



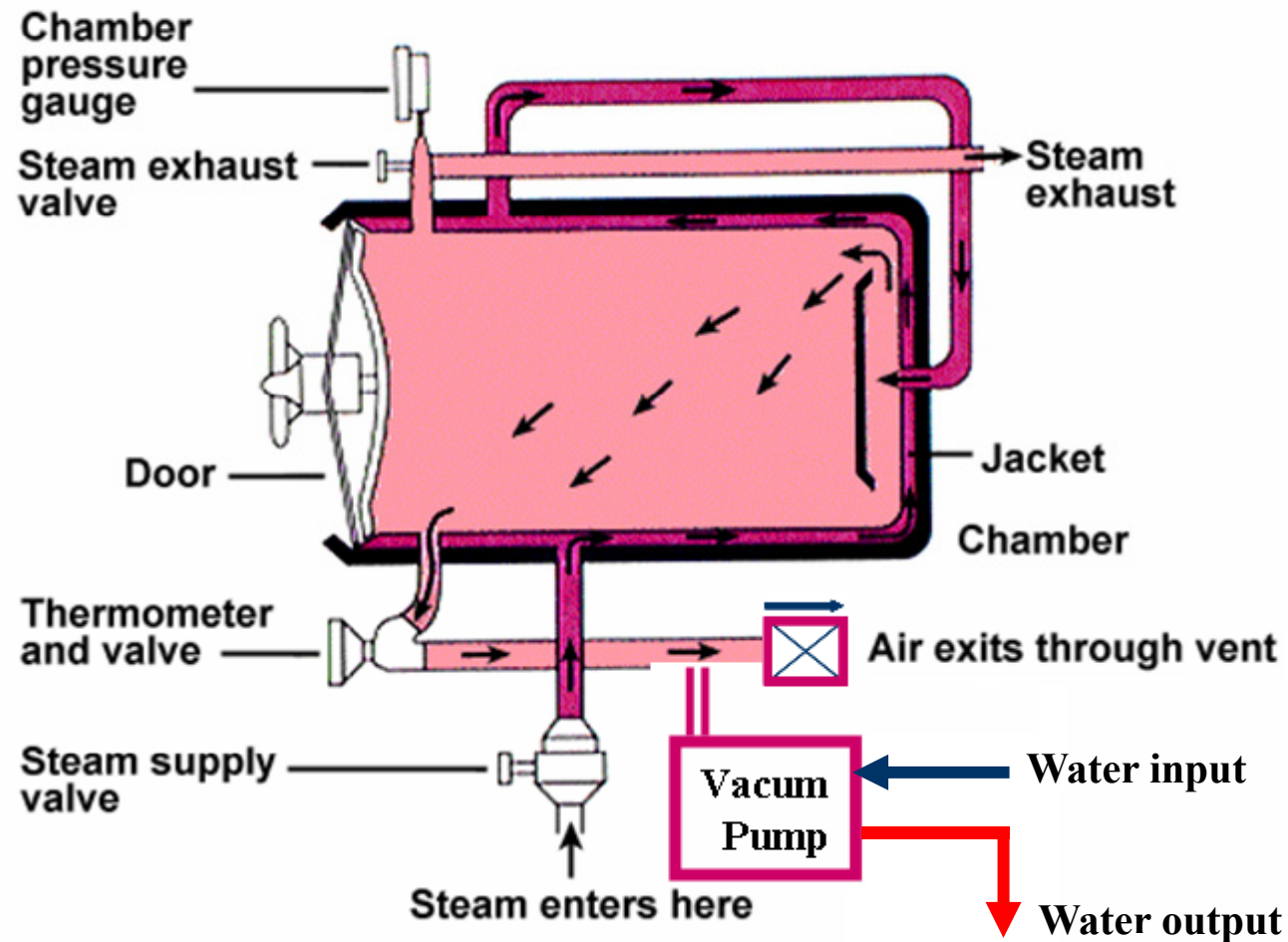
**5º Congresso Pan-Americano de Esterilização
6º Simpósio Internacional de Esterilização
e Controle de Infecção Hospitalar**

**ÁGUA TRATADA POR MÉTODO DE
OSMOSE REVERSA:
MITOS X REALIDADE E A
SUSTENTABILIDADE DO PLANETA**

**Prof. Dr. ALEXANDRE H. HERMINI
SOBECC 2008**

Hermini - ABEClin

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UM SISTEMA DE ESTERILIZAÇÃO A VAPOR





ÁGUAS E ESGOTOS

- **Águas:**
 - Alimentação do gerador
 - Selo da bomba de vácuo
- **Esgotos:**
 - Vapor e condensado da câmara interna
 - Vapor e condensado da câmara externa
 - Saída da bomba de vácuo



CARACTERÍSTICAS DOS “ESGOTOS”

- Vapor e condensado da câmara interna:
 - Origina-se da despressurização da câmara. Baixa vazão. Alta temperatura
- Vapor e condensado da câmara externa:
 - Origina-se da purga da câmara. Baixíssima vazão. Alta temperatura
- Saída da bomba de vácuo:
 - Saída do selo da bomba. Alta vazão (~ 250 a 300 l/h). Temperatura na faixa de 60 a 80 °C. Água não “controlada”



CONTAMINANTES

- **Particulados:** Matéria em suspensão, composta, principalmente, por flocos de terra, de areia e sedimentos, além de microorganismos (virus, bactérias, fungos,...)
- **Dissolvidos:** Sais presentes na água, quer na forma simples ou composta



TRATAMENTO x PROCESSAMENTO

- Não existe uma “solução mágica” para a adequação da qualidade da água ao fim que se destina.
- Efetivamente, é fundamental o conhecimento do valor dos parâmetros da água “disponível” e aqueles necessários para a finalidade proposta.
- Atentar para dois conceitos:
 - Análise da água – Físico-química e microbiológica
 - Aplicar o processo mais adequado



QUALIDADE DA ÁGUA

- Parâmetros normalizados para água de alimentação do gerador de vapor (NBR ISO 11134, NBR 11816)

Contaminante	valor limite
resíduos de evaporação	≤ 15 mg/L
silício	≤ 2 mg/L
ferro	$\leq 0,2$ mg/L
cádmio	$\leq 0,005$ mg/L
chumbo	$\leq 0,05$ mg/L
resíduos de metais pesados	$\leq 0,1$ mg/L
cloretos	≤ 3 mg/L
fosfato	$\leq 0,5$ mg/L
condutividade	≤ 50 μ S/cm
PH	de 6,5 a 8
aparência	incolor, límpida, sem sedimento
dureza	$\leq 0,1$ mmol/L



QUALIDADE DA ÁGUA

- **Água para a bomba de vácuo – Potabilidade**
Prescrições da Portaria MS 518/2004
- **Consumo na faixa de 250 a 300 litros por hora**
- **Profundidade de vácuo inversamente**
proporcional à temperatura
- **Atenção para a dureza e a presença de**
particulados



PROCESSOS MAIS COMUNS

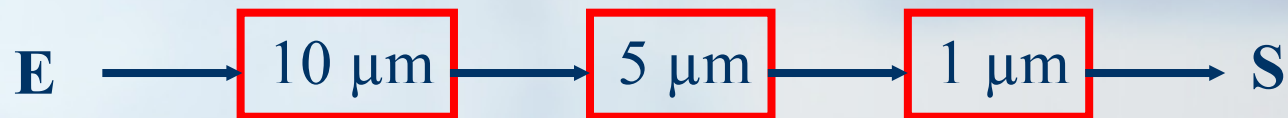
- Para retirada de particulados em suspensão:
 - Filtro de areia
 - Filtros de cerâmica
 - Filtros de cartucho (p.ex. Polipropileno)

- Para retirada de contaminantes dissolvidos
 - Filtros de carvão ativado
 - Abrandadores
 - Destiladores
 - Colunas de deionização
 - Osmose Reversa



FILTROS DE PARTICULADOS

- **Especificar:**
- **Vazão**
- **Temperatura da água**
- **Capacidade de retenção (“micragem”) - μm**
- **ATENÇÃO:** Quanto maior a capacidade de retenção (menor o valor em “ μm ”) maior a pressão a ser vencida pelo fluxo de água e também maior a possibilidade de saturação do elemento. Devido ao último fator, é usual a utilização de filtros em cascata, como por exemplo:





FILTROS DE CARVÃO ATIVADO

- Destina-se a retirada de contaminantes que afetam o sabor a cor e o cheiro da água
- Dentre os contaminantes retirados destaca-se o cloro, demais componentes não se tem eficácia comprovada
- Apresentação usual em cartuchos descartáveis



ABRANDADOR QUÍMICO

- Destinam-se a redução da dureza da água através de tratamento químico
- A dureza elevada da água é responsável por incrustações em paredes tubos, válvulas e superfícies de materiais
- Atualmente existem dosadores automáticos de agente



DESTILADORES

- Processo de evaporação e condensação da água
- Equipamento de baixo custo e baixa manutenção (?) – Pré-filtragem
- Alto gasto de energia (p.ex. 7 kW para 20 l/h)
- Baixo rendimento – Resfriamento (~ 10:1)
- Interessante em unidades de baixo consumo (p.ex. 2 l/dia)



COLUNAS DE DEIONIZAÇÃO

- Este processo utiliza resinas especialmente formuladas para atacar certos tipos de contaminantes.
- A valência positiva ou negativa dos contaminantes a serem removidos determina o tipo de resina que deve ser utilizada, se aniônica ou catiônica.
- Podem ser de leito simples, leito misto ou duplo leito - Vazão



COLUNAS DE DEIONIZAÇÃO

- As resinas de cátion são geralmente utilizadas para suavizar, removendo contaminantes como cálcio e magnésio, que causam escamação. Se regeneram usando sal (cloreto de sódio ou de potássio).
- As resinas de ânion são utilizadas para a desionização ou desmineralização (nitrato, urânio). Frequentemente se regeneram usando agentes cáusticos ou ácidos. Para os tamanhos adequados de um suavizador
- Atentar para a vazão necessária



OSMOSE REVERSA

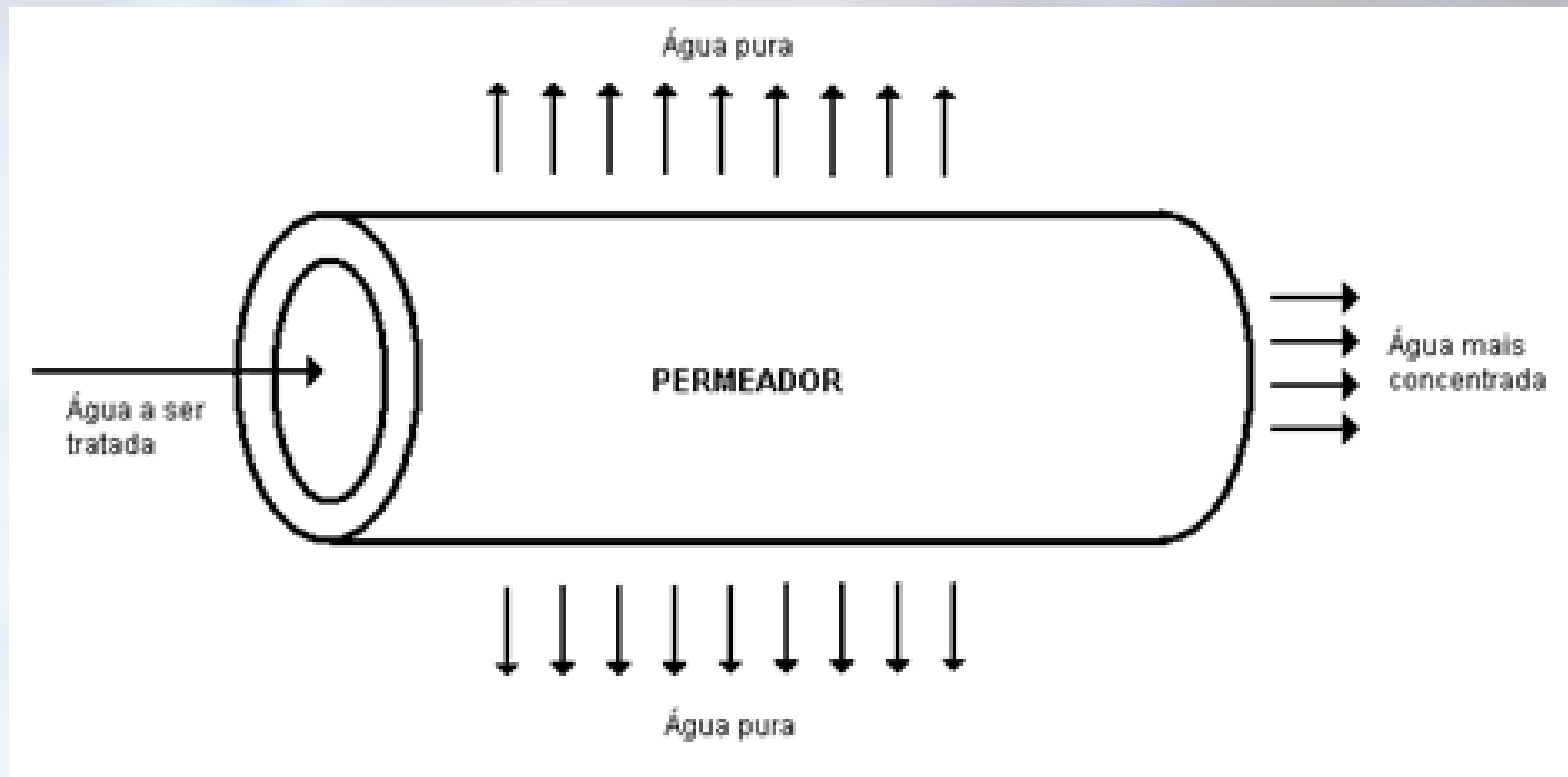
- Processo de retirada de contaminantes dissolvidos através da passagem da água pressurizada por um dispositivo, normalmente cilíndrico, denominado “permeador”
- No permeador, os sais presentes na água são retidos por membranas seletivas especialmente fabricadas.
- A água pura é eliminada radialmente pelo permeador, enquanto que a parcela de *água* não permeada é *descartada a uma concentração mais elevada de sais*



OSMOSE REVERSA

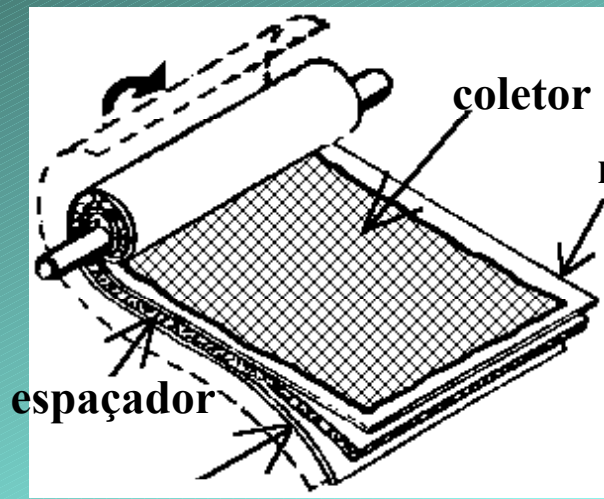
- Osmose reversa não é somente filtração, funciona em um nível molecular para extrair contaminantes indesejáveis.
- *Permeado* é o fluxo de água que passa pela membrana e contém baixo sal.
- *Concentrado* é o fluxo de água contendo a concentração de sais rejeitados pela membrana.
- *Recuperação* é a porcentagem de água de alimentação convertida em água de produto ao passar pela membrana.
- *A rejeição de sal* é a porcentagem de sais eliminados da água de alimentação (normalmente, aproximadamente 90 a 99%) – ↓↓↓ **Disolvidos** → ↓↓↓ **Condutividade**

MODELO DE UM PERMEADOR





PERMEADOR MULTICAMADAS



membrana

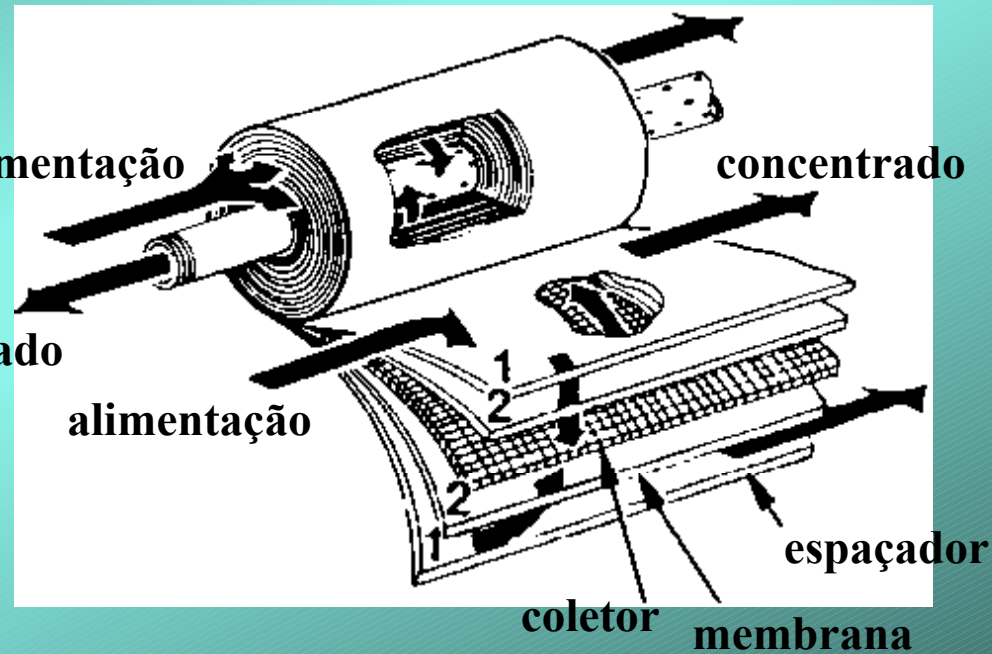
permeado

membrana

concentrado

alimentação

concentrado





ARMAZENAMENTO

- Um fato que merece atenção:
 - O consumo de água pelo gerador de vapor é intermitente
- Os sistemas de tratamento são dimensionados para vazão constante – X litros por hora
- Conseqüentemente se faz necessário armazenar a água processada
- Atenção: Água “livre” de sais, principalmente de cloro, propicia a formação de colônias – Rotinas de inspeção e limpeza



SUSTENTABILIDADE

- Água é mais que um produto, um bem precioso e cada vez mais “escasso e caro”.
- Metodologias de reaproveitamento da água e redução de contaminantes nos efluentes.
- No caso da esterilização à vapor de água, existe consumo considerável de:
 - Água
 - Energia elétrica – No Brasil implica em **ÁGUA**
- Propostas em estudo podem otimizar o consumo



PERSPECTIVAS

- Não são as melhores no que se refere a disponibilidade de água
- No Brasil *ainda* não estamos “sofrendo na pele”
- O desenvolvimento e amadurecimento das idéias demandam tempo até que sua implementação produza resultados



PROPOSTAS

- **Pré-aquecimento da água de alimentação do gerador utilizando o calor do vapor de saída da câmara interna e da água de saída da bomba de vácuo**
- **Reaproveitamento da água de saída da bomba de vácuo após resfriamento**
- **Utilização do efluente dos sistemas de osmose reversa para fins “menos nobres”**

**AGRADEÇO A ATENÇÃO E
DESEJO MUITO SUCESSO A TODOS
ALEXANDRE HENRIQUE HERMINI**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA CLÍNICA

ABEClin

hermini@abeclin.org.br

