

USOS ALTERNATIVOS PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Everaldo Rocha Porto¹; Luis Gonzaga De Albuquerque Silva Júnior²;
Odilon Juvino de Araújo³ & Miriam Cleide Cavalcante Amorim⁴

RESUMO - Com o objetivo de reduzir os impactos causados pelo rejeito da dessalinização de água salobra, proveniente do cristalino, no trópico semi-árido brasileiro, três alternativas de aproveitamento de água com alta salinidade foram avaliadas nos campos da estação experimental da Embrapa Semi-Arido. As alternativas foram: (a) cristalização seletiva dos sais; (b) cultivo de tilápia rosa (*Oreochromis* sp.); e (c) irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). A salinidade média da água usada foi de 11,38 ds/m. Cinco tipos de sais foram conseguidos na cristalização; a tilápia atingiu o peso de 455 gramas em 6 meses; e o rendimento da erva-sal foi de 6.537kg de matéria seca por hectare. Em função dos resultados obtidos com estes estudos, é possível a viabilização do uso de água de poços no cristalino do semi-árido brasileiro para a geração de renda, através destas alternativas que apresentam menos risco que os atuais sistemas de produção de subsistência, ora utilizados pela maioria dos produtores de base familiar desta região.

ABSTRACT - Looking forward to reducing environmental impact resulting from desalting brackish water in the region of the crystalline rocks in the semi-arid tropic of Brazil, three alternatives of using the brine were evaluated on the fields of the Embrapa Semi-Arid experiment station. The alternatives tested were: (a) selective crystallization of the salts dissolved in the brine; (b) fishpond operation with Tilapia (*Oreochromis* sp.); and (c) irrigating saltbush plants (*Atriplex nummularia*). The average sal concentration of the brine was 11,38 ds/m. Five kinds of salts were obtained by the evaporation process; the Tilapia fish reached a averaged weight of 455gr during six months; the yield of saltbush cultivated during one year was 6,537kg of dry matter per hectare. Considering the results obtained in these experiments, it is possible to assume the use of brackish water from deep wells encountered in the semi-arid tropic of Brazil as alternatives to generate income since they present less risk than the actually used farming system based on rainfed agriculture.

Palavras-chave: água salina, rejeito, tilápia

¹ Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, C. Postal 23, 56300-970, Petrolina-PE – erporto@cpatsa.embrapa.br

² Engº Agrº, M.Sc., CODEVASF, Petrolina-PE

³ Engº de pesca, CODEVASF – Petrolina-PE

⁴ Engª Química, M.Sc., COMPESA – Petrolina-PE

INTRODUÇÃO

A escassez de água e a salinidade do binômio solo água, são dois pontos levantados como limitantes para a produtividade e a expansão do agronegócio de sequeiro no semi-árido brasileiro. Todavia, mesmo nas áreas mais críticas desta região, constituídas pelo cristalino, o potencial explorável de água subterrânea pode ser estimado, com base na existência de 50.000 poços perfurados (Rebouças 1999).

Estes poços apresentam vazão média mínima superior a 1000 litros de água por hora. Todavia, sua utilização na maioria das vezes, se restringe apenas ao dessedentamento dos caprinos e ovinos, animais predominantes nos sistemas de produção dos agricultores de base familiar desta região, por razão de suas águas apresentarem salinidade superiores ao limite estabelecido pela Organização Mundial de Saúde, para o consumo humano.

Nos últimos anos, pesquisadores desenvolveram, através de projetos de pesquisa, tecnologias apropriadas para o uso de água salobra, com altos conteúdos salinos (Miyamoto et al., 1996) e (Glenn et al., 1998). O objetivo deste documento é apresentar alguns resultados de pesquisas como alternativas para uso de água salina no semi-árido do nordeste brasileiro.

AÇÕES DESENVOLVIDAS

Sistema de Dessalinização: Dados do Sistema

Dos seis poços tubulares existentes no Campo Experimental de Manejo da Caatinga da Embrapa Semi-Arido, todos possuem teores de sais acima do aceitável para consumo humano e todos passíveis de potabilização via dessalinização. Em 1997, foi instalado o primeiro equipamento com o objetivo de produzir água potável para os trabalhadores de Campo deste Centro de Pesquisa e pesquisar as alternativas de uso de parte da água que é eliminada no processo, denominado rejeito, com nível de salinidade bem superior a água do poço.

A planta de dessalinização por Osmose Inversa compõe-se de uma bomba submersa instalada no poço tubular que bombeia a água salobra para um sistema de pré-tratamento, um conjunto motobomba centrífuga de alta pressão, pré-filtros e membranas osmóticas. O rejeito produzido é distribuído para os tanques de Evaporação, para os tanques de cultivo de peixes e para irrigação das plantas halófitas, conforme mostra o fluxograma da Figura 1.

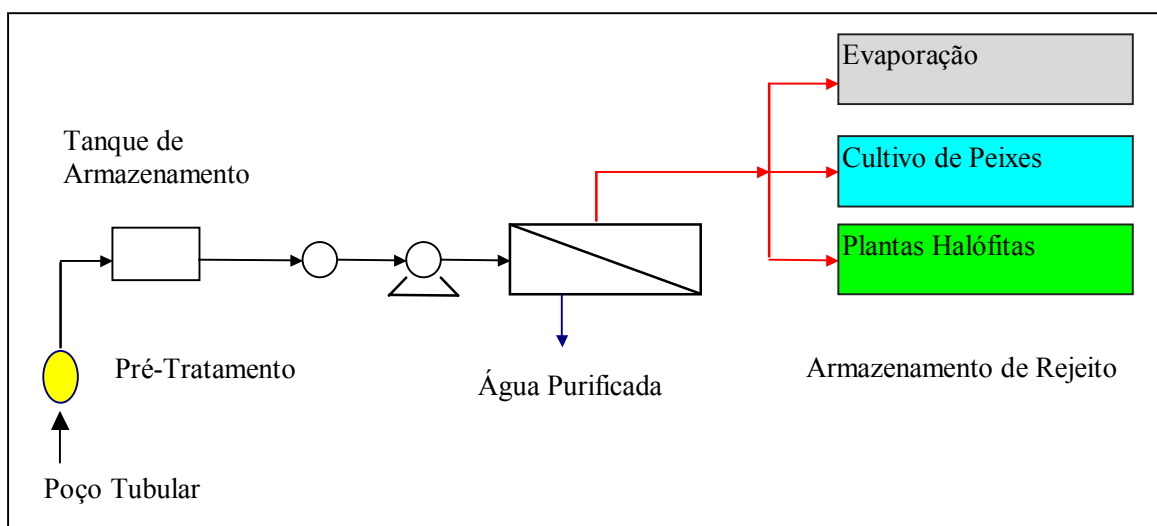


Figura 1 – Fluxograma do sistema de dessalinização e acondicionamento dos rejeitos.

A análise físico-química da água do poço determina, através do Índice de Langelier, a necessidade de utilização de um pré-tratamento para prevenir o depósito de sais incrustantes nas membranas osmóticas. É utilizada uma solução polimérica (hexametáfosfato de sódio) especialmente efetivo contra incrustações de carbonato de cálcio e sulfato de cálcio.

O sistema opera com uma taxa de remoção de sais (TRS) de 98,8 %, e nível de recuperação de 17,64%. O sistema opera com uma produção de permeado de 514 l/h e produção de rejeito de 2400 l/h, sendo necessários 6089 l de água de alimentação para produzir 5000 litros de rejeito.

Características Químicas das Águas em Estudo

A determinação analítica dos dados físico-químicos das águas em estudo foi realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Semi-Arido, sendo analisadas a água de alimentação (água do poço), permeado (água purificada ou dessalinizada) e água do rejeito, numa frequência mensal. Os resultados da determinação analítica encontram-se na Tabela 1. Observa-se que os íons de maior predominância nas três águas são o sódio (Na^+), o magnésio (Mg^{++}) e o cloreto (Cl^-), contudo são usualmente o cálcio (Ca^{2+}), sulfato (SO_4^-) e bicarbonato (HCO_3^-) de maior relevância pois, eles podem contribuir para a formação de incrustações nas membranas osmóticas.

Tabela 1 - Características químicas das águas em estudo.

Análises	Unidades	Águas analisadas		
		Alimentação	Permeado	Rejeito
Cor		5	5	5
Turbidez		1,0	0,3	0,3
Alcalinidade	MgCaCO ₃ /l	480	20	
PH		7,1	5,6	7,1
CE 25 °C	DS/m	7,66	0,42	8,98
Resíduo Seco	mg/l	5.497	103	6.156
Dureza Total	MgCaCO ₃ /l	2343,9	14,4	2797,2
Ca ⁺⁺	meq/l	23,06	0,26	38,43
Mg ⁺⁺	meq/l	41,69	0,41	53,26
Na ⁺	meq/l	53,72	1,10	39,05
K ⁺	meq/l	3,67	0,14	2,66
CO ₃ ⁻⁻	meq/l	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ ⁻	meq/l	31,02	0,52	39,32
SO ₄ ⁻⁻	meq/l	1,23	0,20	0,94
Cl ⁻	meq/l	98,59	1,39	124,48

Análises realizadas no período de 15/01/98 a 29/01/99

A partir dos dados da Tabela 1, foram plotados os dados do resíduo seco e da condutividade elétrica da água do poço, conforme mostra a Figura 2.

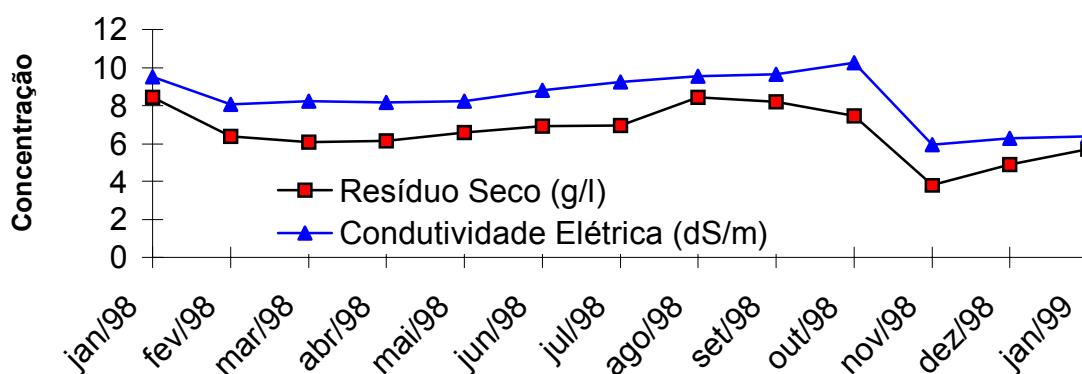


Figura 2 - Comportamento da concentração de sais na água do poço no período de um ano.

Acondicionamento dos Rejeitos

Os trabalhos foram implantados na Embrapa Semi-Arido, no Campo Experimental da Caatinga onde está montado o equipamento de dessalinização por osmose inversa. A metodologia empregada no projeto consistiu na utilização de um sistema integrado onde os rejeitos da dessalinização da água foram utilizados para obtenção de sais cristalizados, através da precipitação relativa; no cultivo de peixes; e, finalmente, para irrigar espécies halófitas, conforme esquema mostrado na Figura 3.

Inicialmente, parte dos rejeitos foram desviados para as bacias de evaporação para a cristalização seletiva dos sais. O processo foi implementado, baseando-se na metodologia de produção de sal marinho que tradicionalmente é obtido por exposição da água do oceano ao sol e ao vento, em tanques rasos e de pisos argilosos, onde a solução salina vai atingindo concentrações cada vez maiores até o ponto de saturação, quando começa a precipitar o cloreto de sódio. A identificação deste ponto é realizada através da medição de graus **Baumé**. Obtida a precipitação dos cristais de cloreto de sódio, a solução restante foi separada para obtenção dos demais componentes.

Na segunda etapa do processo, o volume restante dos rejeitos foi acondicionado em reservatórios com capacidade para 330 m³ que serviu de meio líquido para o cultivo do peixe Tilápia rosa (*Oreochromis sp*). A alimentação foi realizada empregando-se rações balanceadas, específicas para cada espécie e o crescimento dos animais foi monitorado através de pesagens mensais dos indivíduos amostrados. A renovação de parte da água do reservatório foi realizada semanalmente, após o monitoramento da temperatura da água, pH e condutividade elétrica. Estas análises foram realizadas diariamente, visando manter as condições ecológicas necessárias ao bom desenvolvimento dos indivíduos. A água descartada foi utilizada para irrigação de plantas halófitas.

A utilização dos rejeitos na irrigação de plantas halófitas foi o último segmento do projeto, quando a espécie *Atriplex nummularia* foi introduzida na região e estudada quanto à adaptação às condições ambientais da região, bem como, às características químicas dos rejeitos da dessalinização.

No experimento, as mudas foram plantadas em espaçamento de 3 x 3m, em delineamento experimental de blocos ao acaso, contendo cada parcela 16 plantas. Os blocos foram repetidos 3 vezes. A irrigação foi por sulcos e a quantidade de água aplicada foi de 300 litros de rejeitos por sulco de 12m por semana. O monitoramento da salinidade foi realizado no solo, a intervalos de 30cm, indo da camada superficial até a profundidade de 90cm.

A seguir as informações referentes a cada segmento são apresentadas separadamente.

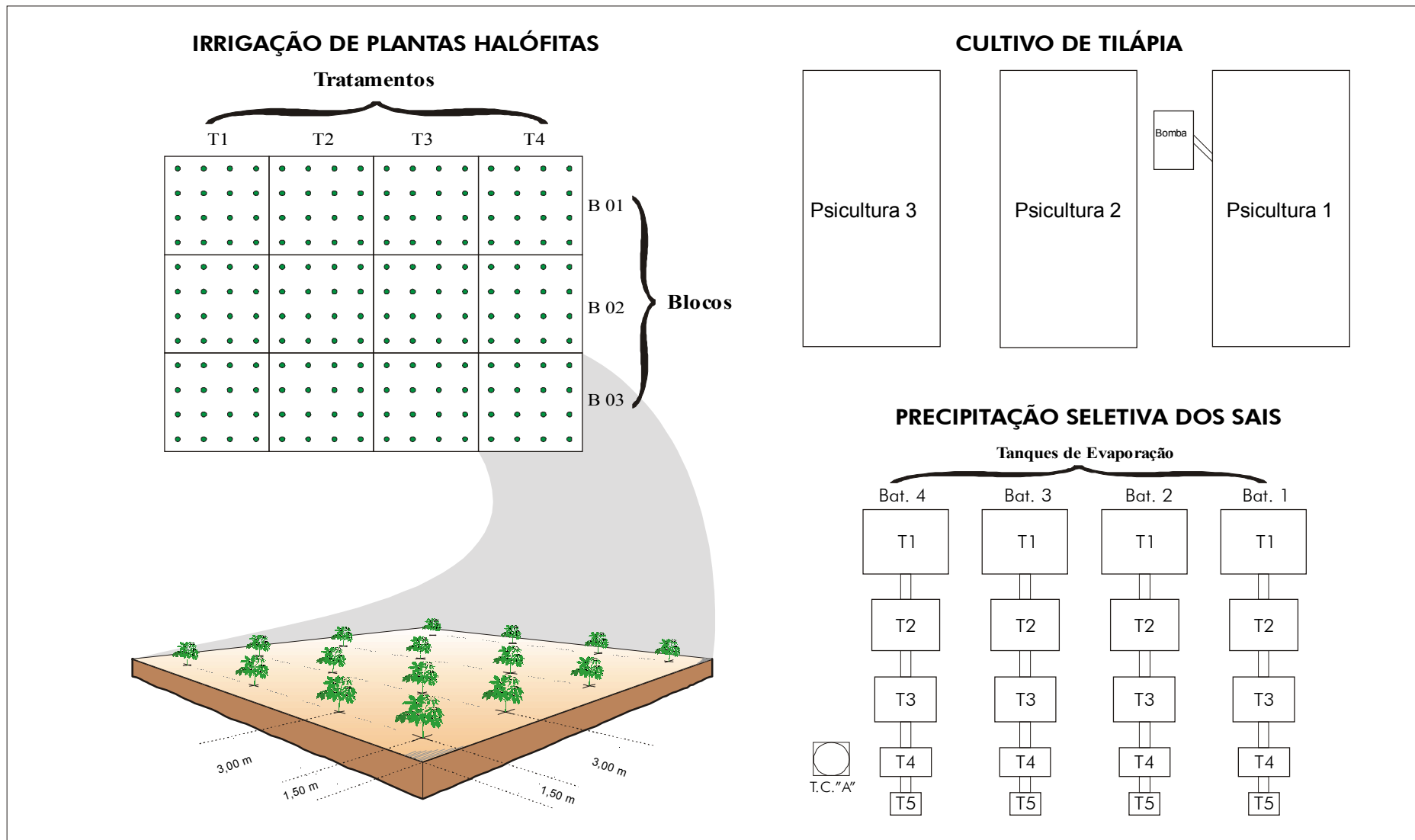


Figura 3- Diagrama da área experimental para utilização do rejeito da dessalinização.

Sistema de Evaporação dos Rejeitos

De acordo com as características químicas das águas dos rejeitos, uma das formas de reaproveitamento pode ser a evaporação para obtenção de sais, a exemplo do processo de produção de sal marinho, no qual a água do mar é captada e exposta ao sol e ao vento em tanques rasos para evaporação da água e cristalização dos sais.

Como não há metodologia para cristalização de sais das águas salobras dos poços do Nordeste semi-árido, inicia-se utilizando a metodologia utilizada nas salinas marinhas, na qual a água do mar posta a evaporar vai atingindo concentrações cada vez maiores, até o ponto de saturação dos sais nela presentes, quando começam a cristalizar e precipitar. Este ponto é identificado através da medição de graus **Baumé** ($^{\circ}\text{Bé}$) utilizando aparelho chamado aerômetro de Baumé, e cada sal possui uma faixa ideal de cristalização

Resultados Obtidos

Após transferência do líquido de um tanque para o outro o sal cristalizado obtido em cada tanque, foi recolhido em sacos plásticos, identificados, postos a secar, pesado e analisado no laboratório, de forma que seguindo estes procedimentos, foram realizados cinco experimentos, tendo cada experimento cinco sais. A Tabela 2 apresenta os pesos dos sais obtidos nos cinco experimentos.

Tabela 2 – Peso dos sais cristalizados nos tanques de acordo com as faixas de cristalização.

	Faixas de Cristalização ($^{\circ}\text{Bé}$)					
	0,5 - 16	16 - 25	25 - 29	29 - 31	32 - 44	
Experimento	Pesos dos Sais nas faixas de cristalização (kg)					Peso Total
01	10,00	17,00	9,00	3,00	0,60	39,60
02	4,00	9,00	17,00	4,10	0,75	34,90
03	5,50	4,50	10,00	8,50	0,78	29,30
04	13,50	13,50	7,50	3,50	0,83	38,80
05	10,00	10,00	13,00	3,90	0,83	37,70
MÉDIA	8,60	10,80	11,30	4,60	0,76	36,06

A Tabela 3 apresenta o tempo em dias para evaporação da água em cada faixa de cristalização, para cada um dos cinco experimentos. O tempo médio entre o início e o fim dos experimentos foi de 71 dias, com uma evaporação média (\overline{Ev}) de 9,59 mm medida em Tanque Classe A e \overline{Ev} de 4,2 mm nos tanques de cristalização, conforme Tabela 4.

Tabela 3 - Tempo em dias para evaporação da água do rejeito em cada faixa de cristalização e ao fim dos experimentos.

Experimento	Mês Inicial	Faixas de cristalização (°Bé)					Total	Mês Final
		0,5 - 16	16 - 25	25 - 29	29 - 32	32 - 44		
01	Out/97	38	03	03	03	19	66	Jan/98
02	Nov/97	43	03	04	07	29	86	Mar/98
03	Nov/97	47	08	06	09	-	-	Abr/98
04	Dez/97	31	03	05	03	23	65	Abr/98
05	Dez/97	33	04	04	04	24	69	Abr/98

Tabela 4 - Evaporação em Tanque Classe A (mm) e em Tanques de cristalização (mm).

Experimento	Faixas de Cristalização (°Bé)									
	0,5 - 16		16 - 25		25 - 29		29 - 32		32 - 44	
	Ev _A ¹	Ev _{Tq} ²	Ev _A	Ev _{Tq}	Ev _A	Ev _{Tq}	Ev _A	Ev _{Tq}	Ev _A	Ev _{Tq}
01	9,03	7,20	10,90	2,60	8,86	2,00	12,74	2,00	11,71	5,20
02	9,72	8,00	11,30	4,00	11,81	2,80	10,39	2,50	8,16	2,80
03	9,40	8,30	10,40	4,60	8,70	3,60	8,30	3,40	9,50	2,60
04	9,20	6,60	8,40	4,50	8,50	1,70	8,60	1,80	9,10	2,00
05	9,08	15,90	7,66	4,00	8,97	2,80	9,46	1,70	9,91	2,20

¹Ev_A: Evaporação em Tanque Classe A

²Ev_{Tq}: Evaporação em Tanques de cristalização

Plotando os dados da evaporação média do Tanque Classe A e dos Tanques de Cristalização em função das faixas de cristalização, conforme Figura 4, observamos que a evaporação da água do rejeito diminui consideravelmente a medida que o mesmo aumenta sua concentração e que a evaporação que mais se assemelha a evaporação do Tanque Classe A é na faixa de 0,5-16°Bé.

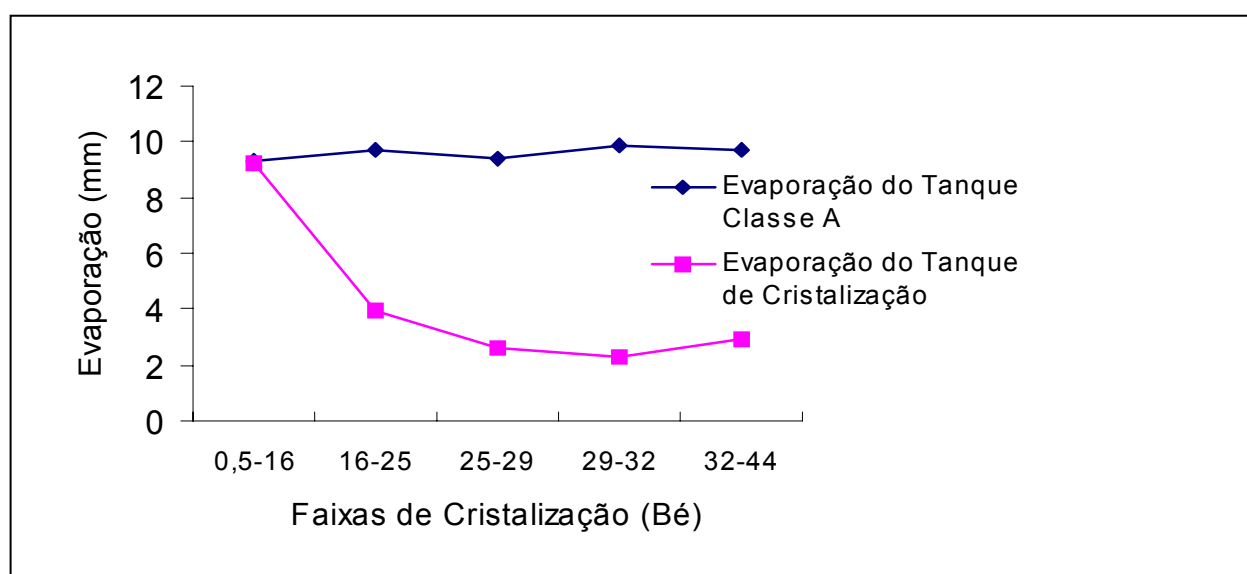


Figura 4 - Comportamento da Evaporação no Tanque Classe A e nos Tanques de Cristalização

Meio Líquido para Cultivo De Tilápias

O crescimento da piscicultura, com base em raças de tilápias cujo origem genética vem do gênero *Oreochromis*, tem obrigado aos meios técnico-científicos buscarem novas alternativas visando a melhoria do produto final, na busca da qualidade e aceitabilidade pelo consumidor. Dentro do universo estudado, se inclui formas de melhoramento do sabor do produto final através da genética e técnicas de depuração do pescado vivo.

A utilização de água salobra para controle de grupos de algas que afetam a qualidade do pescado já é usada em regiões do mundo, onde se dispõe de água do mar em quantidade e qualidade suficiente para atender, economicamente, as necessidades do processo utilizado.

Em regiões distantes dos mares, oceanos e/ou mananciais naturalmente salgados, torna-se difícil e anti-econômico a utilização deste método. A peculiaridade encontrada na região do semi-árida, através de poços perfurados no cristalino, aparece como forma viável para o produtor melhorar seu produto e, através de diluição, devolver a água resultante aos mananciais, sem prejuízo ao meio ambiente.

Por ser uma espécie originária de água doce que adapta-se muito bem em água salgada, por sua cor rosa que favorece no aspecto de mercado além de uma carne sem espinhas e de boa qualidade, foi escolhido o peixe da raça da espécie Tilápia koina, originária da Malásia, cujo nome científico é ***Oreochromis sp.***

Com o objetivo de verificar as condições ecológicas do reservatório para sobrevivência da Tilápia Rosa, foi construído um tanque com capacidade de aproximadamente 330 m³ revestido com geomembrana de PVC (Vinimanta), com características técnicas e modelagem conforme Tabela 5 e Figura 5, respectivamente, a fim de evitar contato da água salgada com o solo.

Tabela 5 – Principais características técnicas da geomembrana flexível de PVC.

Características Específicas	Unidade	Método de Ensaio	Especificações
Espessura	mm		0,80
Varição de espessura	%	ASTM D 1593	+/-5
Peso específico	g/cc	ASTM D 792 Método A	1.20-1.35
Resistência mínima à tração		ASTM D 882	
Tensão de ruptura – mínimo	Kg/cm ²		140
Alongamento na ruptura – mínimo	%		325
Módulo a 100% alongamento – mínimo	Kg/cm ²		65
Resistência ao rasgo – mínimo	Kg/cm	ASTM D 1004	45
Estabilidade dimensional – máximo	%	ASTM D 1204 100 ^o C, 15 minutos	5
Perda de voláteis - máximo	%	ASTM D 1203	0,7
Resistência da solda em fábrica (alta frequência) – mínimo	Kg/cm	ASTM D 3083	9

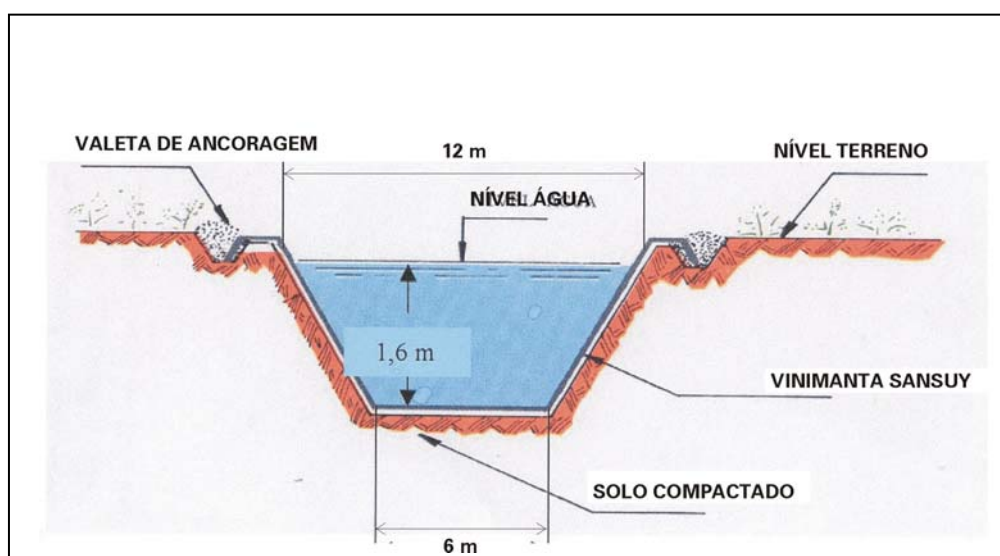


Figura 5 – Desenhos da modelagem e ancoragem do revestimento.

Considerando o parâmetro de 4 peixes/m³ de água, foram colocadas 1320 Tilápias com peso médio de 3,2 g, as quais tiveram um período de cultivo e engorda de seis (06) meses. A ração extrusada flutuante foi fornecida duas vezes ao dia, no período da manhã e à tarde. Diariamente foram medidos a temperatura, concentração salina e pH da água no tanque. A Tabela 6 apresenta as médias mensais destas informações para o período de cultivo.

Tabela 6 – Dados das medições de temperatura, condutividade elétrica pH e grau Baumé da água do tanque de criação da tilápia (médias mensais).

Mês/Ano	Temperatura		CE	pH
	09:00	15:00		
maio-98	25,50	28,45	10,15	8,23
junho-98	25,00	28,00	9,46	8,36
julho-98	24,96	28,38	10,90	7,99
agosto-98	25,10	28,77	11,85	7,87
setembro-98	25,40	29,47	11,16	7,86
outubro-98	25,37	29,17	11,76	8,13
novembro-98	25,98	28,38	11,95	8,07
dezembro-98	25,52	27,65	11,76	8,16
janeiro-99	25,87	28,35	12,13	8,27
fevereiro-99	25,33	27,33	12,70	8,20

Após decorridos os seis meses da avaliação, observou-se que a sobrevivência foi de 92,7%, valor este dentro dos padrões normais de cultivo, e indicando que as condições ecológicas do reservatório foram boas e, permitiram inclusive, a reprodução dos indivíduos. Observou-se, também, que além de condições permissíveis de vida, houve ganho de peso satisfatório dos indivíduos.

Resultados sobre a Produção do Peixe

Observações de sobrevivência e crescimento de Tilápia rosa (**Oreochromis sp**) em reservatório com rejeito de dessalinizadores de água de poço salinizado são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Informações sobre desempenho da piscicultura.

OPERAÇÃO	DATA	PESO MÉDIO (gramas)	SOBREVIVÊNCIA (%)
Amostragem	25/05/98	14,86	100,0
Amostragem	29/06/98	30,64	96,4
Amostragem	29/07/98	51,74	96,4
Amostragem	03/09/98	108,33	96,4
Amostragem	13/10/98	146,57	96,4
Amostragem	14/11/98	338,46	90,2
Despesca	13/10/99	445,58	82,4

Utilização como Água de Irrigação de Plantas Halófitas

O plantio de espécies resistentes ao sal poderá ser uma boa opção de aproveitamento dos rejeitos, devido aos seus mecanismos de tolerância e evitância à salinidade, que permitem excretar os sais absorvidos ou acumular-se na biomassa, e ao seu potencial forrageiro, constituindo-se em uma importante fonte de nutrientes para ruminantes.

Por seu excelente potencial como produtora de forragem em ambientes salinos, foi conduzido um experimento com espécie do gênero *Atriplex*, fornecidas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e irrigadas com os rejeitos da dessalinização, num regime de aplicação de 300 litros de rejeito por sulco de 12 metros, uma vez por semana. A espécie selecionada para o trabalho foi a *atriplex nummularia*.

Ao redor da área do campo experimental na qual as plantas estão sendo cultivadas, foi erguida uma cerca a fim de isolar os experimentos devido a circulação de animais. De acordo com a literatura, o gênero *Atriplex* pertencente a família *Chenopodiaceae*, conta com mais de 400 espécies distribuídas em diversas regiões áridas e semi-áridas do mundo, sendo a espécie *nummularia* a mais importante no combate a desertificação em zonas áridas e semi-áridas. As características que lhe dão importância são: alta resistência às condições de extrema aridez, bom rendimento forrageiro apresentado entre 7 e 17% de proteína bruta, fácil propagação, apresenta alto poder calorífico e é pouco susceptível a pragas e doenças. Uma peculiaridade importante nesta planta é que ela requer **sódio** como elemento essencial em sua nutrição (FAO, 1996).

As plantas utilizadas foram originárias de um única planta a qual foi reproduzida por estaquia, evitando-se assim a variabilidade genética que por ventura pudesse existir entre as plantas. As mudas de *Atriplex*, num total de 192 plantas, foram transplantados em espaçamento de 3m x 3m, perfazendo uma área total de 1728m². O plantio foi realizado em 27/02/98 e foram colhidos entre 12 e 16 de março de 1999. A Figura 6 mostra uma foto da *Atriplex nummularia* uma semana antes da colheita.



Figura 6 – *Atriplex nummularia* irrigada com o rejeito da dessalinização de água salobra, com um ano de idade.

Durante este período cada planta recebeu 50 irrigações, sendo aplicados 75 litros de água por planta, totalizando 3.750 litros. Na colheita o corte foi realizado a uma altura de 0,70 m a partir da superfície do solo. Todo material colhido foi separado quanto a folhas, caules finos, caules grossos e material lenhoso, sendo os três primeiros considerados como material forrageiro o qual foi transformado em feno. Os resultados sobre o desempenho da *Atriplex nummularia*, durante o primeiro ano, são apresentados a seguir.

Resultados Obtidos

A Tabela 7 apresenta o peso total da matéria fresca (MF) de cada uma das parcelas colhidas de *Atriplex nummularia* após um ano de idade. Cada parcela por sua vez é constituída por 16 plantas, produzindo uma média geral de 23,46 kg de material por planta. O total de produção de todo o conjunto de plantas da área é de 4.504,0 kg, dando uma produtividade de 26.064,0 kg por hectare.

Tabela 7 – Produção colhida de *Atriplex nummularia* no 1º corte (peso fresco – kg)

	Peso total colhido por parcela de 16 plantas		
	328,5	404,0	416,5
	391,0	410,0	296,0
	344,5	343,0	392,5
	<u>368,5</u>	<u>366,0</u>	<u>441,5</u>
Média/Parcela	358,1	381,2	386,6
Média/Planta	22,4	23,8	24,2
	Produção Total Obtida (kg)/área colhida		4.504,0
	Produtividade Estimada (kg/ha)		26.064,0

A Tabela 8 apresenta o detalhamento da produção para as diferentes partes da planta. É importante chamar a atenção para o que está sendo chamado de caule fino e grosso. Caule fino é todo ramo tenro que suporta as folhas. Caule grosso é todo material lenhoso com diâmetro igual ou inferior a espessura de um lápis comum. Por outro lado, o restante do material lenhoso que foi colhido é considerado lenha. De acordo com esta tabela, o material predominante é a folhagem, como pode ser visto na coluna que demonstra a proporção em relação ao total da planta.

Tabela 8 – Totais de material fresco e percentuais produzidos por parte das plantas.

Parte da Planta	Produção matéria fresca (kg)	Proporção em relação ao total da Planta (%)
Total	4.504,0	100,0
Lenha	824,0	18,3
Folha	2.557,0	56,7
Caule Fino	552,0	12,3
Caule Grosso	571,0	12,7

A Tabela 9 apresenta os dados sobre os principais componentes bromotológicos. As informações apresentadas são com base na produtividade estimada. De acordo com a literatura sobre o desempenho da *Atriplex*, a produtividade de 6.538,0 kg de matéria seca é considerada como muito alta. O teor de proteína médio encontrado está ao redor de 14%, o que já era esperado.

Tabela 9 – Composição bromotológica do total e de partes da planta de *Atriplex* (kg/ha).

Composição	Planta Inteira		Material Forrageiro			
	Total	Lenha	Folha	C. Fino	C. Grosso	Total
Matéria Fresca	26.064,0	4.768,0	14.797,0	3.194,0	3.305,0	21.296,0
Matéria Seca			3.425,0	1.405,0	1.711,0	6.538,0
Prot. Bruta			633,5	112,0	102,5	980,0

CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES

- A cristalização de sais através da evaporação é uma alternativa com potencialidade de ser colocada em prática a curto prazo. Nas condições climáticas de Petrolina-PE, o tempo para evaporação de 5000 litros de rejeito é de 60 a 70 dias.
- A separação dos sais através da cristalização seletiva pela evaporação, apresenta potencialidade de ser implementada. Todavia, há necessidade do desenvolvimento de diagrama específico para água de poço.
- A criação de tilápia rosa, do gênero **Oreochromis**, com a utilização do rejeito acondicionado em tanque revestido com geomembrana de PVC, é uma alternativa com grandes potencialidades de viabilidade econômica.
- A *Atriplex nummularia* apresenta potencialidade como planta forrageira de tolerância a alta salinidade, podendo ser produzida durante todo o ano, utilizando-se água de poços do cristalino como meio líquido para irrigação.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

FAO (Roma, Itália). **Estudios de caso de especies vegetales para zonas aridas y semiaridas de Chile y Mexico**. Santiago: Oficina regional de la FAO para America Latina y el Caribe, 1996. 143p. il (FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Zonas Aridas y Semiaridas, 10).

GLENN, E.P; BROWN, J.J.; O'LEARY, J.W. Irrigating crops with seawater. **Scientific American**, v.278, n. 1, p. 76-81, Aug., 1998.

MIYAMOTO, S.; GLENN, E.P; SINGH, N.T. Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water subtropic deserts. In: SQUIRES, V.R.; AYOUB, A.T. eds. **Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands**. The Wetherlands: Kluver Academic, 1996. p.43-75.

REBOUÇAS, A. de C. **Potencialidade de água subterrânea no semi-árido brasileiro**. Trabalho apresentado no seminário “Água Salobra: Fonte de Água Potável e Alternativa de Uso do Rejeito da Dessalinização”, 1999, Petrolina, PE.