



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS ECOVILLE
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

PAULO GIL SIQUEIRA DE FARIA

**ALTERNATIVAS PARA REAPROVEITAMENTO DO REJEITO DO
TRATAMENTO DE ÁGUA EM CLÍNICA DE HEMODIÁLISE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2011

PAULO GIL SIQUEIRA DE FARIA

**ALTERNATIVAS PARA REAPROVEITAMENTO DO REJEITO DO
TRATAMENTO DE ÁGUA EM CLÍNICA DE HEMODIÁLISE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Projeto Final 2, do Curso de Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Curitiba, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli



Ministério da Educação

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ

Campus Curitiba – Sede Ecoville

Departamento Acadêmico de Construção Civil
Curso de Engenharia de Produção Civil

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALTERNATIVAS PARA REAPROVEITAMENTO DO REJEITO GERADO EM TRATAMENTOS DE ÁGUA POR OSMOSE REVERSA EM CLÍNICAS DE HEMODIÁLISE

Por

PAULO GIL SIQUEIRA DE FARIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 24 de novembro de 2011, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – André Nagalli, Dr.
UTFPR

Profa. Celimar Azambuja Teixeira, Dra.
UTFPR

Prof. Flávio Bentes Freire, Dr.
UTFPR

RESUMO

O presente estudo visa abordar a viabilidade do reaproveitamento da água denominada de rejeito, a qual é descartada pelo sistema de tratamento de água por osmose reversa. Este é um processo de purificação comumente utilizado em clínicas de hemodiálise, mas que gera um grande desperdício da mesma. Neste estudo, será avaliado o volume de água descartado pelo sistema de tratamento por Osmose Reversa instalada em uma clínica de hemodiálise da cidade de Curitiba. Para esta clínica foi prevista a infraestrutura necessária para o reaproveitamento desta água em limpeza de calçadas e nas descargas dos vasos sanitários. Neste caso, foi possível realizar a avaliação do volume de água reaproveitado pela clínica para estes fins. Esta pesquisa aborda, além do volume de água, a qualidade desta água de rejeito. Foram realizadas coletas de amostras desta água para análises em laboratórios internos e laboratórios externos. O texto busca explorar os processos de tratamento de água, índices de qualidade, além de apresentar um panorama da hemodiálise. Este panorama foi feito com base no estudo do histórico da hemodiálise não somente no Brasil, mas também desde seus primeiros experimentos a nível internacional. Depois, a pesquisa buscou o melhor enquadramento para referência de análise dos parâmetros. Estes parâmetros foram escolhidos para qualificar o grau sanitário desta água. A partir dos relatórios gerados pelos laboratórios internos e externos, o trabalho buscou estabelecer critérios de reaproveitamento desta água. Finalizando com uma abordagem que busca identificar novas alternativas para o reuso desta água de rejeito. Os resultados que se seguiram, tanto do ponto de vista microbiológico, quanto físico-químico, mostraram-se bastante satisfatórios para classificação da água em vários procedimentos de reuso. Atendendo perfeitamente às quatro classes sugeridas pela NBR 13969/97. Do ponto de vista de consumo de água, pode-se observar que o método de avaliação com hidrômetro apresentou uma leitura 56% maior que o volume estimado. Isto significa que há um desperdício de água em outros setores da clínica, como por exemplo, na reutilização de linhas e de filtros dialisadores. O procedimento de reuso de linhas e filtros dialisadores merece uma avaliação dos tempos e métodos empregados na execução desta tarefa, visando padronizar e racionalizar também o consumo da água permeada.

Palavras chaves: Reuso. Osmose Reversa. Tratamento de água. Hemodiálise.

ABSTRACT

The present study aims the viability of the reuse of the rejected water, water that is discarded by the reverse osmosis treatment system. This is a process of purification usually used in hemodialysis clinics, but the process generates a big waste of this type of water. This study will evaluate the volume of water discarded by the reverse osmosis treatment system that is installed in a hemodialysis clinic in the city of Curitiba. For this clinic was foreseen the infrastructure necessary for the reuse of this type water on sidewalk cleaning and toilet flushing. In this case, it was possible to make the evaluation of the volume of water reused by the clinic in these actions. This research addresses, besides the volume of water, the quality of the rejected water. Samples were collected for analysis in internal and external laboratories. The study pursuit to explore the water treatment processes, quality parameters, besides present a point of view of the hemodialysis. This view was based in the historical study of the hemodialysis, not only in Brazil, but also since the first international experiments. Later, the research pursuit was the better adjustment for the reference of the analysis parameters. This parameters where chosen for the qualification of the sanitary degree of this water. From the reports generated by the internal and external laboratories, the study sought to establish the criteria for the reuse of this water. Finishing with an approach that seeks to identify new alternatives for the reuse of this rejected water. The results that followed, from the micro-biological and physico-chemical view, has shown really satisfying, for the classification of the water in several procedures of reuse. Attending perfectly the four classes suggested by the NBR 13969/97. From the point of view of the use of the water, can be observed that the method of evaluation of the hygrometer presented a lecture 56% bigger than the estimated. This means that there is a waste of water in different sections of the clinic, as examples, in the reuse of the lines and the dialyzer filters. The procedure of the reuse of the lines and the dialyzer filters deserves a better evaluation of the times and methods applied in the execution of this task, seeking to patronize and rationalize also the use of the permeated water.

Key words: Reuse. Reverse Osmosis. Water Treatment. Hemodialysis.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos da Contaminação Química nos Pacientes em Hemodiálise	23
Quadro 2 - Padrão de qualidade da água tratada utilizada para diálise.....	24
Quadro 3 – Características Gerais dos Processos de Separação por Membranas (SPM)	28
Quadro 4 – Características típicas dos materiais empregados nos Processos de Separação por Membranas SPM	30
Quadro 5 – Classificação dos Parâmetros de água de reuso	34
Quadro 6 – Exemplo de ficha utilizada para leituras diárias dos hidrômetros	41
Quadro 7 – Parâmetros adotados para análise de água do rejeito.	42
Quadro 8 - Água de consumo – Ensaio Microbiológicos (NBR ISO/IEC 17025)	53
Quadro 9 - Água de consumo – ensaios Físico-Químicos (NBR ISO/IEC 17025)	54
Quadro 10 – Parâmetros de Referência para Água de Consumo Humano nos Estados Unidos	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Registro do fluxo de permeado e do fluxo do rejeito coletados no mês de setembro de 2011	44
Tabela 2 – Total de sessões e total de horas de hemodiálise no mês de Setembro de 2011	48
Tabela 3 – Avaliação do Volume de Água Reaproveitado do Rejeito	50
Tabela 4 – Resultado das análises enviadas a Laboratório externo	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Extracorpóreo (MD. Saúde).....	16
Figura 2 – Projeto esquemático de um tratamento de água.....	26
Figura 3 – Elemento de Membrana Semipermeável	29
Figura 4 – Espectro de Filtração (Gea Filtration).....	31
Figura 5 – Princípio de funcionamento de sistemas de osmose reversa	32
Figura 6 – Rotômetros do tratamento de água da clínica.....	39
Figura 7 - Fotografia dos hidrômetros instalados para leitura dos volumes de água do rejeito e do volume de água reaproveitado	40
Figura 8 – Parâmetros do teste Merck 14761 para análise de ferro.....	56
Figura 9 – Exemplos de meio de cultura de bactérias Plate Count Agar (PCA).....	60
Figura 10 – Fotografia dos filtros de 0,47 micron usados para teste do SDI.....	62

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Avaliação do volume de água dos hidrômetros instalados	47
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CHS	Conjunto Hospitalar de Sorocaba
DI	Diálise
ED	Eletro diálise
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
HD	Hemodiálise
MC	Micro filtração
MS	Ministério da Saúde
NF	Nono filtração
NMP	Número Mais Provável
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	Osmose Reversa
PCA	<i>Plate Count Agar (PCA)</i>
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SDI	<i>Silt Density Index</i>
SM	<i>Standard Methods</i>
SPM	Separação por Membrana
UF	Ultra filtração
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVAS.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	DEFINIÇÃO DE HEMODIÁLISE	15
2.2	HISTÓRICO DA HEMODIÁLISE	17
2.2.1	A Hemodiálise no Brasil	20
2.3	IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE	21
2.3.1	Contaminantes da Água para Uso Hemodiálise.....	22
2.3.2	Padrões de Qualidade de Água para Hemodiálise- Legislações e Portarias ..	23
2.4	PROJETO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE	25
2.4.1	Filtros de Sedimentação ou filtro de areia.....	25
2.4.2	Filtros de Carvão Ativado	26
2.4.3	Filtros abrandadores	27
2.4.4	Sistema de Osmose Reversa.....	27
2.4.5	Índices de Reaproveitamento e de Recirculação	32
2.5	REUSO DE ÁGUA	33
2.5.1	Tipos de Reuso	34
2.5.2	Reaproveitamento de água em clínica de hemodiálise	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
3.2	ESTUDO DE CASO EM CLÍNICA DE HEMODIÁLISE	37
3.3	DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA REUTILIZADO	38
3.4	DETERMINAÇÃO QUALITATIVA E ANÁLISES DA ÁGUA DO REJEITO.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1	AVALIAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA POR ESTIMATIVA	44
4.2	AVALIAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA ATRAVÉS DE HIDRÔMETROS.....	46
4.3	RELATÓRIOS DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	50
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS APRESENTADOS NOS LAUDOS	52
4.5	A REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL.....	62
5	CONCLUSÕES	64

REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICE 1 ORGANOGRAMA DA PROPOSTA DE TRABALHO	69
APÊNDICE 2 – FICHA UTILIZADA PARA MONITORAR VOLUME DE ÁGUA	70
APÊNDICE 3 – QUANTIDADE DE PACIENTES E SESSÕES DE HEMODIÁLISE NO MÊS DE SETEMBRO DE 2011	71
ANEXO 1 – FICHA DE ANÁLISE DIÁRIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA.....	72
ANEXO 2– LAUDO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PARTE 1	73
ANEXO 3 – LAUDO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS – PARTE 2	76
ANEXO 4 – TESTE DE CLORO LIVRE HACH 8021	78
ANEXO 5 - TESTE DE FLUORETO HACH 8029	87
ANEXO 6– LAUDO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS EM LABORATÓRIO INTERNO	96

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, essencial para o tratamento de pacientes renais crônicos em hemodiálise. O tratamento da água é um dos itens mais rigorosos, pois a qualidade da mesma afeta todo o *staff* clínico. Uma água com um mínimo de contaminantes, sejam orgânicos ou inorgânicos, poderá trazer mazelas intoleráveis aos pacientes e gerar insegurança para os profissionais que atuam neste setor da medicina.

No passado, a maior preocupação em clínicas de hemodiálise, era produzir água de qualidade que garantisse a segurança para o paciente. Muitas experiências foram realizadas, incluindo acreditar que era possível utilizar água potável para este tratamento. Sem sucesso, outras técnicas de tratamento foram empregadas, até finalmente se consolidar o uso do processo de Osmose Reversa.

Com o domínio desta técnica, o tratamento para os pacientes renais, tornou-se bem mais seguro. Contudo, este processo gera um desperdício de água bastante significativo e poucas clínicas reaproveitam a água descartada por este método de tratamento. Apenas como referência, para cada paciente em tratamento, durante o período de um mês, são cerca de 1000 litros de água descartados pelo processo de rejeição da membrana filtrante. Como o desperdício de água é um tema bastante debatido em âmbito mundial, buscar maneiras de racionalizar o uso deste recurso natural, desprezado diariamente em clínica de hemodiálise, seria um avanço social, econômico e uma maneira de preservação do meio ambiente.

Por este motivo, novas técnicas vêm sendo empregadas, visando racionalizar o uso da água tratada pelo processo de osmose reversa. Um exemplo é o emprego de geradores de ozônio para controle microbiológico do sistema de distribuição desta água. Esta alternativa, evita horas e horas de enxague e o desperdício de água tratada, produzida apenas para remoção do excesso de hipoclorito de sódio, produto normalmente utilizado para este controle. Outra forma seria reaproveitar o descarte gerado pelo tratamento e este é o objetivo principal deste estudo. Através de análises de amostras de água deste meio, propõe-se buscar aplicações e soluções para o aproveitamento da mesma, sem comprometer com a qualidade da água destinada aos pacientes renais, gerando um benefício que se estende para além da clínica, mas também para a sociedade e o meio ambiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar a viabilidade técnica de reaproveitamento de rejeito líquido do processo de tratamento de água por osmose reversa em clínicas de hemodiálise.

1.1.2 Objetivos Específicos

Quantificar e qualificar físico-quimicamente a água do rejeito do processo de tratamento de água por osmose reversa, visando sua reutilização. Calcular e medir a geração de água de rejeito, com o objetivo de estabelecer um referencial de consulta em função da demanda diária de água utilizada na hemodiálise. A partir de coletas de amostras de água, realizar análises laboratoriais dos parâmetros, visando determinar as características deste líquido de rejeito, avaliando-se a presença de micro organismos, determinação do pH, medir o SDI, *Silt Density Index*, as características organolépticas e a turbidez.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Há uma carência muito grande de ações que proporcionem um consumo mais racional da água. O Brasil caminha lentamente na direção da sustentabilidade, a qual já é adotada mundialmente, principalmente no uso inteligente da água. Diante deste fato, é necessária a coerência dos paradigmas burocráticos, uma política institucional mais ágil, a união entre organizações públicas e privadas, em conjunto com o setor educacional, visando à reflexão de cada indivíduo e consequente adequação mercadológica (TELLES & COSTA, 2010).

Evitar o desperdício de água, reaproveitando o rejeito gerado pelo tratamento por osmose reversa, proporcionaria às clínicas de hemodiálise uma economia significativa, gerando melhores alternativas para a administração dos recursos financeiros, os quais poderiam ser direcionados para outros fins. Além da economia financeira para os centros de diálise, seria uma ação de preservação deste recurso

natural. Uma atitude que traria benefícios para os pacientes renais e também para a sociedade e o meio ambiente.

A análise de amostras de água do rejeito permitiria melhor conhecimento da mesma. Com isto, seria possível criar mecanismos que permitissem o reaproveitamento da água, de forma segura, com padrões consistentes, que serviriam como referência para consultas futuras. A partir disto, os centros de diálise poderiam planejar a infraestrutura interna, prevendo o reaproveitamento deste efluente. Inicialmente, reaproveitando em situações mais básicas, como por exemplo, na limpeza das dependências da clínica, uso em sanitários. Posteriormente, podendo se estender também a comunidade externa, como em irrigações, lavagem de veículos. Não obstante, prever o uso para higienização pessoal, lavagem das mãos e banhos.

Como o tratamento a pacientes renais crônicos através da hemodiálise é bastante específico e pouco difundido entre os profissionais de engenharia, conhecer este processo faz-se necessário, visando uma maior interação entre esses profissionais e os da área de saúde, ou seja, médicos, enfermeiros, entre outros. Partindo deste conhecimento, pode-se entender melhor a realidade deste tratamento e despertar o interesse em buscar novas alternativas, não somente nesta questão da racionalização da água do rejeito, mas também, partindo da infraestrutura, até a geração de melhores condições para as instalações destas clínicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÃO DE HEMODIÁLISE

A hemodiálise é um procedimento de filtração do sangue. Pela hemodiálise são removidas substâncias do sangue, que em excesso, trazem prejuízo ao corpo, como por exemplo, o potássio, o sódio, a ureia e a própria água. Este tratamento é utilizado nos pacientes com insuficiência renal, seja na doença aguda, para qual há necessidade de diálise por curto prazo de tempo, como também para pacientes que necessitam de diálise por um longo prazo ou permanentemente. Por ser um procedimento que envolve certo risco, os pacientes devem ser acompanhados permanentemente por equipe médica e de enfermagem.

O processo de hemodiálise ocorre a partir do da retirada de sangue do organismo, pelo acesso previamente preparado, depois o sangue passa pelo capilar chamado de rim artificial com o auxílio de uma máquina de proporção, retornando o mesmo filtrado para o organismo do paciente. Este procedimento de tratamento é realizado três vezes por semana, num período entre três a quatro horas. O tempo estimado para realização deste processo depende da avaliação mensal do paciente, a partir da necessidade de retirar as escórias e líquidos acumulados presentes em seu organismo (BRUNNER, 1998).

Este processo de hemodiálise pode ser dividido em quatro fases específicas:

1. O sangue com presença de toxinas sai do organismo auxiliado por agulha inserida na fístula arteriovenosa, e é impulsionado por uma bomba, percorrendo um circuito extracorpóreo através de um equipo arterial (dispositivo utilizado para o transporte de sangue), até o filtro dialisador, instalado na máquina de hemodiálise.
2. O sangue passa por um dialisador, ou filtro capilar, entrando em contato com o banho de diálise.
3. O banho de diálise é uma solução, cuja concentração e composição química, atraem as impurezas e a água contidas no sangue. As impurezas atravessam a membrana passando para o banho.

4. O banho que adquiriu as impurezas e a água do sangue é eliminado pela máquina através de drenos adjacentes à mesma.
5. O sangue agora "limpo" purificado retorna ao paciente pelo equipo venoso (dispositivo utilizado para a infusão de sangue) e agulha venosa.

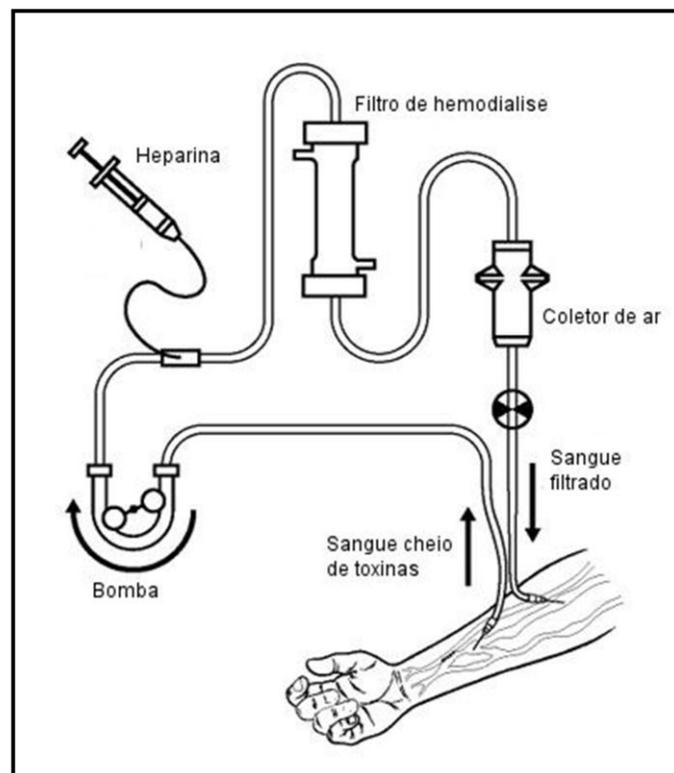


Figura 1 – Sistema Extracorpóreo (MD. Saúde)

A depuração das substâncias tóxicas e o processo de remoção de líquido na hemodiálise são realizados por dois processos físicos: difusão e ultra filtração. O transporte por difusão é o mecanismo primário para remoção de toxinas pela hemodiálise. Esse processo ocorre quando um gradiente de concentração de um soluto é estabelecido através de uma membrana semipermeável; então, o soluto se difunde pela membrana do lado mais concentrado para o lado menos concentrado. A taxa de difusão de transporte através dessa membrana aumenta com o aumento na diferença de concentração, um aumento na superfície de troca da membrana e um aumento no coeficiente de transferência de massa da membrana. O outro

processo é a ultra filtração (UF), no qual a remoção de fluidos é feita por meio da aplicação de um gradiente de pressão hidrostática ou osmótica através da membrana; dessa forma, o fluido atravessa a membrana do local de maior pressão para o de menor (SOARES, OCHIRO, & SANNOMIYA).

Para realizar a hemodiálise, a água utilizada para diluir o banho de diálise deverá ser devidamente tratada com sistemas de osmose reversa, visando atender aos padrões mínimos de qualidade exigidos por lei. Se a água não for tratada, esta pode apresentar micro-organismos, que atravessando a membrana semipermeável do dialisador podem vir a contaminar o sangue do paciente, levando desde reações febris até a morte.

2.2 HISTÓRICO DA HEMODIÁLISE

O termo diálise é atribuído ao químico escocês Thomas Graham (1805-1869) que o utilizou para descrever o fenômeno por ele observado em 1854. Utilizando uma membrana semipermeável constituída de material vegetal, demonstrou a separação de substâncias coloides e cristaloides (RIELLA, 2010).

Em 1913, John J. Abel descreveu sua experiência com um método em que o sangue retirado de um cachorro era submetido a uma sessão de diálise extracorpórea e, no final do procedimento, retornava à sua circulação, sem qualquer prejuízo ao animal. Tal experiência era composta de uma série de tubos de celulose mergulhados em soro fisiológico que era por onde circulava o sangue dos cães (RIELLA, 2010). Foi possível observar alguns problemas técnicos como: i) fragilidade das membranas que provocavam rupturas frequentes; ii) por não existir heparina aconteciam acidentes, como a coagulação do sangue consecutivamente e iii) dificuldades de esterilização provocavam sistemáticas infecções.

O cientista alemão, Georg Haas de Gieszen, envolvido no desenvolvimento de novas membranas e com experiências de diálise em cães, realizou, em 1924, o que se considera a primeira sessão de hemodiálise em seres humanos. Diante de um paciente com uremia terminal, submeteu-o a uma sessão de diálise. Esta primeira experiência no ser humano consistiu em retirar meio litro de sangue do doente, volume necessário para preencher o circuito ou linhas de acesso

extracorpóreo, e fazê-lo circular pelos tubos durante meia hora, banhados com o soro, e infundindo-o novamente no paciente. O resultado não foi positivo, mas este passo permitiu que Georg Haas repetisse em 1928 o método e começou por fazê-lo pela primeira vez com a heparina, o qual foi feito com nove passagens e não com uma, como anteriormente tinha sido feito (TRANSDORES, 2005).

Durante certo período foram feitas tentativas, como por exemplo, intestinos de galinha, para se encontrar materiais mais adequados. Em meados de 1936 quando se iniciou a comercialização do celofane, houve uma melhoria da diálise. Foi neste mesmo ano que foi possível aplicar a diálise ao ser humano com alguma segurança.

Durante a Segunda Guerra Mundial (1940), o holandês Willem Kolff (considerado por alguns o pai da hemodiálise) fez um "Rim Artificial" que consistia num tubo de 40 metros de celofane enrolado num cilindro que rodeava um tanque que continha uma solução. O sangue do doente circulava dentro do tubo e a cada rotação do cilindro mergulhava no tanque. Em 1943, Kolff utilizou pela primeira vez este "Rim Artificial" num paciente com insuficiência renal aguda. Este método de diálise foi igual ao que fez inicialmente Georg Haas: meio litro de sangue do doente que circulava no "rim artificial" e em seguida era reinfundido novamente no paciente. Entretanto o "rim artificial" de Kolff tinha uma inovação: o sistema de propulsão do sangue no circuito (com adaptação de uma bomba de água de um automóvel) permitiu que fosse utilizada num doente, pela primeira vez, a diálise contínua. Puncionava-se uma artéria e uma veia, e o sangue circulava continuamente. O maior problema era que de cada vez que se fazia este tratamento era necessária uma nova artéria e nova veia. O doente que fez esta experiência viria a falecer no 26º dia após este tratamento, devido à falta de acesso vascular (RIELLA, 2010).

O ano de 1945 foi o que marcou a sobrevivência do primeiro paciente do "rim artificial" de Kolff, com uma insuficiência renal aguda, conseguindo alcançar a durabilidade de uma sessão de hemodiálise de 11 horas e recuperando posteriormente a sua função renal. Nesta altura já em todo o mundo mais ou menos cerca de 20 doentes tinham feito tentativas de diálise.

Kolff escreveu: "... em casos de insuficiência renal crônica (irreversível) não há indicação para tratamento pelo rim artificial". Em meados dos anos 50 a hemodiálise ainda era considerada experimental, e fazia-se em meia dúzia de hospitais, com resultados duvidosos.

Muitos problemas iniciais subsistiam:

1. Verificou-se que o tubo de celofane era mais resistente que o de celulose, que era frágil. Entretanto nada se conhecia das suas características dialíticas;
2. A heparina não se podia utilizar à vontade;
3. Recentemente o plástico tinha sido introduzido; certas estruturas eram de borracha, metal ou vidro e certas peças eram utilizadas várias vezes, pois não havia a industrialização e a esterilização era deficiente;
4. Conhecia-se pouco sobre o que era uma diálise eficaz e mesmo sobre os principais problemas que diziam respeito à insuficiência renal crônica;
5. O acesso vascular, ainda não era permanente.

Em 1960 Scribner e Quinton descreveram um dos marcos histórico no tratamento da insuficiência renal crônica pela hemodiálise: o "*SHUNT*" arteriovenoso externo permanente. A partir daí foi possível fazer os tratamentos múltiplas vezes. Foi possível fazer uma avaliação regular aos mecanismos íntimos da hemodiálise como também tecnológicos no que diz respeito aos dialisadores. Entretanto o "*SHUNT*" tinha também as suas deficiências, como infecções e coagulações (RIELLA, 2010).

Foi só em 1960 que o primeiro doente com insuficiência renal crônica começou a ser tratado em hemodiálise regular, duas vezes por semana.

Entre 1960 e 1965 desenvolveram-se os dialisadores "*COIL*" (tubo celofane enrolado em espiral) e do tipo KILL (placas de celofane paralelas).

Por volta de 1965 o celofane foi substituído por outro derivado celulósico - o cuprofano - com melhores características de resistência e com capacidade para dialisar as substâncias tóxicas.

Em 1966, outro grande passo foi dado: CININO e BRESCIA criaram cirurgicamente a fístula arteriovenosa interna, que consiste numa pequena comunicação, inferior a 0,5 cm, direta, entre uma veia e uma artéria. Deste modo, uma quantidade razoável de sangue arterial é desviada para a circulação venosa dessa região. Só existia uma diferença em relação ao "*SHUNT*": enquanto este pode ser usado de imediato, a fístula precisava "amadurecer" e só deveria ser picada três a quatro semanas após a sua confecção.

A partir de então o desenvolvimento dos conhecimentos e a evolução tecnológica tem sofrido um espantoso desenvolvimento como, por exemplo, a descoberta do cateter e outros até aos dias de hoje.

2.2.1 A Hemodiálise no Brasil

O primeiro rim artificial do modelo Kolff-Brigham a desembarcar no Brasil foi utilizado no Hospital Pedro Ernesto, Rio de Janeiro, em 1955. No entanto, a primeira sessão de hemodiálise no Brasil foi realizada em maio de 1949 pelo Dr. Tito Ribeiro de Almeida (1913-1998), em São Paulo, após tomar conhecimento da técnica utilizada pelo Dr. Murray, no Canadá, que também desenvolvera um rim artificial.

O Dr. Tito, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), desenvolveu um modelo semelhante, no qual o cilindro contendo os tubos de celofane era estacionário e colocado em posição vertical, enquanto a solução de troca era agitada (ao contrário do modelo de Kolff).

O desenvolvimento de técnicas para a confecção de acessos vasculares permanentes teve um papel determinante para que fosse iniciada uma nova era no tratamento dos pacientes com insuficiência renal crônica. Até então, somente os pacientes com chances de recuperação da função renal eram submetidos à diálise, através de sucessivas disseções arteriais. De 1949 a 1954, foram tratados cerca de cem pacientes. O rim artificial produzido no Brasil foi utilizado até 1954, quando um rim artificial modelo Kolff-Brigham foi importado pelo Hospital das Clínicas da FMUSP, em 1957.

Em 1972, a empresa multinacional norte-americana Baxter, iniciou suas atividades comerciais no Brasil, no setor de equipamentos de hemodiálise, favorecendo a difusão do tratamento no país.

A terapêutica hemodialítica da insuficiência renal crônica de longa duração foi implantada no país no início dos anos 1970 e passou a se consolidar após 1976, quando os serviços prestados passaram a ser reembolsados pelo governo federal (antigo INAMPS – Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social).

Nesse período, a diálise cresceu, integrando-se, assim, ao padrão de prestação de serviços à população previdenciária.

Com a criação do Serviço Único de Saúde (SUS), por meio da Constituição Brasileira de 1988, o acesso foi democratizado.

Nos anos que se seguiram ao credenciamento dos primeiros centros de diálise, a atividade apresentou uma expansão notável no Brasil, não só no número de pacientes tratados (que passou de 500 em 1976, para nove mil em 1986, 32 mil em 1996, chegando a 95 mil pacientes em 2008), como também na extensão da oportunidade de acesso a estes tratamentos em todos os estados brasileiros, chegando a números expressivos, como mais de 650 unidades de diálise. Tais números colocam o programa brasileiro entre os três maiores do mundo, sendo, certamente, o maior programa mundial público de diálise. Ao lado destes números, diversos indicadores mostram a excelência dos serviços e a qualidade do tratamento proporcionado.

2.3 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

Os pacientes tratados por hemodiálise regular são expostos a um volume de água substancialmente maior em comparação a população normal, cujo consumo habitual para ingestão é de aproximadamente 10 litros por semana. Um paciente em esquema tradicional de 12 horas semanais, ou seja, quando o mesmo é submetido a três sessões de quatro horas de diálise a cada semana, terá um contato de aproximadamente 360 litros de água neste mesmo período (RIELLA, 2010).

Até a década de 70, acreditava-se que a água potável também serviria para a hemodiálise. No entanto, com o aumento da quantidade de pacientes em tratamento dialítico somado ao aumento da sobrevivência dos mesmos, pode-se observar uma correlação entre os contaminantes da água com efeitos adversos apresentados durante o procedimento (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996).

A exposição à água em pacientes em hemodiálise varia entre 18.000 a 36.000 litros por ano. É evidente que água utilizada pelos mesmos seja corretamente tratada, evitando que os vários contaminantes químicos, bacteriológicos e tóxicos,

sejam transferidos para os pacientes, ocasionado efeitos adversos, às vezes letais (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996). O grande inconveniente em se utilizar a água destinada ao consumo oral, ou seja, água potável, é que os recursos utilizados pelos sistemas públicos de tratamento de água, visando torná-la própria para consumo, são tóxicos a pacientes em hemodiálise, como por exemplo, adições de sulfato de alumínio, de cloramina e de flúor, que podem causar, entre outros danos, a anemia, a hemólise e a osteomalacia respectivamente (RIELLA, 2010).

O acidente ocorrido no Instituto de Doenças Renais (IDR) em Caruaru, PE, em fevereiro de 1996 transformou a história e a prática clínica da hemodiálise. A contaminação com micro cistina (uma toxina de cianobactéria) na água utilizada para hemodiálise ocasionou a morte de 65 pacientes. Este episódio trouxe várias lições à comunidade médica e a sociedade civil (COELHO, 1998).

2.3.1 Contaminantes da Água para Uso Hemodiálise

Os principais contaminantes encontrados nas águas de superfície são materiais orgânicos, minerais e bactérias. Os poluentes e micro poluentes orgânicos são compostos derivados do nitrogênio, de origem vegetal, animal, industrial ou urbana, como, por exemplo, o amoníaco e o óxido de azoto, encontrados na zona rural e em fábricas respectivamente. Já os poluentes minerais são compostos químicos como, por exemplo, o Flúor, adicionado pela própria rede de tratamento de água potável, o Cloro e seus derivados; o Cobre, o Arsênio, o Bismuto, o Cádmio, o Zinco, entre outros. A presença destes contaminantes em água potável é normal, mas na água para hemodiálise, os mesmos podem trazer sérios riscos à saúde do paciente, como náuseas, dores no corpo, calafrios, doenças ósseas, podendo inclusive a própria morte da paciente (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996). O Quadro 1 apresenta os contaminantes e seus respectivos sinais e sintomas.

Sinais e Sintomas	Possíveis Contaminantes
Anemia	Alumínio, cloraminas, cobre, zinco
Doença óssea	Alumínio, flúor
Hemólise	Cloramina, cobre, nitratos
Hipertensão	Cálcio, sódio
Hipotensão	Bactérias, endotoxinas, nitratos
Acidose metabólica	pH baixo, sulfatos
Fraqueza muscular	Cálcio, magnésio
Náuseas, vômitos	Bactérias, cálcio, cobre, endotoxinas, pH baixo, magnésio, nitratos, sulfato, zinco
Deterioração neurológica e encefalopatia	Alumínio

Quadro 1 - Efeitos da Contaminação Química nos Pacientes em Hemodiálise

Fonte: (RAMIREZ, 2009) Adaptado.

2.3.2 Padrões de Qualidade de Água para Hemodiálise- Legislações e Portarias

A partir da constatação e do reconhecimento do risco potencial que representava a ausência de um tratamento adequado para uso em hemodiálise, vários órgãos e comissões buscaram estabelecer critérios para a composição adequada da água a ser utilizada para a preparação dos banhos de diálise. As principais normas de referências conhecidas mundialmente são as normas seguidas pela Comunidade Europeia e as normas sugeridas pela *Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI)* nos E.U.A.

No Brasil, as portarias regem a hemodiálise são compostas pela Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 154, de 15 de junho de 2004, a qual estabelece o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise; a RDC nº 33, de três de junho de 2008, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

A RDC 154 estabelece os parâmetros de referência para controle da qualidade da água, bem como a frequência de manutenção e os níveis de ação para corrigir eventuais discrepâncias que possam ser constatadas a partir das amostras de água coletadas. O Quadro 2 apresenta os contaminantes presentes na água e seus respectivos valores máximos permitidos para que haja segurança com o seu uso em hemodiálise.

Componentes	Valor máximo permitido	Testes	Componentes	Valor máximo permitido	Testes
Coliforme total	Ausência em 100 ml	M	Bário	0,1mg/l	S
Bactérias heterot.	200 UFC/ml	M	Zinco	0,1mg/l	S
Endotoxinas	2 EU/ml	M	Sulfato	100 mg/l	S
Nitrato (NO ₃)	2 mg/l	S	Arsênico	0,005 mg/l	S
Alumínio	0,01 mg/l	S	Chumbo	0,005mg/l	S
Cloramina	0,1 mg/l	S	Prata	0,005mg/l	S
Cloro	0,5 mg/l	S	Cádmio	0,001 mg/l	S
Cobre	0,1 mg/l	S	Cromo	0,014 mg/l	S
Fluoreto	0,2 mg/l	S	Selênio	0,09 mg/l	S
Sódio	70 mg/l	S	Mercúrio	0,0002 mg/l	S
Cálcio	2 mg/l	S	Berílio	0,0004	S
Magnésio	4 mg/l	S	Tálio	0,002	S
Potássio	8 mg/l	S	Antimônio	0,006 mg/l	S

*O nível de ação relacionado à contagem de bactérias heterotróficas é de 50 UFC/ml;
Legenda: M – Mensal; S – Semestral;*

Quadro 2 - Padrão de qualidade da água tratada utilizada para diálise.

Fonte: RDC154. (HENRIQUES, 2004)

Além destas normativas que regulamentam especificamente os serviços de hemodiálise, é necessário conhecer a portaria MS 518/04, que determina os padrões necessários para potabilidade de água, a Resolução Conama no 357/05, caso os efluentes líquidos necessitem ser despejados em corpo hídrico, assim como a NBR 9800 (Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário).

2.4 PROJETO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

Um equipamento de tratamento de água para ser eficiente depende de vários fatores, como os da capacidade dos componentes do equipamento, da natureza da água a ser tratada, e também das variações sazonais. (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996).

A Figura 2 representa um tratamento de água tipicamente utilizado em clínicas de hemodiálise. Após a água passar pelo pré-tratamento composto pelos filtros de areia, carvão ativado e resina de troca iônica ou abrandador, a mesma atravessará as membranas de Osmose Reversa. A água permeada será armazenada em tanque hermeticamente fechado, fundo cônico e de material apropriado para que não haja contaminações. A distribuição da mesma, para as máquinas de hemodiálise, deve ser devidamente pressurizada, em regime turbulento (HENRICH, 2003). O sistema de canalização deve ser em alça fechada (*looping*), sem pontos mortos. Isto permite o retorno da água não utilizada para o tanque de armazenamento. Este procedimento visa evitar a proliferação de micro-organismos, bactérias e formação de biofilme, principalmente pelo fato da água em questão ser muito pura e isenta de elementos defensivos adicionados durante o processo de produção da água potável (RIELLA, 2010).

Visando conhecer melhor cada etapa de um típico sistema de tratamento de água empregado em clínica de hemodiálise, segue uma breve descrição dos mesmos:

2.4.1 Filtros de Sedimentação ou filtro de areia

A função principal destes filtros é a remoção de partículas em suspensão. Normalmente os filtros mais utilizados são os filtros de areia, capazes de remover partículas entre 25 e 100 μ m e filtros cujas membranas são capazes de remover partículas a partir de 0.25 μ m. O principal risco associado aos filtros de areia está na possibilidade de colonização e crescimento de algas resultando o aumento da pressão interna e queda do fluxo de água (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996).

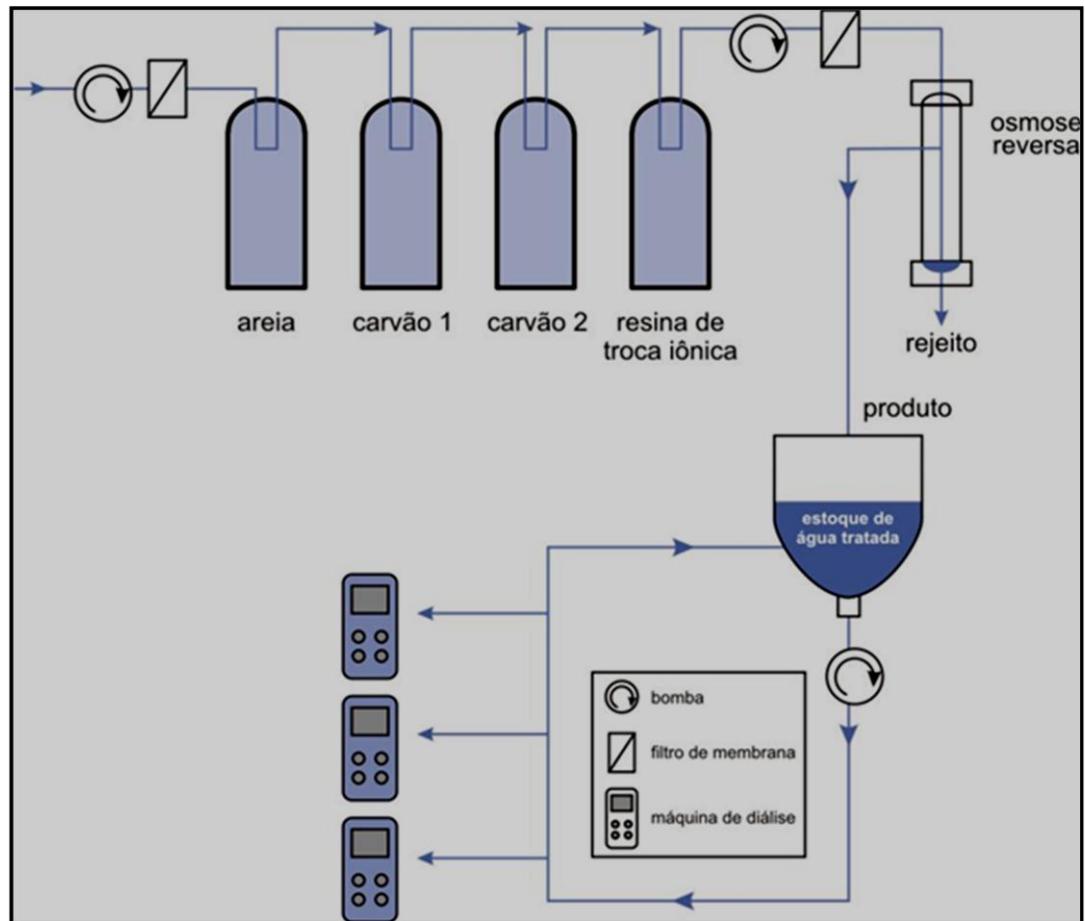


Figura 2 – Projeto esquemático de um tratamento de água

Fonte: (RIELLA, 2010)

2.4.2 Filtros de Carvão Ativado

Este filtro tem a função principal de adsorver cloretos, cloraminas e substâncias orgânicas, além de eliminar odores e sabores presentes na água. Os filtros de carvão são porosos e têm alta afinidade por matéria orgânica, facilitando a contaminação e proliferação bacteriana, principalmente quando os mesmos não são mantidos adequadamente. Para que um filtro de carvão ativado possa remover o cloro e a cloramina presentes na água potável, é necessário dimensioná-lo de forma

que a água fique em contato como o mesmo por um tempo que varia entre 6 minutos para remoção de cloro e de 10 minutos para remoção de cloramina (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996).

2.4.3 Filtros abrandadores

São filtros cuja função é remover principalmente o cálcio, o magnésio e outros cátions polivalentes. Os abrandadores são formados por resinas que trocam o sódio por cálcio e magnésio. Estes filtros, além de controlar a dureza da água (cálcio e magnésio), protegem as membranas do sistema de osmose, pois a deposição de cálcio e magnésio na superfície das membranas pode danificar severamente a mesma, de maneira que haja uma perda da sua capacidade de rejeitar a água concentrada (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996).

2.4.4 Sistema de Osmose Reversa

Os processos de separação por membranas (SPM), também conhecido como *crossflow* ou fluxo cruzado, envolvem a aplicação de membranas, porosas ou semipermeáveis, para separar da água, partículas sólidas de pequenos diâmetros, moléculas e até compostos iônicos dissolvidos. O mecanismo utilizado nestes processos depende do gradiente de pressão hidráulica ou de um campo elétrico (WATANABE, PINTO, & DALOSTTO, 2008). Estes mecanismos permitem a retenção contínua das partículas e dos solutos na superfície da membrana, os quais são removidos no concentrado que flui tangencialmente ao longo da superfície da membrana (TEIXEIRA, 2001). Os processos de SPM incluem a microfiltração (MF), a ultra filtração (UF), a nano filtração (NF) a osmose reversa (OR), a diálise (DI) e a eletro diálise (ED). As características gerais destes processos de SPM são relacionadas no Quadro 3.

Tipo de Processo	Força atuante na membrana	Tipo de Mecanismo de separação	Estrutura de operação (tam. poro)	Faixa típica de operação (μm)	Descrição do permeado	Tipos de elementos removidos
Microfiltração	Diferença de pressão hidrostática ou vácuo	Filtro	Macroporos (>50nm)	0.08 – 2.0	Água + solutos dissolvidos	SST, Turbidez, protozoários, oócitos, cistos, algumas bactérias e vírus.
Ultrafiltração	Diferença de pressão hidrostática	Filtro	Mesoporos (2-50nm)	0.005 – 0.2	Água + pequenas moléculas	Macromoléculas, colóides, a maioria das bactérias e alguns vírus, proteínas
Nanofiltração	Diferença de pressão hidrostática	Filtro + Dissolução, difusão + exclusão ou separação	Microporos (<2nm)	0.001 – 0.01	Água + pequenas moléculas, íons dissolvidos	Pequenas moléculas, dureza e vírus.
Osmose Reversa	Diferença de pressão hidrostática	Dissolução, difusão + exclusão ou separação	Denso/ opaco (<2nm)	0.0001 – 0.001	Água, pequenas moléculas, íons dissolvidos	Moléculas muito pequenas, cor, dureza, sulfatos, nitratos, sódio, outros íons.
Diálise	Diferença de concentração	Difusão	Mesoporos (2-50nm)	--	Água + pequenas moléculas	Macromoléculas, colóides, a maioria das bactérias e alguns vírus, proteínas.
Eletrodiálise	Força eletromotriz	Troca iônica com seleção de membranas	Microporos (<2nm)	--	Água + íons dissolvidos	Íons de sais ionizados.

Quadro 3 – Características Gerais dos Processos de Separação por Membranas (SPM)

Fonte: (OENNING JUNIOR, 2006)

No caso dos processos de separações por MF, UF, NF e OR, o gradiente hidráulico é força motriz necessária, enquanto que na diálise a força motriz resultante é a diferença de concentração entre os meios líquidos separados pela membrana, a passagem de íons e substâncias de baixos pesos moleculares ocorre ao mesmo tempo em que ocorre a rejeição de solutos e colóides com altos pesos moleculares (OENNING JUNIOR, 2006). A Figura 3, exemplifica uma membrana semipermeável e os elementos que a constituem.

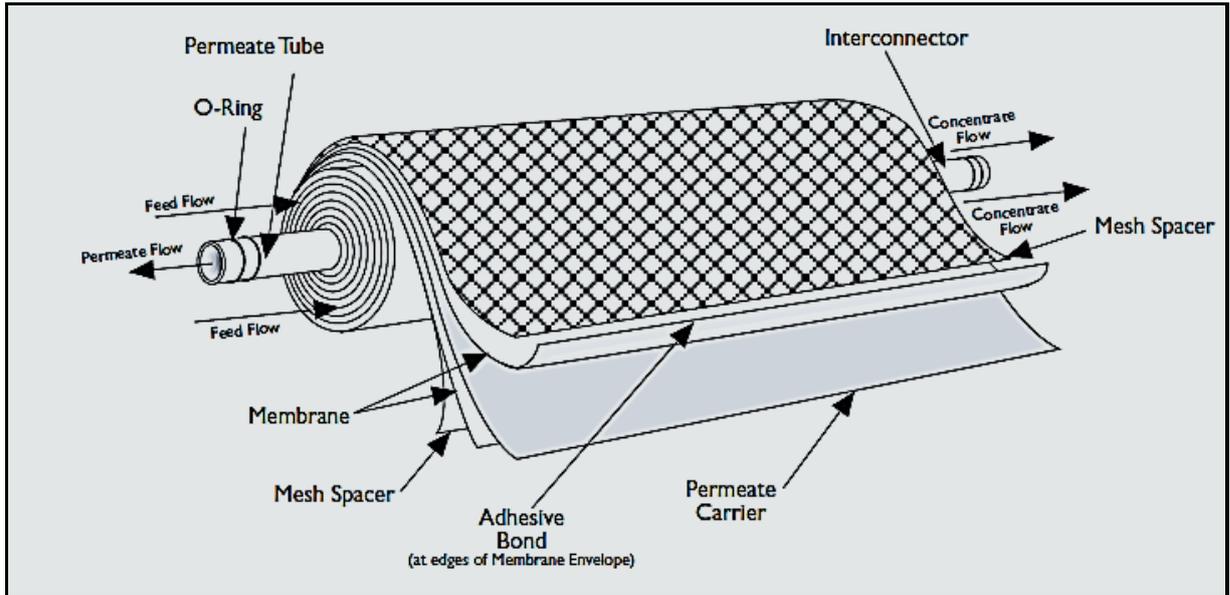


Figura 3 – Elemento de Membrana Semipermeável

Fonte: (Osminics, 1997)

Os materiais utilizados na fabricação destas membranas podem ser sintéticos orgânicos ou sintéticos inorgânicos. No caso dos materiais orgânicos, os polímeros mais conhecidos são o acetato de celulose, poly ou Normex, polieterimida, poliacrilonitrita, polysulfona, Teflon®, polietileno, policarbonato e polipropileno. As membranas sintéticas inorgânicas são construídas com materiais resistentes a ataques químicos, térmicos e mecânicos sendo produzidas a partir de materiais metálicos, cerâmicos, vítreos, entre outros (OENNING JUNIOR, 2006). O Quadro 4 apresenta estes materiais relacionados ao processo de separação.

Tecnologia de membrana	Faixa típica de operação, μm	Pressão de operação, kPa	Taxa de fluxo, $\text{L/m}^2 \cdot \text{d}$	Particularidades da membrana	
				Tipo	Configuração
Microfiltração	0,08 – 2,0	7 – 100 (usual: 100)	405-1600	Polipropileno, acrilonitrile, nylon e politetrafluoretileno	Enrolada em espiral, fibra oca e placa plana.
Ultrafiltração	0,005 – 0,2	70 – 700 (usual: 525)	405 - 815	Acetato de celulose e poliamida aromática	Enrolada em espiral, fibra oca e placa plana.
Nanofiltração	0,001 – 0,01	500 – 1000 (usual: 875)	200 - 815	Acetato de celulose e poliamida aromática	Enrolada em espiral e fibra oca.
Osmose reversa	0,0001 – 0,001	850 – 7000 (usual: 2800)	320 - 490	Acetato de celulose e poliamida aromática	Enrolada em espiral, fibra oca e composto de filme fino.

Quadro 4 – Características típicas dos materiais empregados nos Processos de Separação por Membranas SPM

Fonte: (OENNING JUNIOR, 2006)

O tratamento de água por Osmose Reversa é considerado o primeiro ou mais eficiente processo de SPM dentro da categoria *crossflow*, a qual emprega membranas semipermeáveis para a separação dos contaminantes da água (Osminics, 1997). O tratamento por osmose reversa garante uma água extremamente pura do ponto de vista físico, químico e bacteriológico. Apresenta índices de retenção de contaminantes químicos entre 95 a 99% e retém praticamente todas as bactérias, fungos, algas e vírus, além de reter pirogênicos e materiais proteicos de alto peso molecular (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996). Na Figura 4, está à representação do espectro de filtragem. Nela, pode-se observar que o sistema de Osmose Reversa retém partículas com os menores diâmetros e pesos moleculares.

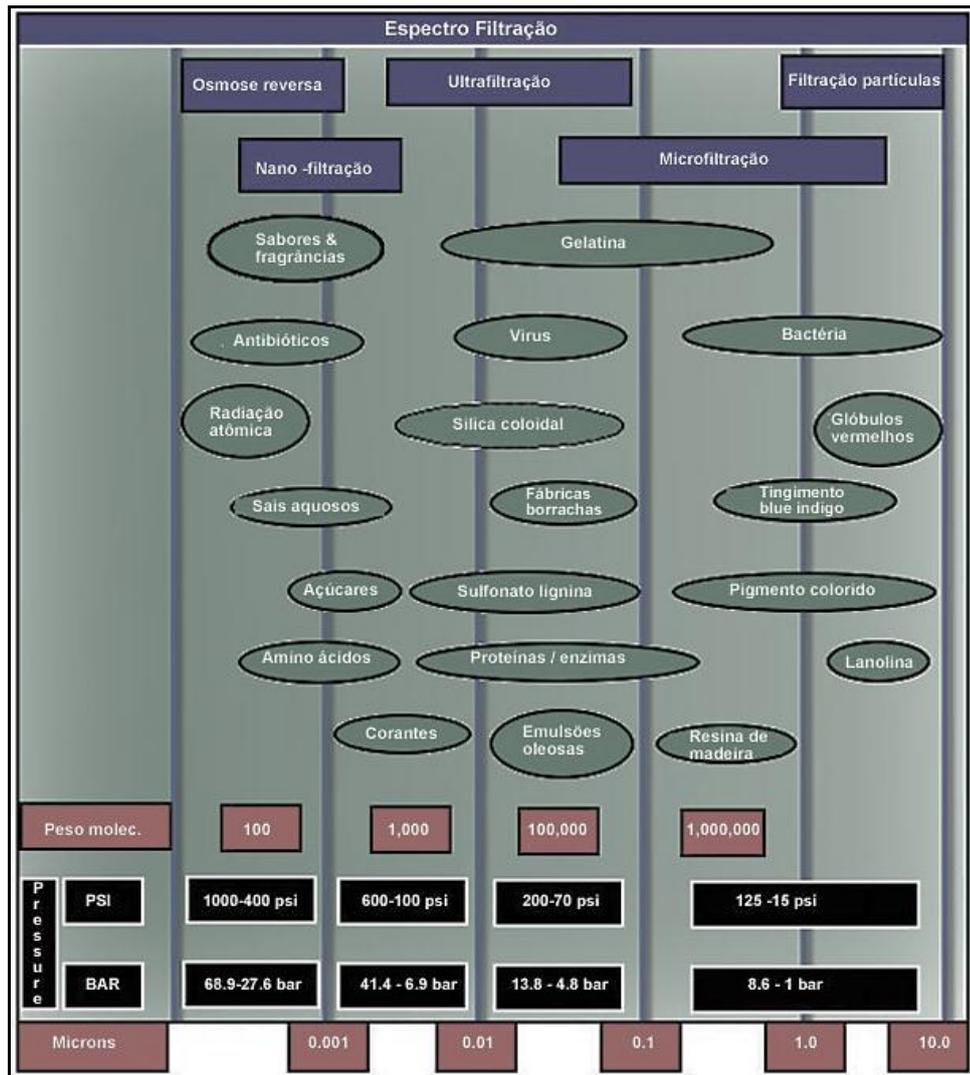


Figura 4 – Espectro de Filtração (Gea Filtration)

O princípio de osmose é um fenômeno natural físico-químico, no qual duas soluções com diferentes concentrações, quando separadas por uma membrana semipermeável, tendem naturalmente atingir o equilíbrio de concentração devido à passagem do solvente da solução mais diluída para a mais concentrada. A Osmose Reversa é obtida através da aplicação mecânica de uma pressão hidráulica superior à pressão osmótica, do lado da solução positiva concentrada (SILVA, MARTINS, FERRABOLI, JORGETTI, & ROMÃO JUNIOR, 1996). Na

Figura 5 é apresentado um sistema de osmose reversa.

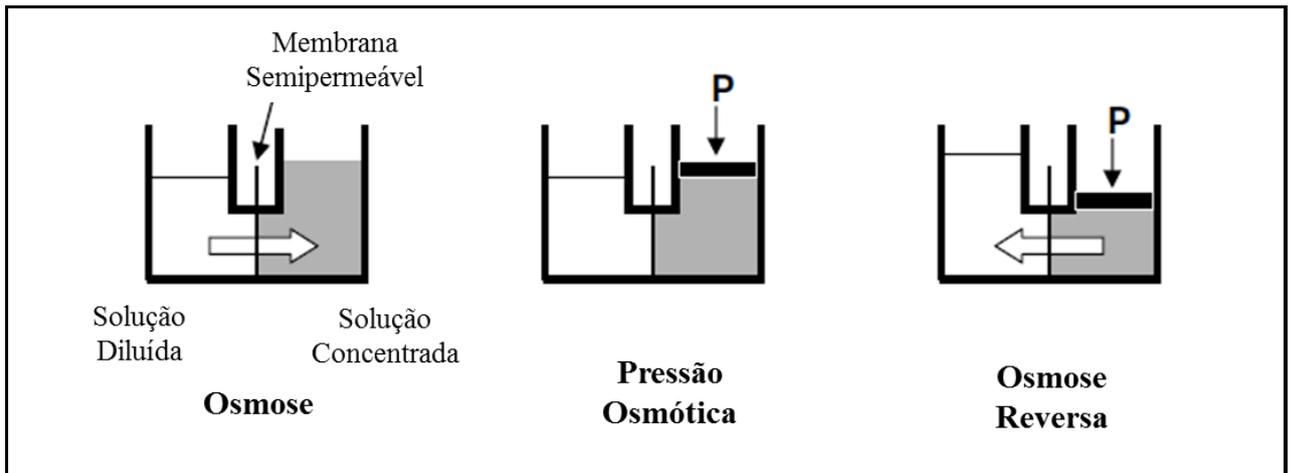


Figura 5 – Princípio de funcionamento de sistemas de osmose reversa

Fonte: (ALLGEIER, 2005).

Foi entre a década de 50 e 60 que os sistemas de osmose reversa tiveram suas primeiras aplicações práticas, visando principalmente, a dessalinização da água do mar e da água salobra para uso em indústrias. O emprego deste princípio tinha como objetivo reduzir o consumo de água e de energia, controle da poluição e recuperação de materiais úteis (WATANABE, PINTO, & DALOSTTO, 2008).

2.4.5 Índices de Reaproveitamento e de Recirculação

Sistemas de tratamento de água por osmose reversa, já preveem um reaproveitamento (*Recovery*) do rejeito no próprio circuito hidráulico. Parte da água rejeitada é redirecionada para a entrada da membrana, de forma que a mesma seja misturada a água de abastecimento, atravessando novamente a membrana. Este reaproveitamento ou *recovery* é um percentual que quanto maior, indica menor quantidade de água descartada (ALLGEIER, 2005). O reaproveitamento ou *recovery* é dado pela equação:

$$R\% = \frac{Q_p}{Q_t}, \text{ onde:}$$

R% - Porcentagem de Recirculação

Q_p – Volume de água produzida ou tratada (permeado)

Q_t – Volume de água de entrada ou de abastecimento.

Equação 1 – Cálculo da Porcentagem de Recirculação

2.5 REUSO DE ÁGUA

O reuso pode ser compreendido como o aproveitamento do efluente posterior a uma extensão do seu tratamento, independente de ser necessário ou não investimentos adicionais. Para tanto, a viabilidade deste aproveitamento deve seguir normas e padrões de qualidade, tendo em vista o destino para o qual serão aplicados, assim como atender as normativas da NBR 13969/97 (TELLES & COSTA, 2010).

As tecnologias de reaproveitamento de água servida abrangem desde a simples recirculação de água de enxágue de máquinas de lavar roupas, para uso em vasos sanitários, até a aplicação de processos mais sofisticados de remoção de poluentes, visando alternativas mais específicas, que poderiam ser direcionadas para além do uso local com o objetivo de suprir a demanda de áreas próximas (TELLES & COSTA, 2010).

O esgoto tratado pode ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas de lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, entre outros. Em termos gerais, a NBR 13969/97 determina as

classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o tipo de reuso, os quais são apresentados no Quadro 5.

Classes	Parâmetros	Comentários
Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.	<ul style="list-style-type: none"> · turbidez - < 5 UNT; · coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100ml; · sólidos dissolvidos totais < 200 mg/l · pH entre 6.0 e 8.0; · cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l 	Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.
Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes:	<ul style="list-style-type: none"> · turbidez - < 5 UNT; · coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; · cloro residual superior a 0,5 mg/l 	Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;
Classe 3 – Reúso nas descargas das bacias sanitárias	<ul style="list-style-type: none"> · turbidez - < 10 UNT; · coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml; 	Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão.
Classe 4 – Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	<ul style="list-style-type: none"> · coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100ml; · oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l 	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Quadro 5 – Classificação dos Parâmetros de água de reuso

Fonte: NBR 13.969/97

2.5.1 Tipos de Reuso

Para o melhor entendimento da reutilização da água, consideram-se aplicações decorrentes de ações planejadas ou não, independente se o reuso foi aplicado de forma direta ou indireta (TELLES & COSTA, 2010).

1. *Reuso indireto não planejado da água:* Independente de ser tratado ou não, o esgoto é lançado em um corpo hídrico, que pode ser um lago,

reservatório ou aquífero subterrâneo, visando à diluição e a detenção para posterior tratamento. Ou seja, o processo não é controlado, mas apenas se aproveita da diluição natural e de maneira não intencional.

2. *Reuso indireto planejado da água*: Neste caso, o efluente é tratado e lançado em corpos de água superficiais ou subterrâneos. Este processo é realizado de forma planejada, visando à reutilização a jusante, de maneira controlada, no atendimento a algum benefício.
3. *Reuso direto planejado das águas*: Neste processo, não há ação do meio ambiente. Ou seja, os efluentes depois de tratados são direcionados diretamente ao local de reuso.

Um caso particular de reuso direto planejado é denominado de *reciclagem de água*. É quando o reuso do efluente não sofre nenhum tipo de tratamento antes do descarte, sendo considerado como uma fonte suplementar do abastecimento de uso geral. Destacam-se, neste caso, aplicações como: i) a irrigação paisagística e para fins de cultivo; ii) a refrigeração e a alimentação de caldeiras; iii) o combate a incêndio e descarga em vasos sanitários; iv) controle de recalques de subsolo, dentre outros. (TELLES & COSTA, 2010).

2.5.2 Reaproveitamento de água em clínica de hemodiálise

A segurança do processo de hemodiálise depende diretamente da qualidade da água utilizada. Para atingir este objetivo de qualidade, o processo adotado de tratamento por osmose reversa permite o aproveitamento de apenas uma parte da água, sendo o restante, denominado de rejeito, desprezado para o esgoto. Um estudo realizado no setor de Nefrologia do Conjunto Hospitalar de Sorocaba (CHS) sugere o reaproveitamento deste rejeito em lavanderias, caldeiras ou mesmo a diluição na caixa de água central do hospital (STANGE & TEIXEIRA, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa foi à determinação do volume de água do rejeito, dentro de um período de estudo pré-determinado de 30 dias. Esta avaliação foi fundamental para se estabelecer um parâmetro de referência, que poderá ser utilizado para estudos futuros. Neste mesmo período, foi registrada a quantidade de pacientes em tratamento e quantas diálises foram realizadas. A partir destes dados, foi possível estabelecer um paralelo entre a quantidade de água consumida para cada tratamento ou para cada paciente. Concomitantemente, conhecido o volume de água consumido por sessão de diálise, também foi determinada a quantidade de água rejeitada para cada tratamento.

Após a determinação do volume de água de rejeito por paciente em sessão de hemodiálise, a próxima etapa foi à avaliação qualitativa da mesma. Para tanto, foram realizadas coletas de amostras deste líquido, com o objetivo de avaliar a presença de micro-organismos, determinar o pH, a condutividade e parâmetros correlacionados com a NBR 13969/97 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação - que estabelece padrões para reutilização de água.

Ao avaliar o rejeito gerado pelo processo de Osmose Reversa, quantitativamente e qualitativamente, foi possível determinar o grau sanitário da mesma. A terceira etapa deste estudo foi concluída através da geração de alternativas de reaproveitamento da água do rejeito, estabelecendo-se as relações de consumo viáveis para a mesma, na atual conjuntura do município de Curitiba, no qual a clínica se encontra implantada. Uma quarta etapa seria definir propostas de tratamento da mesma, visando alcançar uma maior gama de opções de consumo e estabelecer a infraestrutura para viabilizar o seu uso, mas este assunto deverá ser uma abordagem futura.

3.2 ESTUDO DE CASO EM CLÍNICA DE HEMODIÁLISE

A *Clínica Evangélico Ltda*, para a qual foram realizados os estudos, é uma unidade satélite, termo utilizado para definir clínica instalada fora do ambiente hospitalar. Esta clínica foi escolhida por ser tratar de unidade recentemente transferida para novas instalações, nas quais foram previstas a utilização da água do rejeito em vasos sanitários, para limpeza de calçadas e irrigação do jardim interno. A mesma encontra-se na Rua Professor Ulisses Vieira, nº 959, Vila Izabel, Curitiba-PR.

Nesta unidade, estão instaladas 32 máquinas de hemodiálise, o que permite um atendimento para até 96 pacientes por dia, considerando que serão realizados três turnos por dia. Normalmente, estes pacientes são submetidos a três sessões de diálise por semana, o que corresponde, neste caso, a 576 sessões de diálise por semana e aproximadamente 2304 sessões por mês. É claro que esta quantidade é um ideal máximo que esta clínica é capaz de atender, o que não significa que estes valores são alcançados rotineiramente, em virtude da assiduidade dos pacientes, óbitos, transplantes, internamentos, entre outros motivos, que levam a oscilação da quantidade de sessões de diálise.

A clínica foi projetada para atender pacientes com insuficiência renal que sejam portadores de hepatite C, hepatite B e os pacientes denominados brancos, quando não há diagnóstico destas doenças. Isto significa que há uma sala separada para atendimento de pacientes com hepatite B e a manipulação dos turnos, com o objetivo de separar os pacientes brancos dos pacientes com hepatite C. Além desta separação, as salas de reuso de dialisadores e linhas arteriovenosas também são distintas. Logo, há três salas de reuso, ou seja, reuso branco, reuso B+ e reuso C+. Este procedimento, além de ser uma exigência da RDC 154, visa minimizar uma possível contaminação cruzada entre estes pacientes, devido principalmente ao fato de haver reuso de materiais.

Como há reuso, o volume de água tratada sofre uma significativa influência deste procedimento, pois o consumo da mesma varia muito dependendo do operador que manipula este material. Daí a importância de se monitorar o volume de água tratada utilizada, ao invés de simplesmente estima-lo.

O sistema de tratamento de água utilizado foi projetado e instalado pela empresa Permution, também situada em Curitiba. O mesmo é formado por um pré-tratamento composto por filtro de sedimentação, filtro abrandador, filtro de carvão ativado. Uma unidade de osmose reversa, configurada em duplo passo, o que garante uma melhor qualidade da água produzida.

3.3 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA REUTILIZADO

A primeira alternativa, para a determinação do volume de água reutilizado, parte da estimativa, baseada em cálculos que envolvem a quantidade de pacientes e a capacidade de produção do equipamento. Uma segunda alternativa, que daria maior precisão, seria a monitorização via hidrômetros das canalizações do permeado, do rejeito e da água reutilizada. Esta alternativa proporcionaria uma leitura mais precisa. No entanto, nem sempre é desejável a instalação dos hidrômetros, seja por questões de custo ou mesmo por questões mais técnicas, devido à falta de profissional qualificado e disponível para este procedimento.

Por isto, avaliar o volume de água produzido e descartado, com base nos dados fornecidos pelo equipamento, associados aos pacientes tratados ou ao total de sessões de hemodiálise, é uma ferramenta menos onerosa, cuja precisão será confrontada neste estudo, pois foi possível neste caso a instalação dos hidrômetros.

No caso da primeira alternativa, o procedimento é utilizar as leituras de fluxo de água dos rotômetros existentes no painel equipamento de osmose reversa, conforme a Figura 6. Estes rotômetros mensuram o fluxo de água do permeado e o fluxo de água do rejeito sempre que o equipamento estiver em produção. Isto causa o primeiro problema, pois o equipamento não possui uma produção contínua, mas sim comandada pelos sensores de nível do reservatório de água permeada, que hora ativam a produção, quando o reservatório está no nível mínimo, hora inibem a produção, quando o nível de água é máximo.

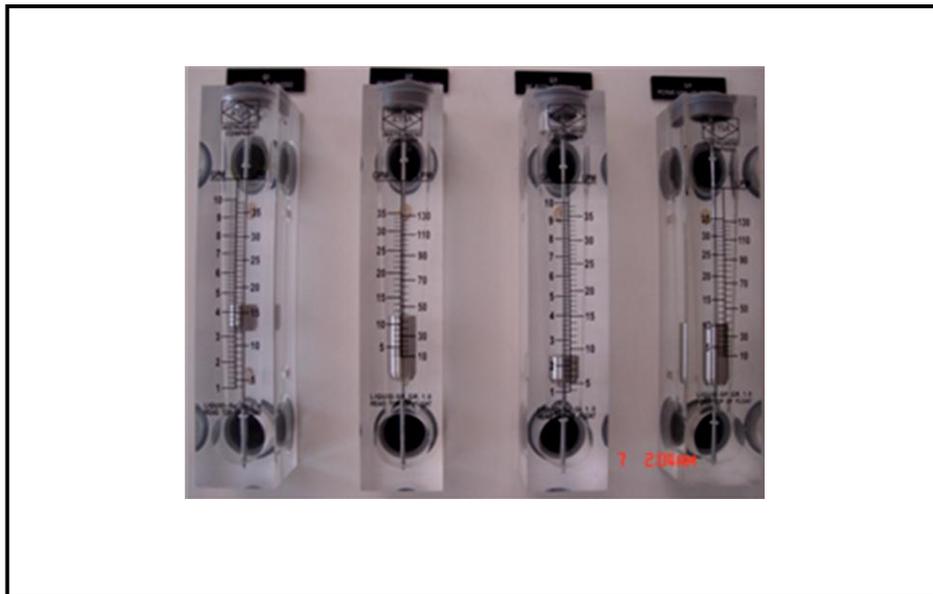


Figura 6 – Rotômetros do tratamento de água da clínica

Fonte: Fotografia do tratamento de água existente na Clínica Evangélico

Para contornar este fato, foi analisado diariamente o fluxo de água apresentando nos rotômetros de permeado e de rejeito, visando estabelecer uma média de produção e uma média de rejeição. Com esta informação, o próximo passo, foi buscar no banco de dados da clínica a quantidade de pacientes em tratamento e a quantidade de sessões que os mesmos foram submetidos. Como é conhecido o fluxo do banho de diálise, que normalmente é prescrito em 500 ml/min, basta multiplicar este dado pelo tempo de diálise de cada paciente e com isto determinar o volume de água permeada e o volume de água rejeitada.

O segundo problema desta alternativa é que a água produzida é utilizada também para outros fins, além do tratamento de pacientes. Existem, pelo menos, mais três possibilidades de uso, que são: i) o reuso dos dialisadores e das linhas arterial e venosa; ii) diluição dos desinfetantes para as máquinas de hemodiálise; iii) a desinfecção das máquinas.

Os itens ii) e iii) são relativamente simples de determinação, visto que é conhecida a quantidade de máquinas em desinfecção e conseqüentemente o volume de água necessário para ambos. Já para o item i), relacionado ao reuso de dialisadores e linhas, a determinação é bem mais complicada, pois varia muito de acordo com o operador que estiver trabalhando no reuso deste material. Neste caso, será necessário estabelecer um percentual em função da quantidade de pacientes,

algo em torno de 33% do total de água utilizada para cada paciente. Esta porcentagem é baseada no conhecimento tácito dos profissionais envolvidos no projeto e manutenção de tratamentos de água para clínica de hemodiálise, uma vez que este volume varia muito em função da manipulação dos operadores.

Enfim, esta primeira alternativa foi um recurso utilizado, em função dos equipamentos não possuírem hidrômetros, os quais armazenariam a leitura de água efetivamente tratada e descartada. Normalmente, esta é uma das alternativas utilizadas para o projeto de um tratamento de água, pois com estes dados é possível estabelecer e dimensionar a planta requerida para atender a demanda de uma determinada clínica.

No caso da segunda alternativa de avaliação do volume de água do rejeito, a qual prevê as instalações dos hidrômetros nas canalizações de água do permeado, do rejeito e do reaproveitamento do rejeito, certamente possibilitaria uma leitura muito mais precisa. No entanto, instalar um hidrômetro comum na água do permeado traria problemas para a qualidade desta água, pois o mesmo liberaria partículas e íons, contaminando o permeado. Instalar um hidrômetro com o corpo em aço inoxidável ou composto por um polímero com grau sanitário, certamente seria inviável do ponto de vista financeiro. Neste caso, a solução foi à instalação de apenas dois hidrômetros, sendo um na saída do rejeito e o segundo na tubulação de água reaproveitada, conforme a Figura 7.

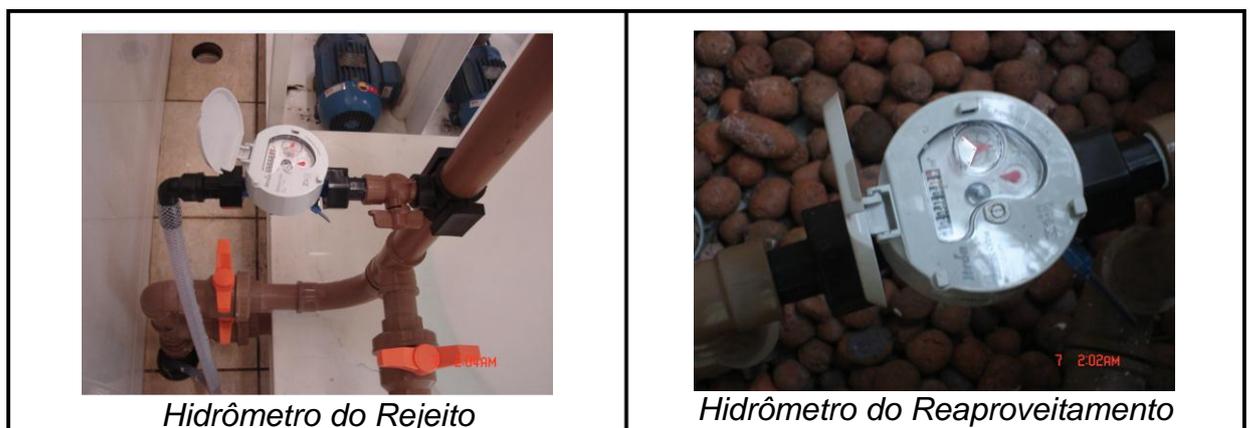


Figura 7 - Fotografia dos hidrômetros instalados para leitura dos volumes de água do rejeito e do volume de água reaproveitado

Mensurando o rejeito, e baseado nos dados dos equipamentos que foram analisados diariamente, foi possível estimar com maior precisão o volume de água tratada, necessária para atender os pacientes em diálise e os procedimentos de reuso de material dos mesmos, assim como as desinfecções dos equipamentos. O Quadro 6 foi utilizado como referência para leitura de cada hidrômetro. A partir do mesmo foi possível estabelecer os volumes de água do permeado, rejeito e o reaproveitamento do rejeito.

CONTROLE DE CONSUMO DE ÁGUA DO REJEITO					
DATA	HORA	HIDRÔMETRO 0 (ABASTECIMENTO)	HIDRÔMETRO 1 (REJEITO)	HIDRÔMETRO 2 (CONSUMO)	REALIZADO POR

Quadro 6 – Exemplo de ficha utilizada para leituras diárias dos hidrômetros

3.4 DETERMINAÇÃO QUALITATIVA E ANÁLISES DA ÁGUA DO REJEITO

Conhecido os volumes de água do permeado, do rejeito e do reaproveitamento, foram realizadas coletas de amostras da água do rejeito e do reaproveitamento, visando não somente confirmar se a reutilização desta água é adequada para fins de uso em sanitários e limpeza de calçadas, mas identificar outras aplicações seguras para o uso deste meio líquido.

A primeira etapa foi coletar amostras de água para análises microbiológicas, em laboratório interno, pois se tinha a certeza que haveria uma grande quantidade de micro-organismos, principalmente pelo fato desta água não apresentar nenhum inibidor ou elemento defensivo para se evitar a proliferação de bactérias.

Na clínica em estudo, existem dois tanques para o armazenamento de água do rejeito, sendo o primeiro com capacidade aproximada de 10 m³, no qual a água de rejeito é lançada diretamente, após o descarte pelo tratamento de água. Depois, esta água é recalçada através de bombas hidráulicas até o segundo reservatório, o

qual possui capacidade de 20 m³. Em princípio, foi determinada a adição semanal de 600 ml de hipoclorito de sódio a 10% para diluição nos reservatórios e conseqüentemente o controle microbiológico.

Após esta primeira análise, passou-se a trabalhar na pesquisa de laboratórios que pudessem fazer as demais análises. Concomitantemente a esta pesquisa de laboratórios, planejava-se usar como referência a portaria MS-518/04, que regulamenta os padrões de potabilidade da água. No entanto, esta portaria prevê uma gama muito extensa de análises de elementos físico-químicos, microbiológicos e radioativos, com planos de amostragens que inviabilizariam para este trabalho a comparação deste líquido com padrões de água potável. Por meio desta constatação, a decisão final foi optar por uma avaliação partindo de parâmetros mais básicos da portaria MS-518/04, associados à NBR 13969/97 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Neste estudo, os elementos escolhidos para análise qualitativa estão descritos no Quadro 7.

Parâmetros	Referência
Amônia	MS - 518/04
Cloreto	MS - 518/04
Cloro Residual Livre	MS - 518/04
Dureza Total	MS - 518/04
Ferro Total	MS - 518/04
Fluoreto	MS - 518/04
Nitrato - N	MS - 518/04
Nitrito - N	MS - 518/04
Oxigênio Dissolvido	NBR - 13969/97
Sulfato	MS - 518/04
Sólidos Dissolvidos Totais	MS - 518/04
Turbidez	MS - 518/04 e NBR - 13969/97
pH	MS - 518/04 e NBR - 13969/97
Coliformes Totais	MS - 518/04
Coliformes Termotolerantes	MS - 518/04 e NBR - 13969/97

Quadro 7 – Parâmetros adotados para análise de água do rejeito.

Além dos parâmetros do Quadro 7, analisados em laboratório externo, foram realizadas a verificação das características organolépticas da água do rejeito e a

avaliação do SDI, *Silt Density Index*, um indicador de densidade de partículas coloidais bastante útil para mostrar a qualidade da água. Valores de SDI abaixo de três são os mais requeridos por fornecedores de equipamentos de tratamento de água (BISTERSO, 2010). O teste de SDI será realizado visando comparar os três meios líquidos existentes na clínica: i) a água do abastecimento; ii) a água do rejeito; iii) a água permeada.

O teste de SDI clássico consiste em um encapsulamento no qual é instalado um filtro de 0,45 micra a uma pressão monitorada e constante de 35 psi. Basicamente é avaliado o tempo necessário para que água que atravessa filtro encha um frasco com 500 ml em quatro tomadas de tempo, sendo a primeira com 10 segundos após início do processo, as demais, a cada 5 minutos após o início do processo. Como o filtro possui uma porosidade bastante pequena é natural que o mesmo comece a ser obstruído ao longo do tempo e os tempos de enchimento serão cada vez maiores. O cálculo do SDI é baseado na seguinte fórmula (SDI-Solutions, 2002):

$$SDI_T = \frac{\left[1 - \frac{t_i}{t_f}\right] \times 100}{T}$$

Sendo: T – Tempo para as tomadas de 5 min, 10 min e 15 min;

t_i – Tempo inicial para coletar 500 ml

t_f – Tempo medido para coletar 500 ml após cada tempo T

Equação 2 – Cálculo do SDI

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA POR ESTIMATIVA

Os primeiros resultados práticos desta avaliação consistem nas determinações dos fluxos de permeado e de rejeito, baseados nos registros internos pertinentes ao tratamento de água desta clínica, denominado “Ficha de Análise Diária do Tratamento de Água”, o qual se encontra como referencial no Anexo 1. Deste documento, foram extraídos estes dados, os quais podem ser analisados na Tabela 1.

Tabela 1 – Registro do fluxo de permeado e do fluxo do rejeito coletados no mês de setembro de 2011

DATA DA LEITURA	FLUXO DO PERMEADO (LPM)	FLUXO DO REJEITO (LPM)	RECIRCULAÇÃO %R
01/09/11	40	15	72,7%
02/09/11	40	15	72,7%
05/09/11	40	15	72,7%
06/09/11	40	15	72,7%
12/09/11	40	15	72,7%
13/09/11	40	15	72,7%
14/09/11	37	17	68,5%
15/09/11	37	17	68,5%
16/09/11	37	17	68,5%
19/09/11	37	17	68,5%
20/09/11	37	17	68,5%
21/09/11	37	17	68,5%
22/09/11	37	17	68,5%
23/09/11	37	17	68,5%
26/09/11	37	17	68,5%
27/09/11	37	17	68,5%
28/09/11	37	17	68,5%
29/09/11	37	17	68,5%
30/09/11	37	17	68,5%
MÉDIA	38	16	70,4%

LPM: Litros por minuto

Com estes resultados, pode-se estabelecer a média de produção e rejeição, ou seja, sua capacidade de produção e seu respectivo descarte, quando o equipamento estiver em funcionamento. Com base nas médias de fluxo apresentadas na Tabela 1, será possível determinar a porcentagem de recirculação do equipamento, de acordo com a Equação 1 – Cálculo da Porcentagem de Recirculação:

$$R\% = \frac{Q_p}{Q_t} \%, \text{ logo,}$$

$$R\% = \frac{38}{38 + 16} = 70,4\%$$

Este percentual é utilizado para a determinação da rejeição, através de cálculos aproximados, que permitirão formular uma estimada de referência. No entanto, este procedimento se baseia no conhecimento tácito adotado pelas equipes técnicas responsáveis pela manutenção do tratamento de água e, neste caso, pretende-se confrontar este conhecimento, visto que foi possível instalar medidores hidrômetros em pontos estratégicos que permitiram uma análise mais próxima da realidade.

Para calcular a rejeição foi necessário acessar o banco de dados da clínica, baseado no software de gerenciamento de clínicas de hemodiálise *Dialsist* (Pró-Renal), referente ao mês de setembro de 2011. No Apêndice 3, estão os dados na íntegra, por dia, referentes ao total de pacientes e sessões realizadas no mês de estudo. Nele, pode-se observar que foram realizadas 5951 horas de diálise que correspondem a um total de 1658 sessões. Baseando-se num fluxo médio de diálise de 500 ml/min, pode-se estimar o consumo de água permeada, para atendimento aos pacientes, de aproximadamente 179 m³. Como esta água é utilizada também para outros fins, além da hemodiálise propriamente dita, é necessário estimar alguns acréscimos, como por exemplo, considerar um aumento de aproximadamente 33%, referente ao volume de água utilizado para o reuso dos materiais usados pelos respectivos pacientes, calcula-se, então mais 59 m³. Além do reuso, é necessário considerar o volume de água utilizado para preparar a máquina de hemodiálise e também para o volume de água para cada desinfecção. Neste caso, estimou-se o

tempo de preparação em 40 minutos e o tempo para desinfecção em 60 minutos. Logo, para cada sessão de diálise, pode-se acrescentar também mais 100 minutos de consumo de água permeada ao fluxo de 500 ml/min. Tomando como referência esta estimativa, e como foram realizadas 1658 sessões neste mês de estudo, logo são mais 165.800 minutos, o que vai gerar um consumo de 83 m³. Com isto tem-se uma produção total de 321 m³. Usando-se o percentual de recirculação calculado anteriormente, pode ser determinado o volume de água rejeitada pela Osmose Reversa, ou seja:

$$0,704 = \frac{321}{Q_R + 321}, \text{ logo } Q_R = 135 \text{ m}^3$$

Além desta produção concernente ao uso direto pelos pacientes, deve ser considerado ainda o volume de água necessário para manutenção do equipamento. Este volume de água, assim como o volume de água para o reuso são dados do conhecimento tácito e variam muito de clínica para clínica. Neste estudo, a pretensão em se analisar esta informação, baseado em toda esta manipulação de estimativas, é justamente confrontar com os dados avaliados pelos hidrômetros. Pois desta maneira, será possível estabelecer uma relação mais adequada para se estimar tanto o volume de água do permeado e do rejeito.

4.2 AVALIAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA ATRAVÉS DE HIDRÔMETROS

Tomada como referência a tabela apresentada no Apêndice 2 – Ficha Utilizada Para Monitorar Volume De Água, pode-se observar que neste período de estudo foram rejeitados 211 m³, ou seja, 56% acima do valor calculado na avaliação do volume de água por estimativa. Portanto, todo o estudo daqui em diante será baseado apenas nas leituras geradas pelos hidrômetros. O Gráfico 1 apresenta as informações colhidas nos hidrômetros entre os dias 1º de setembro e 08 de novembro de 2011. Esta leitura extrapolou o período de um mês, pois se constatou que o valor indicado pelo hidrômetro de abastecimento estava muito baixo, pois apresentava um consumo pouco acima do valor apresentado pelo hidrômetro instalado no rejeito, o que sugeriu uma manutenção do mesmo, a qual foi solicitada à SANEPAR, empresa responsável pelo saneamento de água da cidade. Este hidrômetro foi trocado no início do mês de novembro, pois a companhia de

saneamento também constatou irregularidades no hidrômetro. Para continuar as leituras, optou-se por estabelecer novo referencial de início de leitura em todos os hidrômetros, assim que o medidor do abastecimento foi substituído. No Gráfico 1, observa-se que a partir desta troca, o volume de água do abastecimento apresentou-se mais coerente, visto que seu traçado tornou-se mais obtuso.

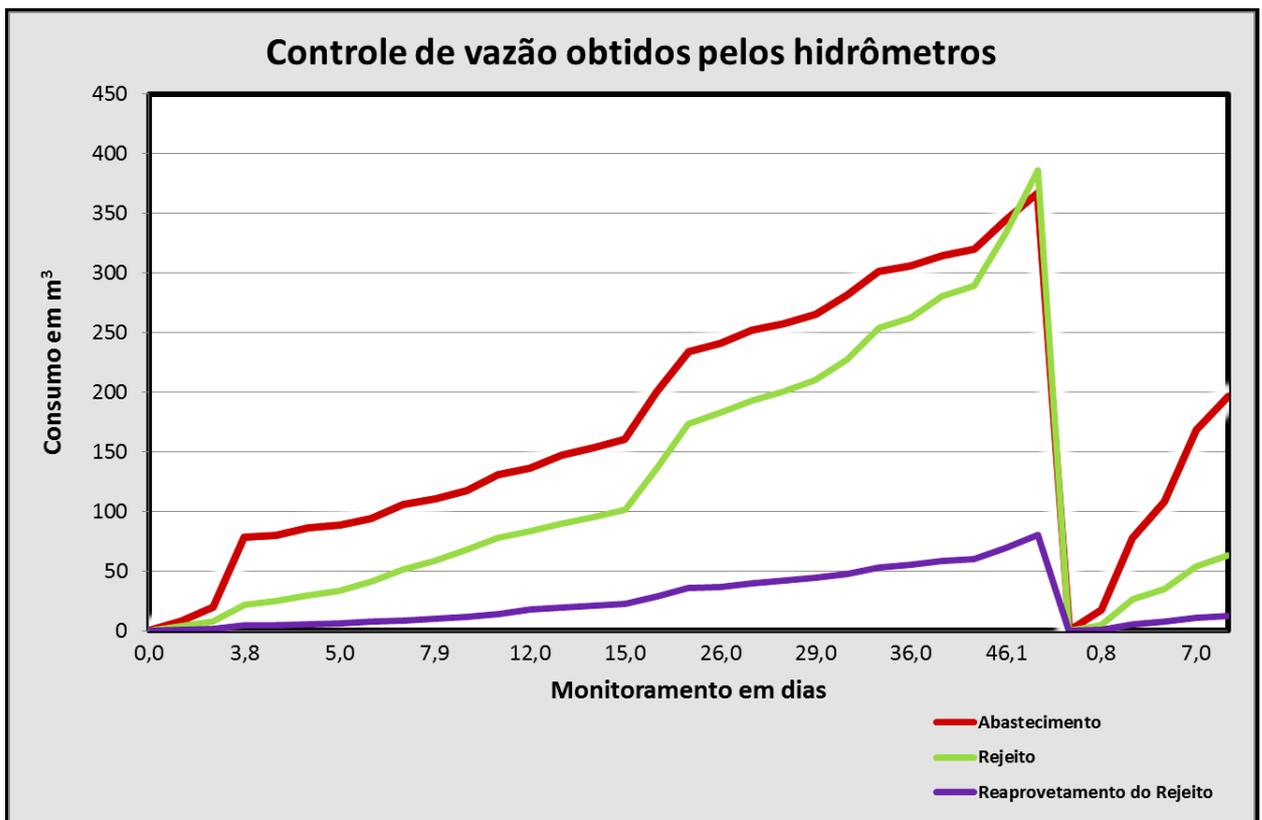


Gráfico 1 – Avaliação do volume de água dos hidrômetros instalados

Conhecido o volume de água gerado pelo rejeito, pode-se, a partir da porcentagem de rejeição, calculada em 70,4%, de acordo com os dados obtidos na Tabela 1, determinar o volume real de água permeada, produzida pelo equipamento, pela expressão:

$$70,4\% = \frac{Q_p}{Q_p + 211}$$

Isolando-se Q_p da Equação acima, obtém-se um consumo de 502 m^3 , exatamente 56% acima do valor calculado em 4.1. Como se conhece a quantidade de sessões realizadas neste período, conforme a Tabela 2, em 1658 tratamentos com uma média de 3h35min para cada sessão, pode-se estabelecer um referencial prático de consulta, dividindo-se o consumo calculado ($Q_p = 502 \text{ m}^3$) pela quantidade de sessões, ou seja:

$$\frac{502}{1658} = 0,303 \text{ m}^3/\text{sessão} = 303 \text{ Litros/sessão}$$

Logo, para cada sessão de hemodiálise de 3h35min são gastos em média 303 litros de água tratada, já incluindo a quantidade de água necessária para a realização dos demais procedimentos, como reuso de capilares e linhas, desinfecções dos equipamentos e preparação da máquina para o tratamento.

Tabela 2 – Total de sessões e total de horas de hemodiálise no mês de Setembro de 2011

Sessões de HD Setembro/2011	Total de horas de HD Setembro/2011	Média de horas por sessão
1658	5951	03h35min

Da mesma forma, pode-se obter este consumo por hora, dividindo-se o mesmo consumo de 502 m^3 pela quantidade de horas de diálise, que de acordo com a Tabela 2, em 5951 horas de tratamento:

$$\frac{502}{5951} = 0,084 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 84 \frac{\text{Litros}}{\text{hora}} / \text{Paciente}$$

Estes volumes de água calculados acima são para água permeada, ou seja, desconsiderando-se os volumes de água descartados. A partir da Equação 1 – Cálculo da Porcentagem de Recirculação, pode-se determinar a quantidade de água total utilizada por sessão de 3h35min ou por hora, conforme expressões abaixo:

$$70,4\% = \frac{303\text{Litros}}{Q_t} \rightarrow Q_t = 430 \text{ Litros/sessão}$$

Ou

$$70,4\% = \frac{84 \text{ Litros}}{Q_t} \rightarrow Q_t = 119 \frac{\text{Litros}}{\text{hora}} / \text{Paciente}$$

Logo, subtraindo-se estes valores dos volumes de água permeada, obtém-se os volumes de água rejeitados por sessão e por hora respectivamente, conforme expressões abaixo:

$$Q_r = 430 \text{ Litros} - 303 \text{ Litros} = 127 \text{ Litros/sessão}$$

Ou

$$Q_r = 119 \text{ Litros} - 84 \text{ Litros} = 35 \frac{\text{Litros}}{\text{hora}} / \text{Paciente}$$

Ou seja, para cada sessão de 3h35min de hemodiálise, são desperdiçados 137 litros de água e para cada hora são rejeitados 35 litros.

Como nesta clínica já foi previsto o uso desta água de rejeito em vasos sanitários e para limpeza de calçadas, parte desta água é reaproveitada, conforme leitura do hidrômetro 2, apresentado na tabela do Apêndice 2 – Ficha Utilizada Para Monitorar Volume De Água, foi estabelecida a Tabela 3, pela qual pode ser observado que apenas 23% sd 10% da água rejeitada é efetivamente reaproveitada, ou seja, cerca de 77% de todo o rejeito continua sendo desperdiçado.

Tabela 3 – Avaliação do Volume de Água Reaproveitado do Rejeito

DATA	ABASTECIMENTO m3/dia	REJEITO m3/dia	CONSUMO m3/dia	CONSUMO % DO REJEITO
01/09/11	X	X	X	X
02/09/11	11,186	4,575	0,996	22%
02/09/11	45,993	17,514	3,285	19%
05/09/11	21,247	5,034	0,889	18%
05/09/11	5,647	11,901	3,144	26%
06/09/11	8,441	6,325	0,970	15%
06/09/11	8,764	15,964	2,912	18%
07/09/11	6,278	8,303	1,117	13%
08/09/11	10,891	9,518	1,287	14%
09/09/11	5,215	7,990	1,265	16%
10/09/11	6,933	9,041	1,509	17%
12/09/11	6,400	5,028	1,284	26%
13/09/11	5,527	5,454	3,411	63%
14/09/11	10,300	6,108	1,507	25%
15/09/11	6,929	5,565	1,657	30%
16/09/11	6,848	6,466	1,631	25%
21/09/11	7,943	7,001	1,254	18%
26/09/11	6,662	7,290	1,437	20%
27/09/11	7,044	9,343	1,004	11%
28/09/11	10,892	9,732	2,791	29%
29/09/11	5,812	8,479	2,164	26%
30/09/11	7,239	9,078	2,457	27%
Média	10,104	8,367	1,808	23%
Desvio Padrão SD	8,716	3,295	0,820	10%

4.3 RELATÓRIOS DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Antes de efetivar a coleta de amostras de água do rejeito para análise em laboratório externo, optou-se por realizar análises microbiológicas qualitativas para avaliação de presença de micro-organismos em laboratório interno. Este foi um procedimento preventivo, pois havia possibilidade que existiria uma grande quantidade de bactérias, visto que este líquido estaria livre de qualquer agente inibidor de formação de micro-organismos. Como a quantidade de UFC nas análises internas foi muita alta, o procedimento adotado para eliminar esta formação de bactérias, foi adicionar hipoclorito de sódio nos reservatórios de água do rejeito. Com

isto, visava-se aproveitar a coleta em laboratório externo para avaliar se a dosagem de cloro atingiria sua finalidade, ou seja, eliminar o foco de bactérias visando um possível reuso desta água.

Os reservatórios de água do rejeito possuem capacidade total de aproximadamente 30 m^3 , para os quais foram adicionados 600 ml de hipoclorito de sódio a 10%, dois dias antes da coleta. Como são dois reservatórios, sendo o primeiro com capacidade de 10 m^3 , no qual a água fica armazenada até que a mesma seja solicitada, através da boia de nível existente no segundo reservatório, ou quando é descartada pela tubulação de extravasão, foi determinado o tempo de detenção para os dois reservatórios.

Para determinar o tempo de detenção do primeiro reservatório T_1 , utilizou-se a vazão média do rejeito correspondente a $8,367 \text{ m}^3$ por dia com sd de $3,295 \text{ m}^3$, a qual pode ser observada na Tabela 3. Desta mesma tabela, utiliza-se a vazão média correspondente ao consumo do rejeito, para a determinação do tempo de detenção do segundo reservatório T_2 , pois a vazão deste afluyente depende diretamente do consumo, visto que este reservatório somente receberá água de rejeito quando o nível da boia acionar as bombas de recalque, sendo que esta boia tem seu nível hidráulico diretamente dependente do consumo desta água. Logo a vazão utilizada para este cálculo poderá, de acordo com a Tabela 3, corresponde a $1,808 \text{ m}^3$ por dia com sd de $0,820 \text{ m}^3$. Portanto, os tempos de detenção T_1 e T_2 serão os seguintes:

$$T_1 = \frac{10 \text{ m}^3}{8,4 \text{ m}^3/\text{dia}} = 1,2 \text{ dias} \text{ e } T_2 = \frac{20 \text{ m}^3}{1,8 \text{ m}^3/\text{dia}} = 11 \text{ dias}$$

Após estabelecer um mecanismo de controle bacteriano, foi então agendado com o laboratório Limnobras para que realizasse as coletas de água, o qual esteve na clínica no dia 11 de outubro de 2011, por volta das 15 horas. Inicialmente, foi avaliada no local a quantidade de cloro e a presença de oxigênio dissolvido, para os quais já foi possível conhecer os níveis logo após a coleta. Para os demais itens, foram necessários três frascos, sendo um para análise microbiológica, o segundo para avaliação de ferro e o terceiro para os demais parâmetros físico-químicos. Os

resultados podem ser analisados na Tabela 4, assim como Anexo 2 e no Anexo 3, onde se encontram os relatórios do laboratório na íntegra.

Tabela 4 – Resultado das análises enviadas a Laboratório externo

Análises Físico-Químicas						
Parâmetro	Método	LQ(*)	Resultado	VMP(²)	Expressão	
Amônia	SM 4500-NH3 F	0,020	< 0,020	1,5	mg/L	
Cloreto	SM 4500-Cl- B	0,5	27,8	250,0	mg/L	
Cloro Residual Livre	HACH 8021	0,02	1,33	0,2 a 5,0	mg/L	
Cor Aparente	SM 2120 B	2,5	< 2,5	15,0	un PtCo	
Dureza Total	SM 2340 C	1,0	6,5	500,0	mg/L	
Ferro Total	MERCK 14761	0,005	0,150	0,3	mg/L	
Fluoreto	HACH 8029	0,1	1,5	1,5	mg/L	
Nitrato - N	SM 4500-NO3 B	0,2	3,2	10,0	mg/L	
Nitrito - N	SM 4500-NO2 B	0,005	0,007	1,0	mg/L	
Sulfato	SM 4500-SO4-2 E	10,0	< 10,0	250,0	mg/L	
Sólidos Dissolvidos Totais	SM 2540 C	1,0	254,0	1000,0	mg/L	
Turbidez	SM 2130 B	0,01	0,99	5,0	NTU	
pH	SM 4500-H+ B	0,01	6,84	6,0 a 9,5	-	

Análises Microbiológicas						
Parâmetro	Método	LQ(*)	Resultado	VMP(²)	Expressão	
Coliformes Totais	SM 9221 B e C	1,1	< 1,1	Ausência	NMP/100mL	
Coliformes Termotolerantes	SM 9221 B/C e E	1,1	< 1,1	Ausência	NMP/100mL	

Análises Físico-Químicas						
Parâmetro	Método	LQ(*)	Resultado	VMP(²)	Expressão	
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O G	0,01	7,41	-	mg/L	

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS APRESENTADOS NOS LAUDOS

A partir da Tabela 4 será discutido cada parâmetro analisado, os quais apresentaram resultados bastante satisfatórios de um modo geral, o que é um fator bastante animador para futuros projetos e para aperfeiçoar o reaproveitamento deste líquido. A metodologia aplicada para as análises foi baseada em Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21 ed. 2005 (SM), baseado nos parâmetros, determinados pelo laboratório e em concordância com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, conforme o

Quadro 8 e o

Quadro 9, os quais determinam as normas técnicas e procedimentos para determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos respectivamente. Além destes métodos foram utilizados os seguintes *padrões validados*: i) *HACH: Hach Company. Water Analysis Handbook*; ii) *Merck (Food & Environmental Analysis)*.

Área de Atuação	Grupo de Ensaio	Determinação(ões)	Normas Técnicas ou Procedimentos	Produtos
Água de consumo	Microbiológico	<i>Clostridium Sulfito Redutores eperfringens</i>	Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003: Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	Bolores e Leveduras	Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003: Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	<i>Enterococcus</i>	Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos ITAL	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003: Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos ITAL	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	<i>Salmonella</i>	Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003: Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água	Água de abastecimento
Água de consumo	Microbiológico	<i>Staphylococcus</i>	Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003: Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água	Água de abastecimento

Quadro 8 - Água de consumo – Ensaio Microbiológicos (NBR ISO/IEC 17025)

Fonte: (BERSCH, SALVATORI, & BOTTONI, 2006)

Área de Atuação	Grupo de Ensaio	Determinação(ões)	Normas Técnicas ou Procedimentos	Produtos
Água de consumo	Físico-químico	Alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, manganês, zinco, sódio.	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Métodos 3030 E e 3111	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Amônia, Cloretos, pH, Nitritos	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Métodos 4500 B	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Aspecto	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2110	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Cloro residual livre e total	Manual Policontrol-Kit Visodisc Cloro-Método DPD. Policontrol Instrumentos de Controle Ambiental Ind. E Comércio Ltda, SP. Disco colorimétrico para análise de cloro livre e total por comparação visual com padrões colorimétricos em acrílico (Baseado na norma AWWWA 408E).	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Condutividade	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2510 B	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Cor	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2120 B	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Dureza parcial e total	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2340 C	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Ferro total	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 3500 B	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Fluoretos	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 4500 C	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Nitratos	Norma NBR 12620, ABNT Set/92. Águas-Determinação de nitrato- métodos do ácido cromotrópico e do ácido fenoldissulfônico	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Sólidos totais e dissolvidos	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2540 B e 2510 B	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Sulfatos e sulfetos	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 4500 E e F	Água de abastecimento
Água de consumo	Físico-químico	Turbidez	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Método 2130 B	Água de abastecimento

Quadro 9 - Água de consumo – ensaios Físico-Químicos (NBR ISO/IEC 17025)

Fonte: (BERSCH, SALVATORI, & BOTTONI, 2006)

Na sequência, estão listados os parâmetros e os respectivos comentários, baseados nos relatórios do laboratório:

Amônia – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado menor que 0,020 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 1,5 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,02 mg/L.

Cloreto – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 27,8 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 250 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,5 mg/L.

Cloro Residual Livre – Método empregado para a análise foi através do *kit* HACH 8021, com resultado igual a 1,33 mg/L, sendo o valor mínimo necessário de 0,2 mg/L e o valor máximo permitido de 5 mg/L. O Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado para este teste é de 0,02 mg/L. O manual deste teste encontra-se disponível no Anexo 4 – Teste de Cloro Livre Hach 8021.

Cor aparente – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado menor que 2,5 un PtCo, sendo o valor máximo permitido de 15 un PtCo e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 2,5 un PtCo.

Dureza Total – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 6,5 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 500 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 1,0 mg/L.

Atribui-se tal resultado ao fato do pré-tratamento, ou seja, os filtros que precedem a Osmose Reversa, possuir em sua configuração uma resina iônica a qual tem por finalidade abrandar a qual, ou seja, remover a dureza total.

Ferro Total – Método empregado para a análise foi o MERCK 14761, com resultado igual a 0,15 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 0,3 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,005 mg/L. Este método utiliza o kit fotométrico SQ 118 da Merck, conforme a Figura 8.



Programming data for Spectroquant® test kits for photometer SQ 118

Display-text		Item	Measuring range				Citation form	Reaction time	cells. mm	filter nm	factor	
024	Chromium	Cr	14758	0.010	-	0.600	mg/l	Cr	0+0	50	550	0.254
025	Chromium	Cr	14758	0.10	-	3.00	mg/l	Cr	0+0	10	550	1.27
026	Chromium	Cr	14758	0.2	-	11.5	mmol/m ³	Cr	0+0	50	550	4.88
027	Chromium	Cr	14758	2.0	-	58.0	mmol/m ³	Cr	0+0	10	550	24.4
028	CT COD	COD	14540	Please use new programming data from page 10								
029	CT COD	COD	14541	Please use new programming data from page 10								
030	Cyanide	CN	14800	0.002	-	0.100	mg/l	CN	5+0	50	585	0.0416
031	Cyanide	CN	14800	0.025	-	0.500	mg/l	CN	5+0	10	585	0.208
032	Iron	Fe	14761	0.01	-	1.00	mg/l	Fe	3+0	50	565	0.420

Figura 8 – Parâmetros do teste Merck 14761 para análise de ferro.

Fonte: Merck, 2011.

Fluoreto – Método empregado para a análise foi através do *kit* HACH 8029, com resultado igual a 1,5 mg/L, sendo o valor máximo permitido também igual a 1,5 mg/L. O Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado para este teste é de 0,1 mg/L. O manual deste teste encontra-se disponível no Anexo 5 - Teste de Fluoreto Hach 8029.

A fluoretação é o processo pelo qual se adicionam compostos de flúor às águas de abastecimento público, com a finalidade de proporcionar o teor adequado de íon fluoreto. A obrigatoriedade da fluoretação das águas de abastecimento público é determinada pela Lei 6.050, assinada pelo presidente Ernesto Geisel, em 1974. A Portaria 635/75 dispõe que os níveis do flúor devem ser em função da média das temperaturas máximas diárias do ar. No Estado do Paraná o teor é de 0,6 a 1,1 mg de flúor por litro de água. Esta quantidade evita a superconcentração da substância, qual pode ocasionar fluorose nos dentes (SANEPAR, 2011). A Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu como adequada para fluoretação de águas de abastecimento a faixa que varia entre 1,0 a 1,5 mg de fluoreto para cada litro de água (MORAES, QUINÁIA, & TAKATA, 2009). De acordo com a *United States Environmental Protection Agency (EPA)*, nos Estados Unidos o nível máximo permitido para água reservada ao consumo humano é de 2,0 mg de fluoreto para cada litro, conforme o Quadro 10.

Table I. Secondary Maximum Contaminant Levels

Contaminant	Secondary MCL	Noticeable Effects above the Secondary MCL
Aluminum	0.05 to 0.2 mg/L*	colored water
Chloride	250 mg/L	salty taste
Color	15 color units	visible tint
Copper	1.0 mg/L	metallic taste; blue-green staining
Corrosivity	Non-corrosive	metallic taste; corroded pipes/ fixtures staining
Fluoride	2.0 mg/L	tooth discoloration
Foaming agents	0.5 mg/L	frothy, cloudy; bitter taste; odor
Iron	0.3 mg/L	rusty color; sediment; metallic taste; reddish or orange staining
Manganese	0.05 mg/L	black to brown color; black staining; bitter metallic taste
Odor	3 TON (threshold odor number)	"rotten-egg", musty or chemical smell
pH	6.5 – 8.5	<i>low pH</i> : bitter metallic taste; corrosion <i>high pH</i> : slippery feel; soda taste; deposits
Silver	0.1 mg/L	skin discoloration; graying of the white part of the eye
Sulfate	250 mg/L	salty taste
Total Dissolved Solids (TDS)	500 mg/L	hardness; deposits; colored water; staining; salty taste
Zinc	5 mg/L	metallic taste

* mg/L is milligrams of substance per liter of water

Quadro 10 – Parâmetros de Referência para Água de Consumo Humano nos Estados Unidos

Fonte: (EPA, 2011)

Como a membrana de osmose reversa é bastante seletiva, possivelmente todo o flúor, adicionado pela companhia de saneamento do município (SANEPAR), foi removido pela mesma e conseqüentemente toda a concentração do fluoreto passou para a água do rejeito. Embora presente nível abaixo do limite máximo permitido pelo padrão norte americano (EPA), o resultado foi exatamente igual ao valor máximo permitido pelo método empregado e acima do valor preconizado pelo site da SANEPAR.

Nitrato N – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 3,2 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 10,0 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,2 mg/L.

Nitrito N – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 0,007 mg/L,

sendo o valor máximo permitido de 1,0 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,005 mg/L.

Sulfato – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado menor que 10,0 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 250,0 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 10,0 mg/L.

Sólidos Dissolvidos Totais – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 254,0 mg/L, sendo o valor máximo permitido de 1000,0 mg/L e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 1,0 mg/L.

Turbidez – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 0,99 NTU, sendo o valor máximo permitido de 5,0 NTU e o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,01 NTU.

pH – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 6,84, praticamente neutra, sendo que seu valor deve estar entre 6,0 e 9,5. O Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado é de 0,01.

Coliformes Totais – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado menor que 1,1 NMP/100 ml, sendo que o valor máximo permitido pela portaria MS518/04 deve ser ausente. Como o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado é de 1,1 NMP, no relatório do ensaio laboratorial, segundo nota do laudo, admite-se a ausência de bactérias ou grupo pesquisado em 100 ml da amostra.

De acordo com a portaria MS518/04, os coliformes totais (bactérias do grupo coliforme), são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiellae* *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

Coliformes Termos tolerantes – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado menor que 1,1 NMP/100 ml, sendo que o valor máximo permitido pela portaria MS518/04 deve ser ausente. Como o Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado é de 1,1 NMP, no relatório do ensaio laboratorial, segundo nota do laudo, admite-se a ausência de bactérias ou grupo pesquisado em 100 ml da amostra.

De acordo com a portaria MS518/04, os coliformes termos tolerantes pertencem ao subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.

Tanto no caso dos coliformes totais, quando dos termos tolerantes, os mesmos apresentaram-se em valores abaixo dos limites de quantificação adotados, possivelmente pelo fato de haver a preservação dos reservatórios com adição semanal de hipoclorito a 10%, o que possibilitou, nesta análise, o controle microbiológico.

Oxigênio Dissolvido – Método empregado para a análise baseado nas normas e procedimentos adotados pelos *Standard Methods*, com resultado igual a 7,41 mg/L, com Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado em 0,01 mg/L. O mesmo foi analisado para qualificar a amostra de acordo com a Classe 4 da NBR-13969/97, que determinar valor mínimo de 2,0 mg/L para reuso em cultivos como pomares, cereais ou mesmo para uso em pastagens de gato, por exemplo.

Estes parâmetros atenderam integralmente aos valores máximos e mínimos permitidos dentro dos métodos utilizados e em acordo com a portaria MS 518/04 para os elementos estudados. Isto não qualifica esta água como potável, pois seria necessário fazer análises de outros parâmetros tanto físico-químicos e microbiológicos, quanto parâmetros de radioatividade, que não foram objetivos deste estudo. No entanto, os resultados mostraram-se satisfatórios em comparação as classes de reuso aplicáveis a NBR 19969/97, conforme o Quadro 5.

Bactérias Heterotróficas - As análises para bactérias heterotróficas foram realizadas em dois pontos, sendo uma das amostras colhida no primeiro reservatório de água do rejeito, a montante e a segunda amostra em uma das torneiras a jusante, instalada no estacionamento da clínica. As mesmas foram examinadas em

laboratório interno no dia 18 de novembro de 2011 e os resultados foram determinados em 48 horas após a amostra de água ser semeada no meio de cultura. O laudo da mesma encontra-se no Anexo 6.

O resultado desta análise apresentou ausência de UFC, pelo método empregado, para o reservatório de água e três UFCs para a torneira a jusante. A metodologia utilizada baseia-se na semeadura em superfície e meio de cultura utilizado foi o Plate Count Agar (PCA), (Funasa, 2009). A Figura 9 demonstra uma placa de semeadura, tipicamente utilizada.



Figura 9 – Exemplos de meio de cultura de bactérias Plate Count Agar (PCA)

De acordo com a portaria MS518/04 a contagem de bactérias heterotróficas prevê a determinação da densidade de bactérias capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob as condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. No capítulo 4, parágrafo 7, desta portaria, observa-se a recomendação de coletas para a contagem de bactérias heterotróficas. Nele estão previstas a contagem a cada 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais. Sendo o valor de referência máximo não deva exceder a 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml.

SDI – Silt Density Index - Finalizando, foi realizado teste de SDI com kit Classic-SDI para a água do rejeito e também para o abastecimento e para o

permeado da osmose reversa. De acordo com a Equação 2, os resultados foram os seguintes:

- Água do Rejeito

$$t_i = 54 \text{ segundos}$$

$$t_f \text{ para } T_{5 \text{ min}} = 12 \text{ minutos}$$

$$SDI_{5 \text{ min}} = \frac{\left[1 - \frac{54}{12 \times 60}\right]}{5} = 18,5$$

- Água de Abastecimento

$$t_i = 45 \text{ segundos}$$

$$t_f \text{ para } T_{5 \text{ min}} = 2\text{min}19\text{s}$$

$$SDI_{5 \text{ min}} = \frac{\left[1 - \frac{45}{2 \times 60 + 19}\right]}{5} = 13,5$$

- Água do Permeado da Osmose Reversa

$$t_i = 26 \text{ segundos}$$

$$t_f \text{ para } T_{5 \text{ min}} = 33 \text{ segundos}$$

$$SDI_{5 \text{ min}} = \frac{\left[1 - \frac{26}{33}\right]}{5} = 4,24$$

Estes resultados apresentam a grande diferença tanto para a água de abastecimento, quanto para a água do rejeito em comparação com a água do permeado. Quanto menor o valor do SDI, melhor a qualidade da água, pois indica menor densidade de partículas existentes na mesma. A Figura 10 apresenta as fotografias dos filtros usados para os testes do SDI para cada um dos três pontos de testes. Nela é possível observar a diferença visual de sedimentos incrustados na membrana do filtro.

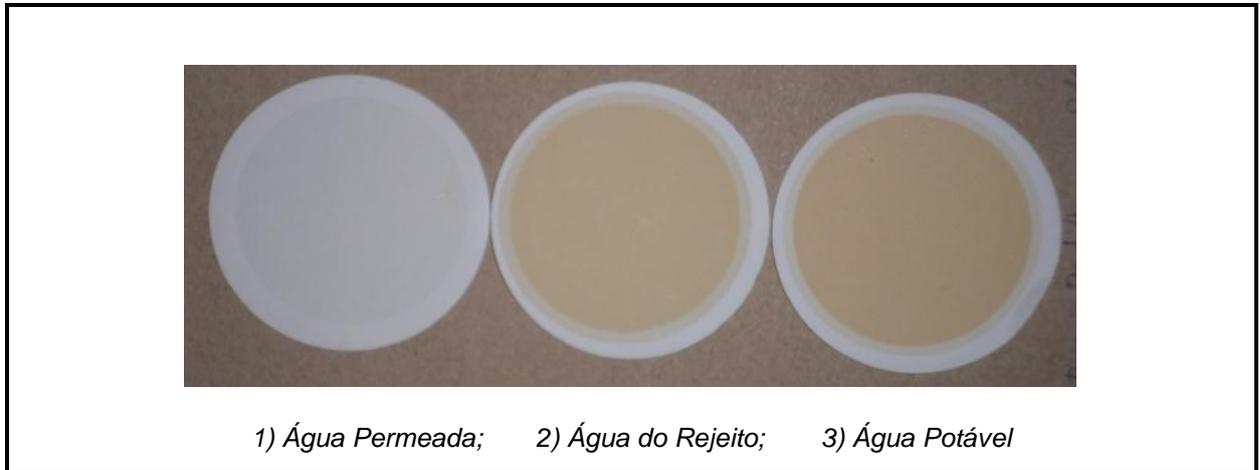


Figura 10 – Fotografia dos filtros de 0,47 micron usados para teste do SDI

4.5 A REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL

Através deste estudo pode-se observar que o Brasil precisa avançar muito no que diz respeito à questão de reaproveitamento de água, pois há uma carência de referenciais mais relevantes para este procedimento.

Neste estudo foi utilizado como referência para o reaproveitamento da água do rejeito a NBR 13969/97, cujo título “**Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**”. Esta norma mostra-se bastante abrangente e apenas um dos tópicos é destinado ao reaproveitamento de água local, o restante trata dos demais processos de projeto e destinação de efluentes líquidos para lançamento em corpo receptor.

Seria necessária a criação de uma portaria regulamentadora que determinassem mais padrões de reutilização de água, visando identificar parâmetros de análises mais condizentes com a realidade sócio e econômica do país. Assim como abordar novas classes de referência além das apresentadas na NBR 13969/97. Pois a qualidade de água do rejeito de um tratamento de água por osmose reversa, destinado a clínicas de hemodiálise, têm-se demonstrado muito

acima das expectativas de um efluente comum, normalmente oriundo de processos mais agressivos, como, por exemplo, na indústria de um modo.

5 CONCLUSÕES

Tanto do ponto de vista microbiológico, quanto físico-químico, os relatórios das amostras de água coletadas, mostraram-se bastante satisfatórios para classificação da água em vários procedimentos de reuso. Atendendo perfeitamente às quatro classes sugeridas pela NBR 13969/97. Mas que poderia ser mais bem avaliada se houvessem padrões nacionais específicos para o reaproveitamento de água.

Como a clínica em estudo já reutiliza esta água do rejeito para limpeza das calçadas e vasos sanitários, o próximo passo seria encontrar alternativas para o melhor reaproveitamento da mesma, visto que ainda são desperdiçados 77% deste líquido. Para reutilizá-la em outros setores da clínica, poderia ser previsto um tratamento deste efluente, visando aproximá-lo da água potável, como, por exemplo, o uso de membranas ultra filtrantes e adição controlada de cloro, através de dosadores automáticos. No entanto, seria necessário realizar procedimentos que validassem todo este processo, como controles frequentes da qualidade desta água após o tratamento, incluindo as análises de radioatividade e os demais parâmetros da portaria MS 518/04. Estender o uso desta água de rejeito para além do perímetro da clínica, seria uma alternativa viável para uso pela comunidade, como por exemplo, no combate a incêndios, lavagem de carros, irrigação de jardins.

A avaliação do volume de água através de hidrômetros é sem dúvida o meio mais eficiente, pois permite a determinação em tempo real e com mínima margem de erro. O método estimativo é válido, mas neste caso a porcentagem de erro foi de 56% para menos, o que é considerado muito elevado. Embora, o mesmo permita estabelecer um parâmetro de consumo, pois existem procedimentos que admitem uma variação de consumo muito grande, como por exemplo, o procedimento de reuso de linhas e capilares. Neste processo, não é possível mensurar com precisão o consumo de água, visto que o mesmo varia de acordo com o procedimento executado pelos funcionários. Neste caso, seria interessante abordar uma avaliação de tempos e métodos do trabalho realizado pelo funcionário do reuso, visando tornar este consumo de água mais próximo do parâmetro de consumo a ser estabelecido.

Enfim, desperdiçar cerca de 8 m³ de água por dia, numa clínica diálise é realmente preocupante, principalmente tendo conhecimento que já existe escassez

de água em vários locais do mundo. O processo de reutilização de 23% deste volume, como no caso da clínica em estudo, pode ser considerado como um avanço. No entanto, faz-se necessário avançar este estudo, de maneira a racionalizar todo o sistema de tratamento de água para hemodiálise, o qual deve ser projetado, visando à reutilização do rejeito. A água é recurso natural inestimável, que deve ser bem tratada, com uso racional e consciente, para que, no futuro, a mesma possa continuar exercendo o seu ciclo natural.

REFERÊNCIAS

(ALLGEIER, S. (NOVEMBER de 2005). **Membrane Filtration Guidance Manual**. (U. S. Office of Ground Water and Drinking Water - EPA, Ed.)

BERSCH, R. D., SALVATORI, R. U., & BOTTONI, J. (28 de Setembro de 2006). **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Acesso em 16 de Novembro de 2011, disponível em http://www.anvisa.gov.br/reblas/bio/anali/analitico_086.htm#2

BISTERSO, R. (Junho de 2010). **Sistema de Osmose Reversa para Tratamento de Água**. *Hydro*, 16-32.

BRUNNER, L. S. (1998). **Tratado de Enfermagem Médico - Cirúrgica** (8ª Edição ed., Vol. 3). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

COELHO, S. N. (1998). **A Água de Caruaru**. Medicina On line, Revista Virtual de Medicina, 1.

EPA. (2011). **Water: Drinking Water Contaminants**. Acesso em 19 de Novembro de 2011, disponível em United States Environmental Protection Agency: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/secondarystandards.cfm>

Funasa, F. N. (2009). **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde.

Gea **Filtration**. (s.d.). Acesso em 03 de 11 de 2011, disponível em http://www.geafiltration.com/Portuguese/Tecnologia/Espectro_Filtracao.htm

HENRICH, W. L. (2003). **Principles and Practice of Dialysis** (3rd ed.). Philadelphia, PA 1906 USA: Lippincott Williams & Wilkins.

HENRIQUES, C. M. (2004). **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC 154**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

MD. *Saúde*. (s.d.). Acesso em 17 de Novembro de 2011, disponível em <http://www.mdsaude.com/2008/11/hemodilise-parte-i-entenda-como.html>

MORAES, J. E., QUINÁIA, S. P., & TAKATA, N. H. (Maio/Agosto de 2009). **Determinação do Índice de Fluoreto em Águas de Abastecimento Público em Municípios da Região Centro-sul do Paraná.** *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, pp. 233 - 246.

NBR-13969, A.-A. B. (1997). **Tanques sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação.**

OENNING JUNIOR, A. (2006). **Avaliação de Tecnologias Avançadas para o Reúso de Água em Indústria Metal-Mecânica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

Osminics. (1997). **Pure Water Handbook.** Minnetonka, USA.

Pró-Renal, F. (s.d.). **Sistema de Gerenciamento para Centros de Nefrologia.** Acesso em 04 de Novembro de 2011, disponível em <http://www.dialsist.com.br/>

RAMIREZ, S. S. (2009). **Água para Hemodiálise no Estado do Rio de Janeiro: Uma Avaliação dos Dados Gerados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade nos Anos de 2006-2007.** Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz.

RIELLA, M. C. (2010). **Princípios de Nefrologia e Distúrbios Hidroeletrólíticos (5ª Edição ed.).** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

SANEPAR. **Companhia de Saneamento do Paraná:** (16 de Setembro de 2011). Acesso em 19 de Novembro de 2011, disponível em: <http://site.sanepar.com.br/noticias/agua-do-sistema-publico-ajuda-prevenir-carie>

SDI-Solutions. (2002). **Classic SDI - Operators Guide.** A division of Procam Controls, Inc.

SILVA, A. M., MARTINS, C. T., FERRABOLI, R., JORGETTI, V., & ROMÃO JUNIOR, J. E. (1996). **Revisão/Atualização em Diálise: Água para hemodiálise.** *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, 180 - 188.

SOARES, C. B., OCHIRO, E. Y., & SANNOMIYA, T. N. (s.d.). **Relação da temperatura da solução de diálise e a hipotensão arterial sintomática observada durante sessões de hemodiálise em pacientes com insuficiência renal crônica.** *Rev. esc. enferm. USP vol.35 no.4 São Paulo Dec. 2001.*

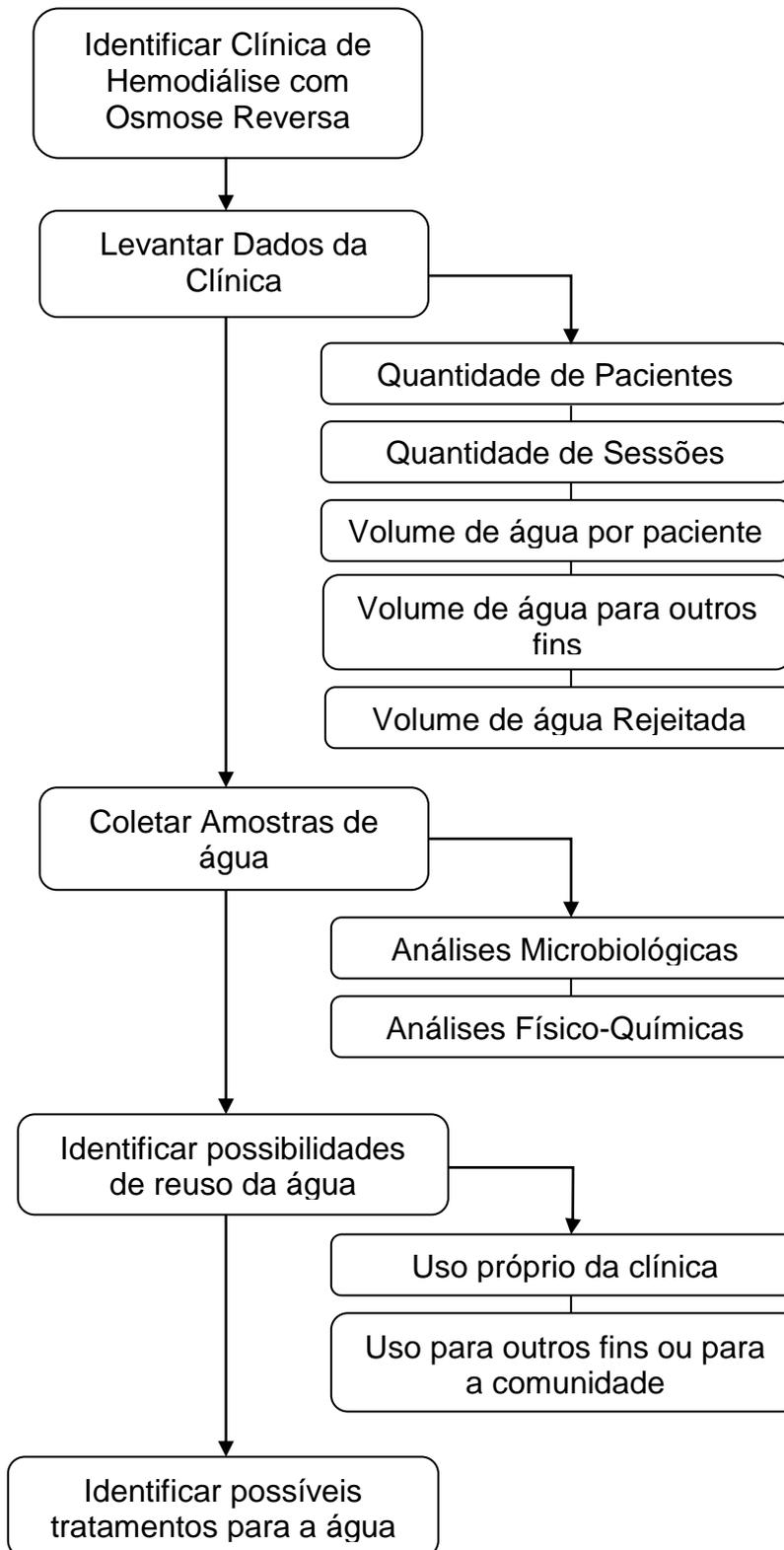
STANGE, K., & TEIXEIRA, E. P. (2010). **Reaproveitamento da Água Pré-Tratada não Utilizada para Hemodiálise.** In: D. D. TELLES, & R. P. COSTA, **Reuso da Água: conceitos, teorias e práticas** (2ª Edição ed., p. 329 a 332). São Paulo: Edgard Blücher Ltd.

TEIXEIRA, M. M. (2001). **Ultrafiltração no Tratamento de Água para Consumo Humano.** Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

TELLES, D. D., & COSTA, R. H. (2010). **Reuso de Água: Conceitos e Práticas.** São Paulo: Blucher.

TRANSDORESOS. (2005). **Transdoreso - Associação dos Pacientes Doadores e Transplanteados Renais de Sorcaba e Região.** Acesso em 18 de Abril de 2011, disponível em http://www.transdoreso.org/historia_hemodialise.shtml

WATANABE, N. I., PINTO, F. d., & DALOSTTO, G. d. (JAN/FEV de 2008). **Água Saudável** - Informativo. *ASSTEFIL Sistemas de Filtragem.*

APÊNDICE 1 ORGANOGRAMA DA PROPOSTA DE TRABALHO

APÊNDICE 2 – FICHA UTILIZADA PARA MONITORAR VOLUME DE ÁGUA

CONTROLE DE CONSUMO DE ÁGUA DO REJEITO					
DATA	HORA	HIDRÔMETRO 0 (ABASTECIMENTO) m3	HIDRÔMETRO 1 (REJEITO) m3	HIDRÔMETRO 2 (CONSUMO) m3	REALIZADO POR
01/09/11	15:55	6632,6260	1,2377	0,3489	Paulo Gil
02/09/11	9:53	6641,0000	4,6628	1,0944	Paulo Gil
02/09/11	15:57	6652,6260	9,0900	1,9249	Everton
05/09/11	10:12	6711,2770	22,9859	4,3777	Paulo Gil
05/09/11	15:56	6712,6260	25,8290	5,1288	Paulo Gil
06/09/11	10:00	6718,9800	30,5900	5,8593	Paulo Gil
06/09/11	15:53	6721,1283	34,5035	6,5732	Jean
07/09/11	13:34	6726,8000	42,0052	7,5823	Paulo Gil
08/09/11	15:50	6738,7200	52,4225	8,9913	Paulo Gil
09/09/11	12:27	6743,2000	59,2863	10,0781	Paulo Gil
10/10/11	13:11	6750,3450	68,6034	11,6330	Paulo Gil
12/09/11	15:57	6763,8829	79,2400	14,3484	Jean
13/09/11	15:55	6769,4023	84,6860	17,7545	Jean
14/09/11	15:54	6779,6950	90,7900	19,2601	Jean
15/09/11	15:53	6786,6196	96,3510	20,9156	Jean
16/09/11	15:56	6793,4822	102,8300	22,5503	Jean
21/09/11	16:30	6833,3866	138,0020	28,8510	Jean
26/09/11	16:10	6866,6063	174,3489	36,0136	Paulo Gil
27/09/11	15:55	6873,5772	183,5950	37,0070	Jean
28/09/11	16:50	6884,8857	193,6990	39,9050	Jean
29/09/11	16:22	6890,5850	202,0130	42,0271	Jean
30/09/11	16:14	6897,7840	211,0410	44,4709	Jean
03/10/11	16:35	6914,2230	228,6210	47,7890	Jean
06/10/11	16:00	6934,3180	255,2920	53,0530	Jean
07/10/11	15:40	6938,5320	263,7804	55,5136	Jean
10/10/11	16:10	6947,1800	281,6850	58,4255	Jean
11/10/11	16:20	6952,9975	290,3240	60,2030	Jean
17/10/11	17:20	6977,1828	334,7010	69,5434	Jean
24/10/11	16:50	6999,7819	386,8630	80,9754	Jean
31/10/11	16:32	120,0390	437,8090	92,9153	Jean
01/11/11	10:00	137,6990	442,3824	93,7578	Paulo Gil
03/11/11	15:57	197,6110	464,0350	97,7153	Jean
04/11/11	15:37	228,2120	472,9570	100,1046	Jean
07/11/11	16:17	288,7170	491,7280	103,1886	Jean
08/11/11	17:17	316,3400	500,9340	104,9311	Jean

APÊNDICE 3 – QUANTIDADE DE PACIENTES E SESSÕES DE HEMODIÁLISE NO MÊS DE SETEMBRO DE 2011

Período de Avaliação		01/09/2011 a 30/09/2011	
Total de paciente		254	
Data	Total pacientes	Total de horas	Média de Horas por pacientes
01/09/2011	57	202:04	3:32
02/09/2011	75	266:24	3:33
03/09/2011	58	211:26	3:38
05/09/2011	75	260:52	3:28
06/09/2011	55	202:33	3:40
07/09/2011	66	227:31	3:26
08/09/2011	55	201:21	3:39
09/09/2011	71	250:04	3:31
10/09/2011	58	212:24	3:39
12/09/2011	75	265:55	3:32
13/09/2011	57	203:02	3:33
14/09/2011	66	236:52	3:35
15/09/2011	51	186:43	3:39
16/09/2011	75	269:16	3:35
17/09/2011	57	208:19	3:39
19/09/2011	74	260:52	3:31
20/09/2011	56	204:14	3:38
21/09/2011	68	250:19	3:40
22/09/2011	54	195:07	3:36
23/09/2011	74	269:45	3:38
24/09/2011	58	209:16	3:36
26/09/2011	75	269:31	3:35
27/09/2011	56	204:14	3:38
28/09/2011	68	240:00	3:31
29/09/2011	52	187:40	3:36
30/09/2011	72	255:07	3:32
Total de sessões no mês		1658	
Total horas no mês		5951	
Média de horas por sessão		3:35	

ANEXO 2- LAUDO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PARTE 1

RELATÓRIO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

Nº.: 11499/11 - 00

CLIENTE

Cliente: CLÍNICA EVANGÉLICO LTDA

Proposta: 01481 /11

Endereço: Rua Professor Ulisses Vieira 959 - Vila Isabel
Curitiba - PR - C.E.P.: 80320-090

DADOS DA AMOSTRA

Data e Hora da Amostragem: 11/10/2011 15:10

Data e Hora do Recebimento: 11/10/2011 16:40

Ponto de Amostragem: Ponto 2 estacionamento (Água do Rejeito)

Tipo de Amostragem: Simples

Responsável pela Amostragem: LimnoBras

Tipo de Amostra: Água

Responsável pelo Transporte: LimnoBras

Procedimento de Amostragem: PT 1025

Data de Fabricação: N.I.*

Validade: N.I.*

Embalagem: plástico e pvc estéril

Lote: N.I.*

DADOS DA(S) ANÁLISE(S)

Data de Início: 11/10/2011

Data do Término: 24/10/2011

Objetivo: Análises laboratoriais em amostra de Água - Em atendimento à/ao Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

RESULTADOS

Análises Físico-Químicas

Parâmetro	Método	LQ ⁽¹⁾	Resultado	VMP ⁽²⁾	Expressão
Amônia	SM 4500-NH3 F	0,020	< 0,020	1,5	mg/L
Cloreto	SM 4500-Cl- B	0,5	27,8	250,0	mg/L
Cloro Residual Livre	HACH 8021	0,02	1,33	0,2 a 5,0	mg/L
Cor Aparente	SM 2120 B	2,5	< 2,5	15,0	un PtCo
Dureza Total	SM 2340 C	1,0	6,5	500,0	mg/L
Ferro Total	MERCK 14761	0,005	0,150	0,3	mg/L
Fluoreto	HACH 8029	0,1	1,5	1,5	mg/L
Nitrato - N	SM 4500-NO3 B	0,2	3,2	10,0	mg/L
Nitrito - N	SM 4500-NO2 B	0,005	0,007	1,0	mg/L
Sulfato	SM 4500-SO4-2 E	10,0	< 10,0	250,0	mg/L
Sólidos Dissolvidos Totais	SM 2540 C	1,0	254,0	1000,0	mg/L
Turbidez	SM 2130 B	0,01	0,99	5,0	NTU
pH	SM 4500-H+ B	0,01	6,84	6,0 a 9,5	-

Análises Microbiológicas

Parâmetro	Método	LQ ⁽¹⁾	Resultado	VMP ⁽²⁾	Expressão
Coliformes Totais	SM 9221 B e C	1,1	< 1,1	Ausência	NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	SM 9221 B/C e E	1,1	< 1,1	Ausência	NMP/100mL

NOTAS

(¹)L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado / (²)VMP: Valor Máximo Permitido / N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante
NMP = Número mais provável.

O valor estabelecido como menor que 1,1 NMP/100 mL significa ausência de bactérias ou grupo pesquisado em 100 mL de amostra.

COMENTÁRIOS

A amostra analisada ATENDE ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde, para os parâmetros analisados.
pH e Cloro Residual Livre: parâmetros determinados em campo.

Continua

METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

HACH: Hach Company. Water Analysis Handbook.

Merck (Food & Environmental Analysis)

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21 ed. 2005.

Curitiba, 24 de Outubro de 2011

Abner Weigert
Tcgº Químico Ambiental
CRQ 09201766 PR

Fabio Buturi
Farmacêutico-Bioquímico
CRF - PR 14271

**ANEXO 3 – LAUDO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS –
PARTE 2**

RELATÓRIO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

Nº.: 11497/11 - 00

CLIENTE

Cliente: CLÍNICA EVANGÉLICO LTDA

Proposta: 01481 / 11

Endereço: Rua Professor Ulisses Vieira 959 - Vila Isabel
Curitiba - PR - C.E.P.: 80320-090

DADOS DA AMOSTRA

Data e Hora da Amostragem: 11/10/2011 :

Data e Hora do Recebimento: 11/10/2011 16:40

Ponto de Amostragem: Reservatório Água de Rejeito

Tipo de Amostragem: Simples

Responsável pela Amostragem: LimnoBras

Tipo de Amostra: Água

Responsável pelo Transporte: LimnoBras

Procedimento de Amostragem: PT 1025

Data de Fabricação: N.I.*

Validade: N.I.*

Embalagem: --

Lote: N.I.*

DADOS DA(S) ANÁLISE(S)

Data de Início: 11/10/2011

Data do Término: 11/10/2011

Objetivo: Análises laboratoriais em amostra de Água - Em atendimento à/ao Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

RESULTADOS

Análises Físico-Químicas

Parâmetro	Método	LQ ⁽¹⁾	Resultado	VMP ⁽²⁾	Expressão
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O G	0,01	7,41	-	mg/L

NOTAS

(¹)L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado / (²)VMP: Valor Máximo Permitido / N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante

COMENTÁRIOS

Oxigênio Dissolvido - parâmetro determinado em campo.

METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21 ed. 2005.

Curitiba, 13 de Outubro de 2011

Abner Weigert
Tcg°Químico Ambiental
CRQ 09201766 PR

ANEXO 4 – TESTE DE CLORO LIVRE HACH 8021

USEPA DPD Method¹

Method 8021

(0.02 to 2.00 mg/L)

Powder Pillows or AccuVac® Ampuls

Scope and Application: For testing free chlorine (hypochlorous acid and hypochlorite ion) in water, treated waters, estuary and seawater. USEPA accepted for reporting for drinking water analyses.²

¹ Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

² Procedure is equivalent to USEPA and Standard Method 4500-Cl G for drinking water.



Test preparation

How to use instrument-specific information

The *Instrument-specific information* table displays requirements that may vary between instruments. To use this table, select an instrument then read across to find the corresponding information required to perform this test.

Table 1 Instrument-specific information

Instrument	Powder pillows		AccuVac Ampuls	
	Sample cell	Cell orientation	Sample cell	Adapter
DR 5000	2495402	Fill line faces user	2427606	—
DR 3900	2495402	Fill line faces user	2427606	LZV846 (A)
DR 3800, DR 2800, DR 2700	2495402	Fill line faces right	2122800	LZV584 (C)

Before starting the test:

If the test over-ranges, dilute the sample with a known volume of high quality, chlorine demand-free water and repeat the test. Some loss of chlorine may occur due to the dilution. Multiply the result by the dilution factor. Alternatively, samples with high chlorine concentrations may be analyzed directly without dilution by using Method 10069, Chlorine, Free HR, or Method 10245, Chlorine Free MR .

The SwiftTest Dispenser for Free Chlorine can be used in place of the powder pillow in step 4.

Analyze samples immediately. Do not preserve for later analysis.

The sample cell shown is a generic representation. Refer to *Instrument-specific information* for the correct sample cell and adapter configuration.

An empty AccuVac ampule can be used as a blank in place of the sample cell in Step 2.

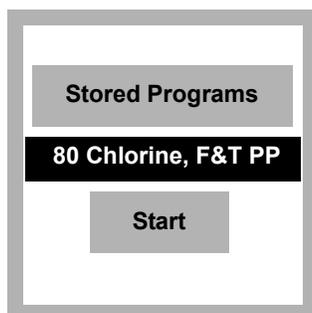
Do not use the same sample cells for free and total chlorine. If trace iodide from the total chlorine reagent is carried over into the free chlorine determination, monochloramine will interfere. It is best to use separate, dedicated sample cells for free and total chlorine determinations.

Collect the following items:

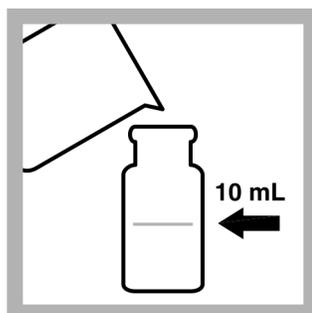
Description	Quantity
Powder Pillow Test:	
DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows, 10-mL	1
Sample Cells (see Instrument-specific information)	2
AccuVac Test:	
DPD Free Chlorine Reagent AccuVac® Ampuls	1
Beaker, 50-mL	1
Sample Cell (see Instrument-specific information)	1

See [Consumables and replacement items](#) for reorder information.

Powder pillow procedure



1. Select the test.
Insert an adapter if required (see [Instrument-specific information](#)).
Refer to the user manual for orientation.



2. **Blank Preparation:**
Fill a sample cell with 10 mL of sample.



3. Wipe the blank and insert it into the cell holder.
ZERO the instrument.
The display will show:
0.00 mg/L Cl₂



4. **Prepared Sample:**
Fill a second cell with 10 mL of sample.
Add the contents of one DPD Free Chlorine Powder Pillow to the sample cell.

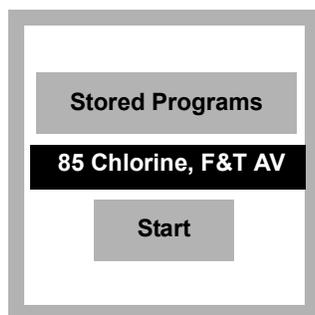


5. Swirl the sample cell for 20 seconds to mix.
A pink color will develop if chlorine is present.
Proceed to step 6 immediately.

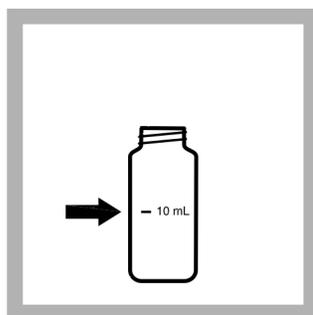


6. Within one minute of adding the reagent, insert the prepared sample into the cell holder.
Results are in mg/L Cl₂.

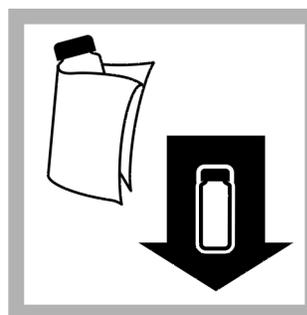
AccuVac Ampuls procedure



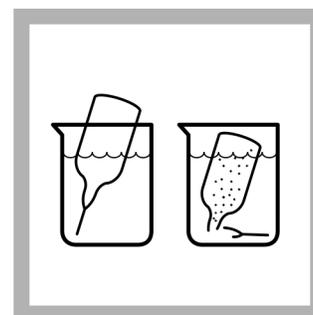
1. Select the test.
Insert an adapter if required (see [Instrument-specific information](#)).



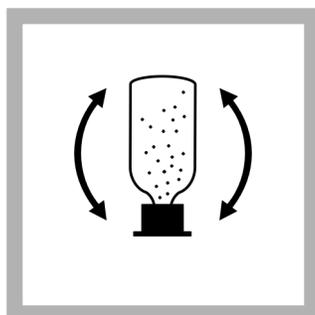
2. **Blank Preparation:**
Fill a sample cell with 10-mL of sample.



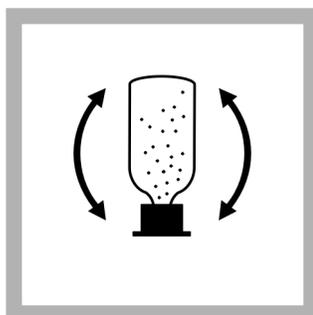
3. Wipe the blank and insert it into the cell holder.
ZERO the instrument. The display will show:
0.00 mg/L Cl₂



4. **Prepared Sample:**
Collect at least 40 mL of sample in a 50-mL beaker.
Fill a DPD Free Chlorine Reagent AccuVac Ampul with sample. Keep the tip immersed while the Ampul fills completely.



5. Quickly invert the Ampul several times to mix. Wipe off any liquid or fingerprints.



6. Within one minute after sample addition, wipe the AccuVac Ampul and insert it into the cell holder.
READ the results in mg/L Cl₂

Interferences

Table 2 Interfering substances and levels

Interfering substance	Interference levels and treatments
Acidity	Greater than 150 mg/L CaCO ₃ . May not develop full color or color may fade instantly. Neutralize to pH 6–7 with 1 N Sodium Hydroxide. Determine amount to be added on separate sample aliquot, then add the same amount to the sample being tested. Correct for volume addition.
Alkalinity	Greater than 250 mg/L CaCO ₃ . May not develop full color or color may fade instantly. Neutralize to pH 6–7 with 1 N Sulfuric Acid. Determine amount to be added on separate sample aliquot, then add the same amount to the sample being tested. Correct for volume addition.
Bromine, Br ₂	Interferes at all levels
Chlorine Dioxide, ClO ₂	Interferes at all levels
Chloramines, organic	May interfere
Hardness	No effect at less than 1000 mg/L as CaCO ₃
Iodine, I ₂	Interferes at all levels
Manganese, Oxidized (Mn ⁴⁺ , Mn ⁷⁺) or Chromium, Oxidized (Cr ⁶⁺)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adjust sample pH to 6–7. 2. Add 3 drops Potassium Iodide (30-g/L) to a 10-mL sample. 3. Mix and wait one minute. 4. Add 3 drops Sodium Arsenite ¹ (5-g/L) and mix. 5. Analyze 10 mL of the treated sample as described in the procedure. 6. Subtract the result from this test from the original analysis to obtain the correct chlorine concentration.
Monochloramine	Causes a gradual drift to higher readings. When read within 1 minute after reagent addition, 3 mg/L monochloramine causes less than a 0.1 mg/L increase in the reading.
Ozone	Interferes at all levels
Peroxides	May interfere
Extreme sample pH or highly buffered samples	Adjust to pH 6–7 using acid (Sulfuric Acid, 1.000 N) or base (Sodium Hydroxide, 1.00 N).

¹ Samples treated with sodium arsenite for interferences will be hazardous waste as regulated by Federal RCRA for arsenic (D004). See the current MSDS for proper disposal of hazardous material.

Sample collection, preservation and storage

- Analyze samples for chlorine immediately after collection. Free chlorine is a strong oxidizing agent and it is unstable in natural waters. It reacts rapidly with various inorganic compounds and more slowly oxidizes organic compounds. Many factors, including reactant concentrations, sunlight, pH, temperature and salinity influence decomposition of free chlorine in water.
- Avoid plastic containers since these may have a large chlorine demand.
- Pretreat glass sample containers to remove any chlorine demand by soaking in a dilute bleach solution (1 mL commercial bleach to 1 liter of deionized water) for at least 1 hour. Rinse thoroughly with deionized or distilled water. If sample containers are rinsed thoroughly with deionized or distilled water after use, only occasional pre-treatment is necessary.

- A common error in testing for chlorine is not obtaining a representative sample. If sampling from a tap, let the water flow for at least 5 minutes to ensure a representative sample. Let the container overflow with the sample several times, then cap the sample containers so there is no headspace (air) above the sample. If sampling with a sample cell, rinse the cell several times with the sample, then carefully fill to the 10-mL mark. Perform the chlorine analysis immediately.

Accuracy check

Standard additions method (Sample spike)

Required for accuracy check:

- Chlorine Standard Solution, 2-mL PourRite® Ampule, 25–30 mg/L
 - Breaker, PourRite Ampules
 - Pipet, TenSette®, 0.1–1.0 mL and tips
1. After reading test results, leave the sample cell (unspiked sample) in the instrument.
 2. Select Options>More>Standard Additions from the instrument menu.
 3. Enter the average chlorine concentration shown on the label of the ampule container.
 4. A summary of the standard additions procedure will be displayed. Press **OK** to accept the default values for standard concentration, sample volume and spike volumes. After the values are accepted, the unspiked sample reading will appear in the top row.
 5. Open one Voluette ampule standard.
 6. Prepare spiked samples: add 0.1 mL, 0.2 mL and 0.3 mL of standard to three 10-mL portions of fresh sample.

Note: For AccuVac® Ampuls, add 0.4 mL, 0.8 mL and 1.2 mL of standard to three 50-mL portions of fresh sample.
 7. Follow the test procedure for each of the spiked samples using the powder pillows or AccuVac ampules, starting with the smallest sample spike. Measure each of the spiked samples in the instrument.
 8. Select **GRAPH** to view the results. Select **IDEAL LINE** (or best-fit) to compare the standard addition results to the theoretical 100% recovery.

Note: If results are not within acceptable limits ($\pm 10\%$), be sure that the sample volumes and sample spikes are measured accurately. The sample volumes and sample spikes that are used should agree with the selections in the standard additions menu. If all procedures are followed correctly but the standard additions results are not within acceptable limits, the sample may contain an interference.

Method performance

Program	Standard	Precision 95% Confidence Limits of Distribution	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
80	1.25 mg/L Cl ₂	1.23–1.27 mg/L Cl ₂	0.02 mg/L Cl ₂
85	1.25 mg/L Cl ₂	1.21–1.29 mg/L Cl ₂	0.02 mg/L Cl ₂

Summary of method

Chlorine in the sample as hypochlorous acid or hypochlorite ion (free chlorine or free available chlorine) immediately reacts with DPD (N,N-diethyl-p-phenylenediamine) indicator to form a pink color, the intensity of which is proportional to the chlorine concentration. Test results are measured at 530 nm.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/Test	Unit	Catalog number
DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows, 10-mL	1	100/pkg	2105569
OR			
DPD Free Chlorine Reagent AccuVac® Ampuls	1	1	2502025

Required apparatus

Description	Quantity	Unit	Catalog number
Beaker, 50-mL	1	each	50041H
AccuVac Snapper	1	each	2405200
Sample cell, 10 mL round, 25 x 54 mm	1	each	2122800
Sample cell, 10 mL round, 25 x 60 mm	1	6/pkg	2427606
Sample cell, 10 mL square, matched pair	2	2/pkg	2495402

Recommended standards

Description	Unit	Catalog number
Chlorine Standard Solution, 2-mL PourRite® Ampule, 25–30 mg/L	20/pkg	2630020
PourRite Ampule breaker, 2-mL	each	2484600

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Catalog number
Chlorine-demand Free Water	500 mL	2641549
Cylinder, mixing, 25 mL	each	2088640
Cylinder, mixing, 50 mL	each	189641
Sodium Hydroxide, 1 N	100 mL	104532
Sulfuric Acid, 1 N	100 mL	127032
Potassium Iodide, 30-g/L	100 mL	34332
Sodium Arsenite, 5-g/L	100 mL	104732
SwifTest Dispenser for Free Chlorine ¹	each	2802300
Pipet, TenSette®, Pipet, 0.1 - 1.0 mL	each	1970001
Pipet Tips, for TenSette Pipet 1970001	50/pkg	2185696
Pipet Tips, for TenSette Pipet 1970001	1000/pkg	2185628
pH Paper, 0 - 14 pH range	100/pkg	2601300
Voluette Ampule breaker, 10 mL	each	2196800
AccuVac, vials for sample blanks	25/pkg	2677925
Chlorine Standard Solution, 2-mL PourRite® Ampule, 50–75 mg/L	20/pkg	1426820
Chlorine Standard Solution, 10-mL Voluette® Ampule, 50–75 mg/L	16/pkg	1426810
DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows, 10-mL	1000/pkg	2105528
DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows, 10-mL	300/pkg	2105503
DPD Free Chlorine Reagent, 10 mL, SwifTest Dispenser refill vial	250 tests	2105560
SpecCheck Secondary Standard Kit, Chlorine DPD, 0–2.0 mg/L Set	each	2635300

¹ Includes one vial of 2105560 for 250 tests



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:

In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224

Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.

On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

ANEXO 5 - TESTE DE FLUORETO HACH 8029

USEPA SPADNS Method¹

Method 8029

0.02 to 2.00 mg/L F⁻

Reagent Solution or AccuVac[®] Ampuls

Scope and Application: For water, wastewater and seawater; USEPA accepted for reporting for drinking and wastewater analyses (distillation required; see [Distillation](#) in this procedure).²

¹ Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 4500-F B & D*.

² Procedure is equivalent to USEPA method 340.1 for drinking water and wastewater.

Test preparation

How to use instrument-specific information

The [Instrument-specific information](#) table displays requirements that may vary between instruments. To use this table, select an instrument then read across to find the corresponding information required to perform this test.

Table 1 Instrument-specific information

Instrument	Reagent solution		AccuVac Ampuls	
	Sample cell	Cell orientation	Sample cell	Adapter
DR 5000	2495402	Fill line faces user	2427606	—
DR 3900	2495402	Fill line faces user	2427606	LZV846 (A)
DR 3800, DR 2800, DR 2700	2495402	Fill line faces right	2122800	LZV584 (C)

Before starting the test:

The sample and deionized water should be at the same temperature (± 1 °C). Temperature adjustments may be made before or after reagent addition.

SPADNS Reagent is toxic and corrosive. Use care while handling the reagent.

SPADNS Reagent contains sodium arsenite. Final solutions will contain arsenic (D004) in sufficient concentration to be regulated as a hazardous waste for Federal RCRA. Refer to the MSDS for disposal instructions.

For best results, measure the volume of SPADNS Reagent as accurately as possible.

Do not use the Pour-Thru Cell with this test.

Collect the following items:

Description	Quantity
Solution Test:	
SPADNS Reagent Solution	4 mL
Deionized Water	10 mL
Pipet, volumetric, 2-mL	1
Pipet, volumetric, 10-mL	1
Pipet Filler Bulb	1

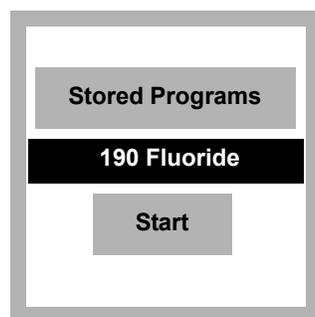
Fluoride

Collect the following items: (continued)

Description	Quantity
Sample cells (<i>Instrument-specific information</i>)	2
Thermometer, -10 to 110 °C	1
AccuVac Test:	
SPADNS Fluoride Reagent AccuVac® Ampuls	2
Deionized Water	40 mL
Beaker, 50-mL	1
Stopper	2

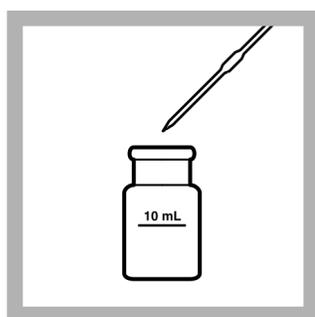
See [Consumables and replacement items](#) for reorder information.

SPADNS reagent solution method

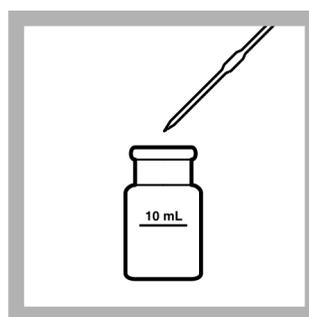


1. Select the test.
Insert an adapter if required (*Instrument-specific information*).

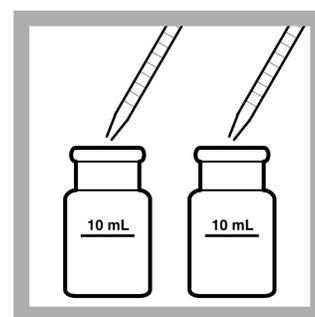
Refer to the user manual for orientation.



2. **Prepared Sample:**
Pipet 10.0 mL of sample into a dry sample cell.



3. **Blank Preparation:**
Pipet 10.0 mL of deionized water into a second dry sample cell.



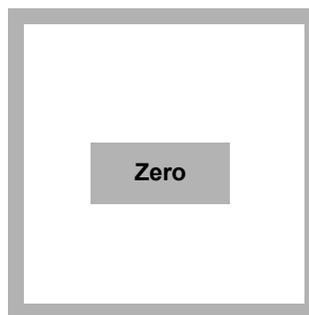
4. Carefully pipet 2.0 mL of SPADNS Reagent into each cell. Swirl to mix.



5. Start the instrument timer.
A one-minute reaction period will begin.



6. When the timer expires, insert the blank into the cell holder.

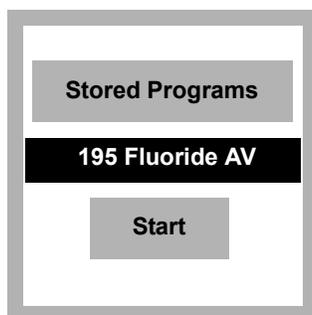


7. **ZERO** the instrument.
The display will show:
0.00 mg/L F⁻

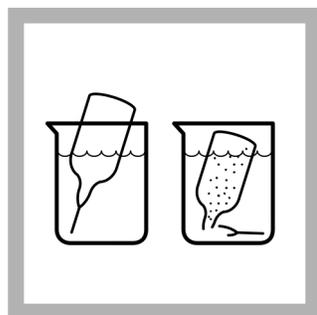


8. Insert the prepared sample into the cell holder.
READ the result in mg/L F⁻.

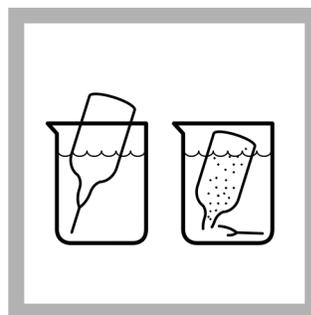
SPADNS AccuVac® Ampuls



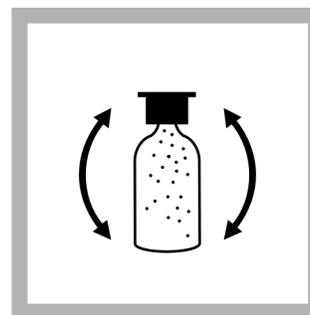
1. Select the test.
Insert an adapter if required (*Instrument-specific information*).
Refer to the user manual for orientation.



2. **Prepared Sample:**
Collect at least 40 mL of sample in a 50-mL beaker. Fill one SPADNS Fluoride Reagent AccuVac Ampul with sample. Keep the tip immersed while the Ampul fills completely.



3. **Blank Preparation:**
Pour at least 40 mL of deionized water into a second beaker. Fill a second Ampul with deionized water. Keep the tip immersed while the Ampul fills completely.



4. Close with stopper and quickly invert both Ampuls several times to mix.



5. Start the instrument timer.
A one-minute reaction period will begin.



6. When the timer expires, wipe the blank and insert it into the cell holder.

ZERO the instrument.
The display will show:
0.00 mg/L F⁻



7. Insert the Ampul that contains the prepared sample into the cell holder.
READ the results in mg/L F⁻.

Interferences

This test is sensitive to small amounts of interference. Glassware must be very clean (acid rinse before each use). Repeat the test with the same glassware to ensure that results are accurate.

Table 2 Interfering substances

Interfering substance	Interference level
Alkalinity (as CaCO ₃)	At 5000 mg/L it causes a - 0.1 mg/L F ⁻ error.
Aluminum	At 0.1 mg/L it causes a - 0.1 mg/L F ⁻ error. To check for interferences from aluminum, read the concentration one minute after reagent addition, then again after 15 minutes. An appreciable increase in concentration suggests aluminum interference. Waiting 2 hours before making the final reading will eliminate the effect of up to 3.0 mg/L aluminum.
Chloride	At 7000 mg/L causes a +0.1 mg/L F ⁻ error.
Chlorine	SPADNS Reagent contains enough arsenite to eliminate interference up to 5 mg/L chlorine. For higher chlorine levels, add one drop of Sodium Arsenite Solution ¹ to 25 mL of sample for each 2 mg/L of Chlorine.
Iron, ferric	At 10 mg/L it causes a - 0.1 mg/L F ⁻ error.
Phosphate, ortho	At 16 mg/L it causes a +0.1 mg/L F ⁻ error.
Sodium Hexametaphosphate	At 1.0 mg/L it causes a +0.1 mg/L F ⁻ error.
Sulfate	At 200 mg/L it causes a +0.1 mg/L F ⁻ error.

¹ See [Optional reagents and apparatus](#).

Distillation

Distillation Solution Preparation:

1. Measure 60 mL of deionized water into a 250 mL glass Erlenmeyer flask.
2. With constant stirring, add 120 mL of concentrated Sulfuric Acid. **Caution: The mixture will become very hot. Allow the solution to cool before handling.**

To eliminate most interferences, dilute the sample from the acid solution as described below:

1. Set up the distillation apparatus for general purpose distillation. Refer to the Distillation Apparatus manual for proper assembly. Use a 125-mL Erlenmeyer flask to collect the distillate.
2. Turn on the water and maintain a steady flow through the condenser.
3. Measure 100 mL of sample into the distillation flask using a 100-mL graduated cylinder. Add a magnetic stir bar and 5 glass beads.
4. Turn the stirrer power switch on. Turn the stir control to 5.
5. Using a 250-mL graduated cylinder, carefully add 150 mL of Distillation Solution into the flask.

Note: When distilling samples with high amounts of chloride, add 5 mg of Silver Sulfate* to the sample for every mg/L of chloride in the sample.

* See [Optional reagents and apparatus](#).

6. With the thermometer in place, turn the heat control to 10. The yellow pilot lamp indicates the heater is on.
7. When the temperature reaches 180 °C or when 100 mL of distillate has been collected, turn the still off (requires about 1 hour).
8. Dilute the distillate to a volume of 100 mL, if necessary. The distillate may now be analyzed by the SPADNS or the fluoride ion-selective electrode method.

Sample collection, preservation and storage

- Samples may be stored in glass or plastic bottles for up to 28 days when cooled to 4 °C (39 °F) or lower.
- Warm samples to room temperature before analysis.

Accuracy check

Standard solution method

Note: Refer to the instrument user manual for specific software navigation instructions.

A variety of standard solutions covering the entire range of the test is available. Use these instead of sample to verify technique.

Minor variations between lots of reagent become measurable above 1.5 mg/L. While results in this region are usable for most purposes, better accuracy may be obtained by diluting a fresh sample 1:1 with deionized water and retesting. Multiply the result by 2.

1. To adjust the calibration curve using the reading obtained with the 1.00-mg/L Standard Solution, select Options>More>Standard Adjust from the instrument menu.
2. Turn on the Standard Adjust feature and accept the displayed concentration. If an alternate concentration is used, enter the concentration and adjust the curve to that value.

Method performance

Program	Standard	Precision 95% Confidence Limits of Distribution	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
190	1.00 mg/L F ⁻	0.97–1.03 mg/L F ⁻	0.024 mg/L F ⁻ at 1 mg/L
195	1.00 mg/L F ⁻	0.92–1.08 mg/L F ⁻	0.03 mg/L F ⁻ at 1 mg/L

Summary of method

The SPADNS Method for fluoride determination involves the reaction of fluoride with a red zirconium-dye solution. The fluoride combines with part of the zirconium to form a colorless complex, thus bleaching the red color in an amount proportional to the fluoride concentration. This method is accepted by the EPA for NPDES and NPDWR reporting purposes when the samples have been distilled. Seawater and wastewater samples require distillation. Test results are measured at 580 nm.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/Test	Unit	Catalog number
SPADNS Reagent Solution	4 mL	500 mL	44449
OR			
SPADNS Fluoride Reagent AccuVac® Ampuls	2	25/pkg	2506025
Water, deionized	10–40 mL	4 L	27256

Required apparatus (solution)

Description	Quantity	Unit	Catalog number
Pipet Filler, safety bulb	1	each	1465100
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL	1	each	1451536
Pipet, volumetric, Class A, 10.00-mL	1	each	1451538
Sample cell, 10 mL square, matched pair	2	2/pkg	2495402
Thermometer, –10 to 110 °C	1	each	187701

Required apparatus (AccuVac)

Description	Quantity	Unit	Catalog number
Beaker, 50-mL	1	each	50041H
Sample cell, 10 mL round, 25 x 54 mm	1	each	2122800
Sample cell, 10 mL round, 25 x 60 mm	1	6/pkg	2427606

Recommended standards

Description	Unit	Catalog number
Fluoride Standard Solution, 0.2-mg/L F ⁻	500 mL	40502
Fluoride Standard Solution, 0.5-mg/L F ⁻	500 mL	40505
Fluoride Standard Solution, 0.8-mg/L F ⁻	500 mL	40508
Fluoride Standard Solution, 1.0-mg/L F ⁻	1000 mL	29153
Fluoride Standard Solution, 1.0-mg/L F ⁻	500 mL	29149
Fluoride Standard Solution, 1.2-mg/L F ⁻	500 mL	40512
Fluoride Standard Solution, 1.5-mg/L F ⁻	500 mL	40515
Fluoride Standard Solution, 2.0-mg/L F ⁻	500 mL	40520
Fluoride Standard Solution, 100-mg/L F ⁻	500 mL	23249
Standard, Drinking Water, Mixed Parameter, Inorganic for F ⁻ , NO ₃ , PO ₄ , SO ₄	500 mL	2833049

Distillation reagents and apparatus

Description	Quantity	Unit	Catalog number
Cylinder, graduated, 100-mL	1	each	50842
Cylinder, graduated, 250-mL	1	each	50846
Distillation Heater and Support Apparatus Set, 115 VAC, 50/60 Hz	1	each	2274400
OR			

Distillation reagents and apparatus

Description	Quantity	Unit	Catalog number
Distillation Heater and Support Apparatus Set, 230 VAC, 50/60 Hz	1	each	2274402
AND			
Distillation Apparatus Set, General Purpose	1	each	2265300
Flask, Erlenmeyer, 125-mL	1	each	2089743
Glass Beads	1	100/pkg	259600
Stir Bar, magnetic	1	each	1076416
Sulfuric Acid, concentrated, ACS	1	500 mL	97949

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Catalog number
Silver Sulfate	113 g	33414
Sodium Arsenite Solution, 5.0 g/L	100 mL	104732
AccuVac Snapper,	each	2405200
Wipes, disposable	280/pkg	2097000



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:

In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224

Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.

On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

**ANEXO 6– LAUDO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BACTÉRIAS
HETEROTRÓFICAS EM LABORATÓRIO INTERNO**



Site: www.scribner.com.br

LAUDO BACTERIOLÓGICO

A/C
Clínica Evangélico Ltda.
Rua Professor Ulisses Vieira nº 959 – Vila Izabel – 80.320-090 - Curitiba PR

DATA DA COLETA: 14/11/2011

RESULTADOS

Ponto de Coleta	Bactérias Heterotróficas (48h) (UFC/mL)	Máximo Permitido	Coliformes Totais e Fecais	Máximo Permitido	Endotoxinas (EU/mL)	Máximo Permitido
Saída de água do reservatório do rejeito da osmose.	Meio de Cultura: PCA Metodologia: Smeadura em superfície	(RDC 154/04 e Portaria 518/04)	Meio de Cultura: Caldo FLM Metodologia: Presença ou Ausência	(RDC 154/04 e Portaria 518/04)	Meio de Cultura: LAL Metodologia: Gel-clot	(RDC 154/04)
Registro de saída do reservatório	03	500	Ausência	Ausência	<2,0	<2,0

Mateus Leme, 2376 – Centro Cívico – 80510-190 Curitiba PR
Fone: 041 3077-2244 Fax: 41 3078-3186 - e-mail: scribner@scribner.com.br