanizada de valas até 2m	m ³	150	R\$ 4,06	R\$ 609,00
1.8	Reaterro mecanizado de valas	m ³	125	R\$ 1,79	R\$ 223,75
TOTAL GERAL					R\$ 6.535,58

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E BASES					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 15,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Serviços Preliminares				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	20	R\$ 1,58	R\$ 31,60
1.2	Locação da obra com gabarito de tábuas contínuas 15cm e pontalotes 3x3" a c/1,50m	m ²	15	R\$ 2,10	R\$ 31,50
SUBTOTAL					R\$ 63,10
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
2	Fundações				
2.1	Escavação manual	m ³	0,95	R\$ 15,14	R\$ 14,38
2.3	Aterro interno compactado manualmente	m ³	6	R\$ 22,09	R\$ 132,54
2.4	Lastro de concreto magro e=5cm	m ²	15	R\$ 19,94	R\$ 299,10
2.5	Armação de aço CA-50 6,3mm a 12,5mm incluindo fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	37	R\$ 4,89	R\$ 180,93
2.6	Concreto estrutural Fck=20 Mpa	m ³	0,95	R\$ 305,57	R\$ 290,29
SUBTOTAL					R\$ 917,24

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E BASES					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 15,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
3	Paredes e Painéis				
3.1	Alvenaria de 1/2 vez, blocos cerâmicos (6 furos) assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:0,5:8	m ²	15	R\$ 24,56	R\$ 368,40
SUBTOTAL					R\$ 368,40
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
4	Revestimento				
4.1	Chapisco em paredes externas com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	15	R\$ 3,14	R\$ 47,10
4.2	Reboco em paredes externas com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	15	R\$ 14,50	R\$ 217,50
SUBTOTAL					R\$ 264,60
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
5	Instalações hidráulicas				
5.1	Reservatório de água em fibra, capacidade 5 mil litros incluindo tampa	unid.	2	R\$ 1.150,00	R\$ 2.300,00
5.2	Pedreiro	h	10	R\$ 8,89	R\$ 88,90
5.3	Servente	h	20	R\$ 6,31	R\$ 126,20
SUBTOTAL					R\$ 2.515,10
TOTAL GERAL					R\$ 4.128,44

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE TANQUE					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 1.004,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Instalações hidráulicas				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	920	R\$ 1,58	R\$ 1.453,60
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontaletes 3x3" a c/1,50m	m ²	920	R\$ 2,10	R\$ 1.932,00
1.3	Revestimento com manta a base de PVC pré-fabricada espessura 0,8mm	m ²	1004	R\$ 17,35	R\$ 17.419,40
1.4	Escavação mecanizada de valas até 2m	m ³	1440	R\$ 6,84	R\$ 9.849,60
1.5	Reaterro manual (taludes laterais)	m ³	124	R\$ 18,93	R\$ 2.347,32
1.6	Tubo de PVC soldável 75mm para esgoto, fornecimento e instalação	m	60	R\$ 11,54	R\$ 692,40
1.7	Joelho de 75mm de PVC tipo esgoto, fornecimento e instalação	unid.	2	R\$ 10,26	R\$ 20,52
1.8	Registro de PVC soldável 75mm tipo esgoto	unid.	2	R\$ 79,63	R\$ 159,26
TOTAL GERAL					R\$ 33.874,10

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CERCAMENTO DO SISTEMA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA:					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Material				
1.1	Blocos de 6 furos	unid.	1200	R\$ 0,37	R\$ 444,00
1.2	Sacos de cimento de 50 kg	unid.	15	R\$ 23,00	R\$ 345,00
1.3	Areia Lavada	m ³	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00
1.4	Areia Fina	m ³	3	R\$ 18,50	R\$ 55,50
1.5	Estacas de concreto de 2,45m	unid.	28	R\$ 34,87	R\$ 976,36
1.6	Tela de arame galvanizado 14h=2m	m ²	104	R\$ 4,81	R\$ 500,24
1.7	Cal para pintura saco de 15kg	kg	90	R\$ 0,90	R\$ 81,00
1.8	Galão de 3,6LO de Esmalte Sintético Azul Del Rey	unid.	2	R\$ 70,67	R\$ 141,34
1.9	Mão de obra	vb	1	R\$ 535,75	R\$ 535,75
TOTAL GERAL					R\$ 3.179,19

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CERCAMENTO DOS TANQUES					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA:					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Material				
1.1	Estacas de concreto de 2,45m	unid.	60	R\$ 34,87	R\$ 2.092,20
1.2	Brita	unid.	1	R\$ 81,79	R\$ 81,79
1.3	Sacos de cimento de 50 kg	m ³	2	R\$ 23,00	R\$ 46,00
1.4	Portão de ferro em tela 2 folhas 4,20x 2,10m	m ³	1	R\$ 998,73	R\$ 998,73
1.5	Tela de arame galvanizado 14h=2m	unid.	264	R\$ 4,81	R\$ 1.269,84
1.6	Mão de obra	m ²	1	R\$ 214,30	R\$ 214,30
TOTAL GERAL					R\$ 4.702,86

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA LIMPEZA E RECUPERAÇÃO DO POÇO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA:					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Material				
1.1	Limpeza com compressor de ar, de acordo com a necessidade do poço	unid.	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
1.2	Bomba de 1/2 HP inox 220V	unid.	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
1.3	Quadro de comando 220V	unid.	1	R\$ 390,00	R\$ 390,00

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA LIMPEZA E RECUPERAÇÃO DO POÇO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA:					
1.4	Tubulação da bomba (varas com 6m)	unid.	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00
1.5	Luvas galvanizadas com rosca	unid.	8	R\$ 10,00	R\$ 80,00
1.6	Cabo flexível PP 3 x 2,5	m	60	R\$ 5,50	R\$ 330,00
1.7	Tampa do poço	unid.	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
1.8	Base do poço	unid.	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
1.9	Curva galvanizada 1"	unid.	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
1.10	Registro de 1" galvanizado	unid.	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
1.11	Corda 12mm fio de nylon	m	60	R\$ 3,00	R\$ 180,00
1.12	Suspensão da boca do poço (tubo gemecânico)	unid.	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
1.13	Redução galvanizada de 1 1/4" para 1"	unid.	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
1.14	Mão de obra e deslocamento	unid.	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
TOTAL GERAL					R\$ 4.022,00

Estruturas Específicas das Unidades Produtivas:

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE 2 TANQUES E 1 VIVEIRO PARA PEIXES					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 1.506,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Instalações hidráulicas				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	1380	R\$ 1,58	R\$ 2.180,40
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontaletes 3 x 3" a c/1,50m	m ²	1380	R\$ 2,10	R\$ 2.898,00
1.3	Revestimento com manta a base de PVC pré-fabricada espessura 0,8mm	m ²	1506	R\$ 17,35	R\$ 26.129,10
1.4	Escavação mecanizada a céu aberto até 2m	m ³	2160	R\$ 6,84	R\$ 14.774,40
1.5	Reaterro manual (taludes laterais)	m ³	186	R\$ 18,93	R\$ 3.520,98
1.6	Tubo de PVC soldável 75mm para esgoto, fornecimento e instalação	m	90	R\$ 11,54	R\$ 1.038,60
1.7	Joelho de 75mm de PVC tipo esgoto, fornecimento e instalação	unid.	3	R\$ 10,26	R\$ 30,78
1.8	Registro de pVC soldável 75mm tipo esgoto	unid.	3	R\$ 79,63	R\$ 238,89
TOTAL GERAL					R\$ 50.811,15

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO DEPÓSITO DE INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 34,40m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Serviços Preliminares				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	70	R\$ 1,58	R\$ 110,60
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontalotes 3x3" a c/1,50m	m ²	34.4	R\$ 2,10	R\$ 72,24
SUBTOTAL					R\$ 182,84
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
2	Fundações				
2.1	Escavação manual de valas rasas em qualquer terreno, exceto rocha para fundações rasas - baldrame	m ³	4.72	R\$ 18,93	R\$ 89,35
2.2	Apiloamento do fundo de vala com maço de 30kg	m ²	13.67	R\$ 2,13	R\$ 29,12
2.3	Reaterro manual apiloado de valas com material de obra	m ³	4.72	R\$ 18,93	R\$ 89,35
2.4	Aterro interno compactado manualmente	m ³	3.36	R\$ 22,09	R\$ 74,22
2.5	Lastro de concreto magro e=5cm	m ²	13.67	R\$ 19,94	R\$ 272,58
2.6	Execução de baldrame e concreto ciclópico 1:3, com 30% de pedra de mão, cavas até 80cm de largura, inclusive escavação e excluindo formas	m ³	5.9	R\$ 252,01	R\$ 1.486,86
2.7	Pintura impermeabilizante utilizando neutrol 2 demãos	m ²	32.59	R\$ 4,76	R\$ 155,13
SUBTOTAL					R\$ 2.196,61
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
3	Estrutura				
3.1	Laje pré-moldada para forro, vãos até 3,50m, e=8cm, com lajotas e capa de concreto fck=20MPa, 2cm, inter-eixo 38cm, espessura total 10cm	m ²	30	R\$ 46,53	R\$ 1.395,90
3.2	Cinta de amarração em concreto armado, FCK=20 Mpa, controle com preparo mecânico na obra, aço (55kg/m ³), formas madeira com montagem e desmontagem e lançamento	m ³	1	R\$ 1.087,02	R\$ 1.087,02
3.3	Pilar em madeira de lei 15 x 15 x 100cm colocado inclusive base de concreto	m	3	R\$ 84,52	R\$ 253,56
SUBTOTAL					R\$ 2.736,48

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO DEPÓSITO DE INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 34,40m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
4	Paredes e Painéis				
4.1	Alvenaria de 1/2 vez, blocos cerâmicos (6 furos) assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:0,5:8	m ²	89.72	R\$ 24,56	R\$ 2.203,52
4.2	Vergas de concreto armado para alvenaria com aproveitamento da madeira por 10 vezes	m ³	1	R\$ 932,13	R\$ 932,13
SUBTOTAL					R\$ 3.135,65
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
5	Cobertura				
5.1	Cobertura com telha cerâmica	m ²	52.52	R\$ 38,22	R\$ 2.007,31
5.2	Estrutura de madeira para cobertura de telhas cerâmicas	m ²	52.52	R\$ 53,60	R\$ 2.815,07
SUBTOTAL					R\$ 4.822,39
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
6	Esquadrias				
6.1	Porta de madeira almofadada 0,80 x 2,10m, e=3,5cm para pintura, incl. Marco tipo aduela e alizar 4 x 1,5cm	unid.	2	R\$ 194,45	R\$ 388,90
6.2	Porta de madeira almofadada 0,80 x 2,10m, e=3,5cm para pintura, incl. Marco tipo aduela e alizar 4 x 1,5cm	unid.	4	R\$ 45,26	R\$ 181,04
6.3	Janela basculante de ferro em cantoneira 5/8" x 1/8", linha popular	m ²	1.8	R\$ 262,24	R\$ 472,03
6.4	Vidro liso comum transparente espessura 4mm	m ²	1.8	R\$ 78,84	R\$ 141,91
6.5	Porta de madeira duas folhas 1,6 x 2,1m para pinura	unid.	1	R\$ 284,14	R\$ 284,14
SUBTOTAL					R\$ 1.468,02
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
7	Instalações Elétricas				
7.1	Eletroduto PVC flexível tipo corrugado diâm.= 20mm	m	120	R\$ 3,10	R\$ 372,00
7.2	Caixa eletroduto 4 x 2"	unid.	4	R\$ 2,00	R\$ 8,00
7.3	Quadro de distribuição para 12 circuitos e barramento trifásico	unid.	2	R\$ 184,91	R\$ 369,82
7.4	Plafonier em ABS linha popular para lâmpada incandescente	unid.	4	R\$ 36,41	R\$ 145,64

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO DEPÓSITO DE INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 34,40m ²					
7.5	Interruptor 1 tecla siplés conjugado com 1 tomada universal 2p+T	unid.	4	R\$ 25,24	R\$ 100,96
7.6	Disjuntor termomagnético monofásico 40A	unid.	6	R\$ 50,00	R\$ 300,00
7.7	Fio de cobre condutor isol. 750V # 1,5mm ²	m	150	R\$ 1,39	R\$ 208,50
7.8	Fio de cobre condutor isol. 750V # 2,5mm ²	m	100	R\$ 1,85	R\$ 185,00
7.9	Fio de cobre condutor isol. 750V # 16mm ²	m	150	R\$ 6,95	R\$ 1.042,50
7.10	Padrão de entrada de energia monofásico em poste de concreto 5m, completo, incluindo aterramento e caixa para medidor com disjuntor monofásico de 50A	unid.	1	R\$ 658,97	R\$ 658,97
7.11	Chave blindada tripolar 250V - 60A	unid.	1	R\$ 89,33	R\$ 89,33
SUBTOTAL					R\$ 3.480,72
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
8	Revestimento				
8.1	Chapisco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	130.08	R\$ 3,14	R\$ 408,45
8.2	Chapisco em paredes externas com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	74.64	R\$ 3,14	R\$ 234,37
8.3	Reboco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	130.08	R\$ 8,74	R\$ 1.136,90
8.4	Reboco em paredes externas com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	74.64	R\$ 14,50	R\$ 1.082,28
8.5	Azulezo branco, 20 x 20cm, assentado com argamassa colante, juntas a prumo, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada, a ser assentado nas paredes até altura de 1,60m	m ²	56.96	R\$ 20,30	R\$ 1.156,29
SUBTOTAL					R\$ 4.018,29
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
9	Pisos				
9.1	Lastro de concreto FCK 10MPa sarrafeado para contrapiso	m ²	34.4	R\$ 19,94	R\$ 685,94

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO DEPÓSITO DE INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 34,40m ²					
9.2	Piso cerâmico esmaltado 33 x 33cm com PEI 3 ou superior, linha popular, assentado com argamassa industrializada e regularização de base e=2,5cm	m ²	34.4	R\$ 23,45	R\$ 806,68
9.3	Calçada de proteção em concreto magro, e=7cm e largura de 50cm	m ²	12.6	R\$ 26,70	R\$ 336,42
SUBTOTAL					R\$ 1.829,04
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
10	Pintura				
10.1	Pintura latex PVA 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes internas e teto	m ²	73.12	R\$ 6,40	R\$ 467,97
10.2	Pintura latex acrílica 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes externas	m ²	74.64	R\$ 9,94	R\$ 741,92
10.3	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador (1 demão) em esquadrias de madeira - porta	m ²	20.64	R\$ 8,85	R\$ 182,66
SUBTOTAL					R\$ 1.392,55
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
11	Instalações hidráulicas				
11.1	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 20mm fornecimento e instalação	m	50	R\$ 2,92	R\$ 146,00
11.2	Tubo de PVC soldável, sem conexões, 40mm para esgoto, fornecimento e instalação	m	20	R\$ 5,77	R\$ 115,40
11.3	Joelho de PVC 90° soldável 20mm, água fria, fornecimento e instalação	unid.	6	R\$ 3,15	R\$ 18,90
11.4	Curva de PVC 90° soldável 40mm, água fria, fornecimento e instalação	unid.	4	R\$ 3,15	R\$ 12,60
11.5	Joelho de PVC 90° soldável 40mm, esgoto, fornecimento e instalação	unid.	4	R\$ 5,27	R\$ 21,08
11.6	Tubo de PVC soldável, inclusive conexões, 100mm esgot, fornecimento e instalação	unid.	18	R\$ 26,73	R\$ 481,14
11.7	Lavatório em louça branca, sem coluna, padrão popular, com torneira cromada popular, sifão, válvula e engate plástico	m	1	R\$ 121,55	R\$ 121,55
11.8	Vaso sanitário sifonao louça branca padrão popular, com conjunto parap fixação para vaso sanitário, com parafuso arruela e bucha, fornecimento e instalação	m	1	R\$ 157,52	R\$ 157,52

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO DEPÓSITO DE INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 34,40m ²					
11.9	Caixa de descarga plástica externa completa	unid.	1	R\$ 45,57	R\$ 45,57
11.10	Fossa séptica em alvenaria de tijolo cerâmico maciço, dimensões externas de 1,90 x 1,10 x 1,40m, 1500 litros, revestida internamente com barras lisa, tampa de concreto armado espessura 8cm	unid.	1	R\$ 881,06	R\$ 881,06
11.11	Reservatório de água cap. 500L sobre estrutura de madeira com conexões	unid.	1	R\$ 375,57	R\$ 375,57
11.12	Adaptador PVC soldável com flange e anel 20mm x 1/2" para caixa d'água fornecimento e instalação	unid.	3	R\$ 8,51	R\$ 25,53
SUBTOTAL					R\$ 2.401,92
TOTAL GERAL					R\$ 27.664,51

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CERCAMENTO DA UNIDADE PRODUTIVA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 10.000,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1					
1.1	Escora ou mourão de concreto 10 x 10cm H=2,45m	unid.	190	R\$ 34,87	R\$ 6.625,30
1.2	Pedra britada n. 1 ou 19mm - posto pedreira/fornecedor sem frete	m ³	2	R\$ 81,79	R\$ 163,58
1.3	Cimento Portland de alto forno CP III-32	Kg	250	R\$ 0,46	R\$ 115,00
1.4	Portão ferro abrir em tela 2 folhas 420 x 210cm	unid.	1	R\$ 998,73	R\$ 998,73
1.5	Tela arame galv. Fio 14 BWG (2,11mm) malha 8 x 8cm quadrada ou losango H=2m	m ²	504	R\$ 4,81	R\$ 2.424,24
1.6	Servente	H	40	R\$ 6,31	R\$ 252,40
1.7	Pedreiro	H	40	R\$ 8,89	R\$ 355,60
1.8	Auxiliar	H	80	R\$ 6,23	R\$ 498,40
TOTAL GERAL					R\$ 11.433,25

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DA CASA DE BOMBA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 3,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Serviços Preliminares				
1.1	Limpeza manual do terreno com raspagem superficial	m ²	6	R\$ 1,58	R\$ 9,48
1.2	Locação da obra com gabarito de tábua contínua 15cm e pontaletes 3x3" a c/1,50m	m ²	3	R\$ 2,10	R\$ 6,30
SUBTOTAL					R\$ 15,78
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
2	Fundações				
2.1	Escavação manual de valas rasas em qualquer terreno, exceto rocha para fundações rasas - baldrame	m ³	0.45	R\$ 18,93	R\$ 8,52
2.2	Apiloamento do fundo de vala com maço de 30kg	m ²	1.3	R\$ 2,13	R\$ 2,77
2.3	Reaterro manual apiloado de valas com material da obra	m ³	0.45	R\$ 18,93	R\$ 8,52
2.4	Aterro interno compactado manualmente	m ³	0.33	R\$ 22,09	R\$ 7,29
2.5	Lastro de concreto magro e=5cm	m ²	1.3	R\$ 19,94	R\$ 25,92
2.6	Execução de baldrame e concreto ciclópico 1:3, com 30% de pedra de mão, cavas até 80cm de largura, inclusive escavação e excluindo formas	m ³	0.72	R\$ 252,01	R\$ 181,45
2.7	Pintura impermeabilizante utilizando neutrol 2 demãos	m ²	5.23	R\$ 4,76	R\$ 24,89
SUBTOTAL					R\$ 259,36
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
3	Estrutura				
3.1	Laje pré-moldada para forro, vãos até 3,50m, e=8cm, com lajotas e capa de concreto fck=20Mpa, 2cm, inter-eixo 38cm, espessura total 10cm	m ²	7.5	R\$ 46,53	R\$ 348,98
3.2	Cinta de amarração em concreto armado, FCK=20 Mpa, controle com preparo mecânico na obra, aço (55kg/m ³), formas madeira com montagem e desmontagem e lançamento	m ³	0.15	R\$ 1.087,02	R\$ 163,05
SUBTOTAL					R\$ 512,03

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DA CASA DE BOMBA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 3,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
4	Paredes e Painéis				
4.1	Alvenaria de 1/2 vez, blocos cerâmicos (6 furos) assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:0,5:8	m ²	11.2	R\$ 24,56	R\$ 275,07
4.2	Vergas e contra-vergas para vãos de esquadrias em blocos de concreto tipo calha 9 x 19 x 19cm, cheios de concreto 20Mpa, incluindo armação com 2 barras de ferro corridos diam. 5mm	m ³	0.15	R\$ 932,13	R\$ 139,82
SUBTOTAL					R\$ 414,89
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
5	Esquadrias				
5.1	Portão de ferro com vara 1/2" com requadro e acessórios	m ²	0.6	R\$ 135,73	R\$ 81,44
SUBTOTAL					R\$ 81,44
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
6	Instalações Elétricas				
6.1	Eletroduto PVC flexível tipo corrugado diam.= 20mm	m	100	R\$ 3,10	R\$ 310,00
6.2	Caixa eletroduto 4 x 2"	unid.	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
6.3	Disjuntor termomagnético tripolar 40A	unid.	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
6.4	Fio de cobre condutor isol. 750V # 16mm ²	m	100	R\$ 6,95	R\$ 695,00
SUBTOTAL					R\$ 1.056,50
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
7	Revestimento				
7.1	Chapisco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	11	R\$ 3,14	R\$ 34,54
7.2	Chapisco em paredes externas com argamassa de cimento e areia 1:3, e=0,5cm	m ²	8.5	R\$ 3,14	R\$ 26,69
7.3	Reboco em paredes internas e tetos com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	11	R\$ 8,74	R\$ 96,14
7.4	Reboco em paredes externas com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:8, e=2cm	m ²	8.5	R\$ 14,50	R\$ 123,25
SUBTOTAL					R\$ 280,62

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DA CASA DE BOMBA					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 3,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
8	Pisos				
8.1	Lastro de concreto FCK 10Mpa sarrafeado para contrapiso	m ²	3	R\$ 19,94	R\$ 59,82
8.2	Calçada de proteção em concreto magro, e=5cm e largura de 50cm	m ²	3	R\$ 26,70	R\$ 80,10
SUBTOTAL					R\$ 139,92
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
9	Pintura				
9.1	Pintura latex PVA 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes internas e teto	m ²	8.5	R\$ 6,40	R\$ 54,40
9.2	Pintura latex acrílica 2 demãos sobre 1 demão de selador em paredes externas	m ²	8.5	R\$ 9,94	R\$ 84,49
9.3	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador (1 demão) em esquadrias de aço - portão	m ²	2.4	R\$ 13,91	R\$ 33,38
SUBTOTAL					R\$ 172,27
TOTAL GERAL					R\$ 2.932,81

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.200,00m ²					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Operações mecanizadas - aração, gradagem cruzada e sulcamento do terreno	H/m	6	R\$ 150,00	R\$ 900,00
2	Mão de obra - abertura de aproximadamente 300m de valetas c/50cm de largura por 40cm de profundidade; coveamento do terreno e transplântio de mudas (2.304 plantas)	H	50	R\$ 6,31	R\$ 315,50
3	Insumos				
3.1	Mudas de Atriplex	unid.	2500	R\$ 1,00	R\$ 2.500,00
3.2	Esterco de caprino	m ³	11	R\$ 28,00	R\$ 308,00
3.3	Superfosfato simples	kg	350	R\$ 0,90	R\$ 315,00

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.200,00m ²					
4	Equipamentos de irrigação				
4.1	Sucção Completa				
4.1.1	Redução Ex RE 1 1/2" x ranhura de 3"	pç	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
4.1.2	Niple FG de 1 1/2	pç	1	R\$ 6,00	R\$ 6,00
4.1.3	União assento plano de 1 1/2"	pç	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00
4.1.4	Mangote Kanaflex	m	5	R\$ 27,00	R\$ 135,00
4.1.5	Abraçadeira reforçada 3"	pç	2	R\$ 9,05	R\$ 18,10
4.1.6	Adaptador fofo rosca x ranhura de 3"	pç	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
4.1.7	Válvula de pé para poço tipo cebola 3"	pç	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
4.1.8	Conjunto eletrobomba, motor trifásico, 4 cv, II P, 380 V, 60 Hz, 3450 rpm, rotor semiaberto de 120mm, sucção de 1 1/2 e recalque de 1 1/4, Q = 25 m ³ /h, para Hm de 17 m.c.a	cj	1	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00
4.1.9	Chave de ligação partida direta de 4cv, 380 v, 60 hz, trifásica	cj	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
4.2	Ligação de pressão				
4.2.1	Niple duplo FG 1/4"	pç	2	R\$ 7,00	R\$ 14,00
4.2.2	Luva de redução FG 3 x 1 1/4"	pç	1	R\$ 9,00	R\$ 9,00
4.2.3	Curva e 90° RL macho de 3"	pç	1	R\$ 34,25	R\$ 34,25
4.2.4	Registro de gaveta BZ 3"	pç	1	R\$ 80,00	R\$ 80,00
4.2.5	União assento plano BR 3"	pç	1	R\$ 22,00	R\$ 22,00
4.2.6	Registro de gaveta BZ 1 1/4"	pç	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
4.3	Sistema				
4.3.1	Válvula ventosa de 1"	pç	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
4.3.2	Colar de tomada 75 x 1"	pç	1	R\$ 6,00	R\$ 6,00
4.3.3	Registro de esfera PVC SD 2" (50mm)	pç	9	R\$ 20,00	R\$ 180,00
4.3.4	Registro de esfera PVC SD 3" (75mm)	pç	1	R\$ 85,00	R\$ 85,00
4.3.5	Tubo PVC SD DN 75mm x 6m PN 40	pç	60	R\$ 27,50	R\$ 1.650,00
4.3.6	Tubo PVC SD DN 50mm x 6m PN 40	pç	8	R\$ 14,50	R\$ 116,00
4.3.7	Adaptador inicial de 16mm	pç	195	R\$ 1,00	R\$ 195,00
4.3.8	Interceptor de fluxo de 16mm	pç	195	R\$ 0,27	R\$ 52,65
4.3.9	União interna de 16mm	pç	25	R\$ 0,60	R\$ 15,00
4.3.10	Tubo PEBD 16mm, c/ agregante contra migração do plastificante quando da incidência de raios Uv e Thermal Stress Kreaking	m	3600	R\$ 0,55	R\$ 1.980,00

(Continuação)

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.200,00m ²					
4.3.11	Tubo PEBD de 25mm	m	250	R\$ 0,80	R\$ 200,00
4.3.12	Conector para micro 2mm (4/7)	pç	2350	R\$ 0,20	R\$ 470,00
4.3.13	Adaptador PVC BS x RM 75 x 3"	pç	2	R\$ 4,00	R\$ 8,00
4.3.14	Curva 45° ponta bolsa SD 75mm	pç	2	R\$ 14,00	R\$ 28,00
4.3.15	Curva 45° ponta bolsa SD 50mm	pç	2	R\$ 5,00	R\$ 10,00
4.3.16	Curva 90° ponta bolsa SD 50mm	pç	28	R\$ 5,00	R\$ 140,00
4.3.17	Te bolsa SD 75 x 50mm	pç	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
4.3.18	Te bolsa SD 75mm	pç	3	R\$ 13,39	R\$ 40,17
4.3.19	Te bolsa SD 50mm	pç	5	R\$ 5,45	R\$ 27,25
4.3.20	Redução bolsa SD 75 x 50mm	pç	20	R\$ 5,00	R\$ 100,00
4.3.21	Luva SD 50mm	pç	8	R\$ 2,60	R\$ 20,80
4.3.22	Colar de tomada 50 x 1/2"	pç	8	R\$ 5,50	R\$ 44,00
4.3.23	Ponta macho EP 2"	pç	8	R\$ 8,00	R\$ 64,00
4.3.24	Cap. Fêmea EP 2"	pç	8	R\$ 8,00	R\$ 64,00
4.3.25	Válvula antivácuo 1/2"	pç	8	R\$ 6,65	R\$ 53,20
4.3.26	Solução limpadora	l	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
4.3.27	Adesivo plástico (850 gr)	unid.	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
4.3.28	Adesivo plástico com pincel (175gr)	unid.	1	R\$ 8,11	R\$ 8,11
4.3.29	Fita veda rosca 0,06 x 12m	pç	20	R\$ 4,60	R\$ 92,00
4.3.30	Lona plástica preta 8 x 100m	unid.	63	R\$ 5,80	R\$ 365,40
4.3.31	Adaptador de PVC 3 x 2"	unid.	1	R\$ 17,00	R\$ 17,00
4.3.32	Abraçadeira de aço 19 x 25	unid.	4	R\$ 0,70	R\$ 2,80
4.3.33	Adaptador sold. Curto 32 x 1"	unid.	2	R\$ 0,75	R\$ 1,50
4.3.34	Adaptador irrig. Int. Ext. 3/4 912	unid.	1	R\$ 0,85	R\$ 0,85
4.3.35	Alicate corde diagonal 6"	unid.	1	R\$ 9,99	R\$ 9,99
4.3.36	Borracha anel de vedação	unid.	1	R\$ 1,35	R\$ 1,35
4.3.37	Bomba d'água periférica 0,5cv	unid.	2	R\$ 139,90	R\$ 279,80
4.3.38	Bucha de redução 40 x 32	unid.	2	R\$ 1,10	R\$ 2,20
4.3.39	Bucha de redução roscável 1 x 3/4	unid.	1	R\$ 1,10	R\$ 1,10
4.3.40	Cabinho flex 2,50mm	unid.	400	R\$ 0,90	R\$ 360,00
4.3.41	Cap 150mm	unid.	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
4.3.42	Chave de fenda 5/16 x 6	unid.	1	R\$ 3,90	R\$ 3,90
4.3.43	Disjuntor Unipolar 20	unid.	1	R\$ 9,45	R\$ 9,45
4.3.44	Joelho Soldável 90° 20mm	unid.	6	R\$ 0,25	R\$ 1,50
4.3.45	Lacre de nylon	unid.	71	R\$ 0,25	R\$ 17,75
4.3.46	Pino Macho Cinza 1401	unid.	1	R\$ 2,25	R\$ 2,25
4.3.47	Quadro de distribuição de 3 a 4 disjuntores	unid.	1	R\$ 13,90	R\$ 13,90

(Continuação)

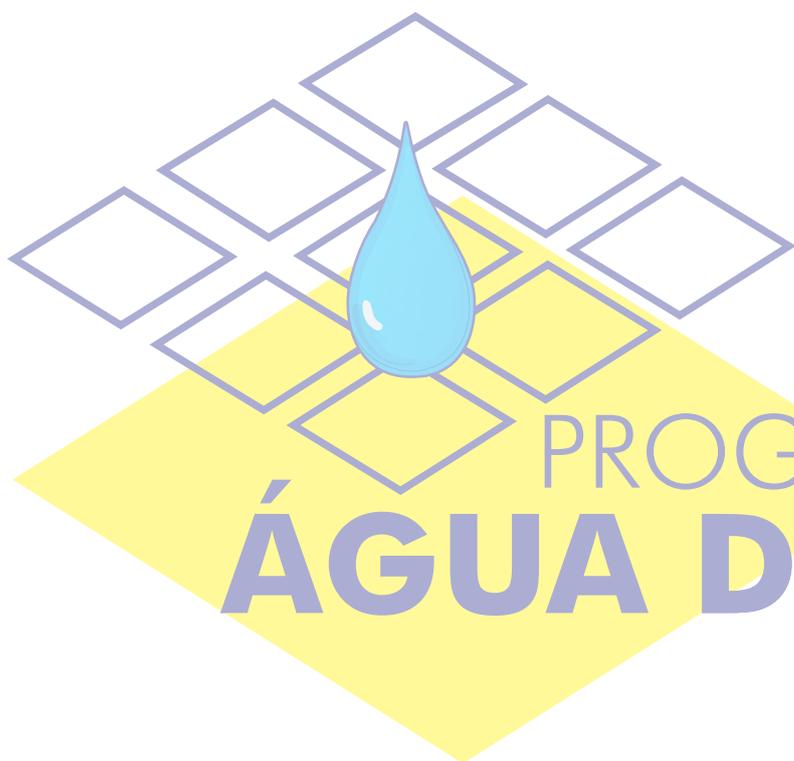
PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.200,00m²					
4.3.48	Registro de esfera de PVC soldável 40mm	unid.	1	R\$ 15,90	R\$ 15,90
4.3.49	Te soldável 20mm	unid.	2	R\$ 0,40	R\$ 0,80
4.3.50	Tesoura poda fina	unid.	1	R\$ 27,90	R\$ 27,90
4.3.51	Tubo soldável 20mm	m	29	R\$ 1,15	R\$ 33,35
4.3.52	União soldável 32mm	unid.	1	R\$ 4,99	R\$ 4,99
4.4	montagem do sistema	unid.	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
TOTAL GERAL					R\$ 16.389,61

PROGRAMA ÁGUA DOCE					
ORÇAMENTO PARA AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSUMOS					
DATA BASE: DEZ. 2012					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	Aeradores	unid.	2	R\$ 3.235,00	R\$ 6.470,00
2	Caixa de transporte de peixes	unid.	1	R\$ 4.180,00	R\$ 4.180,00
3	Medidor de oxigênio	unid.	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
4	Medidor de PH	unid.	1	R\$ 720,00	R\$ 720,00
5	Conduvímetero	unid.	1	R\$ 880,00	R\$ 880,00
6	Rede de arrasto	unid.	2	R\$ 432,00	R\$ 864,00
7	Tarrafa malha 7mm	unid.	1	R\$ 159,00	R\$ 159,00
8	Tarrafa de 5mm	unid.	1	R\$ 358,00	R\$ 358,00
9	Puçã raso 30 x 40cm	unid.	1	R\$ 72,00	R\$ 72,00
10	Puçã fundo 30 x 40cm	unid.	1	R\$ 72,00	R\$ 72,00
11	Disco de Secchi	unid.	1	R\$ 75,00	R\$ 75,00
12	Caixa de isopor e 80L	unid.	3	R\$ 45,00	R\$ 135,00
13	Caixa de isopor e 120L	unid.	3	R\$ 110,00	R\$ 330,00
14	Caixa de isopor e 160L	unid.	3	R\$ 130,00	R\$ 390,00
15	Macacão de mergulho	unid.	2	R\$ 439,90	R\$ 879,80
16	Macacão para despesca	unid.	2	R\$ 235,00	R\$ 470,00
17	Botas de neoprene	unid.	2	R\$ 78,00	R\$ 156,00
18	Ração nutritiva para peixes PI 55%	25kg	12	R\$ 78,32	R\$ 939,84
19	Ração nutritiva para peixes PI 32%	25kg	90	R\$ 40,71	R\$ 3.663,90
20	Ração nutritiva para peixes PI 28%	25kg	150	R\$ 36,69	R\$ 5.503,50
TOTAL GERAL					R\$ 27.518,04

Resumos:

VALOR TOTAL DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO	
Item	Valor
Abrigo do dessalinizador	R\$ 11.469,84
Chafariz	R\$ 7.247,99
Adutora	R\$ 6.535,58
Reservatórios e bares	R\$ 4.128,44
Tanques	R\$ 33.874,10
Cercamento do sistema e tanques	R\$ 7.882,05
Limpeza e recuperação do poço	R\$ 4.022,00
Total s/ BDI:	R\$ 75.160,60
Total c/ BDI (22%):	R\$ 91.695,20
Dessalinizador com BDI diferenciado conforme orientação do Acórdão 327/2007 TCU e Nota Técnica do STF (10%)	R\$ 25.115,74
Total Geral	R\$ 116.810,94

VALOR TOTAL DA UNIDADE PRODUTIVA	
Item	Valor
Depósito de insumos	R\$ 27.664,51
Abrigo do dessalinizador	R\$ 11.469,84
Chafariz	R\$ 7.247,99
Adutora	R\$ 6.535,58
Reservatórios e bases	R\$ 4.128,44
Viveiros e tanque	R\$ 50.811,15
Cercamento da unidade	R\$ 11.433,25
Cercamento do sistema e tanques	R\$ 7.882,05
Sistema de irrigação	R\$ 16.389,61
Limpeza e recuperação do poço	R\$ 4.022,00
Casa de bomba	R\$ 2.932,81
Total s/ BDI:	R\$ 150.517,23
Total c/ BDI (22%):	R\$ 183.631,02
Dessalinizador com BDI diferenciado conforme orientação do Acórdão 327/2007 TCU e Nota Técnica do STF (10%)	R\$ 25.115,74
Equipamentos e insumos	R\$ 27.518,04
Total Geral	R\$ 236.264,80



PROGRAMA
ÁGUA DOCE



Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA