



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Pós-Graduação de Engenharia Química

Dissertação de Mestrado

Monitoramento do Pré-Tratamento Químico do Sistema de
Dessalinização da Comunidade do Marinho-PB

Juliana de Melo Cartaxo

Campina Grande – Paraíba
Abril de 2008

Monitoramento do Pré-Tratamento Químico do Sistema de Dessalinização da Comunidade do Marinho-PB

Juliana de Melo Cartaxo

Dissertação submetida à Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande – Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química.

Área de Concentração: Operações e Processos

Prof. Kepler Borges França, Ph.D
Orientador

Campina Grande – Paraíba
Abril de 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C322m

2008 Cartaxo, Juliana de Melo.

Monitoramento do pré-tratamento químico do sistema de
dessalinização da Comunidade do Marinho - PB / Juliana de Melo
Cartaxo.— Campina Grande, 2008.
105f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal
de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.

Referências.

Orientador :Prof . Kepler Borges França, Ph.D.

1. Osmose inversa. 2. Pré-tratamento. 3. Índice de Saturação de
Langelier. I. Título.

CDU – 66.081.63(043)

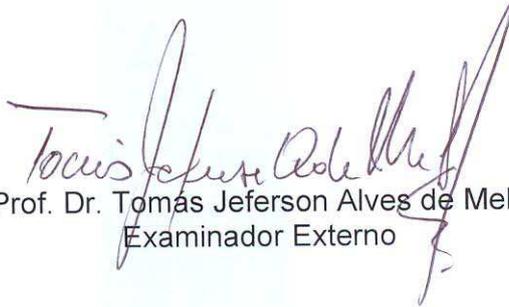
Monitoramento do Pré-Tratamento Químico do Sistema de Dessalinização da Comunidade do Marinho-PB

Juliana de Melo Cartaxo

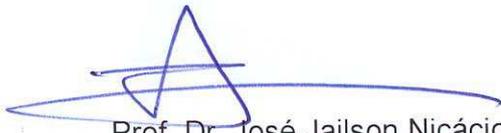
Dissertação aprovada em 25 de abril de 2008.



Prof. Dr. Kepler Borges França - PhD
Orientador



Prof. Dr. Tomás Jeferson Alves de Melo
Examinador Externo



Prof. Dr. José Jailson Nicácio
Examinador Interno

DEDICATÓRIA

A Deus, por não ter me deixado desistir nas inúmeras vezes que os obstáculos pareciam ser impossíveis de ser superados.

Ao meu filho Arthur, que nos momentos difíceis desta caminhada me deu ânimo e coragem para continuar com o seu sorriso e palavras balbuciadas.

AGRADECIMENTOS

Neste pequeno espaço gostaria de agradecer a todos que estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho, demonstrando um verdadeiro sentimento de amizade e união nesta etapa de minha vida.

Aos meus pais, Marcos e Estela, que sempre me proporcionaram o melhor em todos os momentos de minha vida.

Aos meus familiares que sempre me incentivaram a não desistir jamais.

Ao Laboratório de Referencia em Dessalinização – LABDES, na pessoa do prof. Kepler Borges França, pelo apoio financeiro no que diz respeito as mais de cem análises físico-químicas e microbiológicas realizadas para compor este trabalho e ainda por todo suporte técnico nas minhas inúmeras visitas ao campo.

Ao prof. Kepler Borges França pela orientação e ensinamentos dados durante os seis anos de trabalhos juntos e também pelo incentivo a investir na vida acadêmica.

Ao meu colega Jorge, que foi indispensável nas minhas idas e vindas para o campo e também pelas inúmeras vezes que foi preciso abrir mão do convívio familiar para me dá suporte.

A Sidinei, Giovanne e Crystianna pela imensurável colaboração na parte experimental deste trabalho.

A todos os colegas que fazem parte do LABDES que demonstraram um verdadeiro sentimento de amizade na reta final deste trabalho, que foi bastante árduo.

Um agradecimento ainda maior a Deus por ter colocado todas estas pessoas em meu caminho e que me deu forças para vencer todos os obstáculos.

ÍNDICE GERAL

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Índice Geral	iii
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	xi
Índice de Quadros	xiii
Simbologia.....	xiv
Resumo	xvii
Abstract	xviii

CAPÍTULO I

Introdução	1
------------------	---

CAPÍTULO II

Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Histórico	5
2.2 Processos de separação com membranas (PSM)	6
2.2.1 Morfologia de membranas, força motriz e transporte	7
2.2.2 Os PSM comparados aos Processos Clássicos.....	13
2.2.3 Aplicações dos PSM.....	14
2.2.4 Algumas Vantagens dos PSM.....	15
2.2.5 O Mercado Mundial dos PSM.....	16
2.3 Processo que Utilizam o Gradiente de Pressão como Força Motriz	17
2.4 Dessalinização via Osmose Inversa.....	19
2.4.1 Osmose, Equilíbrio Osmótico e Osmose Inversa	19
2.5 Filtração Convencional e Tangencial	21
2.6 Tipos de Membranas.....	22

2.6.1 Módulos de Fibra Oca	24
2.6.2 Módulos em Espiral	24
2.7 Problemas no Uso de Dessalinizadores por Osmose Inversa.....	25
2.8 Incrustações	26
2.8.1 Tipos de Incrustações (“Fouling”).....	26
2.8.1.1 Depósitos Inorgânicos (“Scaling”).....	27
2.8.1.2 Depósitos de Material Biológico (“Biofouling”).....	28
2.8.1.3 Polarização de Concentração	29
2.9 Principais Parâmetros do Processo de Osmose Inversa	33
2.9.1 Fluxo do Permeado	33
2.9.2 Pressão Osmótica	34
2.9.3 Recuperação	34
2.9.4 Percentual de Rejeição de Sais	35
2.9.5 Balanço de Massa.....	36
2.9.6 Percentual de Passagem de Sais (PS)	37
2.10 Consumo de Energia.....	37
2.11 Pré-Tratamento	39
2.11.1 Índice Saturação de Langelier (ISL)	40
2.11.2 Índice de Densidade de Sedimentos (IDS).....	41
2.12 Controle de Incrustação	43
2.12.1 Adição de Ácido	44
2.12.2 Adição de Inibidor de Incrustação	44
2.12.3 Filtração Multimeios (Filtro de Leito).....	45
2.12.4 Filtro de Cartucho.....	45
2.12.5 Controle do <i>Biofouling</i>	46
2.13 Limpeza Química	47

CAPÍTULO III

Materiais e Métodos	49
3.1 Características do sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho	49

3.2 Diagrama do sistema monitorado.....	52
3.3 Metodologia aplicada	53
3.3.1 Monitoramento	54
3.3.2 Análises físico-química.....	54
3.3.3 Produtos químicos utilizados no pré-tratamento	55
3.3.4 Equipamentos de apoio.....	55
3.3.5 Esquema de bancada.....	55
3.3.6 Ensaio no campo	57
3.3.7 Simulações	57

CAPÍTULO IV

Resultados e Discussão	58
4.1 Comportamento do IDS versus pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho	58
4.2 Comportamento do ISL versus pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho	60
4.3 Comparação dos valores antes e após troca de membranas de OI.....	61
4.4 Efeito da variação das concentrações das soluções anti-incrustantes através de esquema de bancada.....	69
4.5 Perfil das concentrações iônicas dos valores experimentais versus os valores simulados a partir do esquema de bancada.....	71
4.6 Comportamento do pH “in loco” versus laboratorial	76
4.7 Variação do ISL em função do pH das correntes do sistema de dessalinização STQ e CTQ	78
4.8 Estimativa de custo	80

CAPÍTULO V

Conclusões.....	87
-----------------	----

CAPÍTULO VI

Perspectivas.....	89
-------------------	----

CAPÍTULO VII

Referências bibliográficas	90
----------------------------------	----

CAPÍTULO VIII

Anexos	96
Anexo A.....	97
Anexo B.....	139
Anexo C	145
Anexo D	158
Anexo E.....	167
Anexo F.....	172
Anexo G	174
Anexo H	187
Anexo I	189
Anexo J	192

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Total de água disponível no mundo	1
Figura 1.2: Quantidade de Água no Planeta	2
Figura 1.3: Potencial e disponibilidade hídrica no mundo	2
Figura 1.4: Disponibilidade hídrica no Brasil	3
Figura 1.5: Disponibilidade hídrica nos Estados brasileiros	4
Figura 2.1: Esquema básico de funcionamento de uma membrana	6
Figura 2.2: Classificação das membranas quanto à morfologia	8
Figura 2.3: Representação esquemática da seção transversal dos diferentes tipos de morfologia de membranas.....	8
Figura 2.4: Processos de separação por membranas – força motriz e transporte em membranas densas e porosas	9
Figura 2.5: Relação entre força motriz, morfologia e seletividade.....	11
Figura 2.6: Medidas de seletividade em processos com membranas	12
Figura 2.7: Mercado mundial de membranas – evolução das vendas de membranas e módulos por tipo de processos.....	16
Figura 2.8: Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz	17
Figura 2.9: Faixa de porosidade de membranas de MF, UF, NF e OI.....	18
Figura 2.10: Processo de osmose e osmose inversa.....	20
Figura 2.11: Comparação entre filtração convencional e filtração tangencial	21
Figura 2.12: Elemento de membrana em espiral para o processo de osmose inversa.....	25
Figura 2.13: Acúmulo de material na superfície da membrana	30

Figura 2.14: Representação das condições da camada limite na membrana/interface em relação ao fluxo de alimentação	31
Figura 2.15: Porcentagem de custos de diferentes componentes de operação e manutenção de unidades de dessalinização de águas salobras.....	38
Figura 2.16: Equipamento básico para medida do IDS	43
Figura 3.1: Sistema de OI monitorado.....	50
Figura 3.2: Tanque da água de alimentação.....	50
Figura 3.3: Tanque de água potável ou chafariz	50
Figura 3.4: Lago onde é descartado o concentrado	50
Figura 3.5: Módulo dos cartuchos de acetato de celulose de 5 μ m	51
Figura 3.6: Módulo de membranas de microfiltração	51
Figura 3.7: Bomba do poço	51
Figura 3.8: Esgotos domésticos descartados próximo ao poço	51
Figura 3.9: Abrigo do dessalinizador	52
Figura 3.10: Diagrama do sistema monitorado da Comunidade do Marinho-PB..	52
Figura 3.11: Sistema de variação do pH para o HCl e/ou Flocon 100.....	56
Figura 3.12: Sistema de variação do pH para o HCl e/ou Flocon 100.....	57
Figura 4.1: Variação do IDS versus o pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema.....	59
Figura 4.2: Variação do ISL para a alimentação do sistema de dessalinização da comunidade do Marinho-PB em função do pré-tratamento químico aplicado	60
Figura 4.3: Variação do ISL para o concentrado do sistema de dessalinização da comunidade do Marinho-PB em função do pré-tratamento químico aplicado	61
Figura 4.4: Variação do ISL em função da troca das membranas de OI.....	62
Figura 4.5: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (flocon 100) com a membrana antiga	63

Figura 4.6: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (HCl) com a membrana antiga	63
Figura 4.7: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana antiga	64
Figura 4.8: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana antiga	64
Figura 4.9: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (HCl) com a membrana antiga	65
Figura 4.10: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana antiga.....	65
Figura 4.11: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana nova	66
Figura 4.12: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (HCl) com a membrana nova	66
Figura 4.13: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana nova.....	67
Figura 4.14: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon-100) com a membrana nova.....	67
Figura 4.15: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (HCl) com a membrana nova	68
Figura 4.16: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana nova.....	68
Figura 4.17: O perfil do pH em função da dosagem das soluções de HCl de pH de 1,0 a 4,0	70
Figura 4.18: Variação do pH em função do volume de solução de HCl consumido	71
Figura 4.19: Variação da concentração dos íons presentes na corrente de alimentação após filtros de cartucho STQ e CTQ, simulados e experimentais...	72
Figura 4.20: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=2).....	73

Figura 4.21: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=2).....	74
Figura 4.22: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=1,5).....	74
Figura 4.23: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=1,5).....	75
Figura 4.24: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=0,6).....	75
Figura 4.25: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=0,6).....	76
Figura 4.26: Variação do ISL em função do pH da água de alimentação, do concentrado e permeado STQ e CTQ.....	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Aplicação de processos com membranas	14
Tabela 2.2: Espécies retidas em OI, NF, UF e MF	18
Tabela 2.3: Compostos que oferecem risco para a formação de precipitados na superfície de membranas de OI.	28
Tabela 4.1.1: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas STQ.....	146
Tabela 4.1.2: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (Flocon 100)	147
Tabela 4.1.3: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (HCl)	148
Tabela 4.1.4: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)	149
Tabela 4.1.5: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas STQ.....	150
Tabela 4.1.6: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (Flocon 100)	151
Tabela 4.1.7: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (HCl)	152
Tabela 4.1.8: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)	153
Tabela 4.2.1: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas STQ.....	159
Tabela 4.2.2: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (Flocon 100)	160
Tabela 4.2.3: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (HCl)	161
Tabela 4.2.4: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)	162

Tabela 4.2.5: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga STQ	163
Tabela 4.2.6: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga STQ	164
Tabela 4.2.7: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga CTQ (HCl).....	165
Tabela 4.2.8: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga CTQ (Flocon + HCl)	166
Tabela 4.5.1: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova STQ	168
Tabela 4.5.2: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (Flocon 100)	169
Tabela 4.5.3: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (HCl).....	170
Tabela 4.5.4: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (Flocon + HCl)	171
Tabela 4.3: Equações e consumo das soluções de HCl para atingir um pH=6,5. 70	
Tabela 4.6: Leituras dos pH`s obtidos no sistema de dessalinização e no LABDES para mesma amostra de água STQ e CTQ.....	77
Tabela 4.7: Variação do ISL versus o pré-tratamento aplicado.....	173
Tabela 4.8: Custos médios de água potável para o semi-árido nordestino	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1: Processos de separação por membranas comerciais	12
Quadro 2.2: Quadro comparativo entre processos clássicos de separação e os processos com membranas, em função das dimensões das espécies a serem separadas.....	13
Quadro 4.1: Variação do IDS para cada experimento “in loco”	188
Quadro 4.2: Variação do ISL para cada experimento	193

SIMBOLOGIA

A	área da membrana (cm^2)
C_i	concentração molar do soluto (mol/L)
C_a	concentração da solução de alimentação (mg/L)
C_{ac}	relação da concentração alimentação-concentrado, mg/L
C_c	concentração do concentrado (mg/L)
C_p	concentração do permeado (mg/L)
C_0	concentração do soluto no canal de concentrado (mg/L)
C_m	concentração do soluto na superfície da membrana (mg/L)
C	fator de correção da concentração de sólidos totais dissolvidos
C_{STD}	concentração de sólidos totais dissolvidos
CTM	coeficiente de transferência de massa, m/h.kgf/cm^2
D	coeficiente de difusão (cm^2/s)
FC	fator de concentração
FCT	fator de correção de temperatura
FC_{lm}	fator de concentração média logarítmica (adimensional)
IDS	índice de densidade de sedimentos
ISL	Índice de Saturação de Langelier
Ip_c	produto iônico da H_2O do concentrado
i	índice de “fouling”
I	força iônica da solução
J	fluxo do permeado ($\text{L/m}^2 \cdot \text{h}$)
K	fator de correção da força iônica da solução
k_{mcp}	constante empírica
k_{os}	constante osmótica
k_s	coeficiente de transferência de massa do soluto (cm/min)
K_w	coeficiente de permeação de água ($\text{L/m}^2 \text{ h atm}$)
K_{s_c}	produto de solubilidade do concentrado
NDP	gradiente de pressão efetiva média (kgf/cm^2)
P_f	pressão de filtração

PS	taxa de passagem de sais
P_A	pressão de alimentação (kgf/cm^2)
P_s	pressão do concentrado (kgf/cm^2)
pHp	potencial hidrogeniônico do permeado
pHc	potencial hidrogeniônico do concentrado
pH _s	potencial hidrogeniônico no qual o concentrado fica saturado
pH _{corr}	correção do pHs
pCa	logaritmo negativo da concentração de Ca^{+2}
palc	logaritmo negativo da alcalinidade
Qa	vazão de alimentação (m^3/h)
Qp	vazão do permeado (m^3/h)
Qc	vazão do concentrado total (m^3/h)
RS	taxa de rejeição de sais
r	recuperação do sistema (%)
R	constante dos gases ideais ($\text{kgf.L/cm}^2.\text{mol.K}$)
T	temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
t_i	primeiro intervalo para a coleta dos primeiros 500 mL da amostra (min)
t_f	segundo intervalo necessário para a coleta dos últimos 500 mL da amostra (min)
t_t	terceiro intervalo de tempo (min)
V	volume de permeado (cm^3)
y	coeficiente do soluto da membrana
STQ	sem tratamento químico
CTQ	com tratamento químico

Subscritos

r	referência
t	tempo atual

Letras gregas

$\Delta\pi$	gradiente de pressão osmótica (kgf/cm^2)
-------------	---

ΔP	gradiente de pressão (kgf/cm ²)
π	pressão osmótica (kgf/cm ²)
β	concentração de polarização
δ	espessura da camada limite (cm)
ν	nº de íons formados na dissociação do soluto
μ	viscosidade absoluta
γ	coeficiente de atividade

RESUMO

Monitoramento do Pré-Tratamento Químico do Sistema de Dessalinização da Comunidade do Marinho-PB

Juliana de Melo Cartaxo

O presente trabalho tem como objetivo monitorar o desempenho do pré-tratamento do sistema de dessalinização da comunidade do Marinho, distrito da cidade de Campina Grande localizado no Estado da Paraíba. O sistema é composto de um dessalinizador de três elementos de membranas da Filmtec do tipo BW4040, tendo como pré-tratamentos, uma membrana de microfiltração da PAM, três elementos de filtros de 5 μm , e injeções de ácido clorídrico e Flocon na corrente da alimentação. O monitoramento foi estudado através de análises físico-química e bacteriológica em diferentes pontos após o pré-tratamento. Observou-se que a concentração dos produtos químicos são parâmetros limitantes e responsáveis pelo bom funcionamento do sistema. Os Índice de Densidade de Sedimentos e Índice de Saturação de Langelier foram os indicadores que apresentaram resultados interessantes sobre os pré-tratamentos físicos e químicos respectivamente. Observou-se que o pH da solução de ácido clorídrico abaixo de três apresentou o ISL negativo para as correntes da alimentação e do concentrado. Por outro lado o efeito do anti-incrustante Flocon não apresentou um efeito significativo no pré-tratamento químico.

O custo estimado por metro cúbico de água dessalinizada envolvendo os custos dos pré-tratamentos químicos, energia, etc., ficou na ordem de R\$ 1,59, o qual se encontra muito abaixo do valor do metro cúbico da água do carro pipa.

Palavras-chave: Osmose Inversa, Pré-tratamento, Índice de Saturação de Langelier.

ABSTRACT

Chemical pretreatment and its monitoring to desalination system of the community of the Marinho-PB

by

Juliana de Melo Cartaxo

The present work has the objective to monitor the pretreatment desalination system performance of the Marinho community of the district of the city of Campina Grande of Paraíba State. The system has a desalinator with three elements of membranes belong of Filmtec of the type BW4040. As physical and chemical pretreatments: a element of microfiltration membrane, three elements of filter of 5 μm and hydrochloric acid and Flocon injections into the feed water were used. Analysis chemical-physical and bacteriologic were used to monitor the performance at different point after the pretreatment. It was observed that the concentrations of the chemical compounds are limited factors to control the performance of the system. The Silt Density Index and Langelier Saturation Index were used as indicator to study the pretreatment performance. It was observed the pH small than three the LSI were negative in the feed flow and the concentrate flow also. The Flocon antiscalant did not show any effect as chemical pretreatment. The estimate cost per cubic meter of desalinated water including the chemical pretreatment, energy costs, etc., was R\$ 1.59, which was very low value compared to cubic meter of water cost of the tank car.

Word key: Reverse Osmosis, Pretreatment, Langelier Saturation Index.

Capítulo I

Introdução

A água, recurso vital para existência da vida na terra, cada vez mais se torna escassa e de difícil acesso, principalmente nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro.

A Figura 1.1 mostra a quantidade total de água disponível no mundo. A água salgada corresponde a 97,3% ou 1.331.640.000 km³, enquanto a água doce representa 38.360.000 km³ ou 2,7% (Sabesp, 2008).



Figura 1.1: Total de água disponível no mundo (Sabesp, 2008).

Da quantidade de água doce, 77,39% ou 29 milhões e 690.640 mil km³ esta armazenada nas geleiras. Já 0,18% ou 69 mil e 048 km³ concentra-se na umidade do solo. Na atmosfera na forma de vapor há 0,03% ou 15.349 km³ e para o homem restam 22,4% ou 8.584.968 km³ (Sabesp, 2008).

Dos 10,5 milhões de km³ de água doce, cerca de 98,7% (10,34 milhões de km³), corresponde à parcela de água subterrânea, e apenas 92,2 mil km³ (0,9%) corresponde ao volume de água doce superficial (rios e lagos), diretamente disponível para as demandas humanas, que corresponde a 0,008% do total de água no mundo, como pode-se observar na Figura 1.2 (Aqüífero Guarani, 2008).

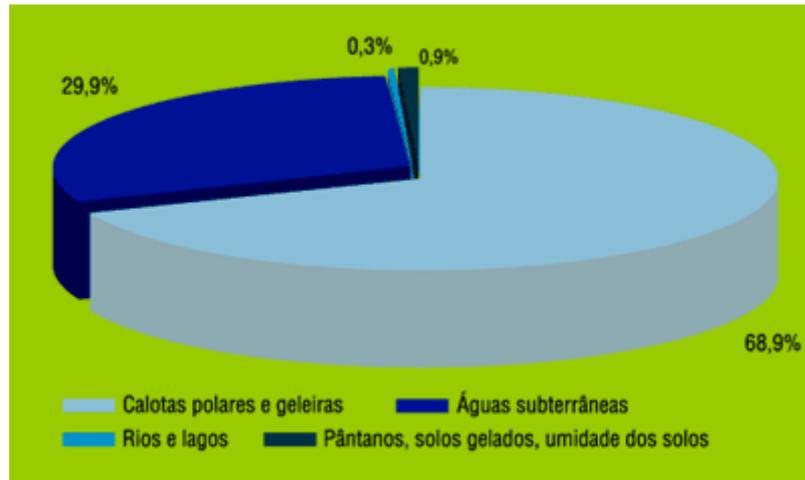


Figura 1.2: Quantidade de água no planeta

A América do Sul e a Ásia concentram os maiores potenciais de recursos hídricos do mundo, com 12.379 e 11.727 km³/ano, respectivamente, seguidas pela América do Norte com 7.480 km³/ano e a Europa com 6.631 km³/ano (O Aqüífero Guarani, 2008), conforme Figura 1.3.

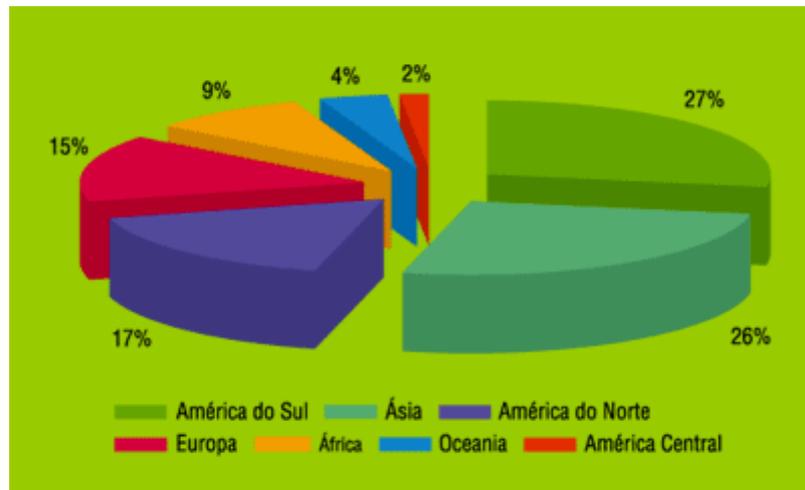


Figura 1.3: Potencial e disponibilidade hídrica no mundo (O Aqüífero Guarani, 2008)

Segundo o IBGE (2000) o Brasil possui um total de 44 milhões de m³ de água, as quais estão divididas entres as regiões, conforme Figura 1.4.

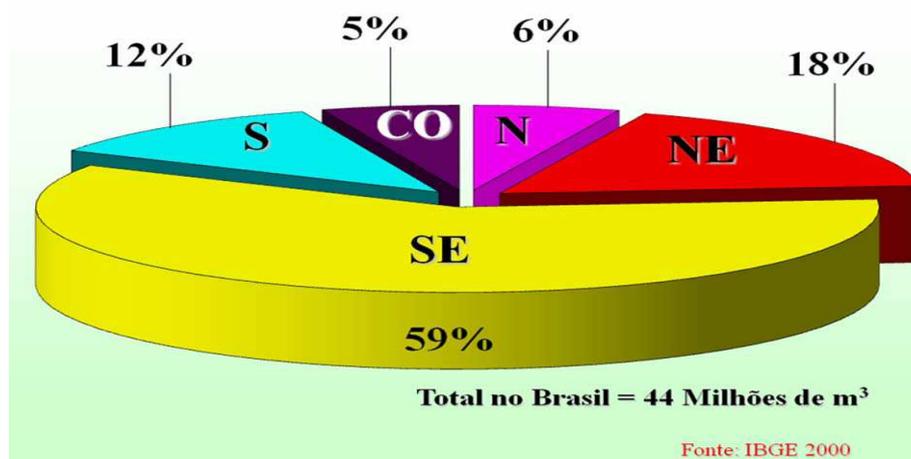


Figura 1.4: Disponibilidade hídrica no Brasil (IBGE, 2000)

A região Nordeste além de possuir muitos períodos de estiagem, o que dificulta o acesso às águas superficiais, apresenta em sua formação litológica uma predominância de rochas cristalinas o que caracteriza em suas águas subterrâneas os altos teores de sais dissolvidos, os quais as tornam impróprias para o consumo humano.

O fenômeno da osmose foi descoberto por Abbè Nollet a mais de 200 anos quando ele observou o transporte de água através de uma bexiga de porco, a qual cobria a boca de uma garrafa de vinho (Lonsdale, 1982). A primeira membrana sintética foi preparada por Moritz Taube em 1867.

O processo de OI vem oferecendo grandes margens de pesquisa com membranas de acetato de celulose desde meados de 1950 na Universidade da Florida (Reid e Breton, 1959) e na Universidade da Califórnia (Loeb and Sourirajan, 1963). Loeb e Sourirajan receberam créditos em desenvolver as primeiras membranas com alto desempenho, criando uma estrutura de acetato de celulose assimétrica com rejeição de sais e transporte do fluxo de água.

Hoje existem cerca de 4.700 instalações de dessalinizadores distribuídos por todo o mundo. No Brasil, existem 600 dessalinizadores, mas poucos funcionam, devido a problemas diversos, normalmente relacionados à falta de manutenção (Infomidia,2007).

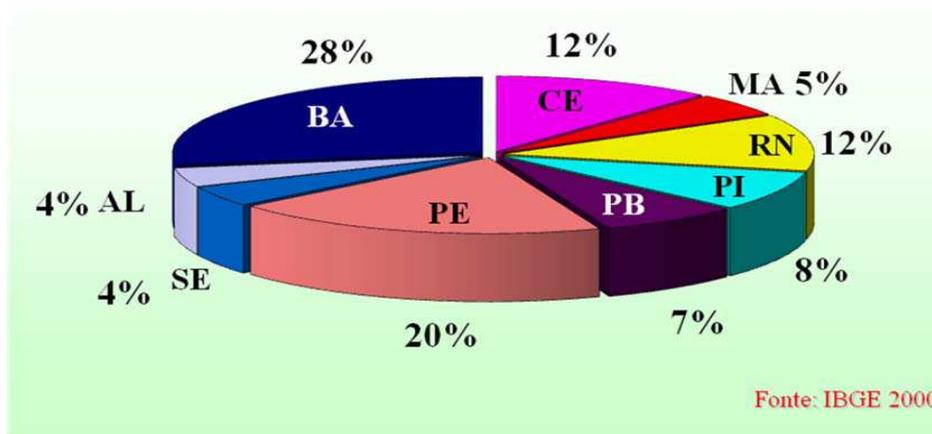


Figura 1.5: Disponibilidade hídrica nos Estados brasileiros (IBGE,2000)

Conforme Figura 1.5 pode-se observar que a Paraíba detém apenas 7% da água disponível da região Nordeste (18%).

Tendo em vista o déficit de água potável nas regiões semi-áridas nordestinas, o Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES da Universidade Federal de Campina Grande, vem trabalhando com sistemas de dessalinização desde a década de 90, realizando monitoramento dos sistemas já implantados através de programas federais.

Através dos monitoramentos, têm-se observado que a maior parte dos dessalinizadores se encontra parados por falta de um programa preventivo, e um dos problemas mais encontrados é a falta de um pré-tratamento adequado para as membranas, e por esse motivo, a suas perdas precoces vem sendo um fato real e de caráter econômico e social.

Neste sentido o presente trabalho visa estudar o desempenho do pré-tratamento químico que vem sendo aplicado no campo para minimizar a formação de incrustações nas membranas de OI.

O sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho do Município de Campina Grande-PB, foi o sistema escolhido para realizar a referida pesquisa. A título de conhecimento, o sistema é composto por três elementos de membranas em série, produzindo cerca de 0,6m³/h de água potável e opera durante 3h/dia para atender cerca de 100 famílias.

Capítulo II

Revisão Bibliográfica

2.1 Histórico

O desejo do homem de transformar a água salgada em água doce remonta à antiguidade. Aristóteles, preocupando-se com o problema, há 2.300 anos, costumavam dizer a seus alunos que "a água salgada, quando passa a vapor se torna doce e o vapor não produz água salgada depois que se condensa" (Cartilha da Água,2007).

Em 1928 foi instalado em Curaçao uma estação dessalinizadora pelo processo de destilação artificial, com uma produção diária de 50 m³ de água potável, a qual foi ampliada em 1971 para produzir 20.000 m³ por dia. Já nos Estados Unidos da América as primeiras iniciativas para o aproveitamento da água do mar datam de 1952, quando o congresso aprovou a Lei Pública número 448, cuja finalidade seria criar meios que permitissem reduzir o custo da dessalinização da água do mar (Cartilha da Água,2007).

O Chile foi um dos países pioneiros na utilização da destilação solar, construindo o seu primeiro destilador em 1961. Em 1964 entrou em funcionamento o alambique solar de Syni, ilha grega do Mar Egeu, considerado o maior da época, destinado a abastecer de água potável a sua população de 30.000 habitantes. A Grã-Bretanha, já em 1965, produzia 74% de água doce que se dessalinizava no mundo, num total aproximado de 190.000 m³ por dia (Cartilha da Água,2007).

No Brasil, as primeiras experiências com destilação solar foram realizadas em 1970, sob os auspícios do ITA-Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Em 1987 a Petrobrás iniciou o seu programa de dessalinização de água do mar para atender às suas plataformas marítimas, usando o processo da osmose inversa, tendo esse processo sido usado pioneiramente, aqui no Brasil, em terras baianas, para dessalinizar água salobra nos povoados de Olho D'Água das Moças, no município de Feira de Santana, e Malhador, no município de Ipiara (Cartilha da Água,2007).

O Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES na década de 90 deu início aos primeiros estudos na linha de dessalinizadores através dos processos com membranas via eletrodialise. Considerando a facilidade e a dinâmica do processo de OI, o LABDES durante esse período começou a investir nesse processo, onde teve a oportunidade de implantar o primeiro sistema de dessalinização no Nordeste, com o apoio da Fundação Banco do Brasil na cidade de Olivedos - PB. O referido sistema produz 600L/h de água potável para atender a comunidade local de 80 famílias.

Muitos trabalhos de mestrado e doutorado vêm sendo desenvolvidos no LABDES. Na linha de pré-tratamento, os mais recentes foram Almeida, 2003; Lopes, 2007 e Melo, 2007, os quais abordam a importância de uma manutenção preventiva através de limpeza química e pré-tratamentos.

2.2 Processos de Separação com Membranas (PSM)

Uma membrana pode ser definida como um filme fino sólido que separa duas soluções e que atua como barreira seletiva para transporte de componentes destas soluções, quando aplicada algum tipo de força externa, como mostra a Figura 2.1. Essa força pode ser pressão, sucção ou potencial elétrico. Após a passagem pela membrana o líquido é denominado permeado. Nos processos de separação de membranas não ocorre transformação química ou biológica de componentes durante a filtração (Schneider e Tsutiya, 2001).

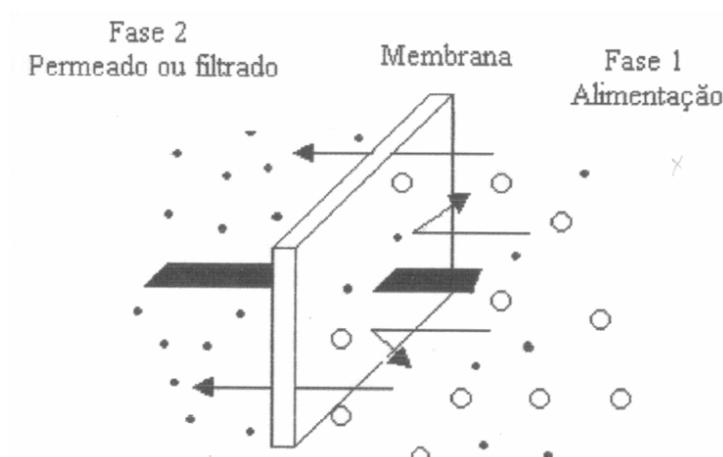


Figura 2.1: Esquema básico de funcionamento de uma membrana (Aptel e Buckley, 1996)

Foi praticamente na segunda metade do século passado que os Processos de Separação por Membranas (PSM) saíram da esfera de laboratório para se tornarem processos industriais. Concorreram para isso a disponibilidade de novos materiais, a descoberta da técnica de fabricação de membrana anisotrópica e a conscientização do problema energético (Habert, et al, 2006).

2.2.1 Morfologia de Membranas, Força Motriz e Transporte

A partir do início da década de 1970, em adição aos processos clássicos de separação como destilação, filtração, absorção, troca iônica, centrifugação, extração por solvente, cristalização e outros, surge uma nova classe de processos que utilizam membranas sintéticas como barreira seletiva. As membranas sintéticas surgem como uma tentativa de se imitar as membranas naturais, em particular quanto as suas características únicas de seletividade e permeabilidade (Habert, et al, 2006).

As membranas sintéticas comerciais, em sua grande maioria, são preparadas a partir de materiais poliméricos com características químicas e físicas as mais variadas. Membranas de materiais inorgânicos são produzidas há mais de 20 anos, mas só recentemente começam a disputar o mercado com as membranas poliméricas. As membranas inorgânicas apresentam uma vida útil maior e facilidade de limpeza, mas são bem mais caras que as poliméricas (Habert, et al, 2006).

De um modo geral, as membranas podem ser classificadas em duas grandes categorias: densas e porosas, como observa-se na Figura 2.2 As características da superfície da membrana que entrará em contato com a solução a ser filtrada é que vai definir que tipo de membrana deverá ser utilizada no processo.

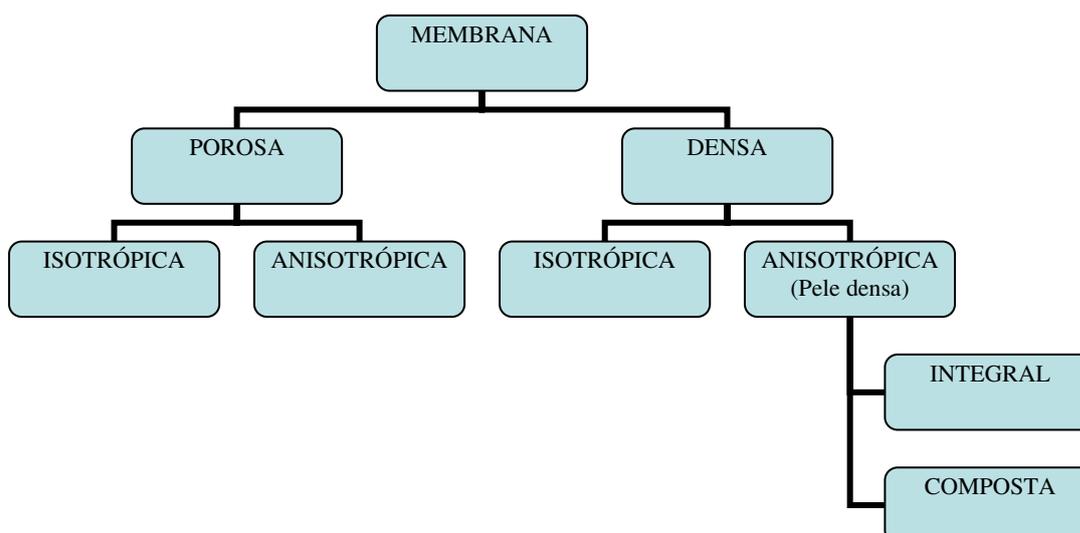


Figura 2.2: Classificação das membranas quanto à morfologia

A Figura 2.3 apresenta as morfologias mais comuns observadas nas seções transversais das membranas comerciais.

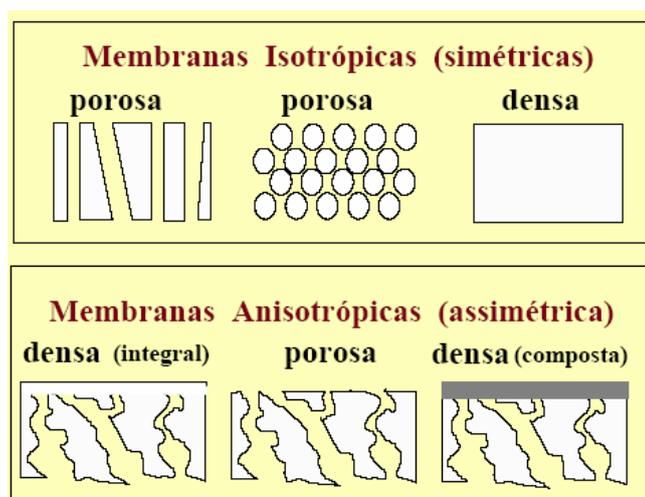


Figura 2.3: Representação esquemática da seção transversal dos diferentes tipos de morfologia de membranas

Tanto as membranas densas como as porosas podem ser isotrópicas ou anisotrópicas, ou seja, podem ou não apresentar as mesmas características morfológicas ao longo de sua espessura. As membranas anisotrópicas se caracterizam por uma região superior muito fina de aproximadamente 1µm, mais fechadas (com poros ou não), chamada de pele, suportada em uma estrutura porosa. Quando ambas as regiões são constituídas de um único material a membrana é do tipo anisotrópica integral. Caso materiais diferentes

sejam empregados no preparo de cada região a membrana será do tipo anisotrópica composta (Habert, et al, 2006).

Para que ocorra o transporte de uma espécie através de uma membrana é necessário a existência de força motriz agindo sobre a mesma. Os processos comerciais de separação com membrana utilizam como força motriz o gradiente de potencial químico e/ou o gradiente de potencial elétrico. Como os processos com membranas são, em sua grande maioria, atérmicos, o gradiente de potencial químico pode ser expresso, apenas, em termos do gradiente de pressão ou concentração (ou pressão parcial). Em função da morfologia da membrana e do tipo de força motriz empregada, o transporte das diferentes espécies através da membrana pode ocorrer tanto pelo mecanismo de convecção como pelo mecanismo de difusão. A morfologia da membrana define, também, os princípios em que se baseiam a sua capacidade seletiva, a qual pode ser vista no esquema da Figura 2.4 (Habert, et al, 2006)

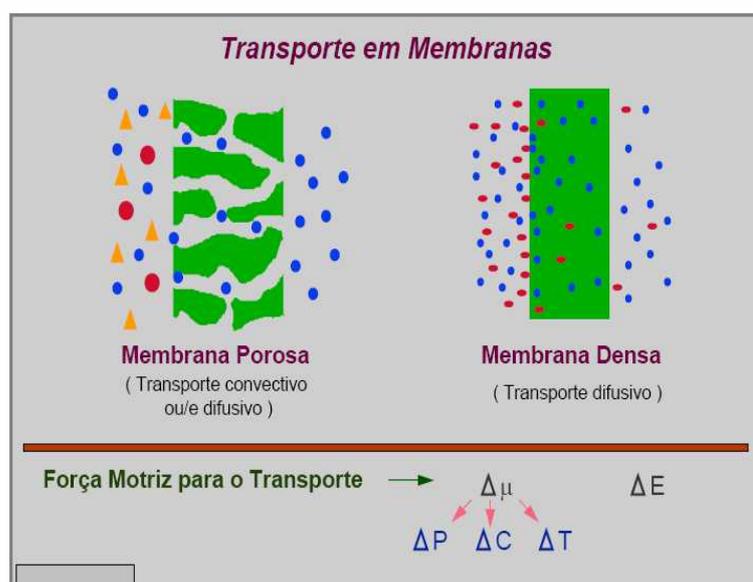


Figura 2.4: Processo de separação por membranas – força motriz e transporte em membranas densas e porosas (Habert, et al, 2006)

Em processos que utilizam membranas porosas a capacidade seletiva está diretamente associada à relação entre o tamanho das espécies presentes e o tamanho dos poros da membrana. Esse é o caso de processos como microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF), e diálise(D). Além

disso as espécies presentes devem ser, na medida do possível, inertes em relação ao material que constitui a membrana. Para membranas porosas, em função do tipo da força motriz aplicada, o transporte das espécies através da membrana pode ser tanto convectivo como difusivo. No caso da ultrafiltração e microfiltração e nanofiltração, para os quais a força motriz é o gradiente de pressão através da membrana, o fluxo permeado é fundamentalmente convectivo. Já no caso da diálise, a força motriz é o gradiente de concentração das espécies através da membrana e o fluxo permeado é de natureza difusiva. Neste caso as espécies se difundem, no meio em que se encontram, através dos poros da membrana. (Habert, et al, 2006)

No caso de processos que empregam membranas densas, compostas ou não, a capacidade seletiva depende da afinidade das diferentes espécies com o material da membrana (etapa de natureza termodinâmica) e da difusão das mesmas através do filme polimérico (etapa de natureza cinética), como é o caso da osmose inversa (OI), pervaporação (PV) e permeação de gases (PG). O fluxo permeado é sempre de natureza difusiva, independente do tipo de força motriz aplicada, uma vez que a membrana não apresenta poros próximos a superfície que se encontra em contato com a solução a ser processada. (Habert, et al, 2006)

A Figura 2.5 apresenta um esquema das relações entre força motriz e morfologia com o tipo de transporte esperado e os principais fatores que irão determinar a seletividade do processo.



Figura 2.5: Relação entre força motriz, morfologia e seletividade (Habert, et al, 2006)

O Quadro 2.1 apresenta os processos de separação por membranas comerciais e suas principais características, a força motriz e exemplos típicos de aplicação.

Quadro 2.1: Processos de separação por membranas comerciais (Habert, et al, 2006)

PROCESSO	FORÇA MOTRIZ	MATERIAL RETIDO	MATERIAL QUE PERMEIA	APLICAÇÕES
MICROFILTRAÇÃO (MF)	ΔP (0,5 - 2 atm)	Material em Suspensão, Bactérias PM > 500.000 (0,01 μ m)	Água e sólidos dissolvidos	<ul style="list-style-type: none"> Esterilização Bacteriana Clarificação de Vinhos e Cervejas Concentração de Células Oxigenação de Sangue
ULTRAFILTRAÇÃO (UF)	ΔP (1-7 atm)	Coloides, Macromoléculas PM > 5000	Água (Solvente) Sais soluveis de baixo PM	<ul style="list-style-type: none"> Fracionamento e concentração de Proteínas Recuperação de pigmentos Recuperação de óleos
NANOFILTRAÇÃO (NF)	ΔP (5-25 atm)	Moléculas de peso molecular médio 500 < PM < 2000	Água, sais e moléculas de baixo peso molecular	<ul style="list-style-type: none"> Purificação de enzimas Bioreatores a membrana
OSMOSE INVERSA (OI)	ΔP (15-80 atm)	Todo material solúvel ou em suspensão	Água (Solvente)	<ul style="list-style-type: none"> Dessalinização de águas Concentração de suco de frutas Desmineralização de águas
DIÁLISE (D)	ΔC	Moléculas de PM > 5000	Ions e orgânicos de baixo peso molecular	<ul style="list-style-type: none"> Hemodíalise - Rim Artificial Recuperação de NaOH
ELETRODIÁLISE (ED)	ΔV	Macromoléculas e Compostos não iônicos	Ions	<ul style="list-style-type: none"> Concentração de soluções salinas Purificação de águas
PERMEIÇÃO DE GASES (PG)	$\Delta P \Rightarrow \Delta C$	Gás menos permeável	Gás mais permeável	<ul style="list-style-type: none"> Recuperação de hidrogênio Separação CO₂/CH₄ Fracionamento do Ar
PERVAPORAÇÃO (PV)	Pressão de vapor	Líquido menos Permeável	Líquido mais permeável	<ul style="list-style-type: none"> Desidratação de álcoois Eliminação de VOC da água

A Figura 2.6 descreve as medidas de seletividade em processos de separação por membranas.

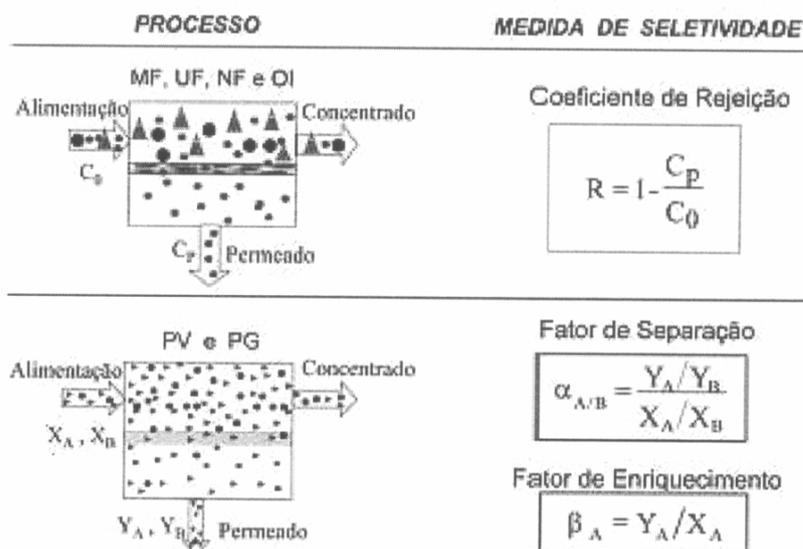
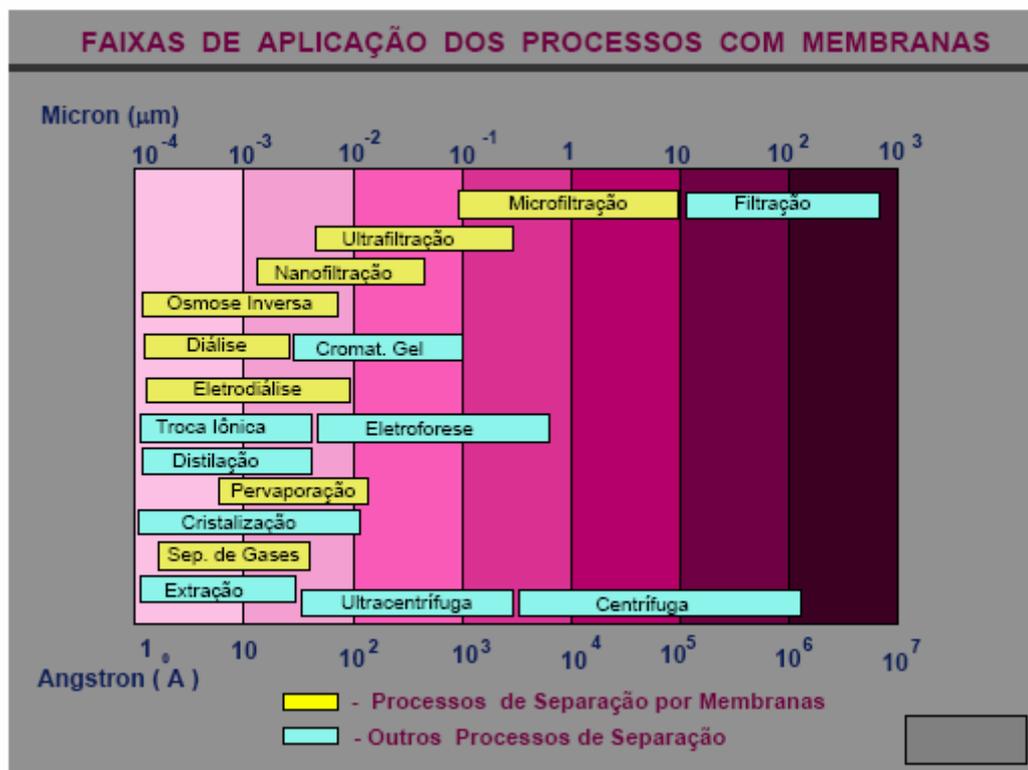


Figura 2.6: Medidas de seletividade em processos com membranas (Habert, et al, 2006)

2.2.2 Os PSM comparados aos Processos Clássicos

O Quadro 2.2 mostra uma análise das características de cada um dos processos de separação com membranas, a qual permite inferir quais os processos clássicos de separação que podem competir com essa nova tecnologia. Podemos observar também a faixa de atuação dos diferentes processos com membranas, assim como alguns processos clássicos de separação, em função do tamanho ou das características físico-químicas das espécies a serem separadas. Atualmente, alguns processos de separação por membranas vem sendo utilizados em parceria com os processos clássicos, o que vem sendo mais vantajoso que a utilização isoladamente, vale ressaltar que cada um dos processos vem atuado na faixa em que é mais eficiente.

Quadro 2.2: Quadro Comparativo entre Processos Clássicos de Separação e os Processos com Membranas, em Função das Dimensões das Espécies a serem Separadas (Habert, et al, 2006)



2.2.3 Aplicações dos PSM

O desenvolvimento dos PSM e suas aplicações industriais são considerados relativamente recentes, principalmente levando-se em conta que fenômenos envolvendo membranas vêm sendo estudados há mais de um século (Habert, et al, 2006).

Na Tabela 2.1 são apresentados exemplos de aplicações de processos com membranas em algumas áreas.

Tabela 2.1: Aplicação de processos com membranas (Habert, et al, 2006).

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

2.2.4 Algumas Vantagens dos PSM

Os PSM atingiram o status de processos comerciais devido a uma série de vantagens inerentes a essa tecnologia. Algumas dessas vantagens são comentadas a seguir:

- *Economia de energia:* Os PSM, em sua grande maioria, promovem a separação sem que ocorra mudança de fase. Neste sentido são processos energeticamente favoráveis. Essa é uma das razões pela qual seu desenvolvimento coincide com a crise energética dos anos 70, devido ao grande aumento da crise do petróleo.
- *Seletividade:* A seletividade é outra característica importante dos PSM. Em algumas aplicações esses processos se apresentam como a única alternativa técnica de separação. No entanto, como já mencionado anteriormente, na maioria dos casos, processos combinados, envolvendo processos clássicos e processos com membranas, cada qual atuando onde é mais eficiente, tem se mostrado como a opção mais econômica e vantajosa de separação.
- *Separação de Compostos Termolábeis:* Como, via de regra, os PSM são operados a temperatura ambiente, podendo ser aplicados no fracionamento de misturas envolvendo substâncias termossensíveis. Por esse motivo eles tem sido amplamente empregados na indústria farmacêutica e de alimentos e, mais recentemente, como uma alternativa na purificação de produtos ou recuperação de células em biotecnologia.
- *Simplicidade de Operação e Escalonamento:* Ao contrário da maioria dos processos de separação, os PSM apresentam, ainda, a vantagem de serem extremamente simples do ponto de vista operacional e de escalonamento (*scale up*). Os sistemas são modulares e os dados para o dimensionamento de uma planta pode ser obtidos a partir de equipamentos pilotos operando com módulos de membrana de mesma dimensão daqueles utilizados industrialmente. Além disso, a operação dos equipamentos com membranas é simples e não intensiva em mão-de-obra. (Habert, et al, 2006)

2.2.5 O Mercado Mundial dos PSM

De acordo com a Figura 2.7 verifica-se que a diálise representa quase a metade do mercado de membranas. A hemodiálise é a grande responsável pela dimensão deste mercado. O número de doentes renais, a espera de transplante, é muito grande em todo mundo. Além disso, para evitar problemas de contaminação os módulos de membranas para hemodiálise deve ser utilizados apenas uma vez, ou por algumas vezes, mas com um mesmo paciente. O segundo grande mercado fica com a microfiltração, a aplicação neste caso é, fundamentalmente, a esterilização de águas e do ar. Observa-se, também, que o mercado para permeação de gases e pervaporação ainda é pequeno. Esses processos ainda se encontram em desenvolvimento, embora já tenham alcançado o *status* industrial (Habert, et al, 2006).

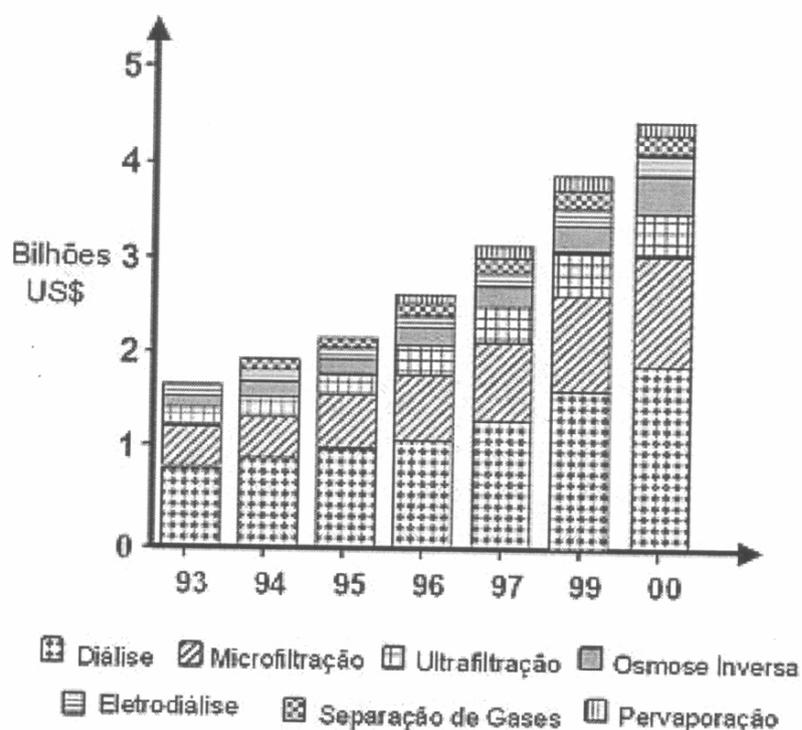


Figura 2.7: Mercado Mundial de Membranas – Evolução das vendas de membranas e módulos por tipo de processos (Habert, et al, 2006)

2.3 Processos que Utilizam o Gradiente de Pressão como Força Motriz

Os PSM que utilizam diferença de pressão através da membrana como força motriz têm sido utilizados para concentrar, fracionar e purificar soluções diluídas, em particular em soluções aquosas. Em função da natureza e do tipo de solutos e da presença ou não de partículas em suspensão, membranas com diferentes tamanhos e distribuição de poros ou mesmo densas, são empregadas, caracterizando os processos conhecidos como Microfiltração (MF), Ultrafiltração (UF) e Osmose Inversa (OI) (Habert, et al, 2006).

Na Figura 2.8 estão representadas as faixas de tamanhos de poros das membranas utilizadas nos processos de MF, UF, NF e OI, bem como as dimensões de algumas espécies típicas, presentes nas correntes industriais.

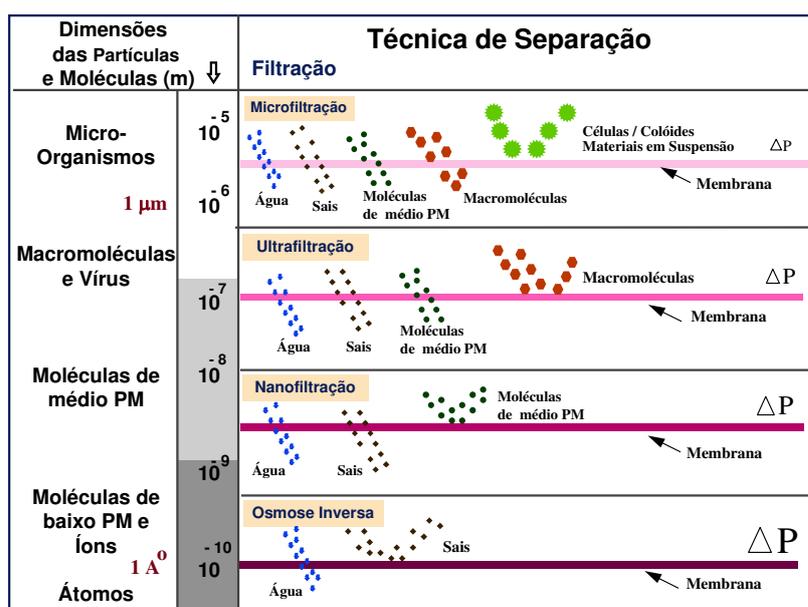


Figura 2.8: Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert, et al, 2006).

Na Tabela 2.2 pode-se observar as espécies retidas nos processos de MF, UF, NF e OI.

Tabela 2.2: Espécies retidas em OI, NF, UF e MF (Habert, et al, 2006)

Espécie	Massa Molar (DA)	Tamanho (nm)	Processos Aplicáveis			
			OI	NF	UF	MF
Leveduras e fungos		$10^3 - 10^4$				X
Células bacterianas		$300 - 10^4$			X	X
Colóides		$100 - 10^3$			X	X
Vírus		30 - 300			X	X
Proteínas	$10^4 - 10^6$	2 - 10			X	
Polissacarídeos	$10^3 - 10^6$	2 - 10		X	X	
Enzimas	$10^3 - 10^6$	2 - 5		X	X	
Açúcares simples	200 - 500	0,8 - 1,0	X	X		
Orgânicos	100 - 500	0,4 - 0,8	X	X		
Íons inorgânicos	10 - 100	0,2 - 0,4	X			

Na Figura 2.9 pode-se observar a faixa de porosidade de membranas MF, UF, NF e OI.

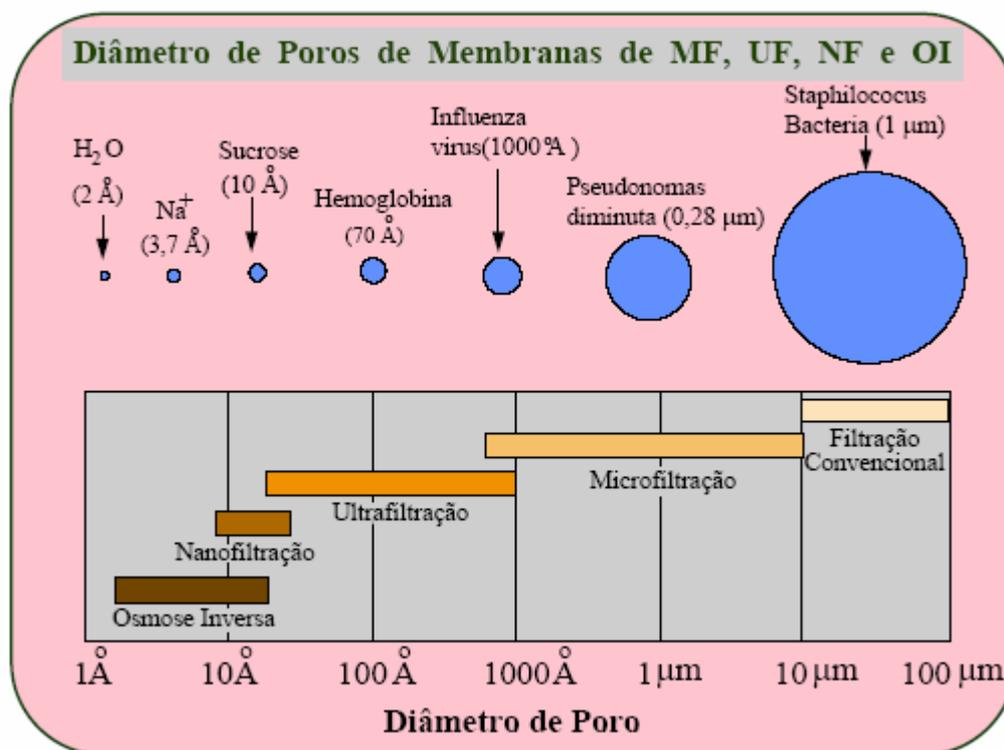


Figura 2.9: Faixa de porosidade de membranas de MF, UF, NF, e OI. As membranas de OI podem ser consideradas densas, ou seja, não apresentam poros discretos.

2.4 Dessalinização via Osmose Inversa (OI)

A OI é um fenômeno conhecido dos cientistas desde o fim do século XIX, passou a ser aplicado em processos industriais na década de 60. Desde a década de 80 o emprego de membranas semipermeáveis sintéticas em aplicações industriais passou a se difundir, ampliando o campo de aplicações deste processo. Isto resulta em contínuas reduções de custo, não só pela maior escala de produção permitida como também pelo crescente conhecimento tecnológico adquirido (Sousa, 2003).

A OI é um processo de separação com membranas usado quando se deseja reter solutos de baixa massa molar, tais como sais inorgânicos ou pequenas moléculas orgânicas como glicose. Por este motivo, as membranas de OI devem ser mais fechadas (poros menores) apresentando, portanto, uma maior resistência à permeação e, conseqüentemente, pressões de operação mais elevadas do que as utilizadas em UF. Na verdade as membranas de OI apresentam características intermediárias entre as membranas porosas usadas em MF e UF e as membranas densas empregadas em pervaporação e permeação de gases. O nome OI se deve ao fato de que neste sentido de processo o fluxo permeado é no sentido inverso do fluxo osmótico normal (Habert, et al, 2006).

2.4.1 Osmose, Equilíbrio Osmótico e Osmose Inversa

Quando uma membrana semipermeável separa uma solução de um determinado soluto do solvente puro, ou de uma solução de menor concentração, haverá um fluxo de solvente no sentido solvente puro para a solução, ou da solução diluída para a solução concentrada (Figura 2.10a). Isso ocorre porque a presença do soluto ocasiona uma queda no potencial químico do solvente na solução, provocando um gradiente de potencial químico entre os dois lados da membrana (Habert, et al, 2006).

O fluxo de solvente continua neste sentido até que o equilíbrio seja estabelecido. Em se tratando de solvente puro, este equilíbrio jamais pode ser atingido por igualdade de concentração, uma vez que a membrana é

impermeável ao soluto. No entanto, à medida que o solvente passa para a solução aumenta a pressão no lado da solução. Desta forma, pode-se chegar a uma situação onde a queda do potencial químico do solvente devido a presença do soluto é equivalente ao aumento do potencial químico devido ao aumento da pressão do sistema. Nesta situação não haverá mais força motriz para o transporte do solvente no sentido do solvente puro para a solução, ou da solução diluída para a solução concentrada. Considera-se, então, que o equilíbrio osmótico foi atingido. A diferença de pressão entre os dois lados da membrana é definida como sendo a diferença de pressão osmótica, $\Delta\pi$, (Figura 2.10b), entre duas soluções. Caso haja solvente puro em um dos lados da membrana a diferença de pressão representará a pressão osmótica da solução (Habert, et al, 2006).

Ao se aplicar pelo lado da solução mais concentrada uma diferença de pressão entre as duas soluções, $\Delta P > \Delta\pi$, o potencial químico do solvente na solução concentrada será maior do que o potencial químico do solvente puro ou do solvente na solução mais diluída. A consequência é uma inversão no sentido do fluxo osmótico, ou seja, o solvente escoará do lado da solução concentrada para o lado do solvente puro (Figura 2.10c).

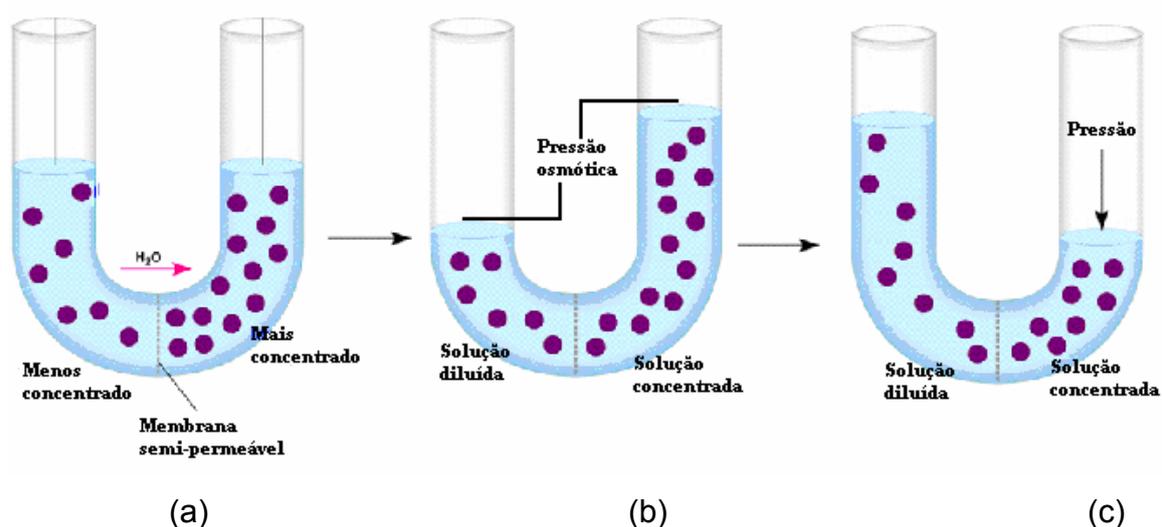


Figura 2.10: Processo de osmose e osmose inversa

2.5 Filtração Convencional e Tangencial

Uma das principais características dos PSM é que eles podem ser operados em escoamento tangencial, além da operação clássica do tipo filtração frontal. Quando se tratar do solvente puro e sem interação com o material da membrana, o fluxo do permeado, para uma dada pressão de operação, deve ser constante com o tempo (Figura 2.11) para os dois modos de operação (Habert, et al, 2006).

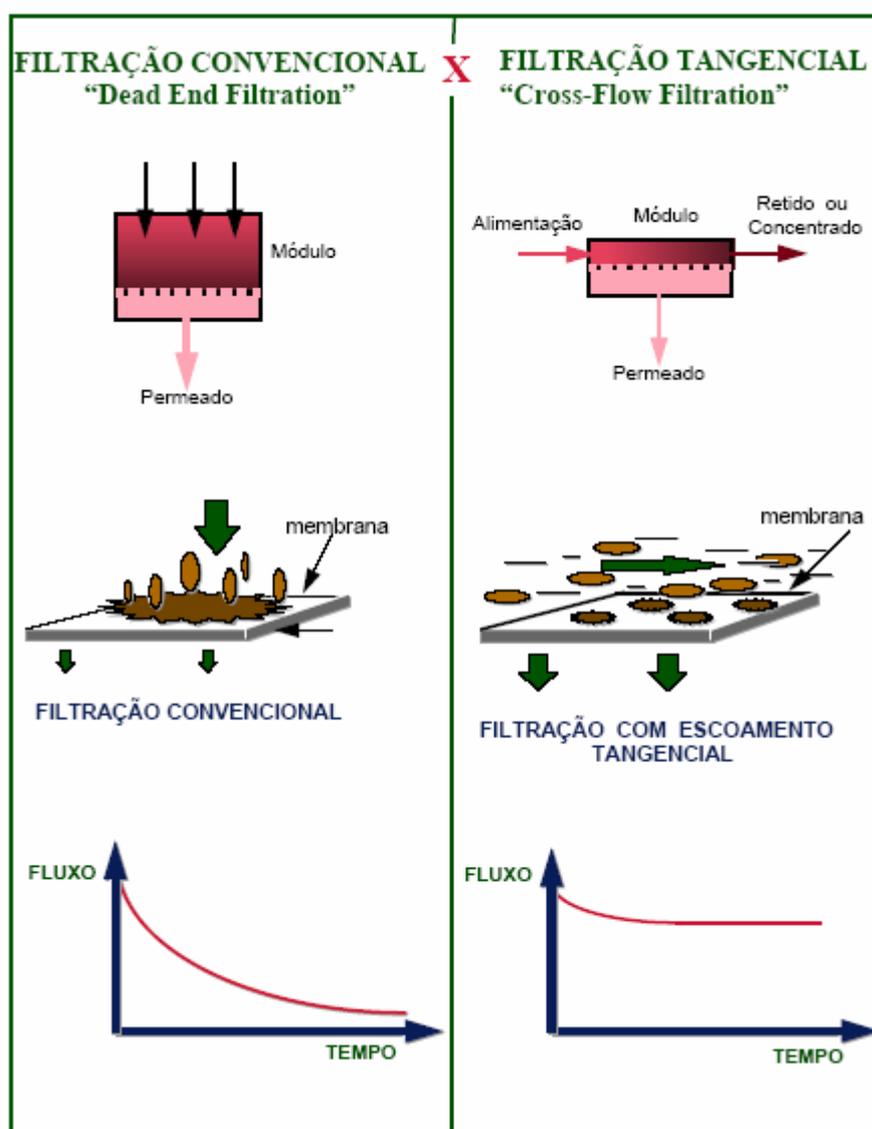


Figura 2.11: Comparação entre filtração convencional e filtração tangencial

No caso de uma solução ou suspensão sendo processada no modo de filtração frontal, o permeado passa através da membrana e o soluto, ou os materiais em suspensão, são retidos, acumulando-se na superfície da membrana. Trata-se de um modo de operação fundamentalmente transiente, uma vez que a concentração do soluto próximo à membrana aumenta com o tempo (Habert, et al, 2006).

Na filtração de escoamento tangencial a solução ou suspensão escoam paralelamente a superfície da membrana enquanto o permeado é transportado transversalmente a mesma. Neste caso, o escoamento paralelo à membrana limita o acúmulo do material retido sobre a mesma, tornando possível uma operação do sistema em condições de regime estabelecido de transferência de massa (Habert, et al, 2006).

2.6 Tipos de Membranas

Em princípio, qualquer material que permita a síntese de filmes com porosidade controlada pode ser utilizado para fabricação de membranas. Na prática, entretanto, o mercado de tratamento de água é dominado por membranas fabricadas com polímeros orgânicos. O alto custo de fabricação ainda restringe o uso de membranas inorgânicas (cerâmicas de óxidos de zircônio, alumínio ou titânio, aço inoxidável) em nível de mercado que envolve tratamento de soluções agressivas (pH muito alto ou muito baixo), de temperaturas altas ou de valor agregado (Schneider e Tsutiya, 2001).

A maioria das membranas sintéticas comerciais são preparadas a partir de materiais poliméricos com características químicas e físicas variadas.

A natureza química do material que constitui a membrana demonstra uma preferência à passagem de água e impede a passagem de sais dissolvidos por sua superfície. A passagem da molécula de água através da estrutura da membrana ocorre tanto pela presença de poros existentes em sua superfície como pelo fenômeno da difusão destas moléculas pela estrutura interna do filme fino que constitui a superfície de filtração da membrana. Tanto a natureza física como química da membrana determinam sua capacidade de transportar

moléculas de água e rejeitar partículas ou sais dissolvidos (Habert, et al., 1997).

As membranas orgânicas de primeira geração são membranas simétricas com poros regulares, quase cilíndricos que atravessam toda a espessura da membrana. A porosidade e a produtividade dessas membranas são muito pequenas pela necessidade de limitar o volume ocupado pelos poros, para evitar o colapso das membranas quando pressurizadas (Schneider e Tsutiya, 2001). As membranas densas simétricas não apresentam nenhum interesse do ponto de comercial. São filmes poliméricos de espessura relativamente elevada e, por este motivo, apresentam um fluxo do permeado muito baixo, fora da faixa de interesse comercial (Mulder, 1991).

As membranas assimétricas de segunda geração são caracterizadas por um gradiente de porosidade interno, gerado pelo controle das condições de polimerização da membrana, onde a membrana na forma de uma fina película filtrante fica situada sobre uma estrutura mais grossa e bem mais porosa e resistente, responsável pela estabilidade mecânica do conjunto. A reduzida espessura da película filtrante, diminui consideravelmente a resistência à filtração, que é proporcional à espessura da membrana. As membranas assimétricas são constituídas de um único tipo de polímero (Schneider e Tsutiya, 2001). Um dos problemas que ocorre durante a utilização de tal tipo de membrana é a sua tendência a compactar-se em uma estrutura cada vez mais densa sob a aplicação de elevadas pressões de modo contínuo durante o regime de operação. Este fenômeno é conhecido como compactação da membrana, e seus efeitos durante a vida útil da mesma devem ser levados em conta na fase do projeto do sistema (Habert, et al., 1997).

Geralmente as membranas são combinadas em módulos. O módulo é uma unidade prática que contém uma série de membranas mais um suporte poroso. A escolha do módulo da membrana depende do tipo de aplicação e dos componentes que se deseja separar no processo. Os módulos de OI são disponíveis em quatro configurações: modelo tubular, modelo plano em quadro, modelo de fibra oca e modelo em espiral. Cada modelo pode ser conectado em série ou em paralelo (Mallevalle et al., 1996).

Para o processo de dessalinização de águas salobras e salinas as membranas mais utilizadas são as de fibra oca e espiral.

2.6.1 Módulos de Fibra Oca

Módulos com fibras ocas são utilizados, principalmente para a produção de água em escala industrial por MF, UF e OI. Os sistemas utilizados na MF e UF são constituídos por fibras ocas que atravessam o módulo inteiro. O número de fibras por módulo varia de várias centenas a 22.500, dependendo do fabricante. As fibras são fixadas nas duas extremidades de um tubo por meio de uma resina que também serve para a vedação e separação dos compartimentos de água bruta e permeado. Esses sistemas podem ser operados de duas maneiras. A água bruta pode ser bombeada pelo interior da fibra, sendo o permeado coletado do interior do cilindro. Na segunda alternativa, a água bruta é bombeada para dentro do tubo e o permeado é recolhido nas extremidades do cilindro depois da percolação pelo interior das fibras ocas (Schneider & Tsutiya, 2001).

Nos módulos de fibras ocas de OI, uma quantidade muito grande (650.000) de fibras ocas extremamente finas (capilares com 41 μ m de diâmetro interno e 85 μ m de diâmetro externo) e longas (comprimento de 3,28m) é inserida na forma de U ou como pacotes de fibras paralelas. A água é bombeada para o interior do tubo e o permeado coletado na extremidade após percolação pelo interior das fibras (Brandt et al., 1993).

2.6.2 Módulos em Espiral

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 2.13. 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. Este

canal é vedado em três lados por linhas de cola. O lado aberto é inserido dentro do tubo coletor localizado no interior do elemento (Lira, 2004).

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 e Tsutiya, 2001).



Figura 2.12: Elemento de membrana em espiral para o processo de osmose inversa (Silveira, 1999).

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).

2.7 Problemas no Uso de Dessalinizadores por Osmose Inversa

O projeto e a instalação de uma unidade de filtração por membranas deve ser precedido 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).

2.8 Incrustações

Um dos problemas no uso da OI é a presença de certas substâncias na água de alimentação do processo que, sem a devida atenção, podem diminuir a produtividade, diminuindo o fluxo de água produzida, ou tornar a água permeada mais concentrada em sais, até torná-la imprópria para utilização. A pressão de operação tende também a aumentar gradativamente, para superar a diminuição de área útil de permeação da membrana (Sousa, 2001).

Os três fatores, que individualmente ou em conjunto diminuem a eficiência do sistema de OI são (Schneider e Tsutiya, 2001):

- Compactação;
- Acúmulo reversível de material retido na superfície da membrana;
- Acúmulo irreversível de material na superfície da membrana.

2.8.1 Tipos de Incrustações (“Fouling”)

As incrustações podem ser entendidas como todo o material em suspensão na água e que se deposita na superfície da membrana. Podem ser classificadas por quatro categorias: Depósitos inorgânicos (“scaling”), colóides (“fouling” coloidal), sólidos em suspensão e material biológico (“biofouling”) (Amjad, 1992). Os colóides podem ser de origem mineral ou orgânica, e tendem a coalescer e se aglomerar na área próxima à superfície da membrana depositando-se nela. Os sólidos em suspensão são partículas maiores de origens diversas e que tem tendência a se depositar. O depósito orgânico de origem biológica é constituído por fungos e bactérias e apresenta maiores

problemas porque estão presentes em praticamente todas as águas e normalmente se multiplicam em determinadas condições (Sousa, 2001).

2.8.1.1 Depósitos Inorgânicos (“Scaling”)

Os depósitos inorgânicos (“scalings”) são sais normalmente solúveis na água e que precipitam e se cristalizam na superfície das membranas. 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 (Bennet et al., 1996).

A precipitação de sais em superfície de membranas é um problema que ocorre com frequência na OI, onde fatores como altos índices de rejeição de sais (até 99%), a polarização de concentração e a remoção de até 90% de sais da água, aumentam a concentração de sais no concentrado e na superfície da membrana. O controle dos processos de precipitação de sais é um dos principais condicionamentos de projeto em sistemas de OI, onde deve ser precedido de uma análise dos componentes da água de alimentação que podem precipitar na superfície da membrana. Os componentes que oferecem maior risco para a formação de precipitados na superfície de membranas estão indicados na Tabela 2.3. Mas na prática, os compostos mais críticos para membranas são: sílica, sulfato de cálcio, estrôncio e bário. Um sal precipita quando a concentração dos seus componentes ultrapassa o valor limite correspondente ao produto de solubilidade (K_{ps}) e geralmente a precipitação ocorre nos elementos de membranas instalados na saída dos vasos de pressão localizados na última bancada do sistema (Schneider e Tsutiya, 2001).

Tabela 2.3: Compostos que oferecem risco para a formação de precipitados na superfície de membranas de OI (Schneider e Tsutiya, 2001)

Composto	Tipo de Precipitado	Comentário	Controle
Cálcio	Carbonatos, fluoretos, sulfatos e hidróxido	Principal fator limitante do rendimento de sistema de OI, junto com a sílica.	Remoção por pré-tratamento ou controle através de inibidores de cristalização
Magnésio	Silicatos, carbonatos e hidróxido		
Estrôncio	Carbonatos, sulfatos		
Bário	Carbonatos, sulfatos		
Alumínio	Hidróxidos		
Manganês	Hidróxidos e óxidos		
Ferro	Hidróxidos e óxidos		
Sílica	SiO ₂ supersaturados polimeriza e pode formar um gel na superfície da membrana. SiO ₂ polimerizado na solução pode formar colóides	Concentração máxima permissível: 150ppm. Junto com cálcio, um dos principais fatores que limitam o rendimento de sistema de OI (Darton, 1999)	Remoção por pré-tratamento. A remoção de precipitados de sílica é difícil e depende do emprego de produtos altamente tóxicos.
Bicarbonato	Carbonatos	Pode ser convertido em carbonatos se o pH subir muito durante o processo	Controle do pH para evitar formação de carbonatos
Carbonato	Sais insolúveis com metais		Controle do pH
Hidróxido	Sais insolúveis com metais		Controle do pH
Fosfato	Sais insolúveis com metais		Remoção de cátions por pré-tratamento
Sulfato	Sais insolúveis com metais		Remoção de cátions por pré-tratamento
Gás Sulfídrico	Grânulos de enxofre	Pode ser convertido em enxofre em muitos sistemas aquáticos	Oxidação na etapa de pré-tratamento

2.8.1.2 Depósitos de Material Biológico (“Biofouling”)

O depósito de material biológico (“Biofouling”) é definido como o acúmulo, crescimento e/ou depósito de biomassa na superfície da membrana, ocasionando problemas operacionais (Vrouwenvelder e Kooij, 2001).

O depósito de material biológico pode provocar os seguintes efeitos nos sistemas de OI (Al-Ahmad, 2000):

- *Redução do fluxo de operação das membranas:* isto é devido a formação de um filme de baixa permeabilidade na superfície da

membrana, o que aumenta a área da membrana necessária para a produção de um mesmo volume de produto.

- *Aumento da pressão diferencial e da pressão de alimentação:* isto é resultado da resistência do filme de baixa permeabilidade.
- *Biodegradação da membrana:* subprodutos tipicamente ácidos produzem microrganismos que se concentram na superfície da membrana onde eles podem causar o maior dano, reduzindo a vida útil das membranas.
- *Aumento da passagem de sal:* os biofilmes aumentam o acúmulo de íons dissolvidos na membrana, aumentando o grau da polarização de concentração. Isto causa o aumento da passagem de sal pela membrana e reduz a qualidade da água do produto.
- *Aumento no consumo de energia:* Isto está relacionado com o aumento da pressão para superar a resistência do biofilme e a redução do fluxo.

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 taxa de fluxo. 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 e NF (Schneider & Tsutiya, 2001).

2.8.1.3 Polarização de Concentração

A rejeição de espécies iônicas levadas em direção às membranas de OI e NF, está associada com a permeabilidade da água através da membrana, resultante do acúmulo das espécies próximo da membrana (Figura 2.13). A camada limite de concentração é função da chegada dos íons e do transporte difusivo. Esta camada limite é chamada de *Polarização de Concentração* (Wiesner & Aptel, 1996).

A polarização de concentração refere-se ao fenômeno no qual a concentração de sais dissolvidos próximo à superfície da membrana é maior que a concentração média da água que flui mais distante da superfície da membrana. Devido a este fato a eficiência de separação da membrana diminui gradualmente a medida em que a camada de solução concentrada de sais vai paulatinamente aumentando de espessura. Acompanhando o aumento de sais dissolvidos na interface, há um aumento da pressão osmótica da solução, o que, por sua vez, diminui a pressão que impede a passagem da água através da membrana. A polarização por concentração também leva à destruição das superfícies sensíveis da membrana (Dow Latin America, 1996).

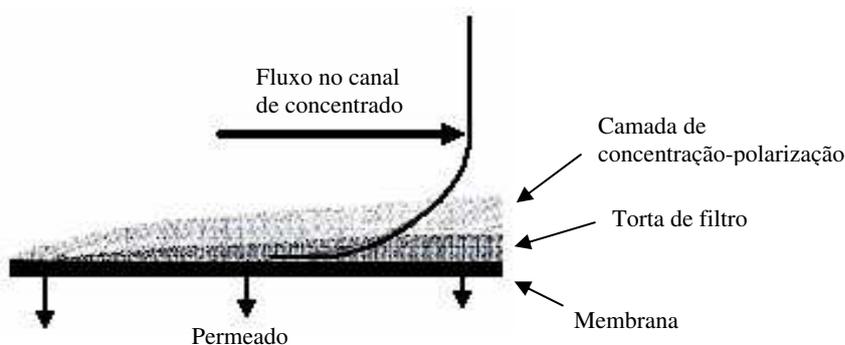


Figura 2.13: Acumulo de material na superfície da membrana (Wiesner & Aptel, 1996).

A camada de sais dissolvidos junto à superfície da membrana pode atingir uma espessura constante em consequência de um balanço entre dois fatores opostos: o transporte convectivo dos sais para a membrana pelo movimento da água e a difusão dos sais para longe da membrana, provocada pelo gradiente estabelecido na vizinhança da fronteira das fases (Dow Latin America, 1996).

A polarização por concentração é normalmente considerada pelos fabricantes de membranas e projetistas de sistemas quando estão avaliando a possibilidade de formação de incrustações. Tipicamente a concentração de sais junto à superfície da membrana é aproximadamente de 1,1 a 1,4 vezes a concentração da corrente principal (Dow Latin America, 1996).

Em operações com membranas de OI e NF, os solutos e outras espécies presentes na corrente de alimentação são transportados do seio da

solução em direção a superfície da membrana através de um mecanismo de convecção. Devido a semipermeabilidade natural da membrana, o soluto presente na corrente de alimentação será retido na interface da membrana (Taylor & Jacobs, 1996).

Como pode ser observado na Figura 2.14, de acordo com uma teoria da película simples estagnada, haverá um gradiente da concentração sobre a espessura da película estagnada (δ) (Taylor & Jacobs, 1996).

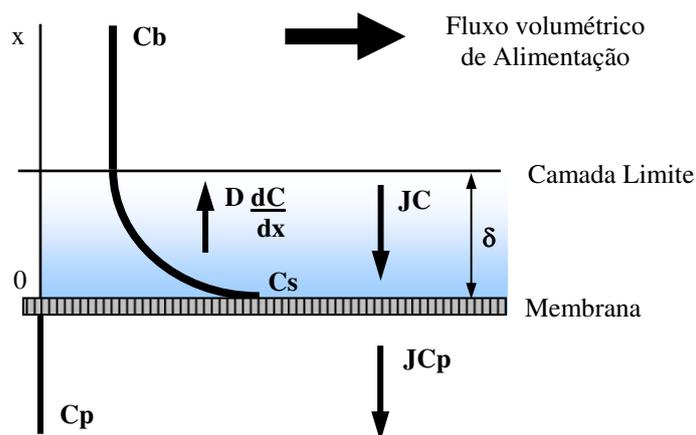


Figura 2.14: Representação das condições da camada limite na membrana/interface em relação ao fluxo de alimentação (Taylor & Jacobs, 1996).

Assim na superfície da membrana a concentração será mais elevada (C_s) e diminuirá a (C_b) na solução líquida. Isto causará uma difusão dos sólidos [$D(dC/dx)$] no sentido oposto ao fluxo principal (JC) e conseqüentemente a uma redução no fluxo total (Taylor & Jacobs, 1996).

Fazendo um balanço na Figura 2.14, considerando o estado estacionário, o transporte convectivo do soluto para a membrana menos o transporte difusivo do soluto para o seio da solução será igual ao fluxo do permeado, conforme mostra a Equação 2.1 (Taylor & Jacobs, 1996).

$$JC - D \frac{dC}{dx} = JC_p \tag{2.1}$$

$$x = 0 \Rightarrow C = C_s$$

$$x = \delta \Rightarrow C = C_b$$

Integrando a Equação 2.1 resulta em:

$$\ln \frac{C_s - C_b}{C_b - C_p} = \frac{J\delta}{D} \quad (2.2)$$

que pode ser escrita

$$\frac{C_s - C_b}{C_b - C_p} = \exp\left(\frac{J}{k_i}\right) \quad (2.3)$$

O coeficiente de transferência de massa k_i é a razão entre o coeficiente de difusão D e a espessura da camada limite δ (Taylor & Jacobs, 1996):

$$k_i = \frac{D}{\delta} \quad (2.4)$$

A concentração de soluto na superfície da membrana pode ser calculada a partir da Equação 2.3, ou, de forma aproximada, pela seguinte relação (Wiesner & Aptel, 1996):

$$C_m = C_0 \exp(k_{mcp} \cdot y) \quad (2.5)$$

onde: $\exp(k_{mcp} \cdot y)$: módulo de polarização de concentração com k_{mcp} , constante empírica que varia entre 0,6 e 0,9 para módulos comerciais e y o coeficiente do soluto da membrana.

O processo de polarização de concentração é um fator importante de redução da eficiência de filtração de membranas de OI e NF. Os espaçadores nos canais de concentrado são projetados com o objetivo de aumentar a turbulência na superfície da membrana, e com isto, reduzir a espessura da camada de polarização de concentração (Schneider & Tsutiya, 2001).

2.9 Principais Parâmetros do Processo de Osmose Inversa

2.9.1 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 OI é proporcional à variação de pressão osmótica e hidráulica e pode ser representado pela Equação 2.6 (Taylor & Jacobs, 1996; Dow Latin America, 1996):

$$J_p = K_a (\Delta P - \Delta \pi) = \frac{Q_p}{A} \quad (2.6)$$

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

O transporte de sais através da membrana é proporcional à concentração ou diferença de potencial químico, depende da diferença de concentração e independe da pressão aplicada ao sistema, que pode ser representado pela seguinte equação:

$$J_s = K_s \Delta C \quad (2.7)$$

onde: J_s : fluxo mássico do soluto ($\text{kg/m}^2 h$); K_s coeficiente de permeação do soluto (m/s); ΔC : gradiente de concentração de sais (mg/L).

ΔP , $\Delta\pi$ e ΔC são dados por:

$$\Delta P = \left[\frac{(P_a + P_c)}{2} - P_p \right] \quad (2.8)$$

$$\Delta\pi = \left[\frac{\pi_a + \pi_c}{2} - \pi_p \right] \quad (2.9)$$

$$\Delta C = \left[\frac{(C_a + C_c)}{2} - C_p \right] \quad (2.10)$$

na qual: P_a , P_c e P_p são as pressões de alimentação, do concentrado e do permeado, respectivamente (kgf/cm^2). π_a , π_c e π_p são as pressões osmóticas da alimentação, do concentrado e do permeado, respectivamente (kgf/cm^2). C_a , C_c e C_p são as concentrações da alimentação, do concentrado e do permeado, respectivamente (mg/L) (Taylor & Jacobs, 1996).

2.9.2 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 2.11) (Brandt et al., 1993).

$$\pi = \sum \nu_i c_i RT \quad (2.11)$$

onde: π : pressão osmótica da solução iônica (kgf/cm^2); ν_i : nº de íons formados na dissociação do soluto; c_i : concentração molar do soluto (mol/L); R : constante dos gases ideais ($\text{kgf.L/cm}^2\text{mol.K}$) e T : temperatura absoluta (K).

2.9.3 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 2.12 (Taylor & Jacobs, 1996).

$$r(\%) = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100 = \frac{Q_p}{Q_p + Q_c} \times 100 \quad (2.12)$$

onde: r: recuperação do sistema (%); Q_p : vazão de permeado (m^3/h); Q_a : vazão de alimentação (m^3/h) e Q_c : vazão do concentrado (m^3/h).

Combinando as Equações 2.6 e 2.12, obtém-se a seguinte equação:

$$r = \frac{K_a A (\Delta P - \Delta \pi)}{Q_a} \quad (2.13)$$

A equação acima mostra a relação da recuperação do sistema de membrana em função dos gradientes de pressão (osmótica e hidráulica).

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. Isto reduz o volume da água a ser rejeitada e, 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).

2.9.4 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:

$$PRS(\%) = \frac{C_a - C_p}{C_a} \times 100 = \left(1 - \frac{C_p}{C_a} \right) \times 100 \quad (2.14)$$

onde: PRS: taxa 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).

2.9.5 Balanço de Massa

A Equação 2.15 apresenta o balanço de massa para um sistema de dessalinização.

$$Q_a C_a = Q_p C_p + Q_c C_c \quad (2.15)$$

onde: Q_a : vazão de alimentação (m^3/h); C_a : concentração inicial 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 2.16:

$$C_c = \frac{Q_a C_a - Q_p C_p}{Q_c} = \frac{C_a - r C_p}{Q_c / Q_a} \quad (2.16)$$

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

$$C_c = \frac{C_a - rC_p}{1 - r} \quad (2.17)$$

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

2.9.6 Percentual de Passagem de Sais (PS)

Esta taxa é oposta ao percentual de rejeição e é a porcentagem do sal na água de alimentação que atravessa a membrana, ela é calculada de acordo com a Equação 2.18 (Brandt et al., 1993):

$$PS(\%) = \left(\frac{C_p}{C_a} \right) * 100 \quad (2.18)$$

onde: PS: percentual de passagem de sais (%); C_a : concentração inicial de sais dissolvidos na corrente de alimentação (mg/l); C_p : concentração de soluto na corrente de permeado (mg/L).

2.10 Consumo de Energia

O consumo de energia por m^3 de água filtrada foi reduzido consideravelmente a partir de meados da década de 90. Essa redução ocorreu em parte pelo aumento da capacidade instalada por arranjo de membranas, que permitiu uma melhor otimização hidráulica da planta, e pelo aumento da eficiência energética do bombeamento, pela instalação de sistemas rotação variável em bombas de alta pressão (Höfert, 1999).

Inovações na área de membranas e módulos estão constituindo para a diminuição dos custos de dessalinização de águas marinhas. Esses avanços incluem (Redondo e Casañas, 1999; Wilf & Klinko, 1999):

- Redução dos custos de produção e melhoria da qualidade das membranas pela automação do processo de produção;

- Mais área de membrana por módulo;
- Aumento significativo da produtividade dos módulos;
- Melhor rejeição de sais;
- Aumento da resistência ao cloro;
- Operação estável a pressões mais elevadas.

O ciclo mais recente de inovação tecnológica é a introdução de membranas com alta resistência ao *biofouling* (Gerard et al., 1991).

O custo de energia elétrica para operação de membranas, é o elemento mais importante dos custos de operação e manutenção de sistemas de dessalinização de águas salobras, operadas com membranas convencionais. A Figura 2.15 mostra o percentual de custos de diferentes componentes de operação e manutenção de unidades de dessalinização de águas salobras (Filteau & Moss, 1997).

O consumo de energia está diretamente relacionado com nível de recuperação do sistema de dessalinização, a eficiência da bomba e do motor, como também o número de membranas envolvidas e das soluções de alimentação do dessalinizador (Oliveira, 2002).

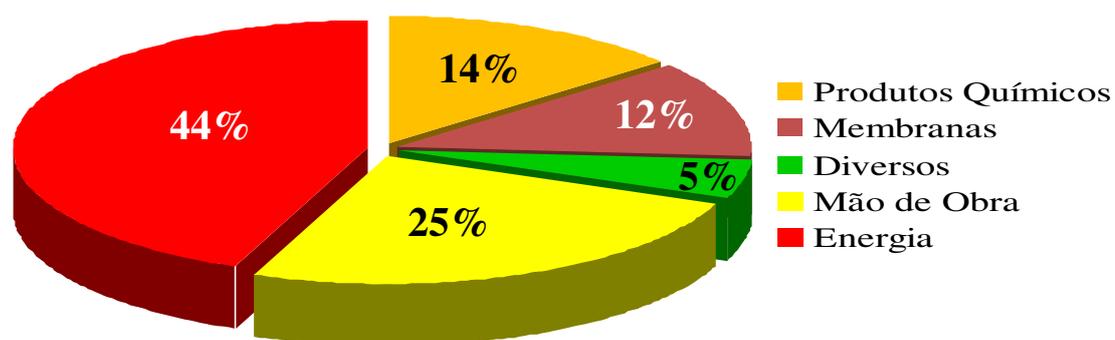


Figura 2.15: Porcentagem de custos de diferentes componentes de operação e manutenção de unidades de dessalinização de águas salobras (Filteau & Moss, 1997).

A equação empírica geralmente usada para calcular a energia gasta durante o processo de dessalinização é dada por (Taylor & Jacobs, 1996):

$$E_{emp} = \frac{H.(0.00315)}{r.\eta_b.\eta_m} \quad (2.19)$$

onde: E_{emp} : energia empírica consumida (kWh/m³); H: altura do nível da coluna de alimentação (m); r: recuperação do sistema (%); η_b : eficiência da bomba (%); η_m : eficiência do motor (%); (0.00315): fator de conversão de energia para plantas de osmose inversa para kWh/m³ (Taylor & Jacobs, 1996).

Na prática, o consumo de energia é dado pela razão entre a potência consumida pela bomba e a vazão do permeado (Oliveira, 2002):

$$E_p = \frac{P}{Q_p} \quad (2.20)$$

onde: E_p : consumo de energia prático (kWh/m³); P: potência ativa consumida pelo sistema (W); Q_p : vazão de permeado (m³/h).

2.11 Pré-Tratamento

O pré-tratamento é a chave do sucesso do desempenho de um sistema de dessalinização, pelo fato de ser um ponto muito importante no processo não deve ser estimado de forma qualitativa qualquer. O objetivo do pré-tratamento é proteger o sistema de membranas na remoção de materiais suspensos e colóides, evitar a proliferação biológica e a formação de incrustações de sais em geral (França, 2007).

O tipo de pré-tratamento a ser utilizado, irá depender da qualidade da água de alimentação, e esta é definida em termos de concentração de partículas suspensas e níveis de saturação de sais solúveis dispersos no meio. Alguns dos sais mais conhecidos são: sulfato de cálcio, fosfato de cálcio, fluoreto de cálcio, sulfato de bário e de estrôncio e sílica (Sudak, 1990). Mas o pré-tratamento pode envolver desinfecção, coagulação, floculação, filtração e

ajustes nos parâmetros de solubilidade para evitar a precipitação de sais sobre as membranas (Isaias, 2001).

No pré-tratamento, há dois parâmetros que devem ser medidos, monitorados ou controlados, porque eles influenciam diretamente o desempenho da OI. Um parâmetro é o potencial de incrustação de cálcio, que envolve cálculos para determinar o grau de saturação do carbonato de cálcio ou o sulfato de cálcio através do Índice de Saturação de Langelier (ISL). O segundo parâmetro é o Índice de Densidade de Sedimentos (IDS), que envolve também, caracterizar o potencial de incrustação da água de alimentação (Mindler e Epstein, 1986).

Águas de subsolo estão geralmente biologicamente estabilizadas, ou seja, possuem baixa cargas de microorganismos formadores de biofilmes e baixa disponibilidade de compostos orgânicos utilizados por estes microorganismos. Estas águas podem ser bombeadas para o sistema de OI sem pré-tratamento, mas para garantir a operação segura do sistema pode-se fazer adição de anti-incrustantes, correção de pH e pré-filtração através de filtros de cartucho de 5µm (Schneider e Tsutiya, 2001).

A dessalinização de águas de superfície por OI depende do pré-tratamento da água de alimentação para remover microorganismos causadores de biofilmes e reduzir a quantidade de matéria orgânica disponível para o crescimento destes organismos nos canais de alimentação no interior dos módulos de membranas. A alta propensão de biofilmes das águas de superfície é evidenciada pelos altos valores dos índices de incrustação como IDS destas águas (Ebrahim et al., 1997). O ideal seria que a água bruta tivesse valores de IDS o mais baixo possível (<1). O pré-tratamento convencional mais comum, neste caso, é a coagulação/floculação/filtração rápida em filtros de areia ou de areia/antracito, seguida de filtração por pressão em filtros de areia fina (Taniguchi et al., 1997).

2.11.1 Índice Saturação de Langelier (ISL)

O Índice de Saturação de Langelier, também chamado de Índice de Estabilidade de Langelier, é utilizado para predizer a estabilidade de carbonato

de cálcio na água, ou seja, se a água precipitará, dissolverá ou estará em equilíbrio com carbonato de cálcio. Langelier desenvolveu um método a partir do pH, o qual a água se encontra saturada em carbonato de cálcio (chamado pHs). O ISL é definido pela diferença entre o pH atual e pH de saturação (pHs), conforme Equação 2.21.

Se o pH atual da água é abaixo do pHs, o ISL é negativo, isso implica que a água possui um potencial muito limitado de incrustação. Se o pH exceder o pHs, o ISL é positivo, esse fato condiz com uma água supersaturada com CaCO_3 , a qual possui tendência de formação de incrustação. À medida que o ISL aumenta positivamente, o potencial de formação de incrustações também aumenta.

Para determinar o ISL é necessário saber a alcalinidade total (mg/L como CaCO_3), a dureza em cálcio (mg/L Ca^{+2} como CaCO_3), sólidos totais dissolvidos (STD) e a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$). Com estes dados e ajuda das seguintes equações pode-se obter o valor de ISL (Mindler & Epstein, 1986).

$$ISL = pH - pHs \quad (2.21)$$

$$pHs = (9,3 + A + B)(C + D) \quad (2.22)$$

Onde:

$$A = (\log[STD] - 1) / 10$$

$$B = -13,12 * \log[^{\circ}C] + 273 + 34,55$$

$$C = \log[\text{Ca}^{+2} \text{ como } \text{CaCO}_3] - 0,4$$

$$D = \log[\text{alcalinidade como } \text{CaCO}_3]$$

2.11.2 Índice de Densidade de Sedimentos (IDS)

A tendência de bloqueio das membranas pode ser avaliada em testes específicos de determinação de índices de incrustação. O índice mais utilizado é o Índice de Densidade de Sedimentos (IDS) (França, 2007)

Em geral, os sistemas de OI que operam com fontes de água de alimentação com valores de IDS menores que 1 (um) funcionam por anos sem problemas, aqueles que operam com IDS menores que 3 (três) funcionam por meses sem necessidade de limpeza química das membranas. Entretanto, os sistemas que operam com fontes de água com valores de IDS entre 3 (três) e 5 (cinco) são limpos regularmente e considerados sistemas problemáticos. Valores de IDS acima de 5 (cinco) não são aceitáveis (Amjad, 1993).

O equipamento básico, conforme mostra Figura 2.16, consiste de um sistema de filtração pressurizada equipado com filtros de 0,45 μ m de porosidade e diâmetro de 47mm. A amostra deve ser filtrada a uma pressão de 30psig (2,1 kgf/cm²) (Taylor & Jacobs, 1996).

O IDS é calculado a partir de três intervalos de tempo: o primeiro intervalo (t_i) é o tempo necessário para a coleta dos primeiros 500 mL de permeado, o segundo intervalo (t_f) é o tempo necessário para a coleta dos últimos 500 mL de permeado. O terceiro intervalo de tempo (t_t) varia de 5, 10 ou 15 minutos e é o intervalo de tempo entre o término da coleta dos primeiros 500 mL de permeado e o início da coleta dos segundos 500 mL de permeado. O tempo padrão para o t_t é 15 minutos. O IDS é determinado através da Equação 2.23 (Taylor & Jacobs, 1996).

$$IDS = \frac{100 \left[1 - \left(\frac{t_i}{t_f} \right) \right]}{t_t} \quad (2.23)$$

O teste de IDS é um teste de *fouling* por filtração frontal. Esse teste não reflete com exatidão as condições de acúmulo de material em sistemas operados por filtração tangencial, ou em sistemas de filtração frontal com retrolavagem periódica da membrana. (Schneider & Tsutiya, 2001).

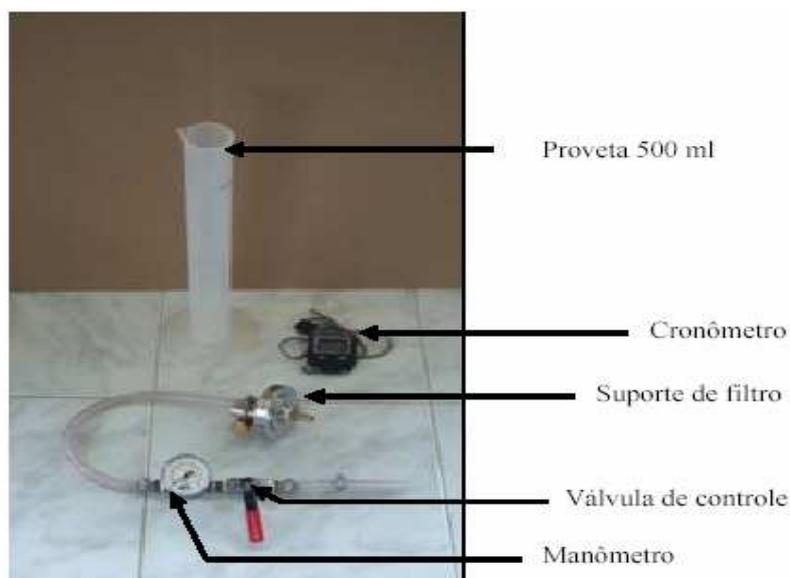


Figura 2.16: Equipamento básico para medida do IDS.

2.12 Controle de Incrustação

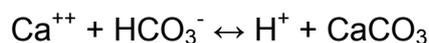
A incrustação (*Scaling*) de uma membrana de OI pode ocorrer quando os sais solúveis são concentrados dentro do elemento acima do seu limite de solubilidade. Por exemplo, se um sistema de OI operar com uma recuperação de 50%, a concentração do concentrado será o dobro da concentração na corrente da alimentação. 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. Esta tendência pode ser expressa pelo índice de saturação de Langelier (ISL) para águas salobras. No pH de saturação (pH_S), a água está em equilíbrio com o CaCO_3 (FilmTec, 1995).

2.12.1 Adição de Ácido

A maior parte das águas naturais de superfície e as águas terrestres são saturadas com relação ao CaCO_3 . A solubilidade do CaCO_3 depende do pH, como pode ser visto na equação seguinte:



Por adição do H^+ do ácido, o equilíbrio pode ser deslocado para o lado esquerdo a fim de manter o carbonato do cálcio dissolvido. O ácido sulfúrico é mais fácil de ser controlado e em muitos países mais disponível do que o ácido clorídrico, mas por outro lado, é adicionado sulfato na alimentação. Isto pode ser crítico com relação à incrustação do sulfato (FilmTec, 1995).

2.12.2 Adição de Inibidor de Incrustação

Os anti-incrustantes podem ser usados para controlar a incrustação do carbonato, do sulfato e do fluoreto de cálcio. Os inibidores de incrustação impedem um crescimento maior e uma precipitação dos cristais. O inibidor mais usado é o hexametáfosfato de sódio (SHMP). Deve-se ter o cuidado de se evitar a hidrólise de SHMP no tanque de dosagem da alimentação. A hidrólise diminui não somente a eficiência da inibição de incrustantes, mas cria também um risco de incrustação do fosfato de cálcio.

Os inibidores orgânicos poliméricos de incrustação são mais eficazes do que o SHMP. Entretanto, reações de precipitação podem ocorrer com polieletrólitos catiônico ou cátions multivalentes, por exemplo, alumínio ou ferro. Os produtos resultantes da resina são muito difíceis de remover dos elementos da membrana.

As taxas de dosagem devem satisfazer recomendação dos fabricantes de anti-incrustantes, uma superdosagem deve ser evitada. Em plantas de OI operando com água do mar com TDS na faixa de 35.000 mg/L, a incrustação não é um problema como em plantas de águas de poço, pois a recuperação das plantas da água do mar é limitada pela pressão osmótica do concentrado a

30-45%. Entretanto, por razões de segurança recomenda-se usar um inibidor de incrustação ao se operar acima de uma recuperação de 35% (FilmTec, 1995).

2.12.3 Filtração Multimeios (Filtro de Leito)

A remoção de partículas em suspensão e colóides (*Fouling*) em filtros multimeios está baseada na deposição na superfície dos grãos do filtro, quando a água passa através das camadas dos grãos do filtro. A qualidade do filtrado depende do tamanho dos grãos e da geometria dos sólidos suspensos e dos grãos do filtro, da análise da água e dos parâmetros operacionais.

Os meios mais comuns do filtro no tratamento de água são areia e antracinto. O tamanho do grão eficaz para o filtro de areia fino está na escala de 0,35 a 0,5 mm, e 0,7 a 0,8 mm para o filtro de antracinto. Na comparação para escolher os meios do filtro de areia, os meios duplos permitem maior penetração da matéria suspensa nas camadas de filtro, assim tendo por resultado uma filtração mais eficiente e um funcionamento mais longo entre o período de limpeza.

Durante a operação, a água a ser filtrada entra no alto do filtro, filtra-se através das camadas de filtro, e é extraída através do sistema coletor no fundo. Periodicamente, quando o aumento da pressão diferencial entre a entrada e a saída do filtro é 4 a 9 psi (0,28 a 0,63 kgf/cm²), o filtro é lavado e retirada toda a matéria depositada (FilmTec, 1995).

2.12.4 Filtro de Cartucho

Um pré-tratamento mínimo requerido para sistemas de OI é um filtro de cartucho com um tamanho de poro menor que 10µm. É um dispositivo de segurança para proteger as membranas e a bomba de alta pressão das partículas em suspensão. Geralmente é a última etapa de uma seqüência de pré-tratamento. A área filtrante deve ser dimensionado para atender a demanda do projeto.

Os filtros de cartucho devem ser confeccionados de um material não degradável sintético, por exemplo, nylon ou polipropileno. As inspeções regulares dos cartuchos usados fornecem informações úteis a respeito dos riscos de sujar os elementos de membranas. Se a diferença de pressão através dos filtros aumentar rapidamente, é uma indicação de problemas possivelmente na fonte da água de alimentação ou no processo de pré-tratamento. Os filtros fornecem um grau de proteção em curto prazo para as membranas (FilmTec, 1995).

2.12.5 Controle do *Biofouling*

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 para minimizar os efeitos do *biofouling*;
- 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 microorganismos da água de alimentação e a diminuição da matéria orgânica disponível para o crescimento dos microorganismos. A seleção de membranas deve ser feita especificamente para a água que será tratada (Schneider & Tsutiya, 2001).

2.13 Limpeza Química

Um programa de limpeza química integraliza a operação do sistema. As impurezas (*fouling*) ocorrem lentamente, tornando-as imperceptível ao desempenho do sistema. O fato de vários tipos de minúsculas incrustações se depositarem em função do tempo, ocorre uma degradação e uma diminuição do desempenho da membrana. Eventualmente, a remoção destas impurezas se torna irreversível levando a substituição dos elementos de membrana (França, 2007).

A limpeza da membrana é essencial para manter a eficiência do sistema de osmose inversa operando dentro dos padrões estabelecidos em função da qualidade da água de alimentação. Devido à variedade de impurezas (*fouling*), a limpeza química é uma das etapas mais importante e complexa de um sistema de membranas (França, 2007).

A análise da água de alimentação é o ponto de partida para estudar e determinar o pré-tratamento do sistema e conseqüentemente caracterizarem os tipos de depósitos que podem bloquear a porosidade da membrana. Uma vez identificado à magnitude e tipo de depósitos, o produto de limpeza é requerido para recuperar o desempenho do sistema. Em casos, aonde as análises revelam uma variedade de incrustantes, um produto químico tradicional não é suficiente. Por exemplo: produto ácido apresenta um efeito limitado sobre areia, argila e matéria biológica; produto alcalino não dissolve incrustações de dureza. A literatura apresenta uma gama de produtos para limpeza química de membranas. Todavia, as empresas que também fabricam membranas possuem seus próprios produtos, os quais se encontram disponíveis no mercado (França, 2007).

Os principais fatores que devem ser considerados em um programa de limpeza química são os seguintes:

- Equipamento de limpeza química (ou sistema incorporado no dessalinizador)
- Produto(s) químico(s) e tipo de membrana compatível
- Identificação dos depósitos (*fouling*)
- Freqüência de limpeza

- Duração da limpeza
- Concentração dos produtos químicos utilizados na limpeza
- Temperatura da limpeza
- Recuperação e reuso dos produtos químicos
- Neutralização e descarte dos produtos químicos

Capítulo III

Materiais e Métodos

Este capítulo trata da descrição dos materiais, métodos e equipamentos utilizados na parte experimental deste trabalho.

Inicialmente fez-se necessário a visita técnica no local a título de conhecimento do sistema e coleta de amostras de água do poço para realização das análises físico-química e microbiológica.

3.1 Características do Sistema de Dessalinização da Comunidade do Marinho

O sistema de dessalinização monitorado, mostrado na Figura 3.1, é composto pelos seguintes itens:

- Estrutura metálica;
- Dois tanques de fibra de vidro um para água bruta e outro para água potável conforme mostra as Figuras 3.2 e 3.3 respectivamente;
- Bomba de alta pressão de 1.5 CV monofásico;
- Bomba de limpeza química de ½ CV;
- Bomba de auxílio ¼ de CV;
- Tanque de limpeza química de 60 litros;
- Três elementos de membranas de poliamida BW 4040;
- Pré-tratamento físico composto de três filtros de acetato de celulose de 5 μ (Figura 3.5) e uma membrana de microfiltração na forma de fibras ocas com porosidade na superfície externa das fibras de 0,7 a 0,9 micrometro, desenvolvida pela COPPE-UFRJ (Figura 3.6);
- Pré-tratamento químico composto de um tanque de 50L e uma bomba dosadora da solução anti-incrustante do tipo diafragma da marca Perene;
- Válvulas e tubulações de alta e baixa pressão.



Figura 3.1: Sistema de OI monitorado



Figura 3.2: Tanque da água de alimentação

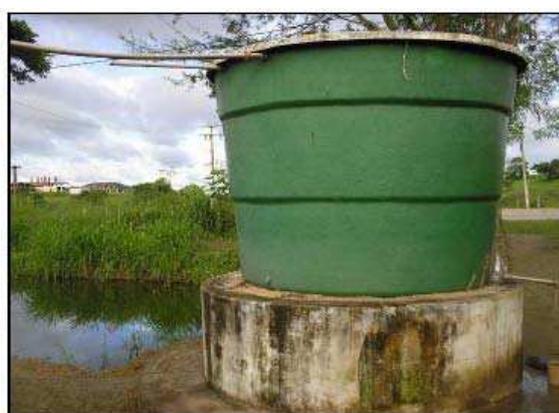


Figura 3.3: Tanque de água potável ou chafariz



Figura 3.4: Lago onde é descartado o concentrado



Figura 3.5: Módulo dos cartuchos de acetato de celulose de 5 μ m



Figura 3.6: Módulo de membranas de microfiltração



Figura 3.7: Bomba do poço



Figura 3.8: Esgotos domésticos descartados próximo ao poço



Figura 3.9: Abrigo do dessalinizador

3.2 Diagrama do Sistema Monitorado

O sistema monitorado segue o diagrama, conforme Figura 3.10.

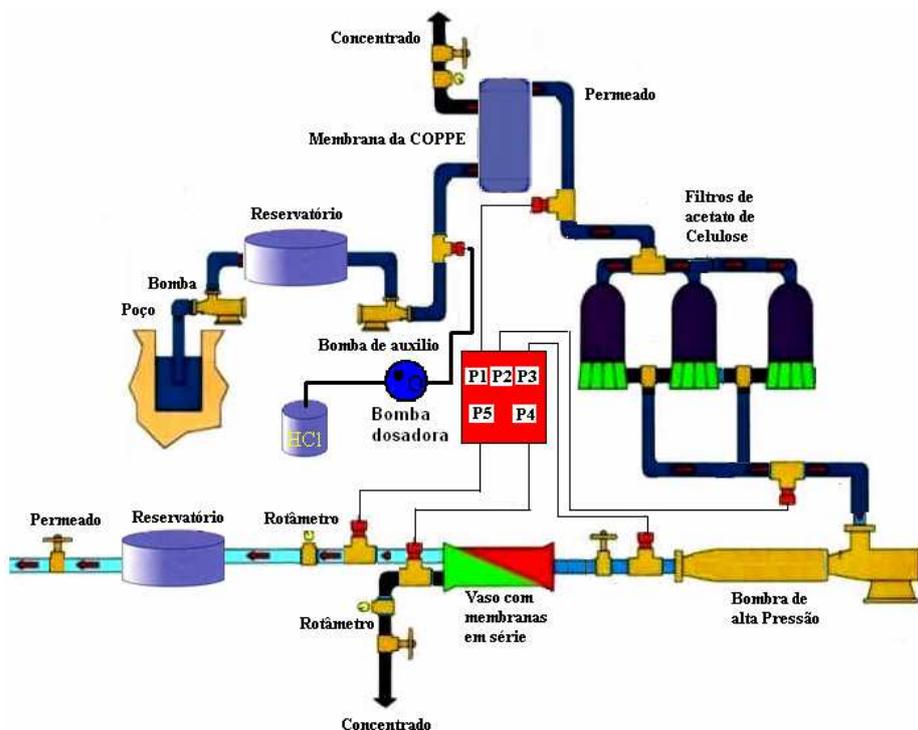


Figura 3.10: Diagrama do Sistema Monitorado da Comunidade do Marinho-PB

3.3 Metodologia aplicada

De acordo com os resultados das análises preliminares, conforme Anexo A, foi observado que a água de alimentação do sistema (poço tubular) possui altos teores de sais dissolvidos e também uma contaminação de caráter microbiológico.

A partir daí, decidiu-se colocar a membrana de microfiltração como um pré-tratamento físico antes do sistema de dessalinização, visando remover estes contaminantes e livrar as membranas de OI.

Com o objetivo de monitorar o desempenho dos diferentes tipos de anti-incrustantes aplicados no sistema, foi sugerida a seguinte metodologia:

1. Inicialmente fez-se uma limpeza química com HCl e NaOH, tanto na membrana de microfiltração como na de OI, com o objetivo de remover incrustações e possíveis contaminações orgânicas;
2. Com a implantação da membrana de microfiltração como pré-tratamento físico, o sistema de dessalinização ficou sendo alimentado pelo permeado da mesma.
3. Após limpeza, o sistema começou a operar sem a utilização de nenhum tipo de pré-tratamento químico, apenas com o sistema de pré-tratamento físico;
4. O monitoramento desta etapa do trabalho foi realizado durante um período de 50 dias, resultando na realização de quatro bateladas com duas horas de operação no intervalo de 15 em 15 dias;
5. Nova limpeza química foi realizada para iniciar o monitoramento utilizado *Flocon 100* como pré-tratamento químico;
6. Realização de monitoramento e coleta de amostras, conforme item 4;
7. Limpeza química para iniciar o pré-tratamento químico com HCl;
8. Realização de monitoramento e coleta de amostras, conforme item 4;
9. Limpeza química para iniciar o pré-tratamento químico com *Flocon 100* + HCl;
10. Realização de monitoramento e coleta de amostras, conforme item 4;

3.3.1 Monitoramento

O monitoramento foi realizado com auxílio dos seguintes parâmetros:

- Pressões de entrada e saída do sistema;
- Vazão do permeado e concentrado;
- Condutividade elétrica da alimentação, permeado e concentrado;
- TDS da alimentação, permeado e concentrado;
- pH da alimentação, permeado e concentrado;
- IDS da alimentação;
- Temperatura da corrente de alimentação;
- Análise físico-química da alimentação, permeado e concentrado, antes e após o pré-tratamento.

As análises físico-químicas, conforme Anexo A, das amostras de águas de alimentação, permeado e concentrado, coletadas durante os experimentos, foram realizadas no Laboratório de Referência em Dessalinização - LABDES obedecendo ao *The Standard Methods* (Clesceri, 1998). As outras variáveis de medida como pressão, vazão, recuperação e IDS foram coletadas no decorrer dos experimentos. A partir destes parâmetros foi possível avaliar o desempenho dos elementos de membranas em função do tipo de pré-tratamento aplicado ao sistema.

3.3.2 Análises Físico-Químicas

A qualidade de determinada água é avaliada por um conjunto de parâmetros determinados por uma série de análise físicas, químicas e biológicas.

Os principais parâmetros que foram analisados são os seguintes:

- Cátions: K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Ba^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} e Mn^{+2}
- Ânions: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{-2} e PO_4^{-3}
- Colóides: SiO_2 (tot) e Fe (tot).

- Temperatura
- Condutividade elétrica
- Potencial hidrogeniônico
- Sólidos totais dissolvidos
- Turbidez
- Alcalinidade total e alcalinidade devido a carbonatos
- Dureza total
- Outros: cheiro, cor, etc.

3.3.3 Produtos Químicos Utilizados no Pré-tratamento

- Ácido clorídrico (HCl) (Chemco P.A.);
- Hidróxido de Sódio (NaOH) (Quimex P.A.);
- *Flocon* 100 (Biolab), conforme boletim técnico no Anexo I;
- Água deionizada.

3.3.4 Equipamentos de Apoio

- pHmetro digital da HANNA INSTRUMENTS;
- Condutímetro – 600 ANALYSER;
- Cronômetro.

Após a realização das bateladas e analisados os dados obtidos no monitoramento do sistema, pode-se observar que os resultados não foram satisfatórios para evitar a formação de incrustações na superfície das membranas. A partir desta avaliação, decidiu-se realizar um esquema de bancada para estudar a real dosagem das soluções anti-incrustantes.

3.3.5 Esquema de bancada

O esquema de bancada montado no LABDES, conforme mostra as Figuras 3.11 e 3.12, era composto por:

- Bureta de 50 mL mais suporte;

- Becker de 1000 mL;
- Agitador;
- pHmetro digital da HANNA INSTRUMENTS;
- Soluções de HCl com pH`s iguais a 4,0; 3,0; 2,0; 1,5 e 1,0;
- Concentrações das soluções de Flocon-100 foram as seguintes: 25mL de flocon para 25L de água; 50mL de flocon para 25L de água; 75mL de flocon para 50L de água; 125mL de flocon para 50L de água.

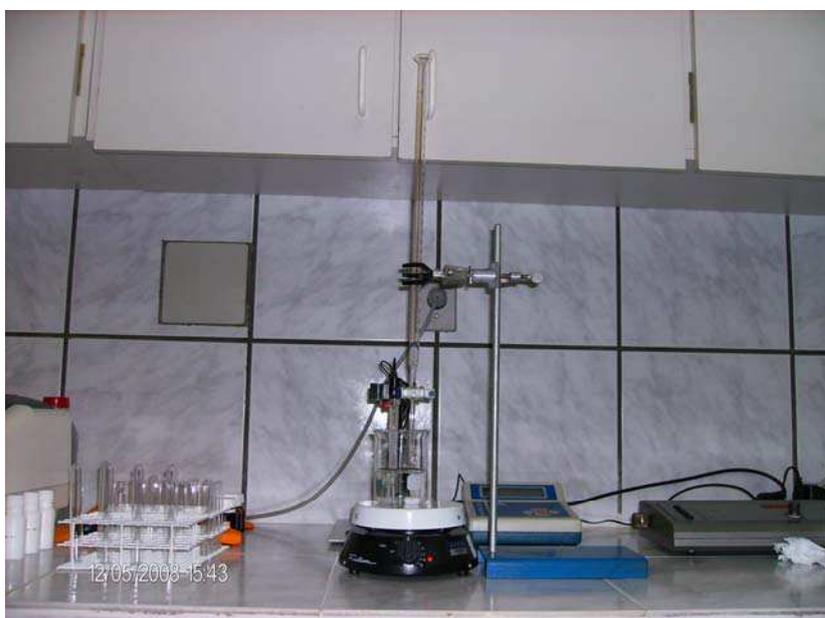


Figura 3.11: Sistema de variação do pH para o HCl e/ou Flocon 100



Figura 3.12: Sistema de variação do pH para o HCl e/ou Flocon 100

3.3.6 Ensaio no campo

Finalizados os testes laboratoriais, se fez necessário observar o comportamento do sistema de dessalinização quando submetido às diferentes concentrações das soluções anti-incrustantes em estudo.

Foram feitas varias bateladas variando o pré-tratamento químico e suas concentrações, conforme esquema de bancada, e análises físico-química das amostras coletadas.

3.3.7 Simulações

Com o intuito de comparar os resultados experimentais, foi utilizado o simulador de membranas da Filmtec Reverse Osmosis System Analysis (ROSA), para fazer algumas simulações, conforme Anexo G, as quais foram comparadas aos dados obtidos experimentalmente no campo.

Capítulo IV

Resultados e Discussão

Neste capítulo serão avaliados e discutidos os resultados obtidos na fase experimental desta pesquisa, considerando uma vazão constante durante o processo de operação de 9,0 L/min. para o permeado e 10,0 L/min. para o concentrado.

As tabelas referentes às figuras do corpo do capítulo encontram-se nos Anexos A a J.

4.1 Comportamento do IDS versus pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho

Os resultados apresentados neste item tratam-se dos valores obtidos “in loco”, de acordo como equipamento se encontra operando.

O IDS é um dos parâmetros mais importantes para avaliar o potencial de “fouling” (incrustações de natureza mineral e orgânica) na água. É conhecido como um dos parâmetros fundamentais para projetos de sistemas de dessalinização.

De acordo com a literatura o IDS depende de vários parâmetros como membrana (tipo de filtro), turbidez, e pH da água (Hasson et. al, 2008).

Para sistemas de dessalinização de OI com IDS < 1,0 pode operar por vários anos sem problemas. Quando o IDS <3 os sistemas operam por um período inferior a um ano. Enquanto que para IDS >3 e IDS <5 são sistemas que estão sempre necessitando de limpeza química. Já para águas com IDS > 5 estas não são aceitas para o processo de membranas (Amjad, 1993).

Os valores médios do IDS a cada 15 dias obtidos “in loco”, durante dois meses, para cada pré-tratamento químico aplicado estão apresentados na Figura 4.1. O Anexo H mostra o Quadro 4.1 do IDS para cada pré-tratamento estudado.

A Figura 4.1 mostra que IDS diminuiu e em seguida tende a aumentar em função do pré-tratamento aplicado. Observa-se que o valor IDS do Flocon foi o

menor quando comparado com os demais tratamentos. Sabe-se que cada tipo de pré-tratamento surte efeitos, devidos às reações químicas que cada um pode causar. Formando assim complexos e/ou precipitados que ora possam ser retidos pelos filtros de 5 μm .

Um dos parâmetros que também pode contribuir para explicar as variações do IDS da Figura 4.1 é que a diferença de porosidade dos filtros é bastante significativa. O filtro que retém as substâncias em suspensão do IDS é de 0,45 μm , enquanto que os filtros de cartuchos possui uma porosidade na ordem de 5 μm . Outro ponto importante é que os filtros de cartucho não foram trocados, ao longo de oito meses de uso, logo há uma tendência natural dos mesmos perderem sua eficiência, levando o IDS a aumentar com o tempo.

Mesmo com essa peculiaridade de diferença de porosidades dos filtros, os valores dos IDS do sistema se encontram abaixo de um, os quais, de acordo com a literatura não comprometem numa formação de incrustantes, em pouco espaço de tempo, na superfície das membranas.

Esses valores abaixo de um pode ser explicado devido à presença da membrana de microfiltração se encontrar antes dos filtros de cartucho. Teria sido interessante se o IDS fosse medido antes das membranas de microfiltração para estudar o quanto de sedimentos podem as membranas estarem filtrando durante o processo.

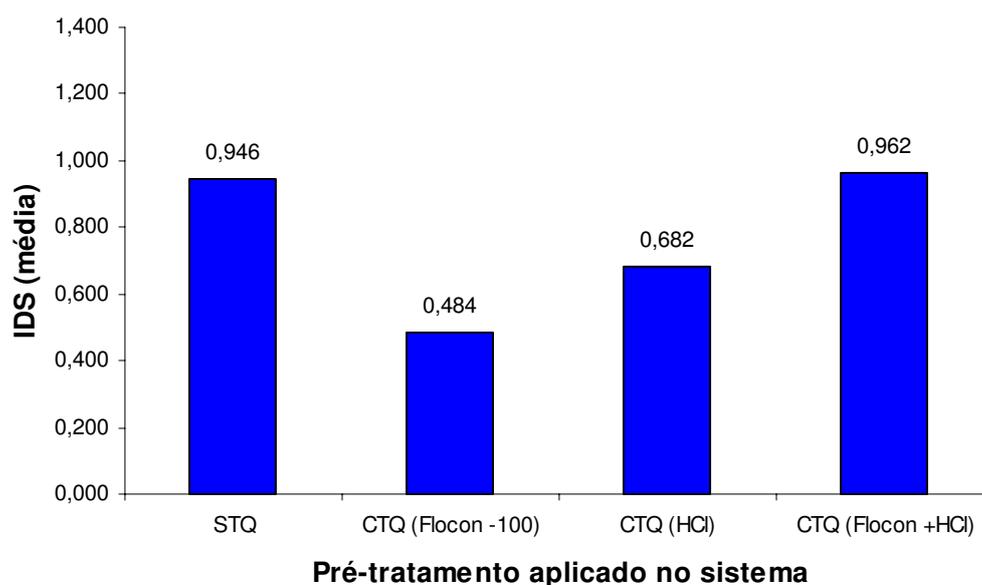


Figura 4.1: Variação do IDS versus o pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema.

4.2 Comportamento do ISL versus pré-tratamento aplicado na corrente de alimentação do sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho

Nas Tabelas 4.1.1 a 4.1.12, conforme mostra o Anexo C, encontram-se confrontados os valores das bateladas com as soluções anti-incrustantes com diferentes concentrações de Flocon-100; HCl; Flocon-100 + HCl aplicados no sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho-PB.

Observa-se que nas Figuras 4.2 e 4.3 na corrente do concentrado os ISL foram positivos, com valores até superior ao da média sem tratamento químico nas correntes da alimentação e concentrado respectivamente.

Esse fato mostra que a quantidade dos produtos que a operadora do sistema usa não é suficiente para diminuir o valor do ISL.

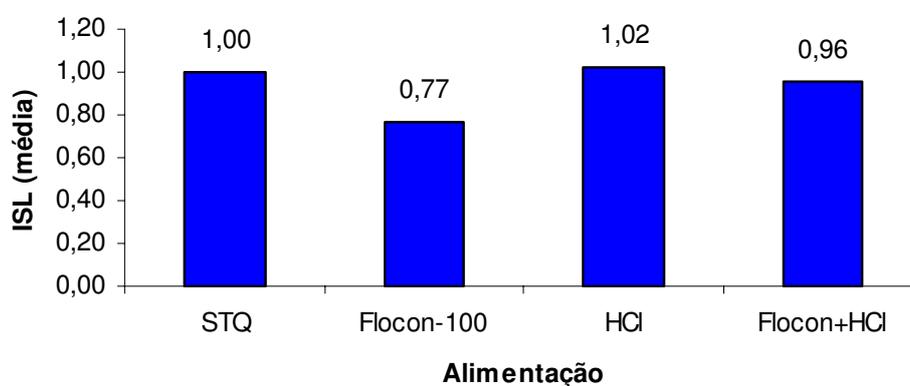


Figura 4.2: Variação do ISL para a alimentação do sistema de dessalinização da comunidade do Marinho-PB em função do pré-tratamento químico aplicado.

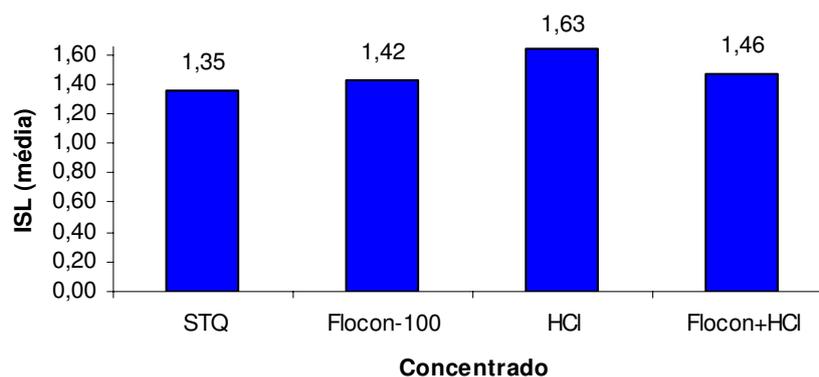


Figura 4.3: Variação do ISL para o concentrado do sistema de dessalinização da comunidade do Marinho-PB em função do pré-tratamento químico aplicado.

O Anexo J mostra o quadro correspondente dos valores do ISL de cada tratamento químico, de onde foi obtido as médias, as quais estão apresentadas nas figuras acima.

Após analisar todos os dados decidiu-se pela troca das membranas de osmose inversa, devido o alto grau de contaminação já existente. Os resultados das análises microbiológicas, conforme mostra o Anexo B, a água de alimentação do sistema possuía um grau elevado de contaminação com coliformes totais e fecais.

4.3 Comparação dos valores antes e após troca de membranas de OI

Após a troca das membranas, se fez necessário realizar uma limpeza química na membrana de microfiltração, com o intuito de livrar as novas membranas de contaminantes.

A partir deste ponto, aplicaram-se os pré-tratamentos mencionados anteriormente. As análises físico-químicas referente a essa etapa se encontram nas Tabelas 4.2.1 a 4.2.8, conforme mostra o Anexo D. De acordo com os dados das análises, observou-se que a variação iônica para antes e depois da troca das membranas de OI não foi significativa para mesma quantidade dosada dos anti-incrustantes.

Esse fato pode ser representado pelo comportamento do ISL, conforme mostra a Figura 4.4. Os valores dos ISL continuaram sendo positivos tanto para a corrente da alimentação quanto para a do concentrado.

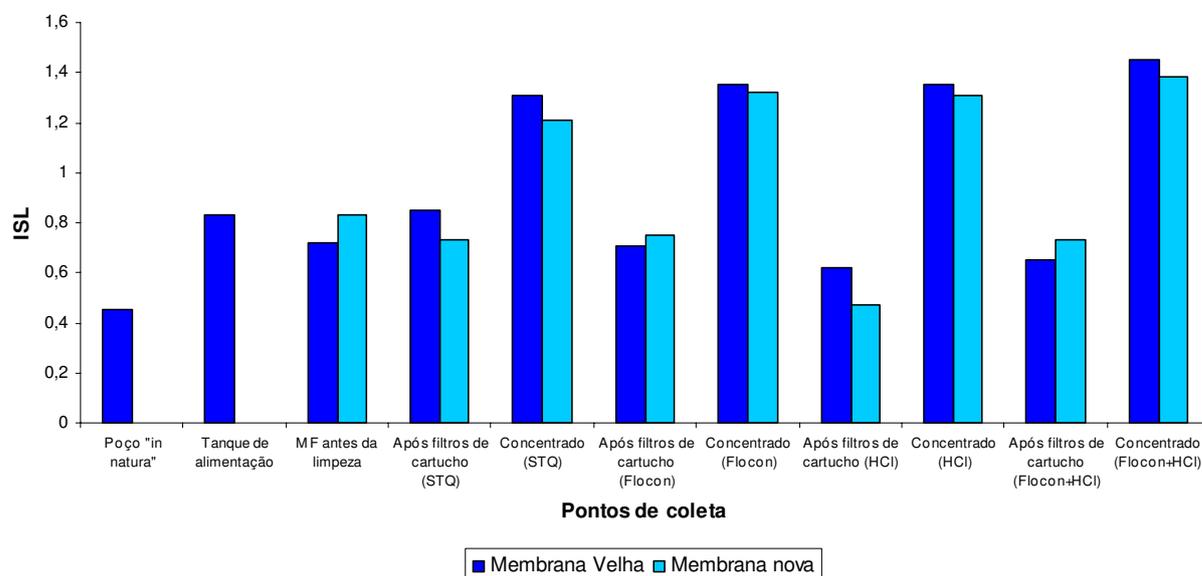


Figura 4.4: Variação do ISL em função da troca das membranas de OI

Nas Figuras 4.5 a 4.16, referentes às membranas antigas e novas, apresentam os perfis das concentrações do permeado do concentrado STQ e CTQ.

A quantidade dosada no sistema foi a seguinte: para a concentração de HCl de 0,001 M (pH igual a 3,0) e a solução de Flocon 100 calculado pelo "software flowdose" foi tomado 50 mL de Flocon dissolvido em 50 litros de água. A dosagem para ambos foi de 0,3 mL/min. na corrente de alimentação, antes dos filtros de cartuchos.

Observou-se que a variação das concentrações iônicas das duas correntes (permeado e concentrado) variou muito pouco em relação às duas situações (STQ e CTQ) em relação ao tempo útil das membranas.

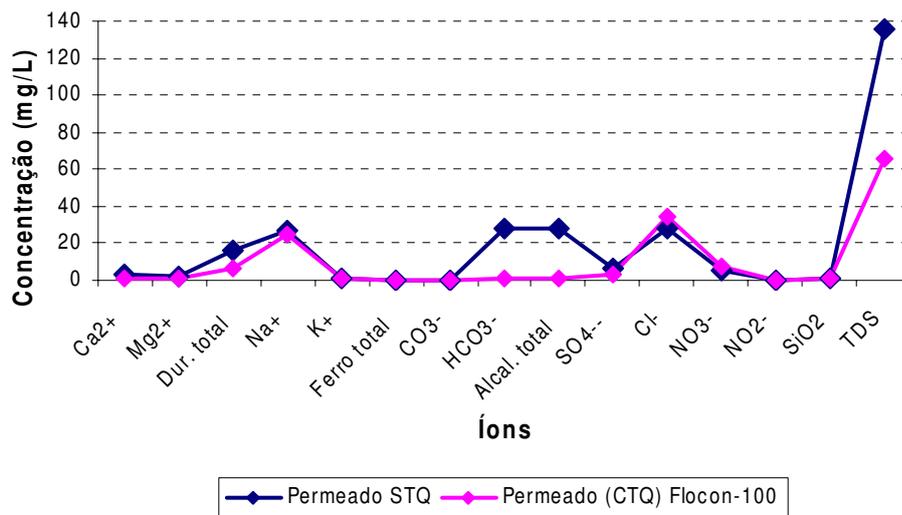


Figura 4.5: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana antiga.

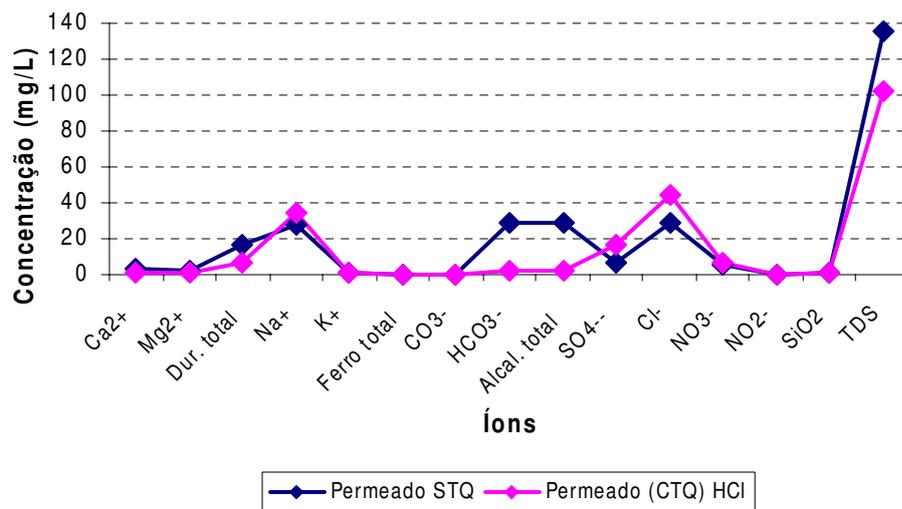


Figura 4.6: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (HCl) com a membrana antiga

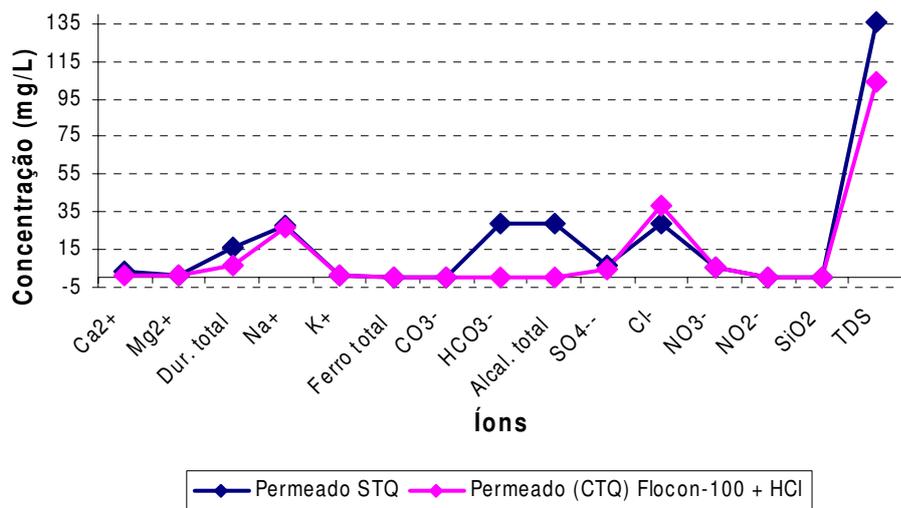


Figura 4.7: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana antiga

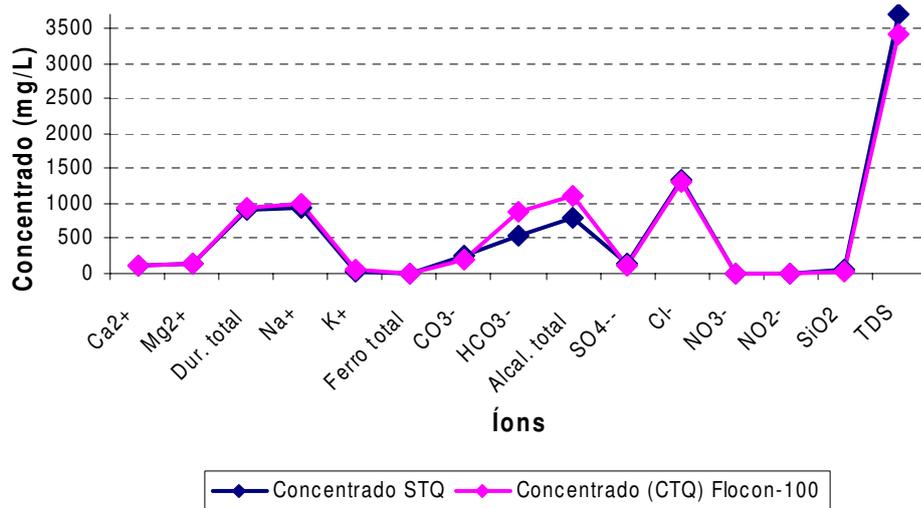


Figura 4.8: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana antiga

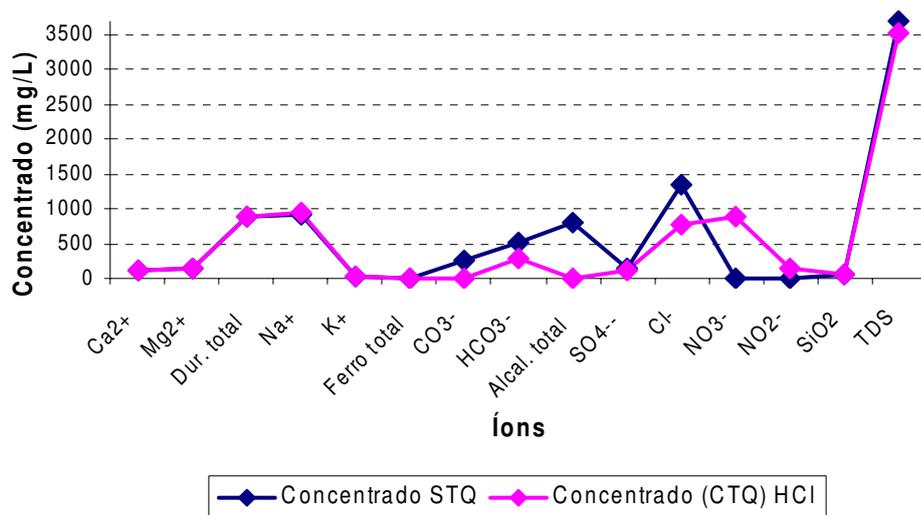


Figura 4.9: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (HCl) com a membrana antiga

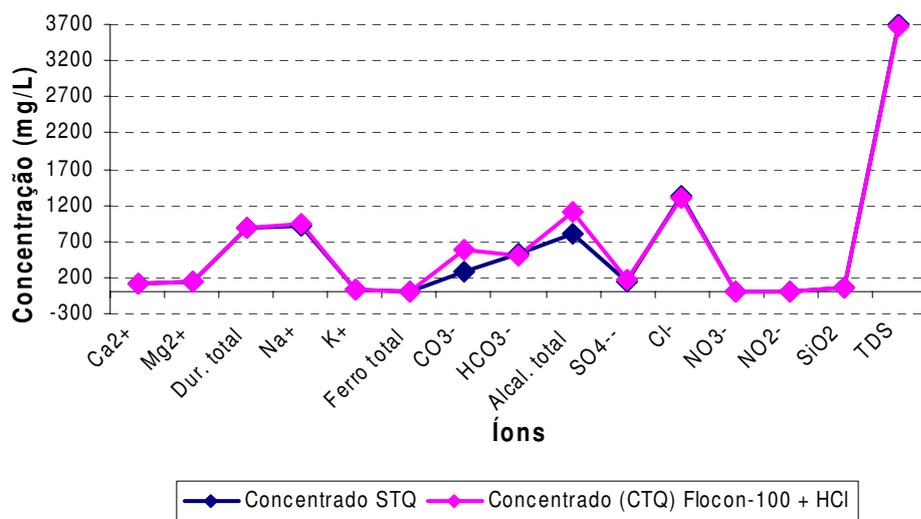


Figura 4.10: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon + HCl) com a membrana antiga

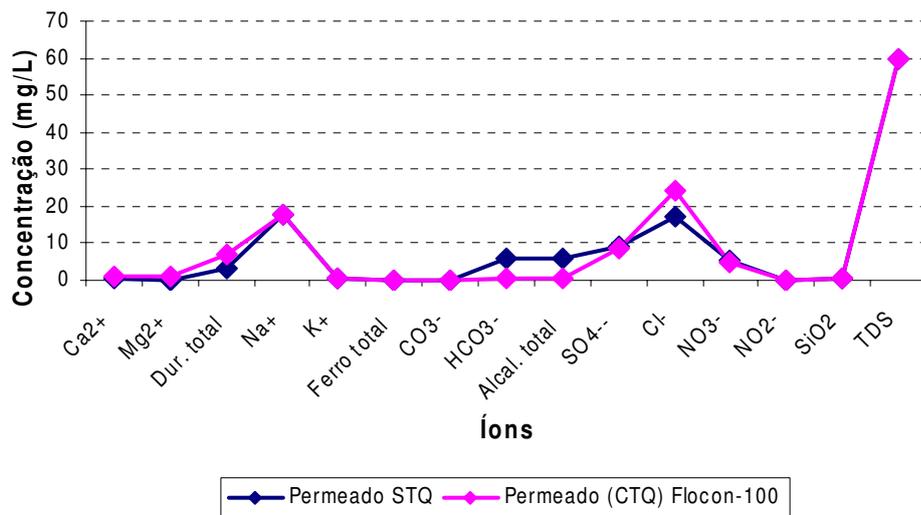


Figura 4.11: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana nova

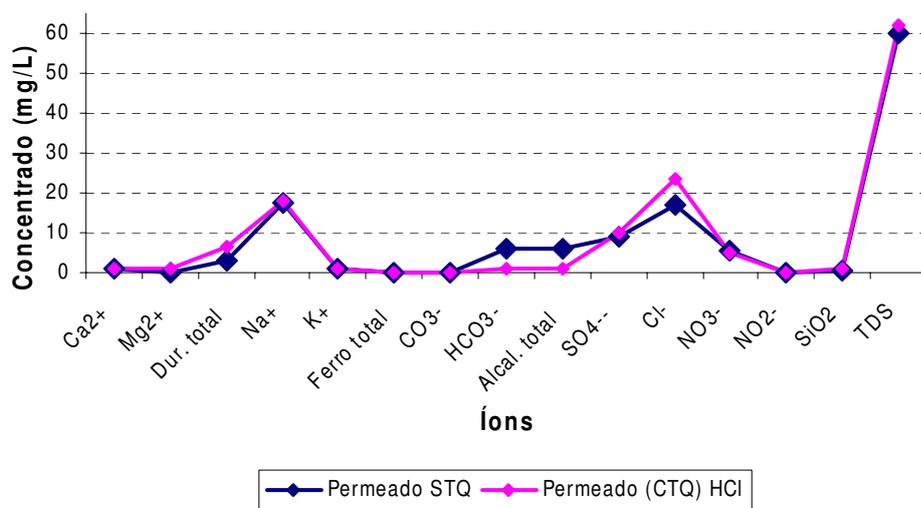


Figura 4.12: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (HCl) com a membrana nova

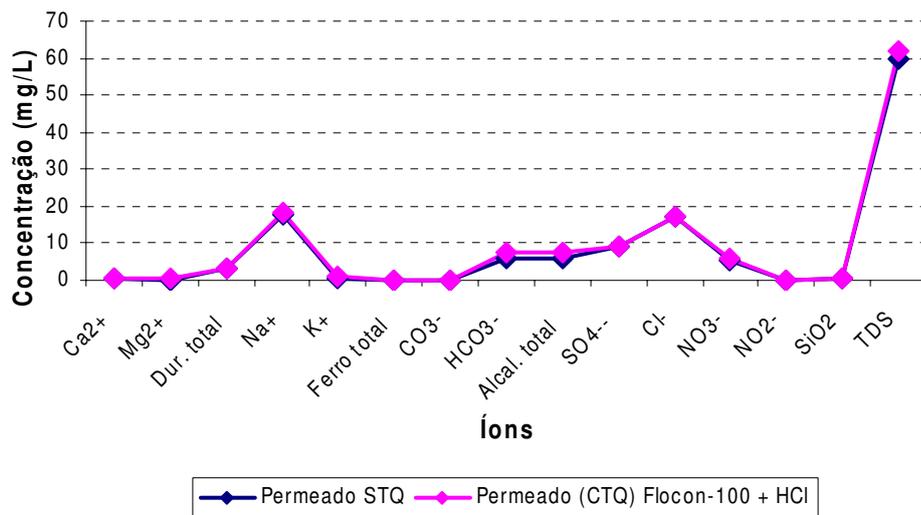


Figura 4.13: Perfil das concentrações do permeado STQ e CTQ (Flocon 100 + HCl) com a membrana nova

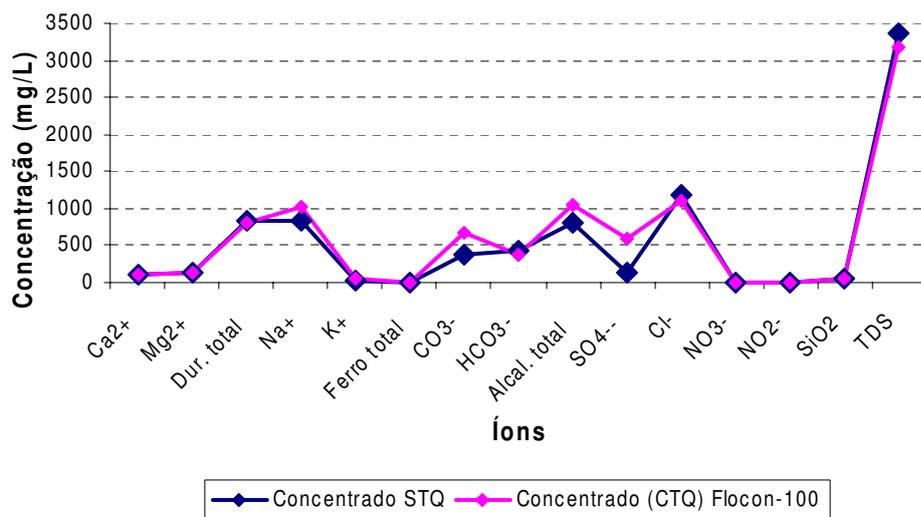


Figura 4.14: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon 100) com a membrana nova

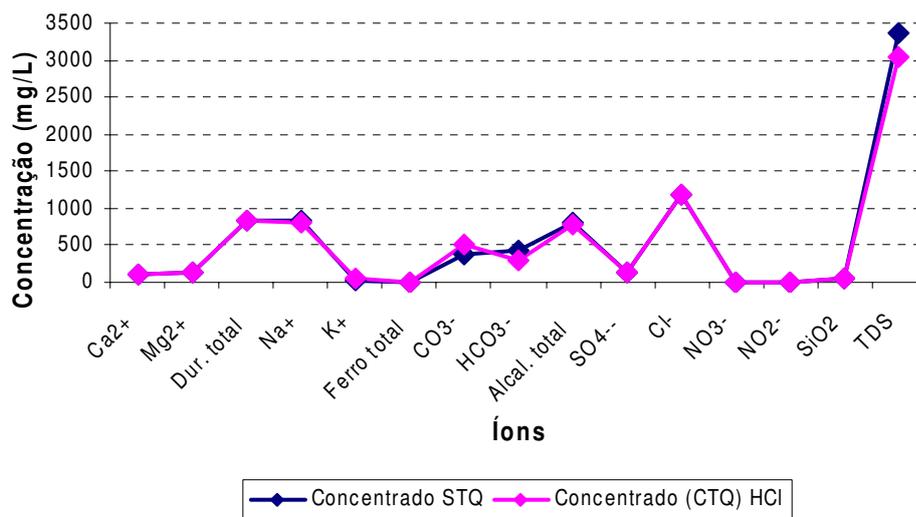


Figura 4.15: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (HCl) com a membrana nova

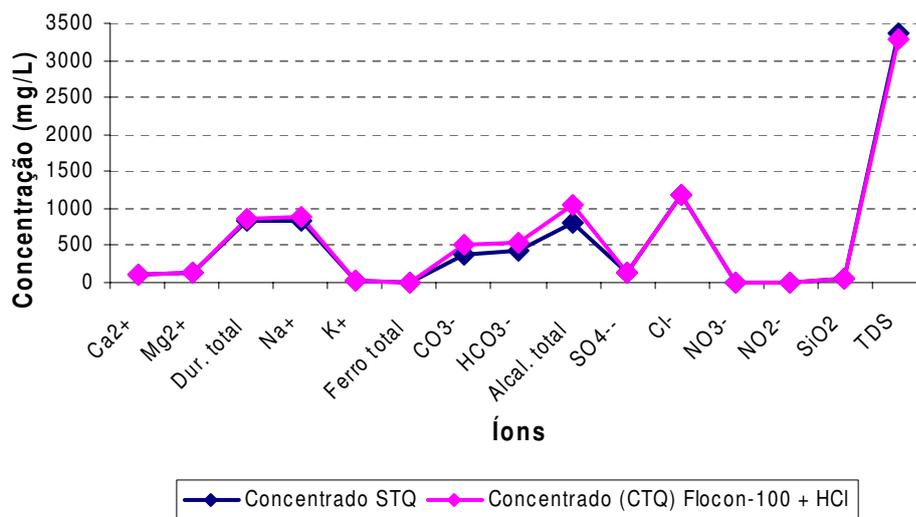


Figura 4.16: Perfil das concentrações do concentrado STQ e CTQ (Flocon 100 + HCl) com a membrana nova

Analisando os perfis das concentrações das duas correntes estudadas STQ e CTQ para as membranas antigas e novas, foi observado que a corrente do concentrado sofreu uma variação na concentração iônica, a respeito da alcalinidade total, quando foi usado os tratamentos químicos com HCl e Flocon separadamente. Quando os dois foram usados “simultaneamente” essa variação foi insignificante. Para a corrente do concentrado esse efeito foi

somente observado para o uso de HCl e Flocon, quando o sistema estava operando com membranas antigas.

Em resumo essa diferença de concentrações a respeito da alcalinidade esta relacionada com as reações de HCl com os carbonato de cálcio presente no meio, favorecendo no aumento da concentração de íons de bicarbonato, conforme mostram as reações 4.1 a 4.3. O fato das concentrações dos anti-incrustantes não surtirem efeitos significativos os ISL para as correntes se mantiveram positivos.

O Flocon 100 utilizado na pesquisa é uma solução aquosa de ácido policarboxílico que tem o papel de controlar a deposição dos seguintes compostos: CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 e CaF_2 , conforme mostra o boletim técnico no Anexo I. Por se tratar de um ácido e que a concentração de carbonato de cálcio na água do poço é considerável o mecanismo de reações leva a formação de gás carbônico dissolvido e conseqüentemente a alcalinidade aumenta no meio.

Para esses experimentos foi observado que as concentrações mencionadas acima tanto para o HCl quanto para o Flocon não foram suficiente para minimizar o ISL.

4.4 Efeito da variação das concentrações das soluções anti-incrustantes através de esquema de bancada

Para estudar a dosagem química do HCl e Flocon se fez necessário montar uma esquema de bancada fazendo uso da água “in natura”.

A variação do pH em função do volume adicionado para um litro da água “in natura” encontra-se representado pela Figura 4.17. Observa-se que as soluções de pH's 4,0, 3,0 e 2,0 a variação do pH apresenta-se linear para os 90mL adicionados. No entanto, para os pH's 1,5 e 1,0 observou-se que houve uma diminuição brusca em 30 e 10mL da solução adicionada.

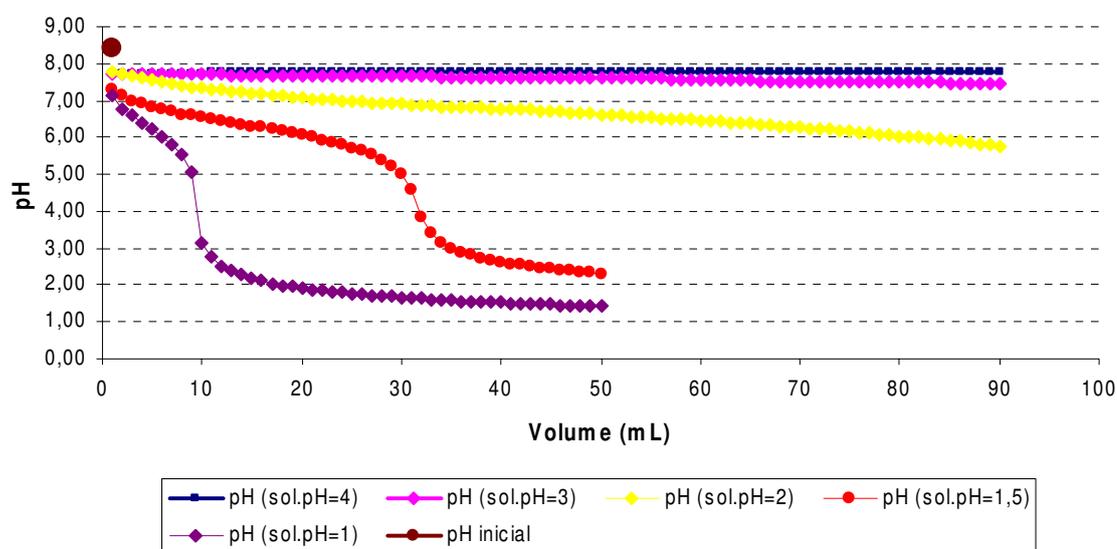


Figura 4.17: O perfil do pH em função da dosagem das soluções de HCl de pH de 1,0 a 4,0.

Sabe-se que o pH neutro para o processo de dessalinização via OI leva o pH a uma faixa de 5,0 a 6,5 para o permeado e acima de 7,0 para o concentrado, de acordo com o simulador de membrana reverse osmosis system analysis (Anexo G).

De acordo com o comportamento das curvas da variação do pH 2, 3 e 4 em função do volume de HCl se obteve as equações das curvas, conforme mostra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Equações e consumo das soluções de HCl para atingir um pH=6,5.

pH da solução de HCl	Equação	Consumo de HCl (mL)
4,0	$Y=0,0005x+7,7474$	----
3,0	$y=-0,0028x+7,7297$	439,2
2,0	$Y=-0,0187x+7,531$	55,1

A Tabela 4.3 apresenta também o consumo de ácido clorídrico para se atingir um pH igual a 6,5.

Esses perfis de pH versus volume de solução de HCl consumido mostra a viabilidade econômica do pré-tratamento químico com ácido para a água “*in natura*” em estudo.

No sistema de dessalinização também foram realizados experimentos com os respectivos pH's mencionados acima, conforme mostra Figura 4.18.

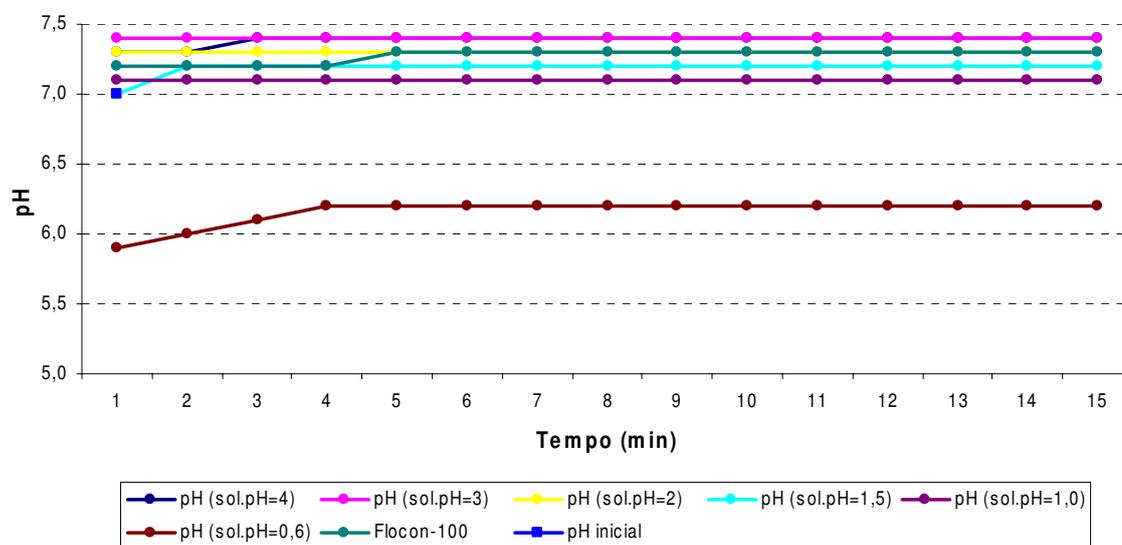


Figura 4.18: Variação do pH em função do volume de solução de HCl consumido.

Observou-se que as variações do pH não se mostraram exatamente como na Figura 4.17. Todavia, para uma diminuição de um pH 8,0 para 7,0, conforme comentado, o processo de dessalinização dar-se-a satisfatoriamente.

4.5 Perfil das concentrações iônicas dos valores experimentais versus os valores simulados a partir do esquema de bancada

A Figura 4.19 apresenta a variação da concentração dos íons presentes na corrente de alimentação após os filtros de cartuchos STQ e CTQ, para valores simulados e experimentais, o qual foi utilizado soluções de ácido clorídrico de pHs de 2,0; 1,5 e 0,6.

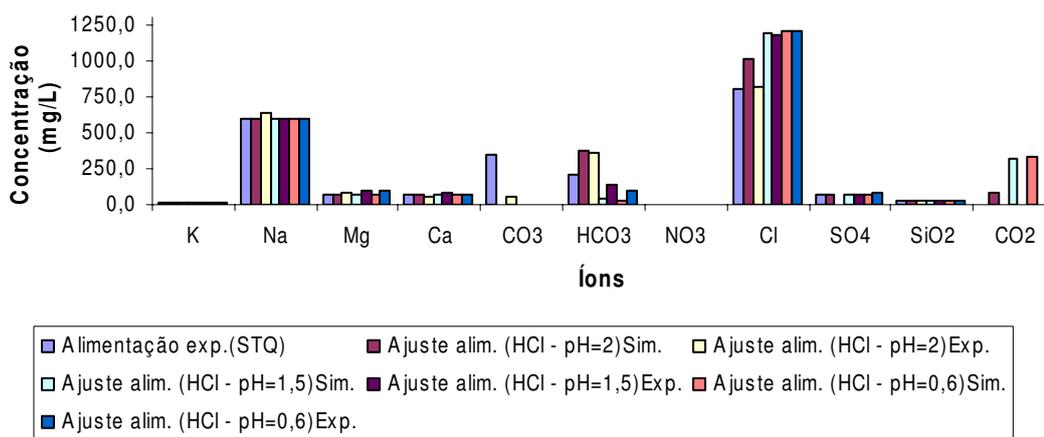
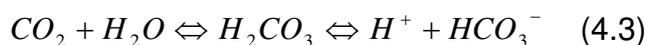
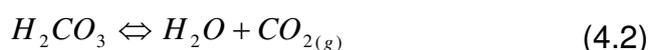
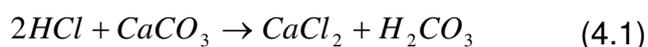


Figura 4.19: Variação da concentração dos íons presentes na corrente de alimentação após filtros de cartucho STQ e CTQ, simulados e experimentais.

Esse estudo foi realizado no sistema de dessalinização da Comunidade do Marinho, visando estudar o efeito da concentração do ácido clorídrico na corrente de alimentação do sistema. Observa-se que a adição de ácido clorídrico durante o processo, tende a dissolução do carbonato de cálcio e magnésio presentes no meio. A consequência desta reação promove a formação do ácido carbônico, conforme mostra as reações abaixo:



Com a presença do ácido carbônico pode ocorrer a formação de bicarbonato, através de sua reação com a dureza da água, conforme reações abaixo:



A forma que a solução de ácido clorídrico é injetada durante o processo não oferece condições de quantificar o quanto de ácido clorídrico reagiu com os íons de cálcio e magnésio. Os valores das concentrações de cálcio e magnésio que aparecem na Figura 4.19 são praticamente as mesmas para diferentes pHs.

Observa-se que a concentração de íons de carbonatos diminui à medida que a concentração de íons H^+ (do ácido clorídrico) é adicionada na corrente de alimentação do sistema. Por outro lado há uma tendência da concentração iônica do bicarbonato também diminuir com a adição de H^+ (do ácido clorídrico) e conseqüentemente a formação de CO_2 na corrente de alimentação. Esse fato foi observado com os valores obtidos nas simulações, conforme Anexo E.

As Figuras 4.20 a 4.25 apresentam os perfis das concentrações iônicas da alimentação, do permeado e do concentrado para as soluções de HCl estudadas como pré-tratamento para o processo simulados com ROSA e os dados obtidos experimentalmente no campo.

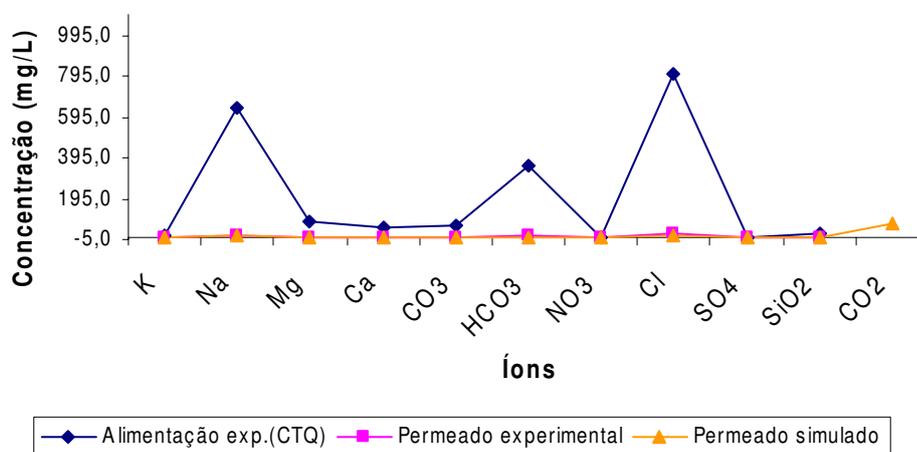


Figura 4.20: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=2)

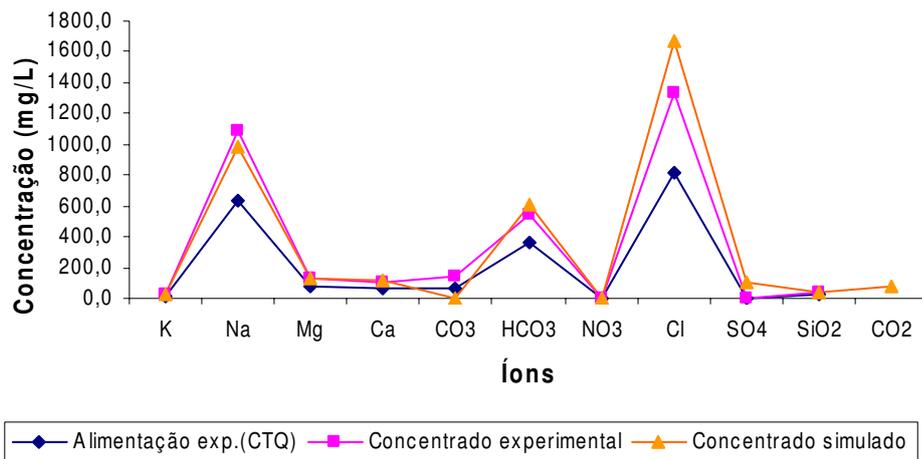


Figura 4.21: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=2)

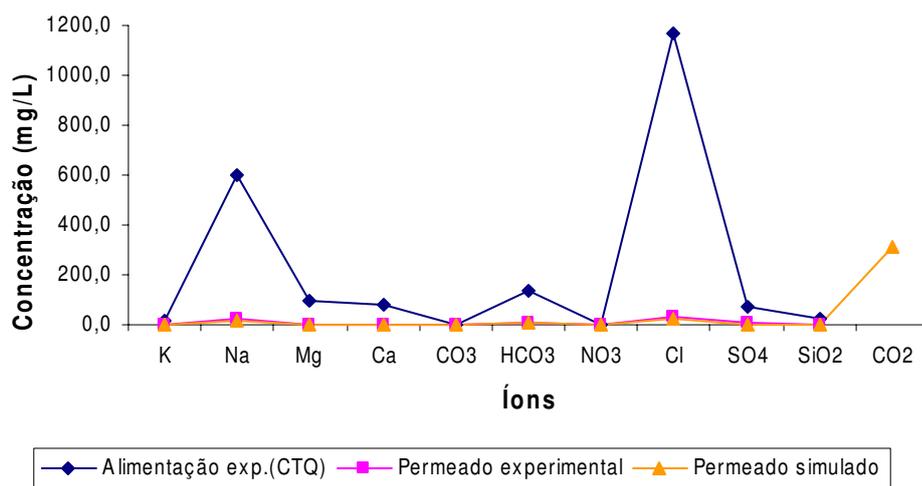


Figura 4.22: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=1,5)

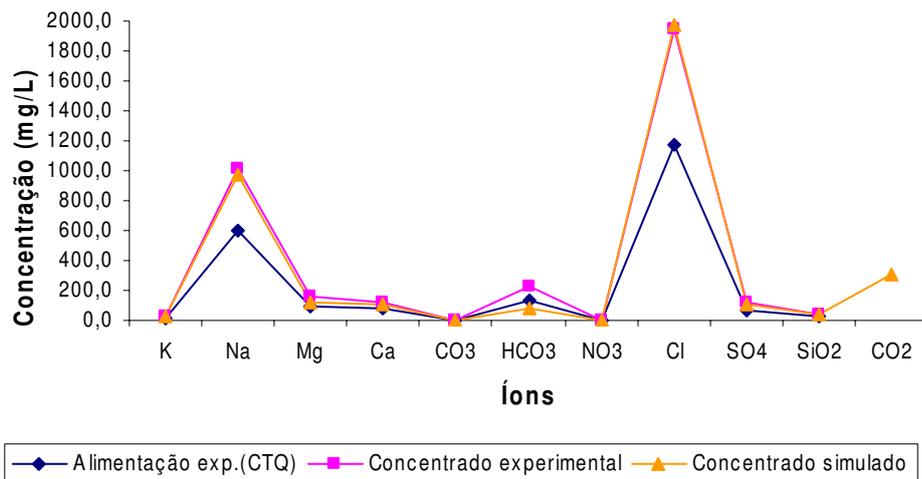


Figura 4.23: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=1,5)

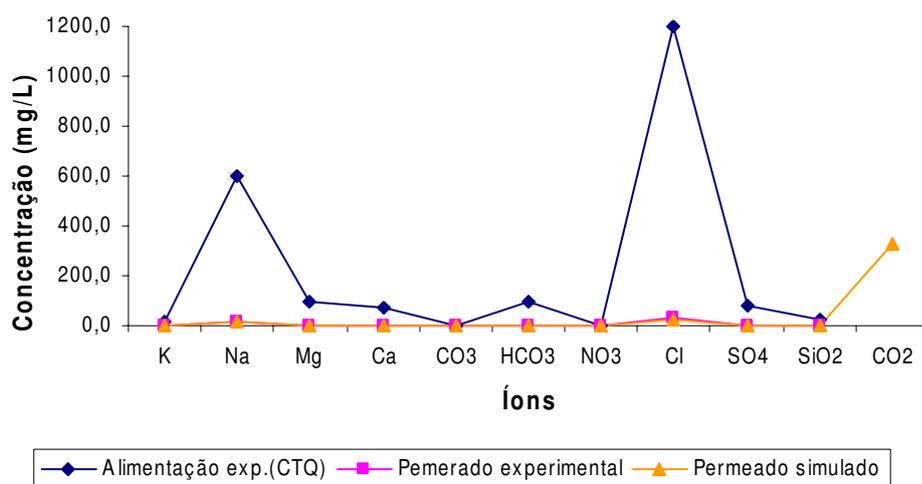


Figura 4.24: Perfil das concentrações iônicas do permeado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=0,6)

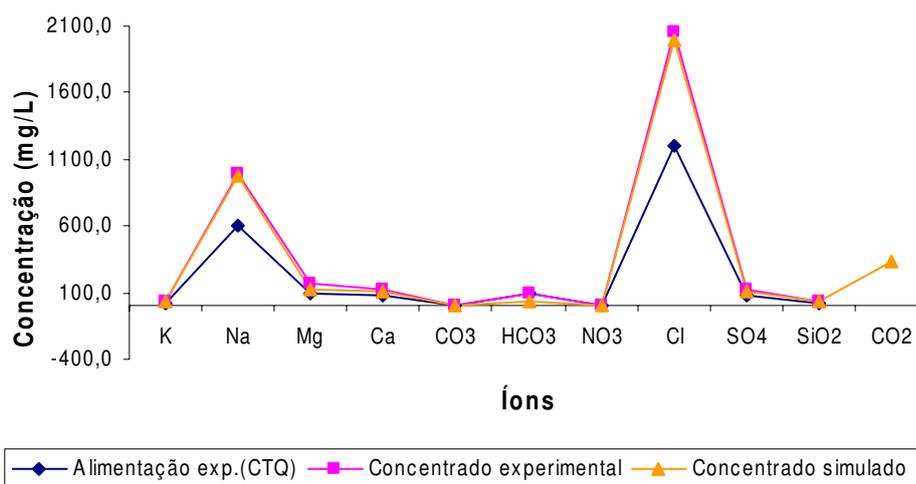


Figura 4.25: Perfil das concentrações iônicas do concentrado experimental e simulado e da alimentação (CTQ) com a solução de HCl (pH=0,6)

Observou-se que os perfis da concentração dos íons obtidos a partir da simulação foram muito próximos dos valores experimentais. Os dados mostram que a concentração iônica do íon cloreto aumenta à medida que o pH da solução de HCl diminui mas, mesmo assim a RS deste íon foi acima de 90%. Para as curvas de concentrado foi observado que a concentração do íon bicarbonato tende a diminuir à medida que o pH da solução de HCl diminui. Isso implica na formação de um meio ácido e conseqüentemente a produção de CO_2 .

4.6 Comportamento do pH “in loco” versus laboratorial

De acordo com a confirmação mencionada acima, a presença de CO_2 no permeado e concentrado é bastante comum, para os valores simulados, considerando que durante o processo de dessalinização o CO_2 permea a membrana, comprometendo o valor do pH. Esse fato pode ser mostrado através da Tabela 4.6 onde o pH das correntes (concentrado e permeado) obtidos “in loco” são diferentes das leituras dos pH’s medidos no LABDES.

Tabela 4.6: Leituras dos pH's obtidos no sistema de dessalinização e no LABDES para mesma amostra de água STQ e CTQ.

Sistemas		pH “in loco”	pH LABDES
STQ	Após filtros	7,2	8,1
	Permeado	6,3	6,9
	Concentrado	7,4	8,2
CTQ (HCl com pH=2)	Após filtros	6,7	7,5
	Permeado	6,7	6,2
	Concentrado	5,9	7,4
CTQ (HCl com pH=1,5)	Após filtros	5,2	6,5
	Permeado	4,5	5,6
	Concentrado	5,7	6,4
CTQ (HCl com pH=0,6)	Após filtros	4,9	6,0
	Permeado	4,2	5,3
	Concentrado	5,4	6,2

Esses dados podem comprometer o monitoramento do sistema se caso o pré-tratamento tiver de ser baseado em leituras após a coleta de amostras do permeado e concentrado. O comprometimento dos valores do pH das correntes interfere na determinação da dosagem de ácido ou outros compostos na água de alimentação do sistema.

Para o caso mostrado na Tabela 4.6, o pH obtido no LABDES foi superior. Para esses casos o ISL será positivo mesmo com uso de ácido como pré-tratamento, no entanto, isso de fato não está ocorrendo durante o processo de dessalinização, considerando que se trata de um processo contínuo. Portanto, a água do permeado e do tanque de armazenagem pode ter o pH alterado, mas, nesse estágio, o processo de dessalinização já estará finalizado e as membranas estarão fora de risco de incrustação com CaCO_3 .

Para evitar a formação de carbonato de cálcio, comumente se usa a injeção ácida na água de alimentação, a qual converte o carbonato para dióxido de carbono. Esse tipo de pré-tratamento leva o ISL do concentrado do

sistema de dessalinização a tornar-se negativo, para água salobra e água do mar (Strantz,1982)

4.7 Variação do ISL em função do potencial hidrogenionico das correntes do sistema de dessalinização STQ e CTQ

A Figura 4.26 mostra o perfil da variação do ISL em função do pH da água de alimentação, do concentrado e permeado, STQ e CTQ (quando se tomou soluções de HCl de pH's 3,0; 2,0; 1,5 e 0,6 como pré-tratamento químico). Esse dados mostram o comportamento e o efeito da injeção de HCl na corrente de alimentação.

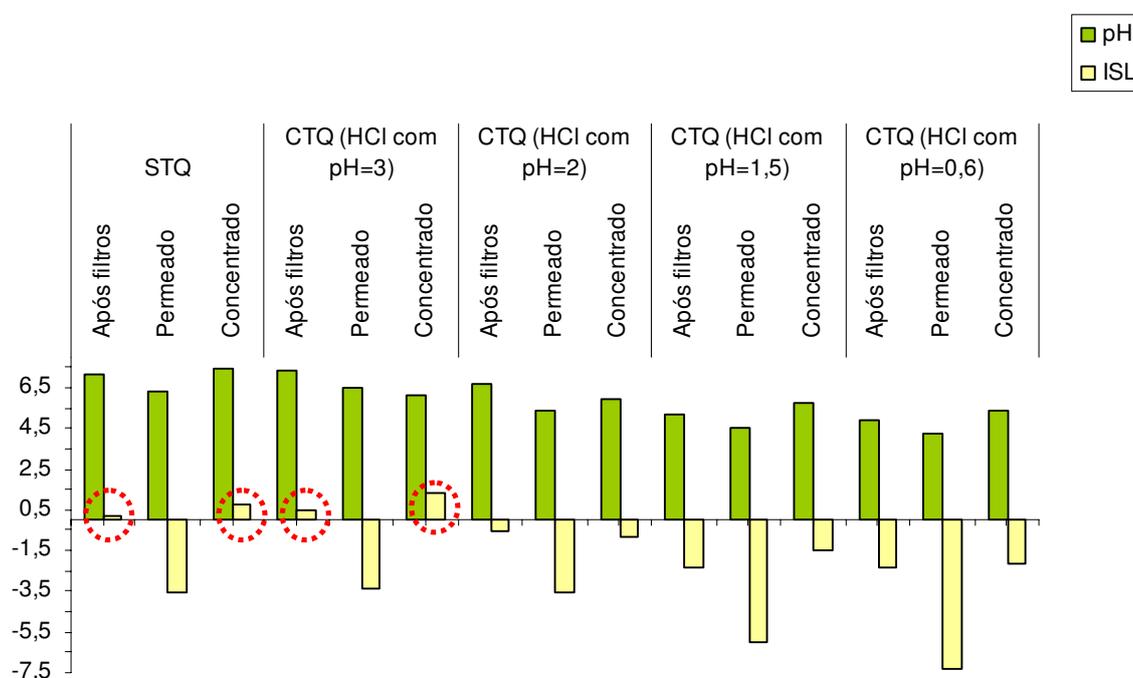


Figura 4.26: Variação do ISL em função do pH da água de alimentação, do concentrado e permeado, STQ e CTQ.

Observa-se que o ISL sem tratamento químico são positivos para água de alimentação e do concentrado, bem como para as injeções de soluções de HCl com pH igual a 3,0, conforme mostra os círculos nas abscissas. Esses dados advertem que haverá incrustações de CaCO_3 na superfície das membranas.

A partir dos pH's 2,0; 1,5 e 0,6 da solução de HCl mostram que os valores do ISL ficaram negativos, tanto para a alimentação quanto para o concentrado.

Em algumas situações a injeção ácida no pré-tratamento pode ser minimizada ou eliminada por abrandadores para reduzir a dureza (cálcio + magnésio) ou por adição de inibidores poliméricos orgânicos que tem a função de retardar a precipitação. Normalmente, a escala do potencial destes materiais pode ser estimada pelas suas constantes de solubilidade na corrente do concentrado e podem ser retardados pela adição de inibidores ou pela redução da recuperação do sistema.

O ISL é um número usado para prever a estabilidade do carbonato de cálcio da água, isto é, se uma água irá precipitar dissolver ou ficar em equilíbrio com o carbonato de cálcio (Edstrom,2003).

Valores de ISL negativos indicam que não há potencial de precipitação de carbonato de cálcio. Se o ISL for positivo, indica que a precipitação do carbonato de cálcio poderá ocorrer, para valores de índices cada vez mais positivos, o potencial de precipitação aumenta (Ning & Netwing, 2002; Edstrom, 2003).

Se os valores de ISL forem iguais à zero, não haverá potencial de precipitação do carbonato de cálcio, mas pequenas variações de concentração e temperatura podem mudar o índice (Edstrom,2003).

Para o caso em estudo a busca do ISL negativo na água de alimentação do sistema foi fundamental. Dependendo do valor do ISL na alimentação do sistema de dessalinização o concentrado pode apresentar um valor positivo. Quando isso acontece há uma tendência das membranas se incrustarem em função do tempo.

A Tabela 4.7, conforme mostra o Anexo F, mostra os valores do ISL em função dos pH's das soluções de HCl. Com os valores do pH (in loco) da água de alimentação STQ e CTQ foram utilizados no simulador de membrana da Filmetc (ROSA), para averiguar o desempenho do dessalinizador em termos de produção, qualidade do permeado e concentrado. Essa aplicação teve como objetivo comparar o comportamento dos dados do processo de dessalinização simulado com os valores obtidos experimentalmente no campo.

As Tabelas 4.5.1 a 4.5.4, conforme mostra o Anexo E, mostra os valores das concentrações dos íons da água de alimentação, do permeado e concentrado, ISL, TDS e pH.

4.8 Estimativa de Custos

Neste item é proposta uma estimativa de custo - benefício, para a manutenção do desempenho de sistemas de dessalinização via osmose inversa instalados no campo, operando para uma água de concentração de sais dissolvidos de 2.000 mg/L, conforme a água do sistema monitorado e os parâmetros químicos presentes nas análises físico-químicas, conforme Anexo A.

Esta análise de custo é feita a partir de uma série de fatores como:

- * Energia elétrica;
- * Operação (custos com operador);
- * Troca de membranas;
- * Produtos químicos (Flocon 100 e HCl);
- * Troca de filtros;
- * Número de horas que funciona por dia, etc. (Melo,2006).

O custo estimado da manutenção de um sistema de dessalinização foi calculado mensal e anual, baseado na vida útil das membranas, que trabalham com manutenção adequada. Levou-se em conta nos cálculos da energia consumida na produção do m³ de água, a tarifa rural fornecida, onde 1,0 kWh custa aproximadamente R\$ 0,29019 de acordo com a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, Março de 2008). Os demais produtos tiveram os preços pesquisados nas empresas do ramo.

Considerando a produção média de 0,6m³/h para uma concentração de 2.000 mg/L de sais dissolvidos, o custo da água dessalinizada pode ser calculado da seguinte forma:

- **Custo com a Energia = CE**

Consumo = 2,6 kWh/h

$$\text{Operação} = 3 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 3 \frac{\text{dia}}{\text{sem}} \times 4 \frac{\text{sem}}{\text{mes}} = 36 \text{ h/mês}$$

Tarifa rural = R\$ 0,29019 / kWh (Aneel,2008)

Custo Mensal com Energia = consumo × operação × tarifa

$$\text{Custo Mensal com Energia} = \frac{2,6 \text{ kWh}}{\text{h}} \times 36 \text{ h} \times \frac{\text{R\$ } 0,29019}{\text{kWh}}$$

Custo Mensal com Energia = R\$ 27,16

Custo Anual com Energia = R\$ 27,16 x 12 meses = R\$ 325,92

- **Custo com Produtos Químicos = CPQ**

Flocon - 100 de densidade = 1,2 kg/L

Consumo = 0,5 L / mês

Custo = R\$ 70,00 / kg ∴ R\$ 84,00 / L

Custo Mensal com Flocon100 = Consumo × Custo

Custo Mensal com Flocon100 = 0,5 L × R\$ 84,00

Custo Mensal com Flocon100 = R\$ 42,00

Custo Anual com Flocon100 = R\$ 42,00 x 12 meses = R\$ 504,00

HCl

$$\text{Consumo} = 0,5 \text{ L} / \text{mês}$$

$$\text{Custo} = \text{R\$ } 20,00 / \text{L}$$

$$\text{Custo Mensal com HCl} = \text{Consumo} \times \text{Custo}$$

$$\text{Custo Mensal com HCl} = 0,5 \text{ L} \times \text{R\$ } 20,00$$

$$\text{Custo Mensal com HCl} = \text{R\$ } 10,00$$

$$\text{Custo Anual com HCl} = \text{R\$ } 10,00 \times 12 \text{ meses} = \text{R\$ } 120,00$$

- **Custo com operador = CO**

$$\text{Custo Mensal com Operador} = \text{R\$ } 420,00 / \text{mês}$$

$$\text{Custo Anual com Operador} = \text{R\$ } 420,00 \times 12 \text{ meses} = \text{R\$ } 5.040,00$$

$$\text{Homem - hora} = \frac{\text{R\$ } 420}{\text{mês}} \times \frac{1}{220 \text{ h}} = \text{R\$ } 1,91 / \text{h}$$

- **Custo com Troca de Filtros = CTF**

$$\text{Custo do Filtro} = \text{R\$ } 10,00$$

$$\text{Período de reposição} = 3 \text{ meses}$$

$$\text{Número de Filtros} = 3 \text{ filtros}$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de Filtros} = \frac{\text{Custo} \times \text{número}}{\text{período}}$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de Filtros} = \frac{\text{R\$ } 10,00 \times 3}{3}$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de Filtros} = \text{R\$ } 10,00$$

$$\text{Custo Anual com Re posição de Filtros} = \text{R\$ } 30,00 \times 4 \text{ vezes por ano} = \text{R\$ } 120,00$$

- **Custo dos produtos de limpeza química (CPLQ) - HCL e NaOH - P.A**

Consumo de HCl por Limpeza Química = 2,0 mL

$Custo = R\$ 20,00 / L \therefore R\$ 0,04 / \text{Limpeza Química}$

Consumo de NaOH por Limpeza Química = 8,0 g

$Custo = R\$ 29,90 / kg \therefore R\$ 0,24 / \text{Limpeza Química}$

$Custo Mensal / \text{Limpeza Química (HCL + NaOH)} = R\$ 0,28$

$Custo Anual / \text{Limpeza Química} = R\$ 0,28 \times 4 \text{ por ano} = R\$ 1,12$

- **Custo com reposição de membranas = CRM**

Custo da membrana = R\$950,00

$Período \text{ de reposição (estimado)} = 5 \text{ anos} = 60 \text{ meses}$

$Número \text{ de membranas} = 3$

$Custo \text{ Mensal com reposição de membranas} = \frac{Custo \times número}{período}$

$Custo \text{ Mensal com reposição de membranas} = \frac{950,00 \times 3}{60}$

$Custo \text{ Mensal com reposição de membranas} = R\$ 47,50$

$Custo \text{ Anual com Re posição de Membranas} = R\$ 47,50 \times 12 \text{ meses} = R\$ 570,00$

- **Custo com membrana de microfiltração = CMMF**

De acordo com Stephenson et al. (2000), em função do material utilizado e da especificidade da membrana, seu custo pode variar de US\$18 por metro quadrado (membranas poliméricas mais simples, homogêneas) a US\$1.800 por metro quadrado (membranas de MF ou UF de titânio e/ou zircônio).

A membrana utilizada no sistema foi desenvolvida pela COPPE/UFRJ e custa em torno de R\$200,00 por m². A mesma foi confeccionada com polimida e possui cerca de 20m².

$$CMMF = \text{Área} \times \text{custo} / m^2$$

$$CMMF = 20m^2 \times R\$200,00 / m^2$$

$$CMMF = R\$4.000,00$$

$$\text{Custo da membrana} = R\$4.000,00$$

$$\text{Período de reposição} = 5 \text{ anos} = 60 \text{ meses}$$

$$\text{Número de membranas} = 1$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de membranas} = \frac{\text{Custo} \times \text{número}}{\text{período}}$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de membranas} = \frac{R\$4.000,00 \times 1}{60}$$

$$\text{Custo Mensal com reposição de membranas} = R\$66,67$$

$$\text{Custo Anual com Re posição de Membranas} = R\$66,67 \times 12 \text{ meses} = R\$800,00$$

- **Custo com análises físico-químicas = CAFQ**

$$\text{Custo / análise} = R\$70,00$$

$$\text{Quantidade de análises} = 3(\text{poço} / \text{permeado} / \text{concentrado})$$

$$\text{Custo Mensal / Limpeza Quimica} = 3 \times R\$70,00$$

$$\text{Custo Mensal / Limpeza Quimica} = R\$210,00$$

$$\text{Custo Anual / Limpeza Quimica} = R\$210,00 \times 4 \text{ vezes por ano} = R\$840,00$$

- **Custo com análises microbiológica = CAM**

Custo / análise = R\$80,00

Quantidade de análises = 3(poço / permeado / concentrado)

Custo Mensal / Limpeza Quimica = 3xR\$80,00

Custo Mensal / Limpeza Quimica = R\$240,00

Custo Anual / Limpeza Quimica = R\$240,00 x 4 vezes por ano = R\$960,00

- **Custo Mensal Utilizando o Flocon como Pré-tratamento Químico**

Custo Mensal = CE + CPQ + CO + CTF + CPLQ + CRM + CMMF + CAFQ + CAM

*Custo Mensal = R\$27,16 + R\$42,00 + R\$420,00 + R\$10,00 + R\$0,28 + R\$47,50 +
+ R\$66,67 + R\$210,00 + R\$240,00*

Custo Mensal = R\$1.063,61

Custo Mensal por m³ = $\frac{\text{custo total mensal}}{\text{produção mensal}} = \frac{R\$1.063,61}{0,6 \frac{m^3}{h} \times 36 h / \text{mês}} \cong R\$49,24 R\$ / m^3$

- **Custo Mensal Utilizando o HCl como Pré-tratamento Químico**

Custo Mensal = CE + CPQ + CO + CTF + CPLQ + CRM + CMMF + CAFQ + CAM

*Custo Mensal = R\$27,16 + R\$10,00 + R\$420,00 + R\$10,00 + R\$0,28 + R\$47,50 +
+ R\$66,67 + R\$210,00 + R\$240,00*

Custo Mensal = R\$1.031,61

Custo Mensal por m³ = $\frac{\text{custo total mensal}}{\text{produção mensal}} = \frac{R\$1.031,61}{0,6 \frac{m^3}{h} \times 36 h / \text{mês}} \cong R\$47,76 R\$ / m^3$

- **Custo Anual Utilizando o Flocon como Pré-tratamento Químico**

$$\text{Custo Anual} = CE + CPQ + CO + CTF + CPLQ + CRM + CAFQ + CAM$$

$$\text{Custo Anual} = R\$325,94 + R\$504,00 + R\$5.040,00 + R\$120,00 + R\$1,12 + R\$570,00 + R\$840,00 + R\$960,00$$

$$\text{Custo Anual} = R\$8.361,06$$

$$\text{Custo Anual por } m^3 = \frac{\text{custo total anual}}{\text{produção anual}} = \frac{R\$8.361,06}{0,6 \frac{m^3}{h} \times 432 h / \text{ano}} \cong R\$32,26 R\$ / m^3$$

- **Custo Anual Utilizando o HCl como Pré-tratamento Químico**

$$\text{Custo Anual} = CE + CPQ + CO + CTF + CPLQ + CRM + CAFQ + CAM$$

$$\text{Custo Anual} = R\$325,94 + R\$120,00 + R\$5.040,00 + R\$120,00 + R\$1,12 + R\$570,00 + R\$840,00 + R\$960,00$$

$$\text{Custo Anual} = R\$7.977,06$$

$$\text{Custo Anual por } m^3 = \frac{\text{custo total anual}}{\text{produção anual}} = \frac{R\$7.977,06}{0,6 \frac{m^3}{h} \times 432 h / \text{ano}} \cong R\$30,77 R\$ / m^3$$

Nota técnica: 1 dia foi considerado de 3 horas de operação e o dessalinizador opera 12 dias/mês.

Considerando a qualidade da água bruta a membrana de microfiltração poderá ficar fora do balanço de custo do sistema. Neste caso, o custo anual será igual a 30,77R\$/m³.

A título de ilustração a Tabela 4.8 mostra alguns dados dos preços de água mineral vendida em garrações de 20 litros e em carro pipa (Júnior, 2006).

Tabela 4.8: Custos médios de água potável para o semi-árido nordestino

FONTE	VALOR PARA 20 LITROS (R\$)	VALOR PARA R\$/ m ³
Água Mineral	3,00	150,00
Carro Pipa	1,00	50,00

Capítulo V

Conclusões

Em função da pesquisa desenvolvida pôde-se concluir os seguintes pontos:

1. Os pré-tratamentos aplicados inicialmente no sistema não obtiveram êxito, devido à dosagem ter sido insuficiente para que não houvesse incrustações no sistema, foi o que nos disse o ISL que permaneceu com valores positivos durante toda a etapa da pesquisa;
2. A diminuição no IDS com a aplicação das soluções anti-incrustantes, comprova a diminuição do risco de bloqueio nas membranas de OI, mas a dosagem foi insuficiente para ocorrer uma diminuição nas concentrações iônicas presentes na corrente de alimentação;
3. Foi comprovada, através de um esquema de bancada, que as dosagens das soluções de HCl com pH's igual a 4,0 e 3,0 foram insuficientes para evitar a formação de incrustações, mas, se mostrou bastante flexível frente aos pH's 2,0; 1,5 e 1,0;
4. Devido a ausência de um elemento de volume no sistema e do tempo de residência entre a injeção da solução anti-incrustante e da coleta, observou-se que os resultados obtidos no campo não foram compatíveis com os dados laboratoriais, chegando a aplicação de uma solução de HCl com pH igual a 0,6;
5. A concentração iônica do íon cloreto aumenta à medida que o pH da solução de HCl diminui mas, mesmo assim a rejeição de sais deste íon foi acima de 90%;
6. A concentração do íon bicarbonato tende a diminuir à medida que o pH da solução de HCl diminui, na corrente do concentrado. Ocorrendo a formação de um meio ácido e conseqüentemente a produção de CO₂;

7. Através das simulações foi comprovada a presença do CO₂ durante o processo de dessalinização, a qual pode ter comprometido os valores dos pH's, já que foi comprovada uma diferença nas leituras in loco e laboratoriais;
8. A injeção da solução de HCl com pH igual a 3,0 foi insuficiente para evitar a formação de incrustações por CaCO₃ na superfície das membranas de OI;
9. As soluções de HCl com pH's 2,0; 1,5 e 0,6 foram as que obtiveram melhores resultados com relação ao ISL, os quais ficaram negativos, tanto para a alimentação quanto para o concentrado.

Capítulo VI

Perspectivas

- Considerando que o Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES) da Universidade Federal de Campina Grande possui um acervo de sistemas de dessalinização implantados por programas federais, este trabalho oferece margem para o estudo de outros tipos de pré-tratamentos físicos e químicos a serem testados e monitorados na realidade do próprio campo.
- Estudar os efeitos de anti-incrustantes, com águas de totais de sólidos dissolvidos a diferentes concentrações.
- Fazer um estudo mais profundo visando comparar valores do IDS durante diferentes épocas do ano, no sentido de observar as variações da turbidez versus o IDS.

Capítulo VII

Referências Bibliográficas

AQUÍFERO GUARANI. <http://www.oaquiferguarani.com.br/index> acessado em fevereiro de 2008.

AL-AHMAD, M., ALEEM, F. A. A., MUTRI, A. and UBAISY, A., *Biofouling in RO membrane systems Part: Fundamentals and control*, Desalination, vol. 132, pp. 173-179, 2000.

ALMEIDA, E.P.de, Comparação de dois sistemas de dessalinização via osmose inversa e os efeitos da limpeza química dos elementos de membranas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2003.

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

AMJAD, Z., *Reverse Osmosis: Membrane Technology, Water Chemistry & Industrial Applications*, Van Nostrand-Reinold, New York, 1993.

ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/> . Acesso em março de 2008.

BENNETT, P. B., *Scale and deposit control for reverse osmosis systems*, Membrane Technology Conference Proceedings, AWWA, New Orleans, LA, pp. 691-693, 1996.

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.

CARTILHA DA ÁGUA. Disponível em :
<http://www.sds.org.br/aguadebeber/contribuicao/ferreira/cap7.htm>. Acesso em março de 2007.

DMITRY LISITSIN, DAVID HASSON*, RAPHAEL SEMIAT, The potential of CO₂ stripping for pretreating brackish and wastewater desalination feeds. *Desalination*, vol. 222, pp.50-58, 2008.

DOW LATIM AMERICAN, *A Tecnologia de Membrana de Osmose Inversa*, boletim técnico, 1996.

DUDLEY, L. Y. and DARTON, E.G., *Pretreatment procedures to control biogrowth and scale formation in membrane systems*, *Desalination*, vol. 110, pp. 11-20, 1997.

EBRAHIM, S., BOU-HAMED, S., ABDEL-JAWAD, M. and BURNEY, N., *Microfiltration system as a pretreatment for RO units technical and economic assessment*. *Desalination*, vol. 109, pp.165-175, 1997.

EDSTROM. http://www.edstrom.com/Resoirces.cfm?doc_id=161, 2003.

FILMTEC, Tech Manual, Dow Chemical Company, 1995.

FILTEAU, G. & MOSS, P., Ultra-low pressure RO membranes: an analysis of performance and cost. *Desalination* 113: 147-152, 1997.

FRANÇA, K.B. Aplicação da Osmose Inversa em Dessalinização. II Escola Latino América de Membranas e Processos com Membranas, Campina Grande-PB, Julho 2007.

GERARD, R., HACHISUKA, H., HIROSE, M., New membrane developments expanding the horizon for the application of reverse osmosis technology. *Desalination* 119: 47-55, 1991.

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.

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, 2006.

HASSON, D., LISITSIN, D., SEMIAT, R., The potential of CO₂ stripping for pretreating brackish and wastewater desalination feeds. *Desalination* 222: 50-58, 2008.

HÖFERT, R., Variable speed turbo couplings used as pump drive in desalination plants. *Desalination* 125: 181-189, 1999.

INFOMIDIA. <http://www.infomidia.com/variados/especiais1.html> acessado em outubro de 2007.

ISAIAS, N. P., *Experience in reverse osmosis pretreatment*. *Desalination* 139: 57-64, 2001.

JÚNIOR, C. L., Sistema de Dessalinização por osmose reversa acionado por energia eólica. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), UFPE, Recife - PE, 2006.

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.

LOEB, S. and SOURIRAJAN S., *Sea water demineralization by means of an osmotic membrane*. *Advances in Chemistry Series*, pp 38-117, 1963.

LONSDALE, H.K., *The growth of membrane technology*. *Journal of Membrane Science*, pp 10-81, 1982.

LOPES, W.G., Sistemas de dessalinização via osmose inversa: Limpeza química de membranas e seus efeitos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2007.

MALLEVIALLE, J., ODENDAAL, P.E. and WIESNER, M.R., *Water Treatment Membrane Processes*. American Water Works Association Research Foundation; Lyonnaise des Eaux; Water Research Commission of South Africa. McGraw-Hill. Washington, DC, USA, 1996.

MELO, J. B., Avaliação de Desempenho e Custo e Benefício de Sistemas de Dessalinização por Osmose Inversa no Campo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2007.

MINDLER, A. B. and EPSTEIN, A. C., *Measurements and control in reverse osmosis desalinations*. Desalination, vol.59, pp. 343-379, 1986.

MULDER, M., *Basic principle of membrane technology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht The Netherlands, 1991.

NING, R.Y. and NETWIG, J.P., Complete elimination of acid injection in reverse osmosis plants. Desalination, vol. 143, pp.29-34, 2002.

OLIVEIRA, A. R., Desempenho de um sistema de dessalinização via osmose inversa, em escala piloto, alimentado por painéis fotovoltaicos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2002.

REDONDO, J. A. & CASAÑAS, A., Mature and novel desalination experiences with the FILMTEC SW30HR-380 and SW30HR-320 elements. Desalination 125: 1-8, 1999.

REID, C.E. and BRETON E.J., *Water and ion flow across cellulosic membranes*. Journal of Applied Polymer Science vol. 1, pp 133-143, 1959.

ROSA (2000) Reverse Osmosis System Analysis, Version 4.30 For Windows.

SABESP. <http://www.sabesp.com.br>, acessado em fevereiro de 2008.

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

SILVEIRA, M. C., Avaliação de sistema híbrido para dessalinização de águas salinas pelo processo de osmose inversa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFPB, Campina Grande-PB, 1999.

STRANTZ, J.W., Predicting CaCO₃ scaling in seawater RO systems. Technical Proceedings, Vol 1, 10th Annual Conference and Trade Fair of the Water Supply Improvement Association, 25-29 July 1982, Hawaii, 1982.

SOUSA, S. E. H., *Monitoramento e desempenho do sistema de dessalinização via osmose inversa da Cia. De Tecidos Norte de Minas-COTEMINAS-CG*. Relatório de defesa de estágio do curso de Engenharia Química da UFPB, 2001.

SOUSA, S. E. H. de, Normalização de Sistemas de Dessalinização via Osmose Inversa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2003.

STEPHENSON, T., JUDD, S., JEFFERSON, B. & BRINDLE, K. Membrane bioreactors for wastewater treatment. IWA Publishing, London (2000).

SUDAK, R. G., Reverse osmosis In Porter, M.C. (ed.), Handbook of industrial Membrane Technology, Noyel Publications, New Jersey, 1990.

TAYLOR, J.P. and JACOBS, E.P., *Reverse osmosis and nanofiltration*, In Joel Mallevalle et al (eds), water Treatment membrane process, Mc Graw-Hill, New York, 1996.

TANIGUCHI, Y., *An overview of pretreatment technology for reverse osmosis desalination plants in Japan*. Desalination, vol. 110, pp. 21-36, 1997.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em março de 2007.

VROUWENVELDER, J.S. and KOOIJ, D. Van der, *Diagnosis, prediction and prevention of biofouling of NF and RO membranes*. Desalination, vol. 139, pp.65-71, 2001.

WIESNER, M. R. and APTEL, P., *Mass transport and permeate flux and fouling in pressure-driven processes*. In: Water Treatment Membrane Processes (MALLEVIALLE, J., ODENDAAL, P.E. & WIESNER, M.R., eds), pp. 4.1-4.30. McGraw-Hill, New York, 1996.

Capítulo VIII

ANEXOS

Capítulo VIII

ANEXO A

Laudo N^o.: 06/2007	Data da Coleta: 22/01/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 23/01/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / após limpeza química	Data da Análise: 27/01/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.080,0	5.670,0	151,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	8,4	6,9	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,6	0,1	0,0	1,0 a 5,0
Cor	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Odor	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Sabor	Objetável	Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	64,5	141,5	0,2	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	80,1	158,7	1,0	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	495,0	1.015,0	4,5	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	501,2	1.018,2	23,6	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,4	24,3	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,03	0,04	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	100,0	282,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	393,0	688,0	17,2	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	493,0	970,0	17,2	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ⁻	66,5	144,9	6,3	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	720,7	1.469,7	24,1	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	1,02	1,68	1,15	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,29	0,03	0,05	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	21,2	42,0	0,6	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,84	1,88	-4,01	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.872,0	3.911,0	59,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).
SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
(b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Análise realizada por: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 27/01/2007

Laudo N^o.: 07/2007	Data da Coleta: 22/01/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 23/01/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 1 / STQ	Data da Análise: 27/01/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.730,0	5.880,0	891,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	8,1	7,3	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,3	0,1	1,0 a 5,0
Cor	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Odor	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Sabor	Objetável	Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	86,5	126,5	5,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	106,5	173,1	6,0	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	660,0	1.037,5	39,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	553,4	1.002,5	148,5	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	14,4	26,8	4,0	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	134,0	322,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	339,0	612,0	82,0	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	473,0	934,0	82,0	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ⁻	80,7	136,5	5,8	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	924,8	1.455,5	196,0	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,00	0,89	1,64	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,48	0,44	0,11	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	20,2	42,4	21,6	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,91	1,56	-1,62	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.223,0	3.803,0	430,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).
SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
(b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

- 3- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
4- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Análise realizada por: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 27/01/2007

Laudo N^o: 34/2007	Data da Coleta: 27/02/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 27/02/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 2 / STQ	Data da Análise: 01/03/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.880,0	5.500,0	136,4	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	7,8	6,0	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,0	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	8,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	73,5	129,5	2,0	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	81,6	127,8	0,4	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	523,8	856,3	6,5	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	489,6	987,0	24,4	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	14,4	26,1	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	78,0	54,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	418,0	924,0	12,8	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	496,0	978,0	12,8	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	53,7	91,4	3,4	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	719,0	1.476,8	30,5	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,5	0,62	4,0	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,30	0,50	0,05	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	22,0	43,2	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,83	1,25	-4,02	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.353,0	4.149,0	92,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

5- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

6- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 07/03/2007

Laudo N^o.: 35/2007	Data da Coleta: 27/02/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 27/02/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: Poço "in natura"	Data da Análise: 01/03/2007

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.520	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	63,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	101,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	580,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	592,5	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	20,0	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	74,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	419,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	493,0	---
Sulfato (SO ₄ ²⁻), mg/L	58,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	900,0	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,71	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,45	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	20,6	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,26	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.592,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

7- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

8- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 07/03/2007

Laudo N^o.: 45SD/2007	Data da Coleta: 13/03/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 3 / STQ	Data da Análise: 16/03/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.210,0	5.860,0	154,1	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,1	7,9	6,3	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,0	0,0	0,0	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	5,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	73,0	122,5	1,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	85,2	169,8	0,6	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	537,5	1.013,8	6,5	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	485,7	1.018,2	24,4	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	11,8	25,5	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,02	0,0	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	120,0	70,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	371,0	845,0	16,8	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	491,0	915,0	16,8	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	73,6	136,5	1,5	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	722,4	1.491,0	31,2	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,75	1,02	0,00	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,29	0,09	0,03	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	20,9	44,2	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	1,08	1,31	-3,79	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.001,0	4.118,0	90,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

9- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

10- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 30/03/2007

Laudo N^o.: 47SD/2007	Data da Coleta: 14/03/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 4 / STQ	Data da Análise: 16/03/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.120,0	5.650,0	140,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	8,0	6,3	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,7	0,4	0,0	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	10,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	70,0	137,0	1,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	79,5	160,2	0,2	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	506,3	1.010,0	5,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	524,6	1.018,2	24,4	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	8,5	25,5	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,04	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	50,0	114,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	429,0	876,0	16,4	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	479,0	990,0	16,4	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	219,7	168,5	1,5	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	688,7	1.395,2	30,5	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,53	0,58	0,00	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,28	0,09	0,04	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	20,9	44,2	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,7	1,45	-3,74	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.176,0	4.122,0	80,1	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

11- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

12- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 30/03/2007

Laudo N^o.: 48SD/2007	Data da Coleta: 16/03/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 16/03/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 1/ CTQ (Flocon-100)	Data da Análise: 20/03/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.310,0	6.000,0	137,3	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,1	8,1	6,2	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,2	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	7,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	77,0	105,5	1,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	77,7	137,4	1,8	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	516,3	836,3	0,6	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	485,7	986,9	7,0	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,1	24,3	23,6	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,1	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	202,0	400,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	289,0	480,0	15,2	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	491,0	880,0	15,2	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	55,8	129,3	2,4	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	706,5	1.402,3	29,8	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,53	0,75	0,04	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,25	0,07	0,04	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	20,4	41,0	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	1,10	1,46	-3,80	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.917,0	3.665,0	82,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

13- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

14- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 30/03/2007

Laudo N^o.: 63SD/2007	Data da Coleta: 29/03/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 30/03/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 2 / CTQ (Flocon-100)	Data da Análise: 02/04/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.870,0	5.230,0	112,6	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	8,2	7,2	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,0	0,0	0,0	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	10,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	65,5	106,5	1,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	87,9	170,1	0,5	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	530,0	975,0	6,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	393,9	881,6	19,5	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	9,9	23,0	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,02	0,1	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	82,0	230,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	438,0	836,0	16,0	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	520,0	1.066,0	16,0	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	62,9	116,3	4,0	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	568,0	1.196,4	22,0	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,58	0,84	0,04	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,16	0,06	0,02	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	22,9	49,6	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,82	1,72	-2,87	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.804,0	3.729,0	72,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

15- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

16- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 04/04/2007

Laudo N^o.: 82SD/2007	Data da Coleta: 15/05/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 15/05/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 3 / CTQ (Flocon-100)	Data da Análise: 18/05/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.900,0	5.210,0	123,1	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,7	7,9	6,1	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,2	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	8,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	74,0	155,0	1,4	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	90,9	171,6	1,1	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	563,8	1.102,5	8,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	451,8	911,0	21,3	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,8	23,6	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	74,0	94,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	503,0	1.006,0	16,0	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	577,0	1.100,0	16,0	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	38,0	278,8	5,2	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	628,4	1.256,7	24,9	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,58	0,62	1,42	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,24	0,40	0,03	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	22,7	46,0	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,69	1,45	-4,03	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.977,4	4.127,5	76,4	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

17- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

18- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 24/05/2007

Laudo N°.: 108SD/2007	Data da Coleta: 18/07/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 18/07/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 4 / CTQ (Flocon-100)	Data da Análise: 25/07/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.890,0	3.890,0	841,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,6	8,7	7,2	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	2,9	0,4	0,2	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	3,0	5,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	56,0	87,0	19,0	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	76,5	105,6	4,2	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	458,8	657,5	65,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	440,8	646,5	149,8	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,1	20,0	4,4	---
Ferro Total, mg/L	0,03	0,02	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	110,0	158,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	437,0	520,0	105,0	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	547,0	678,0	105,0	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	77,2	112,0	14,0	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	607,1	908,8	206,0	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,49	0,49	2,52	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,19	0,14	0,09	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	22,5	27,5	5,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	1,45	1,87	-1,07	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.893,2	2.647,0	534,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

19- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

20- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 05/09/2007

Laudo N°.: 109SD/2007	Data da Coleta: 19/07/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 19/07/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / após limpeza química	Data da Análise: 25/07/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.180,0	5.490,0	126,5	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,6	8,6	6,5	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	2,8	3,4	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	7,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	69,5	136,0	1,2	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	82,8	170,7	0,1	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	518,8	1.051,3	3,5	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	459,2	933,5	22,1	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,4	27,4	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,04	0,03	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	108,0	210,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	425,0	770,0	20,8	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	533,0	980,0	20,8	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	42,3	266,0	1,2	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	719,0	1.402,3	21,3	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,58	0,97	2,21	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,22	0,09	0,05	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	21,8	43,0	0,6	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	1,58	2,07	-3,54	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.992,4	4.045,4	75,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

21- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

22- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 05/09/2007

Laudo N°.: 111SD/2007	Data da Coleta: 19/07/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 19/07/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 1 / CTQ (HCl)	Data da Análise: 25/07/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.630,0	4.910,0	103,7	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	7,9	6,4	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,1	0,0	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	0,0	5,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	52,5	108,0	0,8	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	64,5	131,7	0,7	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	400,0	818,8	5,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	419,2	874,3	19,2	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	11,5	23,6	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,04	0,02	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	100,0	238,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	452,0	887,0	12,8	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	552,0	1.125,0	12,8	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	57,2	134,2	1,2	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	543,2	1.125,4	22,7	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,22	0,58	4,25	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,21	0,09	0,04	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	21,0	26,9	0,8	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,75	1,33	-4,06	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.761,0	3.651,4	66,5	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

23- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

24- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 05/09/2007

Laudo N°.: 129SD/2007	Data da Coleta: 20/08/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande – PB	Data da Entrega da Amostra: 21/08/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 2 / CTQ (HCl)	Data da Análise: 03/09/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.900,0	5.080,0	124,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,1	7,9	6,2	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,1	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	8,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	65,0	122,0	4,0	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	84,0	148,8	3,6	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	512,5	925,0	25,0	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	455,5	867,1	20,4	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	12,1	26,8	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	146,0	182,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	384,0	718,0	23,2	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	530,0	900,0	23,2	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	91,4	130,6	3,6	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	676,3	1.274,5	29,1	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,66	0,44	3,54	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,26	0,37	0,04	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	22,0	42,4	1,0	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,04	1,34	-3,25	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.964,7	3.600,4	94,6	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

25- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

26- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 17/09/2007

Laudo N°.: 151SD/2007	Data da Coleta: 13/09/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 13/09/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa Plástica
Procedência: SD / Batelada 3 / CTQ (HCl)	Data da Análise: 17/09/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.370,0	5.910,0	157,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,7	7,8	7,0	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	0,3	0,3	0,1	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	0,1	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca ⁺⁺	75,0	144,0	1,6	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg ⁺⁺	97,8	192,6	0,4	---
Dureza Total, mg/L CaCO ₃	595,0	1.162,5	5,5	500,0
Sódio, mg/L Na ⁺	552,3	1.091,3	26,8	200,0
Potássio, mg/L K ⁺	20,0	45,4	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO ₃	180,0	412,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO ₃	428,0	658,0	15,2	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO ₃	608,0	1.070,0	15,2	---
Sulfato, mg/L SO ₄ ²⁻	62,9	318,2	0,6	250,0
Cloreto, mg/L Cl ⁻	866,2	1.640,1	34,8	250,0
Nitrato, mg/L NO ₃ ⁻	0,49	0,31	2,66	10,0
Nitrito, mg/L NO ₂ ⁻	0,20	0,28	0,03	1,0
Sílica, mg/L SiO ₂	20,9	41,0	0,7	---
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	0,74	1,36	-3,08	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.326,0	4.523,3	86,8	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

27- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

28- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 28/09/2007

Lauda N^o.: 163/2007	Data da Coleta: 3/10/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 3/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / Batelada 4 / CTQ (HCl)	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.760,0	5.000,0	136,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,6	8,6	6,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,2	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	66,0	67,0	0,2	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	91,8	146,4	0,2	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	547,5	777,5	1,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	437,2	874,3	23,1	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	11,2	22,4	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	296,0	452,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	256,0	266,0	18,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	552,0	718,0	18,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	60,8	87,8	4,7	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	674,5	1.349,0	17,8	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	0,49	3,76	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,35	0,03	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,5	45,4	0,1	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	1,55	1,66	-4,75	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.854,6	3.189,0	72,6	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

29- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

30- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Laudo N^o.: 164/2007	Data da Coleta: 03/10/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 03/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / após limpeza química	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.720,0	5.030,0	131,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,8	8,8	6,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,4	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	57,0	100,0	0,2	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	66,0	156,6	0,7	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	417,5	902,5	3,3	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	444,5	852,7	23,3	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	11,5	22,4	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	280,0	480,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	314,0	490,0	14,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	594,0	970,0	14,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	39,4	91,4	5,9	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	575,1	1.299,3	23,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	0,89	4,87	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,24	0,38	0,04	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,9	45,2	1,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	1,72	2,20	-4,81	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.768,2	3.454,7	77,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

31- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

32- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Laudo N^o.: 165/2007	Data da Coleta: 03/10/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 03/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / Batelada 1 / CTQ (Flocon-100 + HCl)	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.750,0	5.070,0	122,4	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,5	8,0	6,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,1	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	54,5	106,0	0,3	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	71,4	165,6	0,7	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	433,8	955,0	3,8	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	429,9	874,3	21,3	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	11,2	23,0	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	172,0	308,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	398,0	818,0	16,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	570,0	1.126,0	16,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	65,1	109,2	4,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	568,0	1.221,2	20,6	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,44	0,44	4,30	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,24	0,36	0,05	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	26,4	69,0	0,7	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	1,37	1,47	-4,35	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.816,0	3.752,0	72,3	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

33- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

34- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Laudo N^o.: 166/2007	Data da Coleta: 04/10/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 04/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / Batelada 4 / CTQ (Flocon-100 + HCl)	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.640,0	4.730,0	122,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	7,9	7,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,1	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	54,0	99,0	0,4	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	67,5	134,4	1,0	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	416,3	807,5	5,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	466,7	911,0	23,6	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	11,5	28,1	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	160,0	400,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	410,0	693,0	16,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	570,0	1.093,0	16,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	28,0	137,7	4,8	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	564,5	1.136,0	24,9	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,71	0,58	4,03	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,18	0,27	0,05	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,1	44,6	0,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,78	1,35	-3,23	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.811,4	3.577,2	79,8	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).
SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
(b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

35- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

36- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Lauda N^o.: 167/2007	Data da Coleta: 04/10/2007
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande – PB	Data da Entrega da Amostra: 04/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / Batelada 3 / CTQ (Flocon-100 + HCl)	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.640,0	4.800,0	133,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,2	7,9	6,5	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,2	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	47,0	105,0	0,6	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	69,9	141,0	0,8	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	408,8	850,0	5,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	451,8	979,2	24,4	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	13,1	23,6	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	160,0	250,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	305,0	845,0	18,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	465,0	1.095,0	18,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	28,0	125,3	5,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	612,4	1.189,3	24,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,44	0,84	4,74	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,20	0,35	0,05	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,0	45,2	0,7	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,98	1,35	-3,94	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.712,9	3.790,6	83,2	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

37- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

38- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Laudo N^o: 168/2007	Data da Coleta: 04/10/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 04/10/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / Batelada 02 / CTQ (Flocon-100 + HCl)	Data da Análise: 08/10/2007

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.690,0	4.910,0	132,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	8,2	6,5	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,1	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,0	0,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	57,5	107,5	0,4	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	63,0	76,5	0,7	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	406,3	587,5	4,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	466,7	948,6	25,7	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	11,8	23,6	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	170,0	346,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	372,0	754,0	19,2	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	542,0	1.100,0	19,2	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	28,7	136,0	5,4	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	585,8	1.082,8	24,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,53	0,71	4,34	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,20	0,33	0,05	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,4	45,2	0,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,71	1,65	-4,24	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.792,5	3.548,6	85,8	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

39- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

40- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 31/10/2007

Laudo N^o: 187/2007	Data da Coleta: 08/11/2007
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 09/11/2007
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Poço “ <i>in natura</i> ”	Data da Análise: 09/11/2007

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.900,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,6	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,6	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	57,5	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	71,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	441,3	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	493,4	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	13,1	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	90,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	450,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	540,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	83,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	630,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,40	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,22	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	80,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,50	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.032,8	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

41- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

42- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 09/11/2007

Laudo N^o: 21/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Poço “ <i>in natura</i> ”	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.750,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,7	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	52,5	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	62,1	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	390,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	426,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	21,2	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	78,4	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	304,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	383,2	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	93,2	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	580,4	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,27	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,1	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,45	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.573,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

43- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

44- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o: 22/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Após tanque de alimentação	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.010,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,1	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	62,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	65,7	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	428,8	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	492,5	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	22,4	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	220,8	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	227,2	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	448,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	78,9	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	671,0	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,62	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,83	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.825,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

45- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

46- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o: 23/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Após membrana MF (antes da limpeza)	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.990,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	59,5	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	71,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	446,3	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	513,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	52,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	448,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	500,8	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	80,7	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	676,3	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,44	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,26	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,7	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,72	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.713,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

47- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

48- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o: 24/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Após membrana MF (depois da limpeza)	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.850,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,1	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,3	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	52,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	66,0	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	405,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	492,5	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	23,6	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	187,2	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	268,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	456,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	93,2	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	635,5	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,9	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,83	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.750,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

OBSERVAÇÕES:

49- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

50- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 25/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana - pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / STQ / membrana antiga	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.980,0	5.300,0	166,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	8,0	6,6	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,3	0,3	0,3	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	61,5	116,5	3,5	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	70,2	145,5	1,8	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	446,3	897,5	16,3	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	535,6	926,0	27,3	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	32,7	1,0	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,01	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	200,0	269,6	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	328,8	526,8	28,4	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	528,8	796,4	28,4	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	95,0	148,4	6,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	679,8	1.340,1	28,4	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	0,62	5,45	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,22	0,47	0,04	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,0	45,0	0,7	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,85	1,31	-2,88	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.785,0	3.691,0	136,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

51- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

52- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 26/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon-100 + HCl) / membrana antiga	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.030,0	5.360,0	162,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	8,0	6,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,2	0,4	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	58,0	119,5	1,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	72,0	144,0	1,0	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	445,0	898,8	6,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	508,4	948,6	26,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	30,0	0,9	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,02	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	288,8	591,2	0,8	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	254,8	509,2	0,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	543,6	1.100,4	0,8	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	64,7	175,2	5,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	649,7	1.294,0	38,3	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	1,15	0,44	5,49	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,43	0,04	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,0	45,8	0,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,65	1,45	-5,17	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.800,0	3.679,0	104,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

53- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

54- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 27/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (HCl) / membrana antiga	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.050,0	5.220,0	219,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,7	7,9	6,7	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,1	0,4	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	65,0	125,5	1,2	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	74,1	138,3	1,0	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	471,3	890,0	7,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	482,0	948,6	34,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	22,4	28,1	1,1	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,01	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,00	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	94,4	0,01	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	378,0		2,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	472,4	0,0	2,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	66,4	118,4	16,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	671,0	765,6	44,0	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,35	884,0	6,69	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,26	155,6	0,05	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,3	45,4	1,1	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,62	1,35	-4,37	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.697,0	3.522,0	102,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

55- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

56- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o: 28/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon-100) / membrana antiga	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Alimentação	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.140,0	5.480,0	162,4	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	7,8	7,1	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,2	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	10,0	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	73,0	124,0	1,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	81,0	152,7	0,8	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	520,0	946,3	6,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	446,4	984,3	24,9	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	21,8	44,0	1,1	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	99,2	210,4	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	394,8	890,0	1,6	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	494,0	1.100,4	1,6	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	57,9	107,9	3,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	647,9	1.295,8	34,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,35	0,58	7,53	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,27	0,38	0,04	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,9	42,2	0,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,71	1,35	-4,12	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.748,0	3.419,0	66,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

57- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

58- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 29/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon-100) / membrana nova	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.030,0	5.080,0	162,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	7,9	6,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,3	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	7,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	73,0	107,0	1,2	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	69,6	132,3	1,0	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	472,5	818,8	7,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	461,5	1.019,3	17,7	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	22,4	48,4	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	131,2	672,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	408,0	368,8	0,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	539,2	1.040,8	0,8	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	46,5	592,7	8,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	612,4	1.100,5	24,1	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,71	0,27	4,87	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,36	0,03	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,9	41,0	0,6	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,75	1,32	-5,41	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.593,0	3.166,0	60,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

59- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

60- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Lauda N^o.: 30/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (HCl) / membrana nova	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	2.960,0	6.360,0	167,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,7	8,0	7,9	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,4	0,2	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	54,5	108,0	1,2	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	69,3	134,4	0,8	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	425,0	830,0	6,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	482,0	820,7	17,9	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	20,0	46,9	0,9	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,01	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	160,0	503,2	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	298,4	283,2	1,2	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	458,4	786,4	1,2	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	122,2	123,5	10,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	610,6	1.178,6	23,4	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,66	0,97	4,96	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,39	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	47,8	46,8	1,2	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,47	1,31	-3,39	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.868,0	3.054,0	62,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

61- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

62- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 31/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon-100 + HCl) / membrana nova	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.750,0	6.340,0	141,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,8	7,9	6,1	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,3	0,3	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	59,5	120,0	0,8	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	67,5	133,8	0,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	430,0	857,5	3,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	497,7	896,3	18,1	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,2	26,1	0,9	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,01	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	440,0	515,2	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	114,0	546,4	7,6	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	554,0	1.061,6	7,6	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	77,1	141,3	9,0	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	608,8	1.178,6	17,0	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	1,06	0,89	5,85	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,37	0,03	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	45,8	46,6	0,6	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,73	1,38	-4,57	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.580,0	3.285,0	62,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

63- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

64- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 32/2008	Data da Coleta: 25/01/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 25/01/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / STQ / membrana nova	Data da Análise: 25/01/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.730,0	6.400,0	138,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	7,9	7,9	6,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,2	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	5,0	5,0	5,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	60,0	110,0	0,8	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	68,1	133,2	0,2	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	433,8	830,0	3,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	456,4	845,6	17,7	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,2	26,1	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,01	0,01	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	216,0	364,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	234,4	430,8	6,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	450,4	794,8	6,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	75,4	128,8	9,1	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	619,5	1.189,3	17,0	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,75	1,06	5,62	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,37	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	46,6	46,6	0,6	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,73	1,21	-4,57	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.572,0	3.356,0	60,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

65- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

66- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 25/01/2008

Laudo N^o.: 63/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon 50/100)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.530,0	5.600,0	72,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	7,4	7,4	6,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,4	0,1	0,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	78,0	118,5	0,6	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	93,9	159,3	1,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	586,3	960,0	7,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	666,4	1.192,0	15,6	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	35,3	42,5	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	334,0	452,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	222,0	468,0	13,6	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	556,0	920,0	13,6	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	226,8	510,7	0,3	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	864,4	1.448,4	21,3	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,44	0,75	0,00	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,38	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,4	37,8	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,44	0,81	-4,13	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.036,0	3.619,0	57,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).
SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
(b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

67- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

68- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 64/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon 25/25)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.570,0	5.780,0	67,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	7,4	7,3	6,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,0	0,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	78,0	129,5	0,6	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	97,8	167,1	1,6	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	602,5	1.020,0	8,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	540,8	1.019,3	14,2	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	36,7	41,0	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,03	0,04	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	262,0	530,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	151,0	388,0	12,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	413,0	918,0	12,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	103,9	168,5	0,9	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	882,2	1.469,7	19,9	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,53	0,58	0,04	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,23	0,38	0,01	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,6	37,0	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,30	0,75	-4,19	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.081,0	3.591,0	53,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

69- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

70- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 66/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon 50/75)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.620,0	5.820,0	74,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	7,4	7,4	6,5	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,0	0,2	0,2	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	78,0	130,5	0,6	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	93,9	159,9	1,3	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	586,3	992,5	7,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	648,6	1.128,5	16,0	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	35,3	39,6	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,03	0,03	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	338,0	502,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	226,0	426,0	14,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	564,0	928,0	14,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	176,9	350,3	0,3	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	871,5	1.482,1	20,6	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,18	0,80	0,97	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,40	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,5	37,6	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,44	0,86	-3,89	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.088,0	3.603,0	58,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

71- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

72- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 67/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / STQ	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.160,0	5.110,0	90,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	7,2	7,4	6,3	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,2	0,0	0,3	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,3	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	67,0	111,0	2,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	75,6	133,5	0,7	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	482,5	833,8	8,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	592,5	916,7	14,1	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	39,6	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,02	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	342,0	522,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	201,0	393,0	16,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	543,0	915,0	16,8	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	62,9	132,9	1,2	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	798,8	1.215,9	14,9	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,13	0,13	1,73	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,03	0,04	0,01	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,6	20,1	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,16	0,79	-3,54	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.810,0	3.072,0	56,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

73- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

74- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o: 68/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (HCl - pH=2)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Alimentação	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.110,0	5.020,0	82,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	6,7	5,9	6,7	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,5	0,4	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	58,5	105,5	0,8	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	79,8	130,5	2,3	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	478,8	807,5	11,5	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	640,3	1.091,3	18,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,2	20,0	0,8	---
Ferro Total, mg/L	0,04	0,05	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	60,0	146,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	358,0	541,0	18,4	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	418,0	687,0	18,4	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	3,4	3,4	3,3	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	809,4	1.334,8	20,6	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,04	0,09	2,97	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,03	0,04	0,00	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	22,0	39,4	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-0,51	-0,86	-3,58	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.828,0	3.075,0	64,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

75- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

76- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 69/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (Flocon 50/125)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.570,0	5.710,0	79,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	7,4	7,6	6,5	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,1	0,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	82,5	130,5	1,0	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	93,0	165,9	1,6	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	593,8	1.017,5	9,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	780,2	1.297,9	16,8	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	42,5	0,7	---
Ferro Total, mg/L	0,02	0,03	0,02	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	232,0	416,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	283,0	514,0	19,2	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	515,0	930,0	19,2	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	3,4	3,4	2,4	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	836,0	1.443,1	17,8	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,49	0,53	1,99	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,25	0,38	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,8	38,2	0,1	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,42	1,06	-3,54	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.113,0	3.506,0	66,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

77- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

78- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 70/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (HCl pH=0,6)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.730,0	6.060,0	114,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	4,9	5,4	4,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,7	0,3	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	74,5	129,0	0,8	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	99,3	164,1	3,1	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	600,0	1.006,3	15,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	598,4	995,9	17,9	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	38,1	1,0	---
Ferro Total, mg/L	0,15	0,16	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	98,0	87,0	0,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	98,0	87,0	0,0	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	78,9	129,3	0,6	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	1.196,4	2.051,9	35,5	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,35	0,35	3,14	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,20	0,34	0,04	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,1	38,4	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-2,34	-2,18	-7,27	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.287,0	3.858,0	64,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).
SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
(b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

79- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

80- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Laudo N^o.: 71/2008	Data da Coleta: 14/03/2008
Interessado: Juliana – pesquisa	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2008
Localidade: Comunidade do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: SD / CTQ (HCl pH=1,5)	Data da Análise: 15/03/2008

PARÂMETROS	Após filtros	Concentrado	Permeado	VMP (*)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	3.660,0	5.860,0	116,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH (in loco)	5,2	5,7	4,5	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	0,1	0,18	0,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	0,5	0,2	0,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	76,5	123,5	1,6	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	99,0	160,2	1,9	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	603,8	976,3	12,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	598,4	1.007,5	20,9	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	18,8	23,6	1,0	---
Ferro Total, mg/L	0,13	0,13	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	138,0	223,0	6,4	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	138,0	223,0	6,4	---
Sulfato (SO ₄ ⁻), mg/L	71,8	125,8	4,1	250,0
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	1.171,5	1.941,9	31,2	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,53	0,58	2,26	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,17	0,28	0,02	1,0
Sílica, mg/L (SiO ₂)	21,5	40,2	0,0	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-2,38	-1,49	-6,02	≤ 0
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	2.283,0	3.803,0	71,0	1.000,0

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

SD – Sistema de Dessalinização

LAUDO:

De acordo com a Legislação Brasileira em vigor, os resultados analíticos das amostras de águas são os seguintes:

- (a) a água da alimentação e do concentrado **não** se encontram dentro dos parâmetros permissíveis de potabilidade;
 (b) a água do permeado encontra-se dentro dos padrões de potabilidade;

OBSERVAÇÕES:

81- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

82- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 15/03/2008

Capítulo VIII

ANEXO B



Laudo N^o: 03/2007	Data da Coleta: 22/01/2007
Interessado: Juliana Cartaxo	Resp. pela Coleta: Juliana
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 22/01/2007
Localidade: Sítio do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Poço	Data da Análise: 22/01/2007

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	PRESENÇA	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	PRESENÇA	Ausência em 100 mL

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Metodologia analisada: Cromogênico (enzimático) - Colilert.

OBSERVAÇÕES:

- 1- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- 2- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 22/01/2007

Laudo N^o.: 04/2007	Data da Coleta: 22/01/2007
Interessado: Juliana Cartaxo	Resp. pela Coleta: Juliana
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 22/01/2007
Localidade: Sítio do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Permeado da Membrana de Microfiltração após limpeza química 1	Data da Análise: 22/01/2007

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Metodologia analisada: Cromogênico (enzimático) - Colilert.

OBSERVAÇÕES:

- 3- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- 4- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 22/01/2007



Laudo N^o.: 15/2007	Data da Coleta: 14/03/2007
Interessado: Juliana Cartaxo	Resp. pela Coleta: Juliana
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 14/03/2007
Localidade: Sítio do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Permeado da Membrana de Microfiltração após limpeza química 2	Data da Análise: 14/03/2007

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Metodologia analisada: Cromogênico (enzimático) - Colilert.

OBSERVAÇÕES:

5- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

6- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 14/03/2007

Laudo N^o.: 111/2007	Data da Coleta: 19/07/2007
Interessado: Juliana Cartaxo	Resp. pela Coleta: Juliana
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 19/07/2007
Localidade: Sítio do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Permeado da Membrana de Microfiltração após limpeza química 3	Data da Análise: 19/07/2007

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO: De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos. Metodologia analisada: Cromogênico (enzimático) - Colilert.	
OBSERVAÇÕES: 7- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório. 8- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado. A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.	
Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)	
Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França	Data: 19/07/2007



Laudo N^o.: 194/2007	Data da Coleta: 03/10/2007
Interessado: Juliana Cartaxo	Resp. pela Coleta: Juliana
Município: Campina Grande - PB	Data da Entrega da Amostra: 03/10/2007
Localidade: Sítio do Marinho	Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Permeado da Membrana de Microfiltração após limpeza química 4	Data da Análise: 03/10/2007

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	AUSÊNCIA	Ausência em 100 mL

(*)VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 518/04 MS).

LAUDO:

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Metodologia analisada: Cromogênico (enzimático) - Colilert.

OBSERVAÇÕES:

9- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.

10- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ – 01.303.119)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França

Data: 03/10/2007

Capítulo VIII

ANEXO C

Tabela 4.1.1: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas STQ

Alimentação STQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	575,0	64,5	86,5	72,5	73,5	73,0
Mg ⁺⁺	71,4	80,1	106,5	83,7	81,6	85,2
CaCO ₃ (dureza)	441,3	495,0	660,5	530,0	523,8	537,5
Na ⁺	493,4	501,2	553,4	485,7	489,6	485,7
K ⁺	13,1	12,4	14,4	12,4	14,4	11,8
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	80,0	21,2	20,2	21,0	22,0	20,9
Carbonato (CaCO ₃)	90,0	100,0	134,0	158,0	78,0	120,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	450,0	393,0	339,0	331,0	418,0	371,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	540,0	493,0	473,0	489,0	496,0	491,0
Cl ⁻	630,1	720,7	924,8	724,2	719,0	722,4
SO ₄ ⁻	83,6	66,5	80,7	84,3	53,7	73,6
NO ₃ ⁻	0,4	1,0	0,0	0,7	0,5	0,8
NO ₂ ⁻	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3
TDS	2032,8	1872,0	2223,0	1919,0	2353,0	2001,0
Turbidez (uT)	0,60	0,60	0,10	0,30	0,10	0,00
ISL	0,5	0,84	0,91	1,16	0,83	1,08

Tabela 4.1.2: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (Flocon-100)

Alimentação CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	575,0	70,0	77,0	65,5	74,0	56,0
Mg ⁺⁺	71,4	79,5	77,7	87,9	90,9	76,5
CaCO ₃ (dureza)	441,3	506,3	516,3	530,0	563,8	458,8
Na ⁺	493,4	524,6	485,7	393,9	451,8	440,8
K ⁺	13,1	8,5	12,1	9,9	12,8	12,1
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	80,0	20,9	20,4	22,9	22,7	22,5
Carbonato (CaCO ₃)	90,0	50,0	202,0	82,0	74,0	110,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	450,0	429,0	289,0	438,0	503,0	437,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	540,0	479,0	491,0	520,0	577,0	547,0
Cl ⁻	630,1	688,7	706,5	568,0	628,4	607,1
SO ₄ ⁻	83,6	219,7	55,8	62,9	38,0	77,2
NO ₃ ⁻	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
NO ₂ ⁻	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
TDS	2032,8	2176,0	1917,0	1804,0	1977,4	1893,2
Turbidez (uT)	0,6	0,7	0,2	0,0	0,2	2,9
ISL	0,5	0,7	1,1	0,8	0,7	1,5

Tabela 4.1.3: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (HCl)

Alimentação CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	575,0	69,5	52,5	65,0	75,0	66,0
Mg ⁺⁺	71,4	82,8	64,5	84,0	97,8	91,8
CaCO ₃ (dureza)	441,3	518,8	400,0	512,5	595,0	547,5
Na ⁺	493,4	459,2	419,2	455,5	552,3	437,2
K ⁺	13,1	12,4	11,5	12,1	20,0	11,2
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	80,0	21,8	20,4	22,0	20,9	22,5
Carbonato (CaCO ₃)	90,0	108,0	100,0	146,0	180,0	296,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	450,0	425,0	452,0	384,0	428,0	256,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	540,0	533,0	552,0	530,0	608,0	552,0
Cl ⁻	630,1	719,0	543,2	676,3	866,2	674,5
SO ₄ ⁻	83,6	42,3	57,2	91,4	62,9	60,8
NO ₃ ⁻	0,4	0,6	0,2	0,7	0,5	0,5
NO ₂ ⁻	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
TDS	2032,8	1992,0	1761,0	1964,7	2326,0	1854,6
Turbidez (uT)	0,6	2,8	0,1	0,1	0,3	0,2
ISL	0,5	1,6	0,8	0,0	0,7	1,6

Tabela 4.1.4: Variação das concentrações iônicas para a corrente de alimentação nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)

Alimentação CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	575,0	57,0	54,5	57,5	47,0	54,0
Mg ⁺⁺	71,4	66,0	71,4	63,0	69,9	67,5
CaCO ₃ (dureza)	441,3	417,5	433,8	406,3	408,8	416,3
Na ⁺	493,4	44,5	429,9	466,7	451,8	466,7
K ⁺	13,1	11,5	11,2	11,8	13,1	11,5
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	80,0	22,9	26,4	22,4	22,0	22,1
Carbonato (CaCO ₃)	90,0	280,0	172,0	170,0	160,0	160,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	450,0	314,0	398,0	372,0	305,0	410,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	540,0	594,0	570,0	542,0	465,0	570,0
Cl ⁻	630,1	575,1	568,0	585,8	612,4	564,5
SO ₄ ⁻	83,6	39,4	65,1	28,7	28,0	28,0
NO ₃ ⁻	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,7
NO ₂ ⁻	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
TDS	2032,8	1768,2	1816,0	1792,5	1712,9	1811,4
Turbidez (uT)	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
ISL	0,5	1,7	1,4	0,7	1,0	0,8

Tabela 4.1.5: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas STQ

Permeado STQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	0,2	5,6	1,0	2,0	1,6	0,2
Mg ⁺⁺	1,0	6,0	0,6	0,4	0,6	1,0
CaCO ₃ (dureza)	4,5	39,0	5,0	6,5	6,5	4,5
Na ⁺	23,6	148,5	25,4	24,4	24,4	23,6
K ⁺	0,8	4,0	0,8	0,8	0,8	0,8
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	0,6	21,6	0,9	0,8	0,8	0,6
Carbonato (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	17,2	82,0	14,4	12,8	16,8	17,2
CaCO ₃ (alcalinidade)	17,2	82,0	14,4	12,8	16,8	17,2
Cl ⁻	24,1	196,0	24,9	30,5	31,2	24,1
SO ₄ ⁻	6,3	5,8	8,8	3,4	1,5	6,3
NO ₃ ⁻	1,2	1,6	6,0	4,0	0,0	1,2
NO ₂ ⁻	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
TDS	59,0	430,0	126,0	92,0	90,0	59,0
Turbidez (uT)	-4,0	-1,6	-4,0	-4,0	-3,8	-4,0
ISL	0,2	5,6	1,0	2,0	1,6	0,2

Tabela 4.1.6: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (Flocon-100)

Permeado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	1,6	1,6	1,6	1,4	19,0	1,6
Mg ⁺⁺	0,2	1,8	0,5	1,1	4,2	0,2
CaCO ₃ (dureza)	5,0	0,6	6,0	8,0	6,5	5,0
Na ⁺	24,4	7,0	19,5	21,3	149,8	24,4
K ⁺	0,8	23,6	0,8	0,8	4,4	0,8
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	0,8	0,8	0,8	0,8	5,8	0,8
Carbonato (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	16,4	15,2	16,0	16,0	105,0	16,4
CaCO ₃ (alcalinidade)	16,4	15,2	16,0	16,0	105,0	16,4
Cl ⁻	30,5	29,8	22,0	24,9	206,0	30,5
SO ₄ ⁻	1,5	2,4	4,0	5,2	14,0	1,5
NO ₃ ⁻	0,0	0,0	0,0	1,4	2,5	0,0
NO ₂ ⁻	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
TDS	80,1	82,0	72,0	76,4	534,0	80,1
Turbidez (uT)	-3,7	-3,8	-2,9	-4,0	-1,1	-3,7
ISL	1,6	1,6	1,6	1,4	19,0	1,6

Tabela 4.1.7: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (HCl)

Permeado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	1,2	0,8	4,0	1,6	0,2	1,2
Mg ⁺⁺	0,1	0,7	3,6	0,4	0,2	0,1
CaCO ₃ (dureza)	3,5	5,0	25,0	5,5	1,5	3,5
Na ⁺	22,1	19,2	20,4	26,8	23,1	22,1
K ⁺	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	0,6	0,8	1,0	0,7	0,1	0,6
Carbonato (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	20,8	12,8	23,2	15,2	18,0	20,8
CaCO ₃ (alcalinidade)	20,8	12,8	23,2	15,2	18,0	20,8
Cl ⁻	21,3	22,7	29,1	34,8	17,8	21,3
SO ₄ ⁻	1,2	1,2	3,6	0,6	4,7	1,2
NO ₃ ⁻	2,2	4,3	3,5	2,7	3,8	2,2
NO ₂ ⁻	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TDS	75,0	66,5	94,6	86,8	72,6	75,0
Turbidez (uT)	-3,5	-4,1	-3,3	-3,1	-4,8	-3,5
ISL	1,2	0,8	4,0	1,6	0,2	1,2

Tabela 4.1.8: Variação das concentrações iônicas para a corrente do permeado nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)

Permeado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	0,2	0,3	0,4	0,6	0,4	0,2
Mg ⁺⁺	0,7	0,7	0,7	0,8	1,0	0,7
CaCO ₃ (dureza)	3,3	3,8	4,0	5,0	5,0	3,3
Na ⁺	23,3	21,3	25,7	24,4	23,6	23,3
K ⁺	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0
Carbonato (CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	14,0	16,0	19,2	18,0	16,0	14,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	14,0	16,0	19,2	18,0	16,0	14,0
Cl ⁻	23,1	20,6	24,1	24,1	24,9	23,1
SO ₄ ⁻	5,9	4,0	5,4	5,0	4,8	5,9
NO ₃ ⁻	4,9	4,3	4,3	4,7	4,0	4,9
NO ₂ ⁻	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
TDS	77,0	72,3	85,8	83,2	79,8	77,0
Turbidez (uT)	-4,8	-4,4	-4,2	-3,9	-3,2	-4,8
ISL	0,2	0,3	0,4	0,6	0,4	0,2

Tabela 4.1.9: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas STQ

Concentrado STQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	141,5	86,5	101,0	129,5	122,5	141,5
Mg ⁺⁺	158,7	106,5	172,5	127,8	169,8	158,7
CaCO ₃ (dureza)	1015,0	660,0	971,3	856,3	1013,8	1015,0
Na ⁺	1018,2	553,4	1010,3	987,0	1018,2	1018,2
K ⁺	24,3	14,4	27,4	26,1	25,5	24,3
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	42,0	42,4	48,0	43,2	44,2	42,0
Carbonato (CaCO ₃)	282,0	134,0	224,0	54,0	70,0	282,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	688,0	339,0	655,0	924,0	845,0	688,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	970,0	473,0	879,0	978,0	915,0	970,0
Cl ⁻	1469,7	924,8	1485,7	1476,8	1491,0	1469,7
SO ₄ ⁻	144,9	80,7	164,5	91,4	136,5	144,9
NO ₃ ⁻	1,7	0,0	0,9	0,6	1,0	1,7
NO ₂ ⁻	0,0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0
TDS	3911,0	2223,0	3968,0	4149,0	4118,0	3911,0
Turbidez (uT)	1,9	0,9	1,3	1,3	1,3	1,9
ISL	141,5	86,5	101,0	129,5	122,5	141,5

Tabela 4.1.10: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (Flocon-100)

Concentrado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	137,0	105,5	106,5	155,0	87,0	137,0
Mg ⁺⁺	160,2	137,4	170,1	171,6	105,6	160,2
CaCO ₃ (dureza)	1010,0	836,3	975,0	1102,5	657,5	1010,0
Na ⁺	1018,2	986,9	881,6	911,0	646,5	1018,2
K ⁺	25,5	24,3	23,0	23,6	20,0	25,5
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	44,2	41,0	49,6	46,0	27,5	44,2
Carbonato (CaCO ₃)	114,0	400,0	230,0	94,0	158,0	114,0
Biacarbonatos (CaCO ₃)	876,0	480,0	836,0	1006,0	520,0	876,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	990,0	880,0	1066,0	1100,0	678,0	990,0
Cl ⁻	1395,2	1402,3	1196,4	1256,7	908,8	1395,2
SO ₄ ⁻	168,5	129,3	116,3	278,8	112,0	168,5
NO ₃ ⁻	0,6	0,8	0,8	0,6	0,5	0,6
NO ₂ ⁻	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
TDS	4122,0	3665,0	3729,0	4217,5	2647,0	4122,0
Turbidez (uT)	1,5	1,5	1,7	1,5	1,9	1,5
ISL	137,0	105,5	106,5	155,0	87,0	137,0

Tabela 4.1.11: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (HCl)

Concentrado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	136,0	108,0	122,0	144,0	67,0	136,0
Mg ⁺⁺	170,7	131,7	148,8	192,6	146,4	170,7
CaCO ₃ (dureza)	1051,3	818,8	925,0	1162,5	777,5	1051,3
Na ⁺	933,5	874,3	867,1	1091,3	874,3	933,5
K ⁺	27,4	23,6	26,8	45,4	22,4	27,4
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	43,0	26,9	42,4	41,0	45,4	43,0
Carbonato (CaCO ₃)	210,0	238,0	182,0	412,0	452,0	210,0
Bicarbonatos (CaCO ₃)	770,0	887,0	718,0	658,0	266,0	770,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	980,0	1125,0	900,0	1070,0	718,0	980,0
Cl ⁻	1402,3	1125,4	1274,5	1640,1	1349,0	1402,3
SO ₄ ⁻	266,0	134,2	130,6	318,2	87,8	266,0
NO ₃ ⁻	1,0	0,6	0,4	0,3	0,5	1,0
NO ₂ ⁻	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,1
TDS	4045,4	3651,4	3600,4	4523,3	3189,0	4045,4
Turbidez (uT)	2,1	1,3	1,3	1,4	1,7	2,1
ISL	136,0	108,0	122,0	144,0	67,0	136,0

Tabela 4.1.12: Variação das concentrações iônicas para a corrente do concentrado nas bateladas CTQ (Flocon + HCl)

Concentrado CTQ						
PARÂMETROS (mg/L)	Poço "in natura"	Após limpeza	batelada1	batelada 2	batelada 3	batelada 4
Ca ⁺⁺	100,0	106,0	107,5	105,0	99,0	100,0
Mg ⁺⁺	156,6	165,6	76,5	141,0	134,4	156,6
CaCO ₃ (dureza)	902,5	955,0	587,5	850,0	807,5	902,5
Na ⁺	852,7	874,3	948,6	979,2	911,0	852,7
K ⁺	22,4	23,0	23,6	23,6	28,1	22,4
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SiO ₂	45,2	69,0	45,2	45,2	44,6	45,2
Carbonato (CaCO ₃)	482,0	308,0	346,0	250,0	400,0	482,0
Biacarbonatos (CaCO ₃)	490,0	818,0	754,0	845,0	693,0	490,0
CaCO ₃ (alcalinidade)	970,0	1126,0	1100,0	1095,0	1093,0	970,0
Cl ⁻	1299,3	1221,2	1082,8	1189,3	1136,0	1299,3
SO ₄ ⁻	91,4	109,2	136,0	125,3	137,7	91,4
NO ₃ ⁻	0,9	0,4	0,7	0,8	0,6	0,9
NO ₂ ⁻	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
TDS	3454,7	3752,0	3548,6	3790,6	3577,2	3454,7
Turbidez (uT)	2,2	1,5	-4,2	1,4	1,4	2,2
ISL	100,0	106,0	107,5	105,0	99,0	100,0

Capítulo VIII

ANEXO D

Tabela 4.2.1: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga STQ

MEMBRANA ANTIGA						
STQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	7,8	7,9	8,0	6,6
Turbidez	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3
Cálcio	52,5	62,0	59,5	61,5	116,5	3,5
Magnésio	62,1	65,7	71,4	70,2	145,5	1,8
Dureza total	390,0	428,8	446,3	446,3	897,5	16,3
Sódio	426,8	492,5	513,8	535,6	926,0	27,3
Potássio	21,2	22,4	18,8	18,8	32,7	1,0
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	52,0	200,0	269,6	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	448,8	328,8	526,8	28,4
Alcalinidade total	383,2	448,0	500,8	528,8	796,4	28,4
Sulfato	93,2	78,9	80,7	95,0	148,4	6,6
Cloreto	580,4	671,0	676,3	679,8	1340,1	28,4
Nitrato	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	5,5
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,7	22,0	45,0	0,7
ISL	0,5	0,8	0,7	0,9	1,3	-2,9
TDS	1573,0	1825,0	1713,0	1785,0	3691,0	136,0

Tabela 4.2.2: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga CTQ (Flocon-100)

MEMBRANA ANTIGA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	7,8	7,8	7,8	7,1
Turbidez	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Cálcio	52,5	62,0	59,5	73,0	124,0	1,0
Magnésio	62,1	65,7	71,4	81,0	152,7	0,8
Dureza total	390,0	428,8	446,3	520,0	946,3	6,0
Sódio	426,8	492,5	513,8	446,4	984,3	24,9
Potássio	21,2	22,4	18,8	21,8	44,0	1,1
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	52,0	99,2	210,4	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	448,8	394,8	890,0	1,6
Alcalinidade total	383,2	448,0	500,8	494,0	1100,4	1,6
Sulfato	93,2	78,9	80,7	57,9	107,9	3,6
Cloreto	580,4	671,0	676,3	647,9	1295,8	34,1
Nitrato	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	7,5
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,7	21,9	42,2	0,8
ISL	0,5	0,8	0,7	0,7	1,4	-4,1
TDS	1573,0	1825,0	1713,0	1748,0	3419,0	66,0

Tabela 4.2.3: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga CTQ (HCl)

MEMBRANA ANTIGA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	7,8	7,7	7,9	6,7
Turbidez	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4
Cálcio	52,5	62,0	59,5	65,0	125,5	1,2
Magnésio	62,1	65,7	71,4	74,1	138,3	1,0
Dureza total	390,0	428,8	446,3	471,3	890,0	7,0
Sódio	426,8	492,5	513,8	482,0	948,6	34,8
Potássio	21,2	22,4	18,8	22,4	28,1	1,1
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	52,0	94,4	0,0	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	448,8	378,0	283,2	2,0
Alcalinidade total	383,2	448,0	500,8	472,4	0,0	2,0
Sulfato	93,2	78,9	80,7	66,4	118,4	16,6
Cloreto	580,4	671,0	676,3	671,0	765,6	44,0
Nitrato	0,5	0,6	0,4	0,4	884,0	6,7
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	155,6	0,1
Sílica	22,1	21,8	21,7	22,3	45,4	1,1
ISL	0,5	0,8	0,7	0,6	1,4	-4,4
TDS	1573,0	1825,0	1713,0	1697,0	3522,0	102,0

Tabela 4.2.4: Variação das concentrações iônicas para a membrana antiga CTQ (Flocon + HCl)

MEMBRANA ANTIGA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	7,8	7,8	8,0	6,4
Turbidez	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4
Cálcio	52,5	62,0	59,5	58,0	119,5	1,0
Magnésio	62,1	65,7	71,4	72,0	144,0	1,0
Dureza total	390,0	428,8	446,3	445,0	898,8	6,5
Sódio	426,8	492,5	513,8	508,4	948,6	26,8
Potássio	21,2	22,4	18,8	18,8	30,0	0,9
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	52,0	288,8	591,2	0,8
Bicarbonato	304,8	227,2	448,8	254,8	509,2	0,0
Alcalinidade total	383,2	448,0	500,8	543,6	1100,4	0,8
Sulfato	93,2	78,9	80,7	64,7	175,2	5,0
Cloreto	580,4	671,0	676,3	649,7	1294,0	38,3
Nitrato	0,5	0,6	0,4	1,2	0,4	5,5
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,7	22,0	45,8	0,8
ISL	0,5	0,8	0,7	0,7	1,5	-5,2
TDS	1573,0	1825,0	1713,0	1800,0	3679,0	104,0

Tabela 4.2.5: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova STQ

MEMBRANA NOVA						
STQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF depois de limpeza	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	8,1	7,9	7,9	6,2
Turbidez	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
Cálcio	52,5	62,0	52,0	60,0	110,0	0,8
Magnésio	62,1	65,7	66,0	68,1	133,2	0,2
Dureza total	390,0	428,8	405,0	433,8	830,0	3,0
Sódio	426,8	492,5	492,5	456,4	845,6	17,7
Potássio	21,2	22,4	23,6	18,2	26,1	0,8
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	187,2	216,0	364,0	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	268,8	234,4	430,8	6,0
Alcalinidade total	383,2	448,0	456,0	450,4	794,8	6,0
Sulfato	93,2	78,9	93,2	75,4	128,8	9,1
Cloreto	580,4	671,0	635,5	619,5	1189,3	17,0
Nitrato	0,5	0,6	0,5	0,8	1,1	5,6
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,9	46,6	46,6	0,6
ISL	0,5	0,8	0,8	0,7	1,2	-4,6
TDS	1573,0	1825,0	1750,0	1572,0	3356,0	60,0

Tabela 4.2.6: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (Flocon-100)

MEMBRANA NOVA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF depois de limpeza	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	8,1	7,8	7,9	6,2
Turbidez	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Cálcio	52,5	62,0	52,0	73,0	107,0	1,2
Magnésio	62,1	65,7	66,0	69,6	132,3	1,0
Dureza total	390,0	428,8	405,0	472,5	818,8	7,0
Sódio	426,8	492,5	492,5	461,5	1019,3	17,7
Potássio	21,2	22,4	23,6	22,4	48,4	0,8
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	187,2	131,2	672,0	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	268,8	408,0	368,8	0,8
Alcalinidade total	383,2	448,0	456,0	539,2	1040,8	0,8
Sulfato	93,2	78,9	93,2	46,5	592,7	8,6
Cloreto	580,4	671,0	635,5	612,4	1100,5	24,1
Nitrato	0,5	0,6	0,5	0,7	0,3	4,9
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,9	21,9	41,0	0,6
ISL	0,5	0,8	0,8	0,8	1,3	-5,4
TDS	1573,0	1825,0	1750,0	1593,0	3166,0	60,0

Tabela 4.2.7: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (HCl)

MEMBRANA NOVA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF depois de limpeza	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	8,1	7,7	8,0	7,9
Turbidez	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
Cálcio	52,5	62,0	52,0	54,5	108,0	1,2
Magnésio	62,1	65,7	66,0	69,3	134,4	0,8
Dureza total	390,0	428,8	405,0	425,0	830,0	6,5
Sódio	426,8	492,5	492,5	482,0	820,7	17,9
Potássio	21,2	22,4	23,6	20,0	46,9	0,9
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	187,2	160,0	503,2	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	268,8	298,4	283,2	1,2
Alcalinidade total	383,2	448,0	456,0	458,4	786,4	1,2
Sulfato	93,2	78,9	93,2	122,2	123,5	10,0
Cloreto	580,4	671,0	635,5	610,6	1178,6	23,4
Nitrato	0,5	0,6	0,5	0,7	1,0	5,0
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,9	47,8	46,8	1,2
ISL	0,5	0,8	0,8	0,5	1,3	-3,4
TDS	1573,0	1825,0	1750,0	1868,0	3054,0	62,0

Tabela 4.2.8: Variação das concentrações iônicas para a membrana nova CTQ (Flocon + HCl)

MEMBRANA NOVA						
CTQ						
Íons	Água " in natura"	Após tanque de alim.	Após MF depois de limpeza	Após filtros	Concentrado	Permeado
pH	7,7	8,1	8,1	7,8	7,9	6,1
Turbidez	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
Cálcio	52,5	62,0	52,0	59,5	120,0	0,8
Magnésio	62,1	65,7	66,0	67,5	133,8	0,4
Dureza total	390,0	428,8	405,0	430,0	857,5	3,5
Sódio	426,8	492,5	492,5	497,7	896,3	18,1
Potássio	21,2	22,4	23,6	18,2	26,1	0,9
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato	78,4	220,8	187,2	440,0	515,2	0,0
Bicarbonato	304,8	227,2	268,8	114,0	546,4	7,6
Alcalinidade total	383,2	448,0	456,0	554,0	1061,6	7,6
Sulfato	93,2	78,9	93,2	77,1	141,3	9,0
Cloreto	580,4	671,0	635,5	608,8	1178,6	17,0
Nitrato	0,5	0,6	0,5	1,1	0,9	5,9
Nitrito	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0
Sílica	22,1	21,8	21,9	45,8	46,6	0,6
ISL	0,5	0,8	0,8	0,7	1,4	-4,6
TDS	1573,0	1825,0	1750,0	1580,0	3285,0	62,0

Capítulo VIII

ANEXO E

Tabela 4.5.1: Variação das concentrações iônicas para os valores experimentais e simulados STQ

STQ										
Parâmetros	Alimentação (mg/L)	Ajuste da alimentação (mg/L) Sim.	Ajuste da alimentação (mg/L) Exp.	Concentrado (mg/L)		Permeado (mg/L)		Permeado		$(RS_{sim} - RS_{exp})\%$
				Cc Sim.	Cc Exp.	Cp Sim.	Cp Exp.	RS (%) Sim.	RS (%) Exp.	
K	18,8	18,8		31,1	39,6	0,3	0,7	98,3	96,3	2,0
Na	592,5	592,5		981,1	916,7	9,6	14,1	98,4	97,6	0,8
Mg	75,6	75,6		125,6	133,5	0,7	0,7	99,1	99,1	0,0
Ca	67,0	67,0		111,3	111,0	0,6	2,0	99,1	97,0	2,1
CO3	342,0	205,2		307,8	522,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0
HCO3	201,0	245,2		470,5	393,0	8,8	16,8	96,4	91,6	4,8
NO3	0,1	0,1		0,2	0,1	0,0	0,0	84,6	100,0	-15,4
Cl	798,8	838,2		1388,4	1215,9	12,9	14,9	98,5	98,1	0,3
SO4	62,9	62,9		104,6	132,9	0,4	1,2	99,4	98,1	1,3
SiO2	22,6	22,6		37,5	20,1	0,2	0,0	98,9	100,0	-1,1
CO2		15,9		0,1		4,2		73,7		73,7
pH	7,2	7,2		9,6	7,4	6,5	6,3	9,7	12,5	-2,8
TDS	1810,0	2128,2		3558,7	3072,0	33,5	56,0	98,4	96,9	1,5
ISL	0,2				0,8		-3,5		2312,5	-2312,5

Tabela 4.5.2: Variação das concentrações iônicas para os valores experimentais e simulados CTQ (HCl)

HCl (pH=2)										
Parâmetros	Alimentação (mg/L)	Ajuste da alimentação (mg/L) Sim.	Ajuste da alimentação (mg/L) Exp.	Concentrado (mg/L)		Permeado (mg/L)		Permeado		$(RS_{sim} - RS_{exp})\%$
				Cc Sim.	Cc Exp.	Cp Sim.	Cp Exp.	RS (%) Sim.	RS (%) Exp.	
K	18,8	18,8	18,2	31,1	20,0	0,4	0,8	97,9	95,6	-2,3
Na	592,5	592,5	640,3	979,6	1091,3	11,9	18,8	98,0	97,1	-0,9
Mg	75,6	75,6	79,8	125,4	130,5	0,9	2,3	98,8	97,1	-1,7
Ca	67,0	67,0	58,5	111,2	105,5	0,8	0,8	98,9	98,6	-0,2
CO3	342,0	0,3	60,0	0,8	146,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0
HCO3	201,0	370,4	358,0	611,2	541,0	8,5	18,4	97,7	94,9	-2,8
NO3	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	84,6	100,0	15,4
Cl	798,8	1007,6	809,4	1667,8	1334,8	17,5	20,6	98,3	97,5	-0,8
SO4	62,9	62,9	3,4	104,5	3,4	0,5	3,3	99,3	2,9	-96,3
SiO2	22,6	22,6	22,0	37,5	39,4	0,2	0,0	99,0	100,0	1,0
CO2		76,9		77,1		76,7		0,3		-0,3
pH	7,2	6,7	6,7	6,9	5,9	5,2	6,7	22,1	0,0	-22,1
TDS	1810,0	2217,9	1828,0	3669,3	3075,0	40,7	64,0	98,2	96,5	-1,7
ISL	0,2		-0,5		-0,9		-3,6		-602,0	-602,0

Tabela 4.5.3: Variação das concentrações iônicas para os valores experimentais e simulados CTQ (HCl)

HCl (pH=1,5)										
Íons	Alimentação (mg/L)	Ajuste da alimentação (mg/L) Sim.	Ajuste da alimentação (mg/L) Exp.	Concentrado (mg/L)		Permeado (mg/L)		Permeado		$(RS_{sim} - RS_{exp})\%$
				Cc Sim.	Cc Exp.	Cp Sim.	Cp Exp.	RS (%) Sim.	RS (%) Exp.	
K	18,8	18,8	18,8	31,0	23,6	0,5	1,0	97,3	94,7	-2,7
Na	592,5	592,7	598,4	977,6	1007,5	15,2	20,9	97,4	96,5	-0,9
Mg	75,6	75,6	99,0	125,3	160,2	1,1	1,9	98,5	98,1	-0,5
Ca	67,0	67,0	76,5	111,0	123,5	1,0	1,6	98,6	97,9	-0,7
CO3	342,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	201,0	47,7	138,0	78,4	223,0	4,2	6,4	91,3	95,4	4,1
NO3	0,1	0,1	0,5	0,2	0,6	0,0	0,0	76,9	100,0	23,1
Cl	798,8	1195,8	1171,5	1974,6	1941,9	27,6	31,2	97,7	97,3	-0,4
SO4	62,9	62,9	71,8	104,4	125,8	0,6	4,1	99,0	94,3	-4,8
SiO2	22,6	22,6	21,5	37,5	40,2	0,2	0,0	99,0	100,0	1,0
CO2		312,9		313,0		311,0		0,6		-0,6
pH	7,2	5,2	5,2	5,4	5,7	4,3	4,5	17,5	13,5	-4,0
TDS	1810,0	2083,1	2283,0	3440,0	3803,0	50,4	71,0	97,6	96,9	-0,7
ISL	0,2		-2,4		-1,5		-6,0		-152,9	-152,9

Tabela 4.5.4: Variação das concentrações iônicas para os valores experimentais e simulados CTQ (HCl)

HCl (pH=0,6)										
Íons	Alimentação (mg/L)	Ajuste da alimentação (mg/L) Sim.	Ajuste da alimentação (mg/L) Exp.	Concentrado (mg/L)		Permeado (mg/L)		Permeado		$(RS_{sim} - RS_{exp})\%$
				Cc Sim.	Cc Exp.	Cp Sim.	Cp Exp.	RS (%) Sim.	RS (%) Exp.	
K	18,8	18,8	18,8	31,0	38,1	0,5	1,0	97,3	94,7	-2,7
Na	592,5	592,8	598,4	977,9	995,9	15,2	17,9	97,4	97,0	-0,4
Mg	75,6	75,6	99,3	125,3	164,1	1,1	3,1	98,5	96,9	-1,7
Ca	67,0	67,0	74,5	111,0	129,0	1,0	0,8	98,6	98,9	0,3
CO3	342,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO3	201,0	25,2	98,0	41,1	87,0	3,7	0,0	85,2	100,0	14,8
NO3	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	0,0	0,0	76,9	100,0	23,1
Cl	798,8	1209,1	1196,4	1996,5	2051,9	27,9	35,5	97,7	97,0	-0,7
SO4	62,9	62,9	78,9	104,4	129,3	0,6	0,6	99,0	99,2	0,2
SiO2	22,6	22,6	21,1	37,5	38,4	0,2	0,0	99,0	100,0	1,0
CO2		329,4		329,6		327,3		0,6		-0,6
pH	7,2	4,9	4,9	5,1	5,4	4,2	4,2	13,9	14,3	0,4
TDS	1810,0	2074,1	2287,0	3424,9	3858,0	50,3	64,0	97,6	97,2	-0,4
ISL	0,2		-2,3		-2,2		-7,3		-210,7	-210,7

Capítulo VIII
ANEXO F

Tabela 4.7: Variação do ISL versus o pré-tratamento aplicado

pH versus ISL			
		pH	ISL
STQ	Após filtros	7,2	0,16
	Permeado	6,3	-3,54
	Concentrado	7,4	0,79
CTQ (HCl com pH=3)	Após filtros	7,3	0,47
	Permeado	6,5	-3,39
	Concentrado	6,1	1,31
CTQ (HCl com pH=2)	Após filtros	6,7	-0,51
	Permeado	5,4	-3,58
	Concentrado	5,9	-0,86
CTQ (HCl com pH=1,5)	Após filtros	5,2	-2,38
	Permeado	4,5	-6,02
	Concentrado	5,7	-1,49
CTQ (HCl com pH=0,6)	Após filtros	4,9	-2,34
	Permeado	4,2	-7,27
	Concentrado	5,4	-2,18

Capítulo VIII

ANEXO G

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: STQ

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Project Information: Sistema de dessalinização que atende cerca de 100 famílias operando 3h/dia.

System Details

Feed Flow to Stage 1	1.20 m³/h	Pass 1 Permeate Flow	0.48 m³/h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	1.20 m³/h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	1.45 bar
Feed Pressure	8.29 bar	Feed Temperature	28.0 C	Concentrate	2.38 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	2128.21 mg/l	Average	1.91 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	3	Average NDP	5.97 bar
Total Active Area	21.74 M²	Average Pass 1 Flux	22.08 lmh	Power	0.35 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3				Specific Energy	0.72 kWh/m³

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m³/h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m³/h)	Conc Flow (m³/h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m³/h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-4040	1	3	1.20	7.95	0.00	0.72	7.77	0.48	22.08	0.00	0.00	33.49

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Stage 1	Total	
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	18.80	18.80	31.12	0.32	0.32	0.32
Na	592.50	592.50	981.11	9.61	9.61	9.61
Mg	75.60	75.60	125.56	0.67	0.67	0.67
Ca	67.00	67.00	111.29	0.57	0.57	0.57
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	205.23	205.23	307.76	0.00	0.00	0.00
HCO3	245.24	245.24	470.51	8.78	8.78	8.78
NO3	0.13	0.13	0.20	0.02	0.02	0.02
Cl	798.80	838.21	1388.42	12.93	12.93	12.93
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	62.90	62.90	104.60	0.36	0.36	0.36
SiO2	22.60	22.60	37.51	0.24	0.24	0.24
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	15.92	15.89	0.12	4.18	4.18	4.18
TDS	2088.81	2128.21	3558.68	33.49	33.49	33.49
pH	7.20	7.20	9.55	6.50	6.50	6.50

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: STQ

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.14	0.17	28.19	1.20	2128.21	7.95
2		0.16	0.16	29.65	1.03	2504.05	7.87
3		0.17	0.15	39.75	0.87	2962.19	7.81

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.20	7.20	9.55
Langelier Saturation Index	-0.16	-0.16	2.69
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.09	2.56
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.07
TDS (mg/l)	2088.81	2128.21	3558.68
HCO3	245.24	245.24	470.51
CO2	15.92	15.92	0.12
CO3	205.23	205.23	307.76
CaSO4 (% Saturation)	0.62	0.62	1.26
BaSO4 (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF2 (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SiO2 (% Saturation)	17.25	17.25	10.25
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.00	0.00	54.80

To balance: 39.41 mg/l Cl added to feed.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=2)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Project Information: Sistema de dessalinização que atende cerca de 100 famílias operando 3h/dia.

System Details

Feed Flow to Stage 1	1.20 m³/h	Pass 1 Permeate Flow	0.48 m³/h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	1.20 m³/h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed	1.55 bar
Feed Pressure	8.43 bar	Feed Temperature	28.0 C	Concentrate	2.53 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	2217.89 mg/l	Average	2.04 bar
Chem. Dose (100% HCl)	174.20 mg/l	Number of Elements	3	Average NDP	5.99 bar
Total Active Area	21.74 M²	Average Pass 1 Flux	22.08 l/mh	Power	0.35 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3				Specific Energy	0.73 kWh/m³

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m³/h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m³/h)	Conc Flow (m³/h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m³/h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-4040	1	3	1.20	8.09	0.00	0.72	7.91	0.48	22.08	0.00	0.00	40.68

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1		Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
K	18.80	18.80		31.07	0.40	0.40
Na	592.50	592.51		979.58	11.92	11.92
Mg	75.60	75.60		125.42	0.87	0.87
Ca	67.00	67.00		111.17	0.75	0.75
Sr	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
CO3	205.23	0.27		0.81	0.00	0.00
HCO3	245.24	370.44		611.20	8.53	8.53
NO3	0.13	0.13		0.20	0.02	0.02
Cl	798.80	1007.64		1667.76	17.50	17.50
F	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
SO4	62.90	62.90		104.53	0.46	0.46
SiO2	22.60	22.60		37.51	0.23	0.23
Boron	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
CO2	15.92	76.88		77.12	76.66	76.66
TDS	2088.81	2217.89		3669.26	40.68	40.68
pH	7.20	6.70		6.88	5.22	5.22

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=2)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.14	0.17	31.52	1.20	2217.89	8.09
2		0.16	0.16	39.95	1.03	2585.46	8.02
3		0.17	0.15	52.29	0.87	3057.62	7.96

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.20	6.70	6.88
Langelier Saturation Index	-0.16	-0.48	0.12
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-0.38	0.03
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.07
TDS (mg/l)	2088.81	2217.89	3669.26
HCO ₃	245.24	370.44	611.20
CO ₂	15.92	76.87	77.11
CO ₃	205.23	0.27	0.81
CaSO ₄ (% Saturation)	0.62	0.64	1.32
BaSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SrSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SiO ₂ (% Saturation)	17.25	16.62	28.18
Mg(OH) ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00

To balance: 39.41 mg/l Cl added to feed.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=15)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Project Information: Sistema de dessalinização que atende cerca de 100 famílias operando 3h/dia.

System Details

Feed Flow to Stage 1	1.20 m³/h	Pass 1 Permeate Flow	0.48 m³/h	Osmotic Pressure:
Raw Water Flow to System	1.20 m³/h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed 1.55 bar
Feed Pressure	8.40 bar	Feed Temperature	28.0 C	Concentrate 2.52 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	2083.13 mg/l	Average 2.04 bar
Chem. Dose (100% HCl)	367.61 mg/l	Number of Elements	3	Average NDP 5.98 bar
Total Active Area	21.74 M²	Average Pass 1 Flux	22.08 lmh	Power 0.35 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3				Specific Energy 0.73 kWh/m³

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m³/h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m³/h)	Conc Flow (m³/h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m³/h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-4040	1	3	1.20	8.06	0.00	0.72	7.88	0.48	22.08	0.00	0.00	50.38

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1		Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	18.80	18.80	31.00	0.50	0.50	0.50
Na	592.50	592.66	977.63	15.22	15.22	15.22
Mg	75.60	75.60	125.26	1.11	1.11	1.11
Ca	67.00	67.00	111.03	0.95	0.95	0.95
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	205.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	245.24	47.68	78.38	4.15	4.15	4.15
NO3	0.13	0.13	0.20	0.03	0.03	0.03
Cl	798.80	1195.76	1974.57	27.58	27.58	27.58
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	62.90	62.90	104.44	0.60	0.60	0.60
SiO2	22.60	22.60	37.51	0.23	0.23	0.23
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	15.92	312.93	313.03	310.98	310.98	310.98
TDS	2088.81	2083.13	3440.02	50.38	50.38	50.38
pH	7.20	5.20	5.38	4.29	4.29	4.29

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=15)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

-None-

Stage Details

Stage 1 Element	Recovery	Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.14	0.17	39.98	1.20	2083.13	8.06
2	0.16	0.16	49.57	1.03	2426.66	7.99
3	0.17	0.15	63.50	0.87	2867.95	7.93

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.20	5.20	5.38
Langelier Saturation Index	-0.16	-2.87	-2.27
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-2.77	-2.36
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.07
TDS (mg/l)	2088.81	2083.13	3440.02
HCO ₃	245.24	47.68	78.38
CO ₂	15.92	312.91	312.97
CO ₃	205.23	0.00	0.00
CaSO ₄ (% Saturation)	0.62	0.64	1.32
BaSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SrSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SiO ₂ (% Saturation)	17.25	14.11	23.84
Mg(OH) ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00

To balance: 39.41 mg/l Cl added to feed.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=06)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Project Information: Sistema de dessalinização que atende cerca de 100 famílias operando 3h/dia.

System Details

Feed Flow to Stage 1	1.20 m³/h	Pass 1 Permeate Flow	0.48 m³/h	Osmotic Pressure:
Raw Water Flow to System	1.20 m³/h	Pass 1 Recovery	40.00 %	Feed 1.55 bar
Feed Pressure	8.40 bar	Feed Temperature	28.0 C	Concentrate 2.52 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	2074.07 mg/l	Average 2.04 bar
Chem. Dose (100% HCl)	381.30 mg/l	Number of Elements	3	Average NDP 5.97 bar
Total Active Area	21.74 M²	Average Pass 1 Flux	22.08 lmh	Power 0.35 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3				Specific Energy 0.73 kWh/m³

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m³/h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m³/h)	Conc Flow (m³/h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m³/h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	BW30-4040	1	3	1.20	8.06	0.00	0.72	7.88	0.48	22.08	0.00	0.00	50.30

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate	
			Stage 1	Total	Stage 1	Total
NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	18.80	18.80	31.00	0.50	0.50	0.50
Na	592.50	592.80	977.87	15.22	15.22	15.22
Mg	75.60	75.60	125.26	1.11	1.11	1.11
Ca	67.00	67.00	111.03	0.95	0.95	0.95
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	205.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3	245.24	25.16	41.11	3.72	3.72	3.72
NO3	0.13	0.13	0.20	0.03	0.03	0.03
Cl	798.80	1209.08	1996.52	27.94	27.94	27.94
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO4	62.90	62.90	104.44	0.60	0.60	0.60
SiO2	22.60	22.60	37.51	0.23	0.23	0.23
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	15.92	329.39	329.58	327.33	327.29	327.29
TDS	2088.81	2074.07	3424.94	50.30	50.30	50.30
pH	7.20	4.90	5.07	4.22	4.22	4.22

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Reverse Osmosis System Analysis for FILMTEC™ Membranes

ROSA v6.1.5 ConfigDB U238786_55

Project: HCl (pH=06)

Case: 1

Juliana Cartaxo,

3/17/2008

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

-None-

Stage Details

Stage 1 Element	Recovery	Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.14	0.17	39.90	1.20	2074.07	8.06
2	0.16	0.16	49.49	1.03	2416.05	7.98
3	0.17	0.15	63.42	0.87	2855.39	7.93

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.20	4.90	5.07
Langelier Saturation Index	-0.16	-3.45	-2.85
Stiff & Davis Stability Index	-0.09	-3.35	-2.95
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.07
TDS (mg/l)	2088.81	2074.07	3424.94
HCO ₃	245.24	25.16	41.11
CO ₂	15.92	329.37	329.52
CO ₃	205.23	0.00	0.00
CaSO ₄ (% Saturation)	0.62	0.64	1.32
BaSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SrSO ₄ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SiO ₂ (% Saturation)	17.25	13.70	23.13
Mg(OH) ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.00

To balance: 39.41 mg/l Cl added to feed.

Capítulo VIII

ANEXO H

Quadro 4.1: Variação do IDS para cada experimento “in loco”

STQ	após limpeza química	1,333
	batelada 01	1,393
	batelada 02	1,609
	batelada 03	0,202
	batelada 04	0,190
Média		0,946
CTQ (Flocon-100)	após limpeza química	0,274
	batelada 01	0,427
	batelada 02	0,678
	batelada 03	0,437
	batelada 04	0,606
Média		0,484
CTQ (HCl)	após limpeza química	0,101
	batelada 01	0,781
	batelada 02	0,539
	batelada 03	0,521
	batelada 04	1,468
Média		0,682
CTQ (Flocon+HCl)	após limpeza química	2,621
	batelada 01	1,474
	batelada 02	0,708
	batelada 03	0,420
	batelada 04	-0,412
Média		0,962

Capítulo VIII

ANEXO I

Product Information & Procedures Flocon 100 (AS-100)

General Product Information

- Flocon 100 is a general antiscalant for reverse osmosis systems, highly effective in controlling the deposition of inorganic scale forming salts on membrane surfaces.
- Flocon 100 is an aqueous solution of a polycarboxylic acid. It is compatible in use with all major reverse osmosis membranes.
- Flocon 100 will control CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , and CaF_2 scale deposition.
- Flocon 100 is certified to ANSI/NSF Standard 60 for use in reverse osmosis systems producing potable water.

Product Properties

The following are typical properties for Flocon 100 and should not be regarded as specification limits for the product.

Appearance:	Pale, yellow liquid
Odor:	Slight
pH:	3.0 to 4.0
Solids Content:	33 to 37% w/w
Specific Gravity at 20/20°C:	1.15 to 1.20
Boiling Point Range:	100 to 103 °C
Freezing Point Range:	0 to -3 °C

Chemical Reactivity

Flocon 100 is not affected by chlorine or other oxidizing biocides under normal conditions of use. Flocon 100 may be used in membrane systems using chlorine and sodium metabisulfite. Flocon 100 is hydrolytically stable. It does not form insoluble sodium or potassium salts.

Applications and Dose Level

Flocon 100 is an aqueous solution of an organic acid and as such is corrosive in its concentrated form. Corrosion resistant dosing equipment must therefore be used. Examples of suitable materials are 316L stainless steel, or plastics such as GRP, PVC, and PE. The recommended injection point is into the feedwater downstream of any filtration equipment and cartridge filters.

Flocon 100 is miscible with water in all proportions. It may be applied as the neat product, or as a solution in distillate. A minimum dosing solution strength of 10% w/w

is recommended. Flocon 100 should be dosed continuously and proportionately to the feed water flow, to maintain the recommended dose level.

The dose level required is dependent on the quality of the feedwater and the saturation indices of the various scale forming species present in the concentrated brine. Proprietary computer software is used to calculate scaling indices and calculate optimum system recovery. Dose level projections and recommendations are available on request.

Health and Safety

Flocon 100 is an aqueous solution containing polycarboxylic acid. From results of acute studies, it is classed as non-toxic. A Material Safety Data Sheet (MSDS) is available on request.

Regulatory

Flocon 100 is certified to ANSI/NSF Standard 60 and by the UK Drinking Water Inspectorate (DWI) and the Netherlands KIWA-ATA for use in reverse osmosis systems producing potable water.

Toxicology Data

Acute Oral LD ₅₀ :	>5000 mg/kg
Eye Irritation (rabbits):	Non-irritant (EEC guidelines)
Skin Irritation (rabbits):	Non-irritant (EEC guidelines)

Ecological Data

96-hr LC ₅₀ (sheephead minnow):	600 mg/l
96-hr LC ₅₀ (rainbow trout):	1000 mg/l

Logistics

Classification:	Non-hazardous for conveyance; Non-irritant for supply.
Packaging:	HDPE 220L XL-rung Mauser drum 932x580mm height x dia Net weight: 230 kg; Gross Weight: 238.5 kg Flocon 100 is also available in 50-lb. containers.

The information contained in this product sheet is based on data available. Applied Membranes, Inc. does not guarantee the same results described herein will be obtained, and makes no warranty of merchantability or fitness for a particular purpose or any express or implied warranty. This information is intended for use by technically trained personnel at their discretion and risk.

Capítulo VIII

ANEXO J

Quadro 4.2: Variação do ISL para cada experimento

Após filtros de cartucho			Permeado			Concentrado		
	Data	ISL		Data	ISL		Data	ISL
STQ	Batelada 1	0,91	STQ	Batelada 1	-1,62	STQ	Batelada 1	1,56
	Batelada 2	1,16		Batelada 2	-4		Batelada 2	1,28
	Batelada 3	0,83		Batelada 3	-4,02		Batelada 3	1,25
	Batelada 4	1,08		Batelada 4	-3,79		Batelada 4	1,31
Média		1,00	Média		-3,36	Média		1,35
CTQ (HCl)	Batelada 1	0,75	CTQ (HCl)	Batelada 1	-4,06	CTQ (HCl)	Batelada 1	1,33
	Batelada 2	0,04		Batelada 2	-3,25		Batelada 2	1,34
	Batelada 3	0,74		Batelada 3	-3,08		Batelada 3	1,36
	Batelada 4	1,55		Batelada 4	-4,75		Batelada 4	1,66
Média		0,77	Média		-3,79	Média		1,42
CTQ (Flocon-100)	Batelada 1	1,1	CTQ (Flocon-100)	Batelada 1	-3,8	CTQ (Flocon-100)	Batelada 1	1,46
	Batelada 2	0,82		Batelada 2	-2,87		Batelada 2	1,72
	Batelada 3	0,69		Batelada 3	-4,03		Batelada 3	1,45
	Batelada 4	1,45		Batelada 4	-1,07		Batelada 4	1,87
Média		1,02	Média		-2,94	Média		1,63
CTQ (HCl +Flocon)	Batelada 1	1,37	CTQ (HCl +Flocon)	Batelada 1	-4,35	CTQ (HCl +Flocon)	Batelada 1	1,47
	Batelada 2	0,71		Batelada 2	-4,24		Batelada 2	1,65
	Batelada 3	0,98		Batelada 3	-3,94		Batelada 3	1,35
	Batelada 4	0,78		Batelada 4	-3,23		Batelada 4	1,35
Média		0,96	Média		-3,94	Média		1,46