

ESTUDO DE TRATAMENTOS DE ÁGUA UTILIZADOS NAS INDÚSTRIAS FARMACÊUTICAS E DE COSMÉTICOS

AUTOR

8

Moisés da Silva MARQUES

Discentes do Curso de Engenharia de Química - UNILAGO

Maria Angélica Marques PEDRO

Docentes do Curso de Engenharia de Química - UNILAGO

RESUMO

O uso da água nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos faz parte de várias etapas dos processos industriais. Os padrões de qualidade da água para uso industrial devem atender as diversas legislações pertinentes a cada tipo de indústria e conforme a legislação pede, devem atender aos padrões mínimos de potabilidade. Para atender a qualidade requerida pela indústria, a água depois de ser captada pelo poço artesiano ou do sistema de abastecimento público, ela deve passar por tratamentos que visam remover qualquer contaminante que altere a qualidade do produto final. Tanto na indústria de cosmético como na indústria farmacêutica os tratamentos são praticamente os mesmos. O uso da osmose reversa e o deionizador são processo usados na etapa final do tratamento, sedo a osmose reversa aplicada em tratamentos para se obter água mais purificada, eliminando a maior parte dos íons presentes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão bibliográfica sobre os métodos de tratamento de água, para uso como matéria-prima, empregados nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos.

PALAVRAS - CHAVE

Qualidade da água; Tipos de água; Troca iônica; Osmose reversa.

1. INTRODUÇÃO

O uso da água nas indústrias está relacionado principalmente a produção de bens de consumo a partir da transformação e do processamento dos recursos naturais, sendo assim as indústrias são grandes consumidoras de água (IVANILDO, MIERZWA, 2005). Os usos são bastante variados dependendo das diferentes atividades e tecnologias utilizadas. A água pode ser utilizada na indústria para consumo humano, no laboratório, para lavagem de equipamentos, para água de resfriamento aquecimento, bem como matéria-prima, isto é, incorporada ao produto, como acontece em indústrias de produção de alimentos e bebidas, produtos de higiene e cosméticos e farmacêutica (CNI, 2017).

Conforme a CNI (Confederação Nacional da Indústria) (2017), a utilização de água para cada uma de suas aplicações varia em termos da quantidade e dos requisitos de qualidade necessárias para o desenvolvimento das atividades na indústria. Para usos como matéria-prima, o grau de qualidade da água pode variar significativamente, podendo-se admitir a utilização de uma água com característica equivalente ou superior à da água utilizada para consumo humano, tendo-se como principal objetivo a proteção da saúde dos consumidores finais e/ou a garantia da qualidade final do produto.

De acordo com a Farmacopeia brasileira (FB) (BRASIL, 2019), e outros compêndios oficiais assim como a RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) nº301/19 que define as boas práticas de fabricação nas indústrias farmacêuticas, a qualidade da água ou a eficácia do seu tratamento é demonstrada pelo controle de qualidade, através de análises físicas, químicas e microbiológicas. Além disso, a água é considerada a sua mais importante matéria-prima e, portanto, deve ser feita análises constantemente, porque pode conter substâncias que podem comprometer a qualidade dos produtos finais (OLIVEIRA; PELEGRINI, 2011).

Segundo a RDC nº 48/13 (que substitui a portaria SVS nº 348/97), regulamenta as técnicas de boas práticas de fabricação para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes de maneira geral entende-se que as indústrias de cosméticos devem atender aos padrões de potabilidade e serem responsáveis pela caracterização dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água para uso industrial para verificar se atende aos padrões de potabilidade (PONGELUPPE, 2009).

Diversos são os métodos de tratamento adotados para a obtenção de água para uso como matéria-prima com os parâmetros desejados (NORDELL, 1961; SHEREVE e BRINK Jr.,1980; NALCO, 1988; SILVA e SIMÕES, 1999). Os tratamentos mais utilizados são a deionização, destilação, ultra filtração e/ou osmose reversa, cuja a escolha adequada vai depender do tipo de produto desejado a produzir, todos atendendo a qualidade desejada (BRASIL, 2013). Portanto, é de grande importância estudar os principais métodos de tratamento de água usada como matéria-prima nas indústrias farmacêutica e de cosméticos para adequar a o padrão da água utilizada à qualidade exigida tanto pela legislação quanto pelo controle de qualidade da indústria.

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre os métodos de tratamento de água, para uso como matéria-prima, empregados nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O uso da água nas industriais e seus padrões de qualidade

Os padrões de qualidade da água utilizada na indústria dependem de como a água será aplicada. O tipo de atividade de cada indústria é o que define esses padrões de qualidade, sendo assim com níveis de qualidade diferente (MIERZWA, 2002). Em qualquer tipo de indústria, de maneira geral, água pode ser usada como matéria-

prima, em que ela é incorporada ao produto final, ou fazer parte do processo produtivo dependendo do tipo de produto, pode ser usada como fluido auxiliar, usada na preparação de suspensões e soluções químicas, compostos intermediários, reagentes químicos, veículo, para operações de lavagem e como fluido de aquecimento e/ou resfriamento, usada como fonte de energia para aquecimento ou resfriamento de algum processo ou parte dele. Além de ser utilizada para limpeza e a sanitização das linhas que transportam algum tipo líquido nas indústrias (MIRANDA, 2017).

Segundo Freitas (2013) as indústrias farmacêuticas e de cosméticos utilizam diferentes tipos de águas, nas diversas atividades envolvidas nos processos de produção, limpeza e controle de qualidade. Estes tipos de água possuem especificações diferenciadas de acordo com a FB (BRASIL, 2019) e outros compêndios oficiais relacionados. De maneira geral, a água deve atender aos padrões de potabilidade. A água potável deve estar em conformidade com os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estabelecidos na Portaria nº888, de 04 de maio de 2021, publicada pelo Ministério da Saúde (MS). Alguns dos parâmetros mínimos de potabilidade constam no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Especificações de potabilidade da água.

Especificação da água potável	
Aspecto cor	Líquido límpido, incolor, inodoro, insípido e isento de partículas estranhas
pH	6,0 a 9,5
Cloro livre residual	0,2 a 2,0 mg/L
Bactérias Heterotróficas	Limite de ação: <500 UFC/1ml Limite de Alerta: <250 UFC/1ml
Coliformes totais	Ausente/100ml
Turbidez	≤5,0 NTU

Fonte:Brasil, 2021.

Na indústria farmacêutica são utilizados diferentes padrões de qualidade da água usada no processo, desde o padrão de potabilidade até um padrão de alta pureza. De acordo com a FB (BRASIL, 2019) há três tipos de água para uso farmacêutico: a água purificada (AP), a água para injetáveis (API) e a água ultra purificada (AUP). A água para injetáveis é o insumo utilizado na preparação de medicamentos para administração parenteral, como veículo, na dissolução ou na diluição de substâncias ou de preparações. Outros exemplos de aplicações farmacêuticas são, a fabricação de princípios ativos de uso parenteral, para lavagem final de equipamentos, tubulação e recipientes usados em preparações parenterais e na limpeza de certos equipamentos. A água purificada é utilizada na preparação de medicamentos que não requeiram água estéril nem apirrogênica, destinados ao uso não parenteral. A água ultra purificada é utilizada na preparação de medicamentos destinados ao uso não parenteral, mas que requeiram água de alta pureza ou na maioria de procedimentos laboratoriais de ensaio, que requeiram leituras em baixas concentrações ou que a pureza da água possa afetar o método analítico. No Quadro 2 estão apresentados os parâmetros de qualidade especificados para cada tipo de água, de acordo com a FB (BRASIL, 2019).

Quadro 2- Especificações de cada tipo de água na indústria farmacêutica.

Tipos de água	Condutividade 25°C	pH	COT(*) (mg/mL)	Contagem total de Bactérias	Endotoxina (UI/(**)mL)	<i>Pseudomonas</i> sp e coliformes
Água Purificada	≤1,3μS/cm a 25°C	5,0 a 7,0	≤0,50 mg/L	≤100UFC/mL	-	Ausência
Água Ultra purificada	≤0,1μS/cm a 25°C	-	≤0,50 mg/L	≤10 UFC/100mL	<0,25 UE/mL	Ausência
Água para Injetáveis	≤1,0μS/cm a 25°C	5,0 a 7,0	-	≤10 UFC/100mL	<0,25 UE/mL	Ausência

(*) COT= Carbono Orgânico Total, (**) UFC= Unidades Formadoras de Colônias, (***) UI= Unidade Internacional

Fonte: Brasil, 2019.

Conforme a RDC nº48 lançada pela ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) que Regulamenta as Técnicas de Boas Práticas de Fabricação para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, a empresa deve definir claramente as especificações físico-químicas e microbiológicas da água utilizada na fabricação dos produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, devendo atender no mínimo aos padrões microbiológicos de potabilidade.

A água é a principal matéria-prima utilizada em indústrias de cosméticos, pois é usada em várias etapas dos processos de fabricação. Por esta razão merece especial atenção desde a sua geração e captação até ao armazenamento, passando pelo processo de pré-tratamento. Cada empresa segue os seus próprios padrões de qualidade, mas atende aos padrões mínimos de potabilidade. No entanto, as indústrias de cosméticos usam os padrões estabelecidos pela indústria farmacêutica, que segue as metodologias e orientações de farmacopeias americanas e europeias (ALVES, 2009).

A RDC nº 481/99 define os padrões microbiológicos de controle para produtos de uso infantil e ao redor dos olhos ou em mucosas, e para os demais produtos cosméticos. Determina, além do máximo permitido em unidades formadoras de colônias de micro-organismos aeróbicos totais (UFC/ mL ou g), a ausência de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e coliformes totais e fecais em 1 g ou 1 mL de amostra. Sendo estes micro-organismos os indicadores de risco à saúde por falha das boas práticas de fabricação, abrangendo processos, produtos, equipamentos e matérias-primas (BRASIL, 1999).

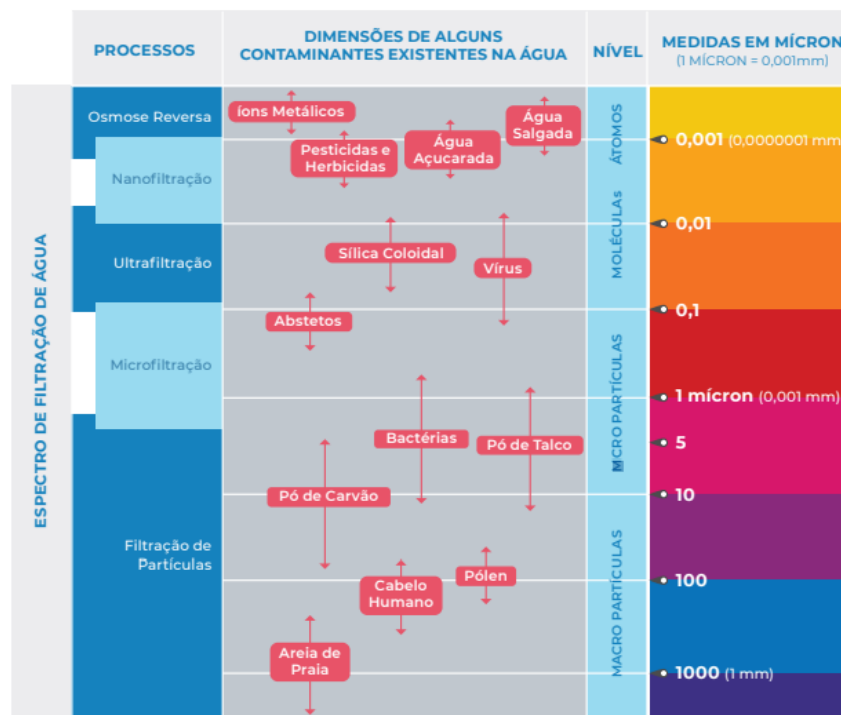
2.2 Tratamento de água para uso como matéria-prima

A fonte de abastecimento de água que a indústria possui disponível, pode ser tanto de águas subterrâneas, que se encontram abaixo da superfície do solo a grandes profundidades, constituindo assim os poços subterrâneos, ou do próprio sistema público de abastecimento (BOSCARDIN BORGHETTI et al. 2004; MIERZWA, 2002).

A fonte de captação de águas para uso nas indústrias, por melhor que seja, haverá a presença de contaminantes de distintas características e procedências que exigem que, antes de sua utilização, a água seja tratada adequadamente antes de se iniciar os pré-tratamentos (ALVES, 2009). Vale ressaltar que a técnica de tratamento a ser utilizada para obtenção de água com um determinado grau de qualidade depende dos contaminantes que se seja remover da água, sendo assim, quanto maior o grau de pureza desejado para água, mais eficiente deve ser o processo de tratamento (MIERZWA, 2002). A Figura 1 mostra as principais técnicas de

tratamento de água em função do tamanho das partículas que se deseja remover, portanto para cada tamanho haverá um tipo de tratamento específico.

Figura 1- Principais tratamentos usados para cada tamanho de partículas.



Fonte: Springway, 2020.

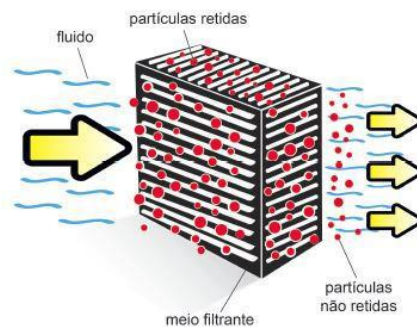
O sistema de tratamento pode sofrer algumas alterações, já que as características da água captada têm influência sobre as técnicas de tratamento utilizadas (WESTERHOFF; CHOWDHURY, 1996). A água de abastecimento público pode conter substâncias que devem ser removidas antes de se iniciar os tratamentos, ou de forma análoga a água de poços contendo sais e substâncias orgânicas dissolvidas, também passarão por tratamento adicional, para que atendam a demandas específicas do processo (GONÇALVES, 2014). Algumas indústrias necessitam de um tipo de água com um alto grau de purificação e para isso, a obtenção não se dá através de apenas uma única etapa do processo, mas sim de várias, sendo necessária a combinação entre duas ou mais técnicas de tratamento até que se possa obter uma água com esse nível de qualidade (MIERZWA, 2002). A FB (BRASIL, 2019) relata que os tratamentos usados para se obter água industrial de uso farmacêutico, que também se aplicam ao tratamento utilizado nas indústrias de cosméticos, são os principais tratamentos a pré-filtração, adsorção por carvão vegetal ativado, troca iônica, ultra filtração, osmose reversa e radiação UV (Ultravioleta).

2.2.1 Pré-filtração

Segundo a FB (BRASIL, 2019), também conhecida de filtração de profundidade ou filtração inicial, seu uso destina-se a remover contaminantes particulados na faixa de tamanho entre 5 e 10 µm, essencialmente para proteger os processos subsequentes, utilizando filtros de areia ou combinação de filtros. Especificamente para o tratamento de água, os sistemas de filtração mais amplamente utilizados nas indústrias, são os que utilizam filtros de areia, areia antracito ou areia, cascalho, antracito e granada ou ilmenita (AZEVEDO NETO, 1987; CLEASBY, 1990).

Além do meio filtrante na coluna de filtração, também fazem parte de um sistema de filtração a camada que suporta este meio, o sistema de alimentação, o sistema de drenagem e o sistema de contra lavagem do filtro, já que este apresenta uma capacidade limitada de retenção das partículas sendo necessárias as trocas desses meios. De maneira geral, o processo de filtração, apresentado na Figura 2, consiste em se fazer passar através do meio filtrante a água captada de poços ou do sistema público de fornecimento de água, a qual ainda podem apresentar partículas em suspensão. Durante a passagem da água pelo leito filtrante as partículas vão sendo retidas, sendo coletada no fundo do filtro, uma água com turbidez inferior a duas Unidades de Turbidez (AZEVEDO NETO, 1987).

Figura 2- Pré-filtro.

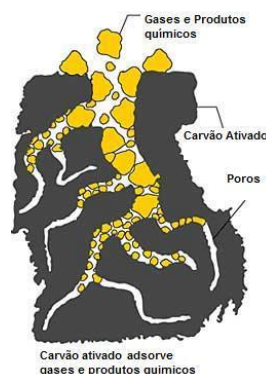


Fonte: Pocfiltros, 2019.

2.2.2 Adsorção por carvão vegetal ativado

Esse tratamento emprega a capacidade de adsorção dos compostos orgânicos ou contaminantes como as cloraminas pelo carvão vegetal ativado. Além de remover agentes oxidantes por redução química, em especial o cloro livre, que afeta outras tecnologias baseadas em membrana, como a osmose reversa ou a ultra filtração (BRASIL, 2019). Outra característica importante do carvão é sua maior superfície interna localizada dentro da rede de poros estreitos, onde a maior parte do processo de adsorção tomará lugar e cujo tamanho e forma dos poros também influenciam na seletividade da adsorção através do efeito de peneira molecular (RODRIGUEZREINOSO; SABIO-MOLINA, 1998). Ver a Figura 3. A remoção do cloro se faz necessário pois sua presença pode danificar as membranas de osmose reversa (VARGAS, 2003).

Figura 3- Estrutura do carvão ativado.

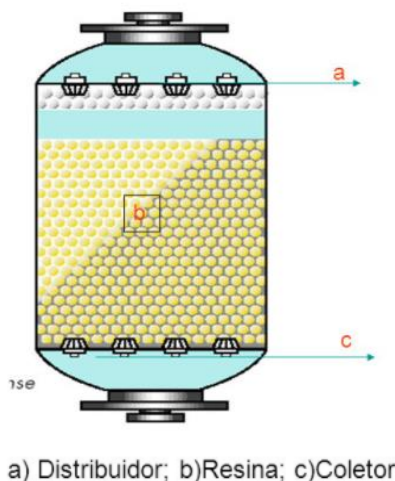


Fonte: Fragnani, 2019.

2.2.3 Troca Iônica, Abrandador, Deionizador ou Desmineralizador

Troca iônica é um processo no qual íons de uma determinada carga (cátions ou ânions) estão presentes em uma solução e são adsorvidos em um material sólido (resina), sendo substituídos em quantidades equivalentes por outros íons de mesma carga liberados pelo material sólido. Esse tratamento tem como objetivo eliminar os sólidos dissolvidos. A coluna de troca iônica está apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Coluna Industrial de troca iônica



Fonte: Sayal 2021.

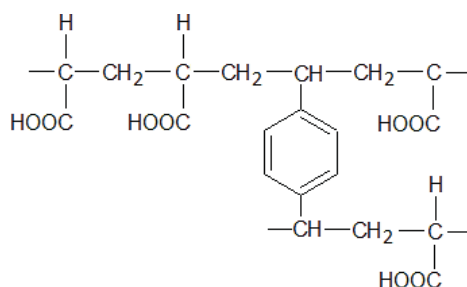
As resinas de troca iônica são pequenas esferas poliméricas carregadas com hidrogênio (resinas catiônicas) ou hidroxilas (resinas aniônicas). O processo de remoção dos sais por troca iônica é simples, as resinas catiônicas trocam seus hidrogênios (H^+) por cátions, como cálcio, magnésio, potássio, sódio etc. Já as resinas aniônicas trocam suas hidroxilas (OH^-) por ânions, como fluoretos, cloretos, sulfatos, bicarbonatos etc.

A aplicação de troca iônica mais frequente diz respeito ao abrandamento de água industrial onde os íons sódio de uma determinada resina catiônica substituem íons de cálcio e magnésio. O processo de tratamento que emprega as resinas trocadoras catiônicas e aniônicas é denominado desmineralização (desmineralizador ou deionizador). Todos os íons dissolvidos no meio são removidos e substituídos tendo como resultado a formação de moléculas de água, resultando, portanto, em uma solução desmineralizada (CAVALCANTI, 2009).

As resinas são consideradas trocadores de íons fortes e fracos, sendo assim elas podem ser catiônicas fracamente ácida, ou seja, somente terão afinidade com os cátions fortemente ionizáveis tais como Ca^{2+} e Mg^{2+} . Possui pouca afinidade pelo cátion Na^+ e, portanto, raramente são utilizadas nos sistemas de deionização dos tratamento de água. A troca com íons metálicos ocorrerá em soluções somente quando estas estiverem associadas em soluções com ânions de ácidos fracos, em valores de pH acima de 4 (VOGUEL, 1981). Estas resinas possuem como grupo ativo o ácido carboxílico, sendo apresentada na Figura 5.

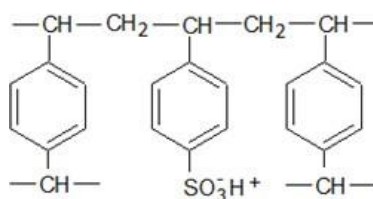
A resina catiônica fortemente ácida possui, como grupo ativo, o ácido sulfônico e terá afinidade com todos os cátions existentes nas águas Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , elas são mais utilizadas nos sistemas de desmineralização de águas duras em contato com uma resina catiônica na forma H^+ e os íons responsáveis pela dureza podem ser permutados. O esquema da estrutura desse tipo de resina está representado na Figura 6.

Figura 5- Estrutura da resina trocadora de cátions fracamente ácida.



Fonte: Fonseca, (2008).

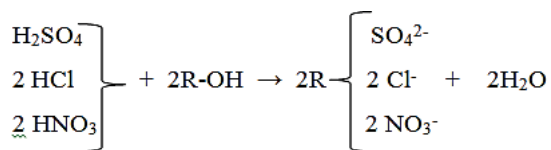
Figura 6- Resina trocadora de cátions fortemente ácida.



Fonte: Collins *et al.*, 2006.

As resinas aniônicas fracamente básicas apresentam os grupos de amina primária (NH_4), secundária (NHR), e terciária (NR_2). Elas podem ser aplicadas na adsorção de ácidos fortes, mas sua cinética é lenta. Essas resinas são usadas em conjunto com resinas catiônicas para desmineralizar águas, mas removem ânions fortes, tais como sulfato, cloreto e nitrato e não removem ânions fracos, como os bicarbonatos e silicatos (SANTOS FILHO, 1981). De forma simplificada representa-se a resina com fórmula $\text{R} - \text{OH}$. Estas resinas na presença de ácidos minerais fortes teriam o seguinte comportamento, conforme Figura 7.

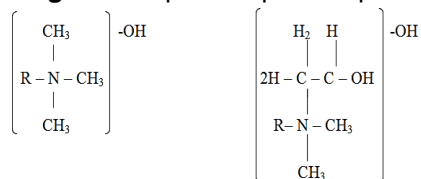
Figura 7- Esquema de reação geral.



Fonte: Melo, (2014).

As resinas aniônicas fortemente básicas, o grupo funcional é um sal de amônio quaternário que retém o íon OH^- . Existem dois tipos de resina fortemente básica, a do Tipo I que são as mais fortemente básicas existentes e possuem como grupo ativo a tri-metil amina e a do Tipo II que são as aniônicas fortemente básicas e possuem como grupo ativo dimetiletanolamina. As estruturas dos dois tipos são representadas na Figura 8. As resinas do tipo I são mais básicas e têm capacidade de troca menor do que as do tipo II quando operando em um número menor de níveis de regeneração (VOGUEL, 1981).

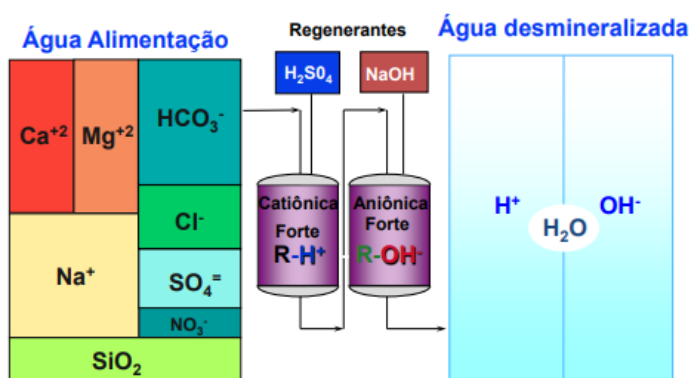
Figura 8- Tipo I e Tipo II respectivamente.



Fonte: Melo, 2014.

A Figura 9 apresenta o processo de desmineralização em que a água contendo íons é tratada com resinas de troca iônica, ficando livre de íons metálicos.

Figura 9- Tratamento por desmineralização.



Fonte: Gonçalves, 2020.

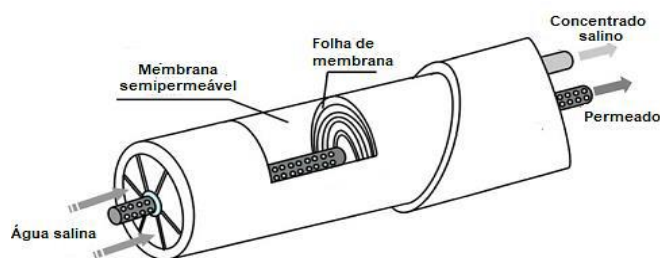
2.2.4 Ultra filtração

Esse processo de purificação é frequentemente utilizado nas indústrias farmacêuticas para a remoção de endotoxinas, onde uma membrana especial retém moléculas de acordo com seu peso molecular e estereo químicas (BRASIL, 2010). Esse processo normalmente é utilizado nas etapas finais ou intermediárias do processo de purificação da água e, como no processo de osmose reversa, também precisa de um pré-tratamento anterior ao seu uso, garantindo assim a qualidade necessária de acordo com a sua utilização (FRAGNANI, 2019).

2.2.5 Osmose Reversa (OR)

Osmose reversa é um tratamento em que a água flui através de uma membrana semipermeável que bloqueia a passagem de sais ou outros solutos através dela (solvente e soluto). As membranas de osmose reversa como a apresentada na Figura 10 possuem como características poros com diâmetro menor que 0,001 µm (CAVALCANTI, 2009). Conforme a Figura 11 a membrana permitirá apenas a passagem de solvente (água pura), retendo os solutos (sais dissolvidos e contaminantes), até que o equilíbrio osmótico seja atingido no processo. As membranas de osmose reversa possuem uma barreira que pode rejeitar a todos os tipos de sais e microrganismos que possuem um peso molecular numa faixa menor que 100 Daltons (OZAKI; LI, 2002). Neste processo são retirados da água íons metálicos, nitratos, antibióticos, endotoxinas e açúcares (SANTOS; CRUZ, 2008). A água obtida por este tratamento, resulta em uma água de alta pureza, isto é, isenta de sais, pois a membrana de osmose tem capacidade de retenção de até 99% dos sais nela dissolvidos (DOWN LATIN QUIMICA, 1996; HYDRANAUTICS, 2002).

Figura 10 - Modulo de membrana espiral.



Fonte: Bovaroti, 2018.

Figura 11 - Processo de osmose reversa.

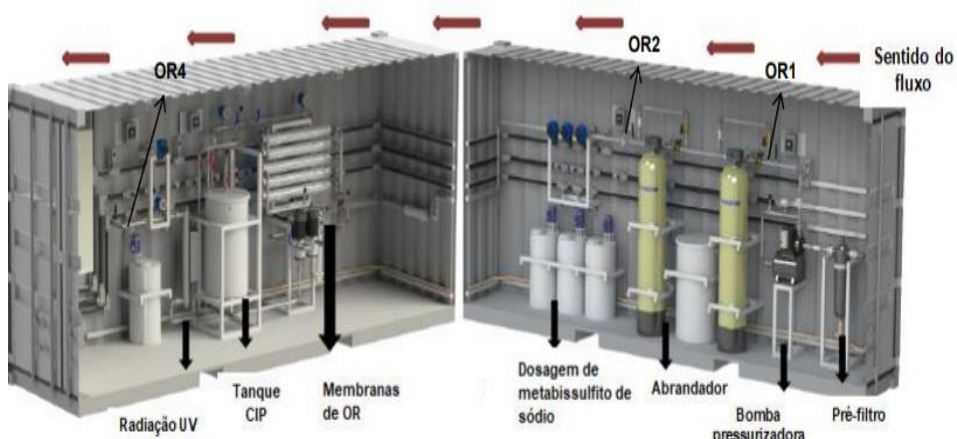


Fonte: Souza, 2014.

Segundo a FB (BRASIL, 2019), as membranas de osmose reversa devem ser monitoradas e devidamente controladas quanto à formação de incrustações provenientes de sais de cálcio, magnésio e outros, e de biofilme resultante da ação de microrganismos, além de fonte crítica de contaminação microbiana e de endotoxinas. Por isso, é de extrema importância instalar um sistema de pré-tratamento antes da osmose reversa, que remova partículas e agentes oxidantes, e, em paralelo, deve-se fazer, periodicamente, a sanitização do sistema. Essa manutenção preventiva do sistema de tratamento ajuda a aumentar a vida útil das membranas e reduz a frequência de sua regeneração (BRASIL, 2019). A Figura 12 abaixo mostra um projeto piloto de um sistema de tratamento de água industrial com osmose reversa.

O metabissulfito de sódio é um tipo de redutor, mais usado para remoção do cloro e também devido ao baixo custo e ao elevado rendimento (BOVAROTI, 2018; PIMENTEL, 2013). O tanque CIP é muito utilizado após o final de operação do sistema para limpeza das membranas utilizando unicamente com a água permeada (BOVAROTI, 2018).

Figura 12 - Sistema piloto de osmose reversa.



Fonte: Bovaroti, 2018.

2.2.6 Radiação UV como pós tratamento

A radiação ultravioleta, é considerado um agente físico, além disso não altera as propriedades da água e atua atingindo os ácidos nucleicos dos microrganismos, gerando reações fotoquímicas que são responsáveis pela inativação de vírus e bactérias. Essa radiação UV é uma radiação eletromagnética que possui um comprimento de onda de 100 a 400 nm (BARBOSA, 2016).

A radiação UV é utilizada em sistemas de purificação de água em dois comprimentos de onda sendo eles 185 nm e 254 nm, que causam dois efeitos, o primeiro está entre as faixas de 185 nm a 254 nm em que ocorre a oxidação de compostos orgânicos e consequente redução de sua concentração, para atender aos limites da AP, AUP e API. A faixa de 254 nm possui ação germicida nos diversos pontos da sequência de purificação, para reduzir a contagem microbiana. Para que ocorra a oxidação de compostos orgânicos a água deve estar no estágio final do processo de tratamento, e essa remoção será mais efetiva quanto menor for a carga de contaminantes que foram retidas na etapa anteriores. Faz-se necessário monitorar a intensidade da lâmpada e considerar a profundidade/espessura do leito e o fluxo de água no local da radiação (BRASIL, 2019).

2.3 Tratamentos de água para uso na indústria farmacêutica e de cosméticos.

Conforme relatado na FB (BRASIL, 2019) a sequências dos tratamentos utilizados os processos mais indicados para o tratamento da água potável na produção de água nas indústria farmacêutica e de cosméticos para usos como matéria-prima são pré-filtração, para remoção de partículas com dimensões maiores, e em seguida utiliza-se o tratamento de carvão vegetal ativado em uma coluna, este método é usado para remoção de cloro livre proveniente de tratamentos convencionais anteriores, sua remoção é necessária pois pode-se danificar as membranas do sistema de osmose reversa caso seja aplicado esse tratamento nas etapas posteriores, entretanto utiliza-se as colunas de resinas catiônicas e aniônicas anteriormente para remoção dos metais dissolvidos e logo em seguida a ultra filtração retém as partículas que podem vir a estar ainda presentes na água, a osmose é um processo muito eficiente pois retém todos os contaminantes que de alguma maneira conseguiram chegar até essa etapa do processo.

A API possui sistema de obtenção rigoroso, pois não permite contaminação microbiológica e de endotoxinas. É produzida por destilação em equipamento de vidro neutro ou quartzo ou de aço inox AISI. Alternativamente, a API também pode ser obtida por processo equivalente ou superior à destilação para a remoção de contaminantes físicos, químicos e de micro-organismos. Já a Farmacopeia Japonesa relata que o tratamento para obtenção de água para injetáveis podem ser realizados por destilação, osmose reversa, ultra filtração, que remove substâncias de peso molecular acima de 6. 000, ou o uso conjunto dos métodos de osmose reversa e ultra filtração deve ser mantida de forma consistente, no mesmo nível que a preparada por destilação e mediante a validação. (ABRASP, 2013). Sistemas de ultrafiltração são frequentemente utilizados em sistemas de água para uso farmacêutico, para a remoção de endotoxinas.

O processo mais utilizado para se obter a água ultra purificada é a osmose reversa combinado com outros processos mencionados anteriormente (troca iônica, ultra filtração, UV) deve ser utilizada no momento em que é produzida ou no mesmo dia de sua coleta (BRASIL, 2019).

Na indústria de cosméticos utilizam-se processos parecidos com as indústrias farmacêuticas, mas os processos mais comuns são: filtração, adsorção por carvão ativado e deionização ou desmineralização. Porém em algumas aplicações, por necessidade específicas ou por conveniências, pode ser utilizada água com características que não necessariamente se enquadrem nas legislações específicas da farmacopeia, e nesses casos atendem apenas aos requisitos mínimos de água potável, como a fabricação de um tipo de produto, que haverá a necessidade de haver sais, sendo assim não é necessário o uso de um desmineralizador (RADUAN, 2012).

3. CONCLUSÕES

Os pré-tratamentos utilizados no tratamento da água, para uso como matéria-prima, devem atender, no mínimo, os padrões de potabilidade. Tanto na indústria de cosmético como na indústria farmacêutica os tratamentos são praticamente os mesmos. Os mais são filtração, adsorção por carvão ativado e deionização ou desmineralização e osmose reversa.

A osmose reversa é usada para produzir água com alta qualidade, como a água ultra purificada usada na indústria farmacêutica. Já um processo que usa um deionizador é adequado para água purificada, usada tanto na indústria de cosméticos, como na indústria farmacêutica.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASP, **Associação Brasileira dos Produtores de Soluções Parenterais**. Métodos de Obtenção de Água para Injetáveis. Disponível em: http://www.abrasp.org.br/downloads/Relatorio_agua_para_Injetaveis.pdf . Acesso em 12 de maio de 2021.

ALVES, S. S. **Conservação e reuso de água em indústria de cosmético- estudo de caso da natura cosméticos**. 2009. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-05082009-115605/publico/Dissertacao_PHD_Sebastiao_Sampaio_Alves_15JUN2009.pdf . Acesso em 01 de maio de 2015.

AZEVEDO NETTO, J.M. de (et al.). **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água - Volume 2 - Tratamento de Água**, 3ª edição, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987, 317p.

BARBOSA, A. O. **Uso da radiação ultravioleta como técnica avançada de tratamento de água**. 2016. Disponível em: http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2016.1/uso-da-radiacao-ultravioleta-como-tecnica-avancada-de-tratamento-de-agua.pdf . Acesso em 25 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 17, de 16 de abril de 2010**.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 481, de 23 de setembro de 1999**.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº 48, de 25 de Outubro De 2013-** Anexo II, item 13.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021**. Brasília, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Qualidade para Sistemas de Purificação de Água para Uso Farmacêutico**. Brasília, 2013. 28 p. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33836/350888/guia_purificacao_de_agua.pdf/96f0dcdb-748a-47db-a758-f6c80f5b826a. Acesso em: 19 de março de 2021.

BOVAROTI, T. **Avaliação de um sistema de dessalinização de água salobra em escala piloto**. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/2578/1/Tatiane%20Bovaroti.pdf> . Acesso em 17 de abril de 2021.

BOSCARDIN BORGHETTI, N. R.; BORGHETTI, J. R.; DA ROSA FILHO, E. F. **O Aquífero Guarani**. 2004. Disponível em: www.oaquifero guarani.com.br. Acesso em 25 de abril de 2021.

CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de efluentes indústrias**. 2009.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Fundamentos de cromatografia**, Campinas, Editora Unicamp, 2006.

CNI. Confederação Nacional das Indústrias. **O uso racional da água no setor industrial**. 2. ed. Brasília: CNI, 2017. 236 p.

CLEASBY, J. L. **Filtration**, Chapter 8, Water Quality and Treatment - A Handbook of Community Water Supplies, American Water Works Association, Edited by Frederick W. Pontius, 4th edition, McGRAW-HILL, Inc., 1990, 1194p.

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

GONÇALVES, S. **Sistema de água validação**. 2020. Disponível em: https://www.crq4.org.br/sms/files/file/eventos/live_sistema_agua/apresentacao_sebastiao_goncalves.pdf . Acesso em 11 de maio de 2021.

GONÇALVES. S. D. **Água para cosméticos**. 2014. Disponível em: https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/bb410-gua-para-cosmeticos-Ed_jan_fev_2014.pdf . Acesso em 14 de maio de 2021.

HYDRANAUTICS. **Membrane System Design Software**, RO System Design. Version 800©, 2002.

IVANILDO, H.; MIERZWA, J. C. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo. Oficina de textos, 2005.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. 6ªed. **Volume II-Monografias**. Brasília, 2019.

FONSECA, A. L. **Uso da tecnologia de troca iônica no tratamento de águas contaminadas com nitrato do aquífero Dunas**. Barreiras Natal, RN, Brasil. 2008, 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

FRAGNANI, E. A. **Proposta De Reutilização Da Água Descartada No Processo De Purificação Na Produção De Fármacos: Estudo De Caso Em Indústria Farmacêutica**. 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/8957/TCC2%20-20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>Acesso em 25 de abril de 2021.

FREITAS, E. A. O. F. **Avaliação da qualidade da água de uso farmacêutico sobre a consideração da carga microbiológica**. 2013. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13458> . Acesso em 04 de abril de 2021.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria estudo de caso da Kodak Brasileira (Volume 1 e 2)**. Tese apresentada para escola Politécnica da USP. São Paulo. 2002.

MIRANDA, C. B. **Pós-tratamento de efluentes de estação de tratamento de esgoto visando a produção de água de reúso para indústria**. 2017.

MELO, M. J. M. **Estudo de métodos de tratamento de efluentes (troca iônica e eletroquímico) separados e sequenciais para eliminação de derivados de petróleo**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

NORDELL, E. **Water Treatment for industrial and other uses**, Second Edition- Reinhold Publishing Corporation: New York, 1991, 743p.

OLIVEIRA, F. C.; PELEGRINI, D. D. **Controle de qualidade do sistema de produção de água purificada obtida por osmose reversa em indústria farmacêutica**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v. 6, n. 1, p. 36-42, jan./ abr., 2011.

OZAKI, H. and LI, H., **Rejection of organic compounds by ultra-low pressure reverse osmosis membrane**. Water Research, vol. 36, pp. 123-130, 2002.

PIMENTEL, M. A. S. **Controle da dosagem de metabissulfito de sódio em efluentes contendo cromo hexavalente**. Disponível em: <https://teses.icict.fiocruz.br/pdf/pimentelmasm.pdf> . Acesso em 25 de abril de 2021.

PONGELUPPE, A. T. et al. **Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma instituição de ensino de Guarulhos**. Revista saúde, São Paulo, 3(2), 2009.

POCFILTROS, **Filtro de superfície e filtro de profundidade: entenda as diferenças**. Pocfiltros, Chapecó, 24 de abr. de 2019. Disponível em: <http://pocfiltros.com.br/blog-noticias/filtro-de-superficie-e-filtro-de-profundidade-entenda-as-diferencas/>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

RADUAN, R. **Água para cosméticos**. 2012. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/nosbornaudar/gua-para-cosmticos#:~:text=%C3%81gua%20para%20Cosm%C3%A9ticosA%20principal%20mat%C3%A9ria,de%20higien e%20e%20de%20perfumaria>. Acesso em 01 de maio de 2021.

RODRÍGUEZ-REINOSO, F. N. **Porous carbons in gas separation and storage**, Security through Science Series, p. 133-144, 2006.

RODRIGUES-REINOSO, F.; MOLINA-SABIO, M. **Textural and chemical characterization of carbons microporous**. Advances in colloid and interface science, 76-77, 271-294, 1998.

SANTOS, K.A.; CRUZ, E.A. **Sistemas de Geração e Distribuição de Água Purificada na Indústria Farmacêutica**. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4064379-Sistemas-de-geracao-e-distribuicao-de-agua-purificada-na-industria-farmaceutica.html>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

SANTOS FILHO, D. F. **Tecnologia de Tratamento de água: água para a indústria**. 1 a Ed. Editora Nobel S.A, São Paulo-SP.1981.

SAYA, F. **Permuta Iônica**. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/fersay/5-permuta-ionicategnologiaquimica>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

SILVA, A. G; SIMÕES, R. A. G. **Água na Indústria, Capítulo 10 de Águas Doces no Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação**: Academia Brasileira de Ciências – Instituto de Estudos Avançados da USP, Escrituras Editora: São Paulo, 717p.1999.

SOUZA, M. E. **Estudo Físico-Químico Do Concentrado Proveniente Do Processo De Osmose Reversa No Tratamento De Água Para Uso Industrial**. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45289/R%20%20D%20%20MARIANA%20ESPINDOLA%20DE%20SOUZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em 25 de abril de 2021.

SHREVE, R. N. e BRINK Jr, J. A. **Indústrias de Processos Químicos**, 4ª Edição, Editora Guanabara Dois, 1980. 717p.

SPRINGWAY. **Catalogo de produtos**. Disponível em: <https://springway.com.br/wp-content/uploads/2020/08/catalogspringway.pdf> . Acesso em 11 de maio de 2021.

VARGAS, G. M R. **Investigação de alguns parâmetros operacionais e de rejuvenescimento na performance do processo de osmose reversa. 2013** . Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3586/000390149.pdf?sequence=1> . Acesso em 01 de maio de 2021.

VOGEL. A.I. **Análise Inorgânica Quantitativa**. 4ª Ed. Editora Guanabara Dois. Rio de Janeiro – RJ, 1981.

WESTERHOFF, G. P; CHOWDHURY, Z. K. **Water Treatment Systems**. Chapter 17, Water Resources Handbook, Larry W. Mays, McGraw-HILL, 1996. p. 17.1-17.41