



Estações de Tratamento de Água (ETA) por Tecnologia de Ultrafiltração
Comparativa com ETA Convencional

Junho 2020

ETA: Estação de Tratamento de Água



Descrição Geral da Tecnologia de Ultrafiltração

Descrição Geral da Tecnologia

UF é um processo de separação por membrana que apresenta as seguintes características gerais:

- Baseada no princípio de separação por tamanho de poro (crivado)
- Faixa de separação 0,01 µm - 0,1 µm (10 - 100 nm)
- Permite a remoção total de Sólidos Suspensos (TSS) e coloides
- Redução de bactérias (6 log) e vírus (4 log) portanto se utiliza como barreira bacteriológica para a produção de água para bebidas
- Remoção parcial de matéria orgânica (pode ser usada coagulação em linha)
- Remoção de arsénico, ferro e manganês, prévia oxidação/precipitação/coagulação
- Água tratada: 0,3 NTU e 0,1 ppm TSS, **independentemente da qualidade da água bruta**
- Permite tratar efluentes, águas superficiais, água de mar, etc

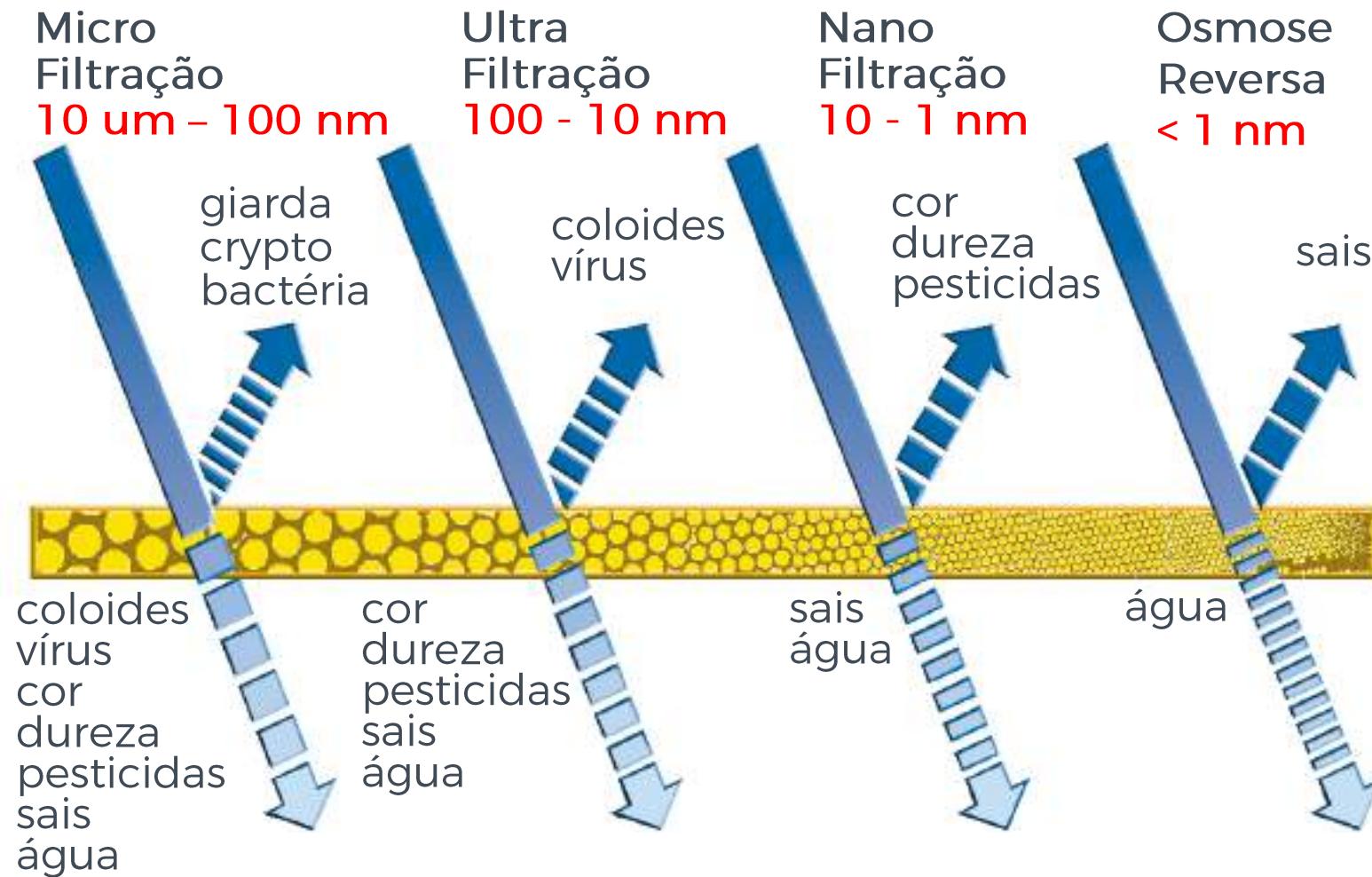
Descrição Geral da Tecnologia

- Processo tipo dead-end:
 - Modo de operação semi batch
 - Os sólidos retidos são removidos durante a retrolavagem
- Retrolavagem cada 30-60 minutos por 30-60 segundos
- Limpeza melhorada com químicos CEB (Chemical Enhanced Backwash) a cada 8-24h
- Limpeza CIP (Clean in Place) com frequência variável
- Recuperação tipicamente varia entre 90-99%
- Operação a baixa pressão (0,2 a 0,6 bar de pressão transmembrana)
- Baixo custo energético
- 130 µm de filtração requerida como pré-tratamento

Limites de Operação

Parâmetros	Valores Típicos	Valores Máximos (contínuos)
Turbidez	< 50 NTU	300 NTU
Sólidos Suspensos Totais (TSS)	< 50 mg/l	100 mg/l
Tamanho de Partícula	< 150 µm	300 µm
Carbono Orgânico Total (TOC)	< 10 mg/l	40 mg/l
Demandra Química de Oxigênio (COD _{Mn})	< 20 mg/l	60 mg/l
Graxas e óleos	0 mg/l	< 2 mg/l
pH, operação normal	6-9	2-11
pH, limpeza química	1-12	1-12
Temperatura	15-30°C	40°C
Cl ₂ operação normal	< 0,5 ppm	200 ppm
Cl ₂ limpeza	2000 ppm	5000 ppm

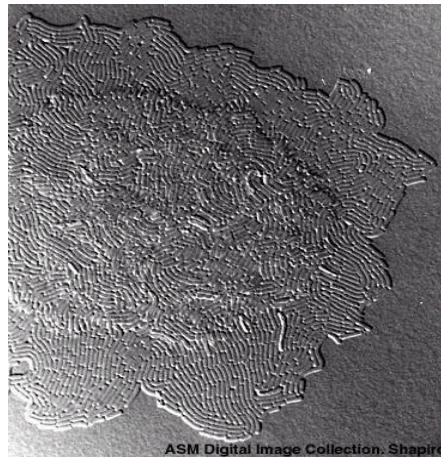
Espectro de Separação por Membranas



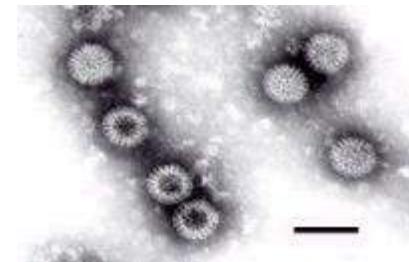
Potabilização de Águas Superficiais por Tecnologia de Ultrafiltração

Potabilização por Ultrafiltração

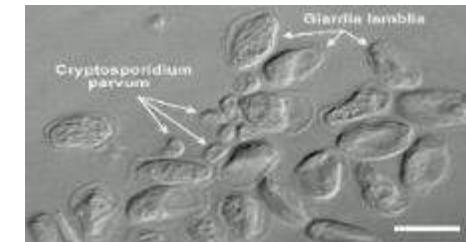
- O desenvolvimento da Ultrafiltração se acelerou devido aos restritos requisitos de água potável ao redor do mundo para a remoção de contaminantes e patogênicos
- Aumento da experiência / confiança
- Redução dos Custos (CAPEX / OPEX)



E. Coli Microcolony
average cell is ~ 4 μm long
James Shapiro and Clara Hsu,
University of Chicago



Rotavirus [bar = 100 nm]
F.P. Williams, U.S. EPA



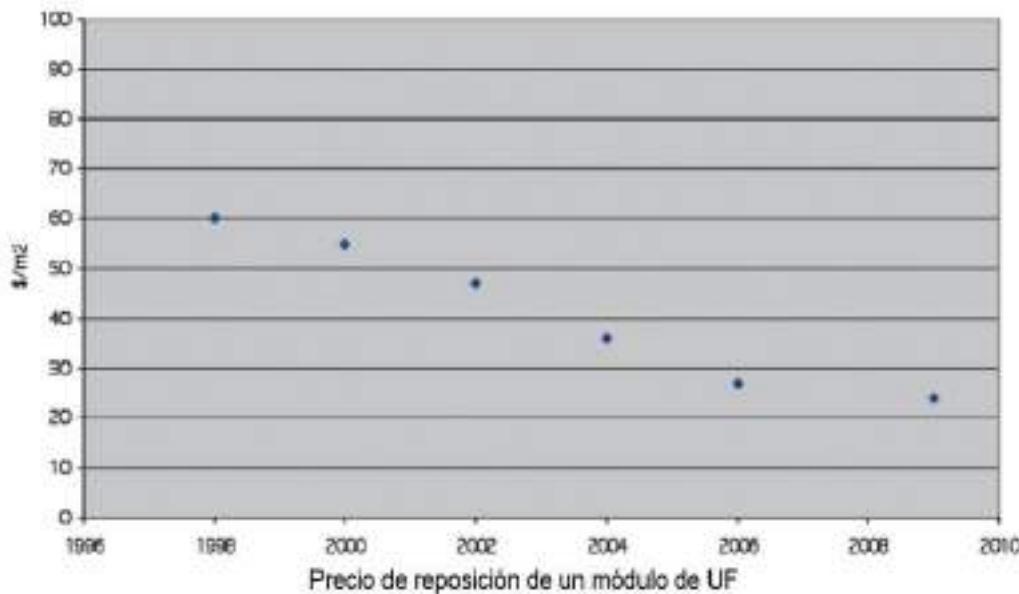
Cryptosporidium and
Giardia [bar = 10 μm]
H.D.A Lindquist, U.S. EPA

Potabilização por Ultrafiltração

Custo das membranas de UF

Devido à redução de preços nas membranas de UF que tem sido por volta de 50% nos últimos 10 anos, o custo total de operação (incluindo amortização) é hoje muito menor.

Sendo na atualidade uma tecnologia competitiva do ponto de vista de custos, a UF se posiciona como uma excelente alternativa devido às vantagens com relação aos tratamentos convencionais.



Custo Atual Membrana UF: 20 USD/m²

Vantagens da UF vs. Pré-tratamentos Convencionais

	ULTRAFILTRAÇÃO	CONVENCIONAL
Qualidade da água tratada	<ul style="list-style-type: none">• Qualidade constante• SDI <3 100% del tempo, normalmente <1,5• Turbidez <0,1 NTU• Desinfecção: 6 log bactérias y 4 log vírus	<ul style="list-style-type: none">• Qualidade depende do influente• SDI <4 aprox. 90% del tempo• Turbidez <1,0 NTU



O gráfico à esquerda mostra as flutuações na turbidez da água de rio na captação em uma planta de Clarificação Convencional no Sul da Argentina.

Tais flutuações são muito complexas de administrar operativamente mediante tratamentos convencionais e na maioria dos casos significa uma redução na qualidade da água produto.

A Ultrafiltração se apresenta como uma alternativa superior frente a este tipo de desvios já que a qualidade da água produzida é constante e independente das flutuações águas acima.

Vantagens da UF vs. Pré-tratamentos Convencionais

	ULTRAFILTRAÇÃO	CONVENCIONAL
Duração típica	<ul style="list-style-type: none">• Membranas UF: 5 – 10 anos• Microfiltros: só utilizados como segurança	<ul style="list-style-type: none">• Meios filtrantes 10-20 anos• Microfiltros: 4-8 semanas
Superfície de implantação	30-60% com relação ao convencional	100%
Operação	Totalmente automática	Maior necessidade de controle humano
Custos de operação	5-10% menor	100%
Modularidade	Permite a ampliação mediante a montagem de novos skids em paralelo	Não permite uma modularização real. A ampliação da capacidade de produção requer a construção de novas plantas (ex: novos sedimentadores primários)

Vantagens da UF vs. Pré-tratamentos Convencionais

	ULTRAFILTRAÇÃO	CONVENCIONAL
Consumo de Produtos Químicos	Reducido consumo devido à alta efetividade da barreira de separação de sólidos suspensos, bactérias e vírus	Consumo elevado devido à necessidade de favorecer a sedimentação através la formação de flocs mais pesados
Manutenção	Requer manutenção mínima. Através do monitoramento de variáveis operativas tais como a pressão transmembrana é possível a detecção antecipada de desvios operativos	O nível de manutenção costuma ser mais exaustivo e intensivo
Geração de lodos	Reducida geração de lodos, ao qual também significa menores custos de disposição	Elevada geração de lodos, ao qual significa maiores custos de disposição

Avaliação de Custos de Operação

Caso de Estudo: Capacidade de Produção: 5.000 m³/h

Definição: Parâmetros Gerais

Parâmetros Equipamentos	
Q Permeado	5.000 m ³ /h
Recuperação	94% a 99%
Quantidade de Membranas	1216

Custos Operativos Ultrafiltração

1 Energia elétrica	
Consumo	770 kW.h
Custo electricidade	0,07 U\$S/kW.h
Consumo específico	0,15 kW/m3
Custo específico	0,011 U\$S/m3
Custo por mes	38.808 U\$S/mes

(custo orientativo)

2 Dosagem de coagulante em alimentacao	
Produto	PAC
Concentracao	18%
Dose	1 mg/l
Custo	0,70 U\$S/kg
Custo específico	0,004 U\$S/m3
Custo por mes	15.217 U\$S/mes

A dosagem de coagulante é consideravelmente menor no caso dos sistemas de ultrafiltração devido à eficácia de separação das membranas poliméricas.

3 Ácido para CEB	
Produto	HCl
Concentracao	35% p/p
Densidade	1,185 kg/l
Consumo	20,0 kg/día
Custo	0,15 U\$S/kg
Custo específico	0,00003 U\$S/m3
Custo por mes	98 U\$S/mes

(custo orientativo)

Custos Operativos Ultrafiltração

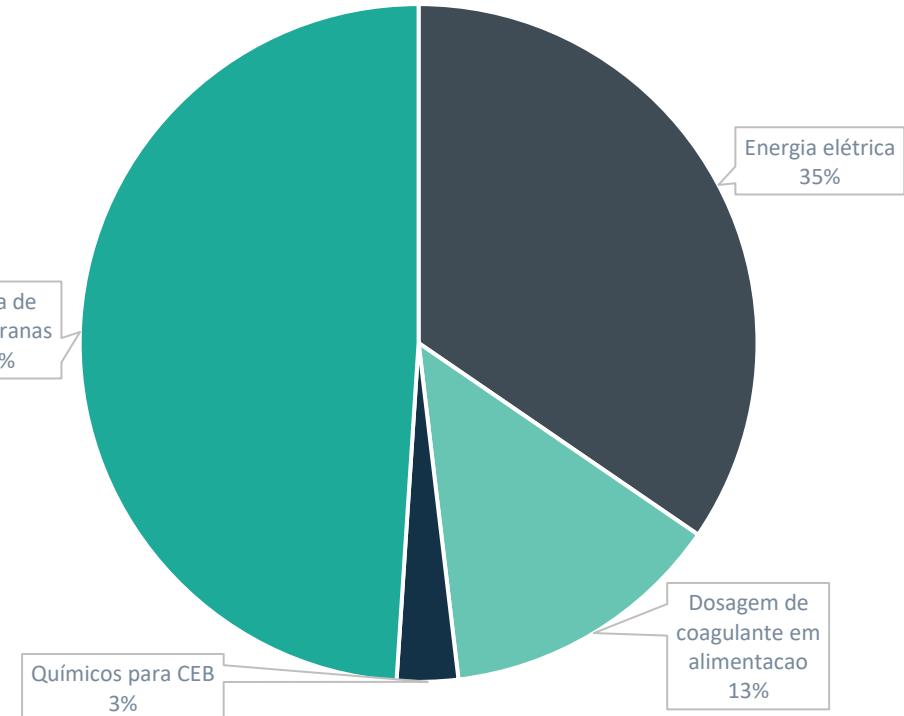
4 Desinfetante para CEB	
Produto	NaClO
Concentracao	10% Equivale a 110 g/l
Densidade	1,155 kg/l
Consumo	150,0 l/día
Custo	0,50 U\$\\$/l
Custo específico	0,001 U\$\\$/m³
Custo por mes	2.446 U\$\\$/mes

5 Base para CEB	
Produto	NaOH
Concentracao	50%
Densidade	1,525 kg/l
Consumo	50,0 kg/día
Custo	0,45 U\$\\$/kg
Custo específico	0,0002 U\$\\$/m³
Custo por mes	734 U\$\\$/mes

6 Troca de membranas	
Marca e modelo	Dow SF2880
Quantidade	1.216
Frequencia de troca	5 anos
Custo	2.750 U\$\\$/elemento
Custo específico	0,015 U\$\\$/m³
Custo por mes	55.733 U\$\\$/mes

Distribuição de Custos Operativos

(custo orientativo)



Custos Operativos Ultrafiltração

Custo Operativo Total: 0,03 USD/m³

Nº Famílias	Nº Habitantes	Consumo Mensal Estimado (m ³)	Custo Operativo (U\$S/mês)
1	4	30	0,9
1.000	4.000	30.000	900
10.000	40.000	300.000	9.000
30.000	120.000	900.000	27.000
50.000	200.000	1.500.000	45.000

Família tipo: 4 hab - 250 l/d. hab - 30 m³ água/mês

Dosagem de Agentes Desinfetantes

Desinfetantes - Agentes oxidantes fortes

Os processos de potabilização requerem a dosagem de desinfetantes para assegurar o controle microbiológico da água tratada.

O desinfetante mais utilizado por sua boa relação custo/benefício é o cloro, comercializado como Hipoclorito de Sódio, Hipoclorito de Cálcio, Gás Cloro, Dióxido de Cloro, etc. (algumas vezes utilizam-se combinações das espécies químicas anteriores para otimizar o tratamento).

Trihalometanos

A ação dos desinfetantes além de oxidar e destruir a parede celular dos micro-organismos, gera uma reação química secundária com os demais componentes da água formando outro tipo de compostos chamados sub-produtos de desinfecção (em inglês: DBP Disinfection By Products).

A reação de formação destes sub-produtos poderia ser representada de uma maneira geral pela equação:

Cloro e derivados + Matéria orgânica → Trihalometanos (THM) + Halo ácidos

Por razões históricas e pela grande evidencia existente a toxicidade dos THM é associada principalmente a seu caráter cancerígeno. Isto é uma das principais objeções que tem a cloração como uma prática de desinfecção.

Dosagem de Agentes Desinfetantes

Controle dos THM

O controle da formação THM baseia-se em dois fatores estratégicos:

- Dosagem controlada do agente oxidante
- Baixo nível de Matéria Orgânica

Os sistemas de Ultrafiltração representam uma alternativa superadora no controle da formação de THM:

- A eficácia das membranas de Ultrafiltração como barreira de remoção de bactérias e vírus, possibilita a redução na dosagem do desinfetante
- A eficácia das membranas de Ultrafiltração como barreira de remoção de matéria orgânica (versus tratamentos convencionais), reduz drasticamente a formação destes compostos
- Somando à tecnologia de Ultrafiltração uma etapa final de radiação UV, como barreira de controle biológico adicional, é possível reduzir ainda mais a necessidade de agente oxidante

Portaria 2.914
Água Potável: THM < 0,1 mg/l

Redução drástica do consumo de Agentes Desinfetantes

Etapas Gerais do Processo de Potabilização

1 - Etapa de Pré-filtração

Objetivo: remoção de sólidos suspensos maiores que 130 µm.

Para esta etapa do processo são apresentadas duas alternativas tecnológicas possíveis:

- * Filtro de discos auto-limpantes (tipo Spinklin)
- * Filtro de malhas auto-limpantes (tipo SAF)

2 - Etapa de Ultrafiltração

Objetivo: remoção de sólidos suspensos, bactérias e vírus.

- * SDI <3 100% do tempo, normalmente <1,5
- * Turbidez <0,1 NTU
- * Desinfecção: 6 log bactérias y 4 log vírus

3 - Etapa de Segurança Adicional de Controle Biológico

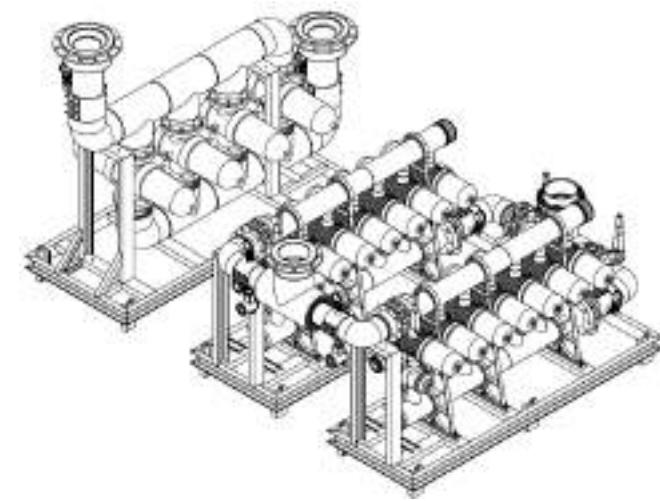
Objetivo: incorporar uma barreira bacteriológica adicional como segurança da qualidade final da água a ser produzida.

- * Sistema UV

Pré-filtragem: Filtro de Discos Auto-limpantes

Projeto e Configurações

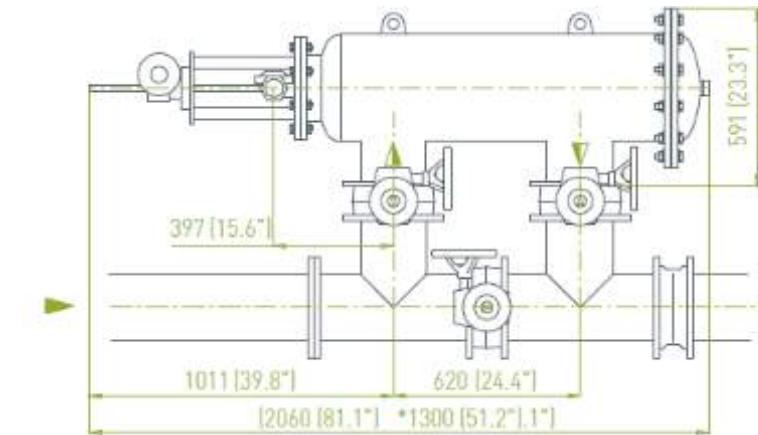
- O elemento disco provê uma retenção efetiva especial de matéria orgânica.
- A superfície efetiva de filtragem está constituída por ambos, a exterior e os canais formados pelas ranhuras intersetadas.
- As partículas de matéria orgânica se aderem à superfície ranhurada.
- A limpeza do cartucho se realiza aproveitando o projeto único do núcleo telescópico que permite aos discos se separarem uns dos outros durante o processo de limpeza.



fluence™

Pré-filtração: Filtro de Discos Auto-limpantes

SAF 6000 - AMIAD



Especificaciones técnicas

Tipo de filtro	SAF 6000
Datos generales	
Caudal máximo*	400 m³/h 1760 gpm
Diámetro de entrada/salida (mm)	6" 8" 10" (150 200 250)
Presión mínima de trabajo	2 bar/30 psil
Temperatura máxima de trabajo	60°C (140°F) 95°C (203°F) a pedido
Suministro Eléctrico	
Peso (vacío)	250 kg (551 lbs)

Características:

- Filtro de gran área, su mecanismo operativo fiable y construcción simple hacen que el filtro SAF sea la solución ideal para la filtración de agua de mala calidad en grados de filtración muy finos
- Lavado automático de acuerdo con la presión diferencial y/o por tiempo
- No hay interrupción del flujo aguas abajo durante el Lavado
- Mecanismo autolimpiante robusto y fiable, incluso en condiciones operativas marginales
- El volumen mínimo de agua de desecho permite una operación excelente en modo de Lavado continuo
- Aplicaciones: Sistemas de suministro de agua, sistemas de riego, agua de enfriamiento, tratamiento de aguas residuales. Tratamiento, Filtración preliminar industrial, etc.
- Industria: Fabricación, minería, plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales, suelos con protección herbácea y agricultura, etc.

fluence™

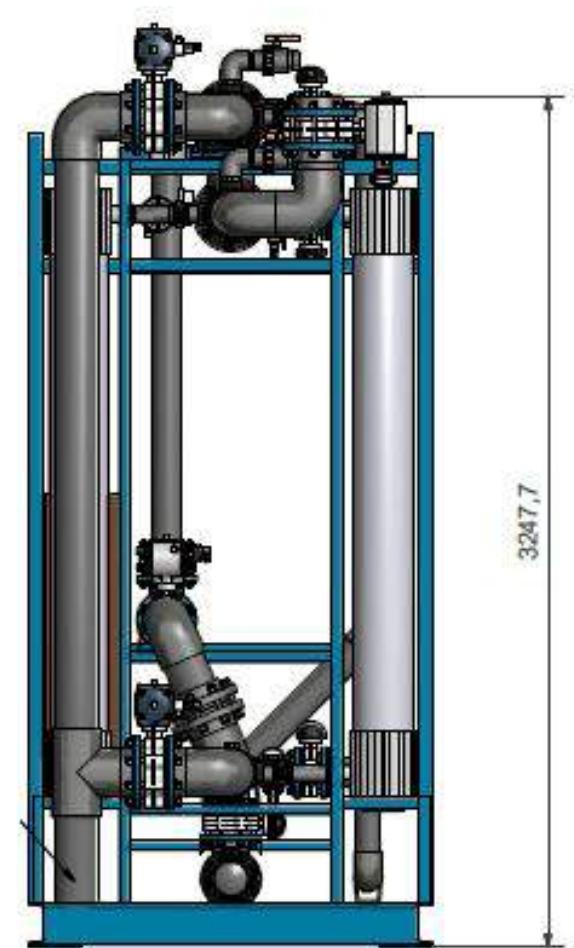
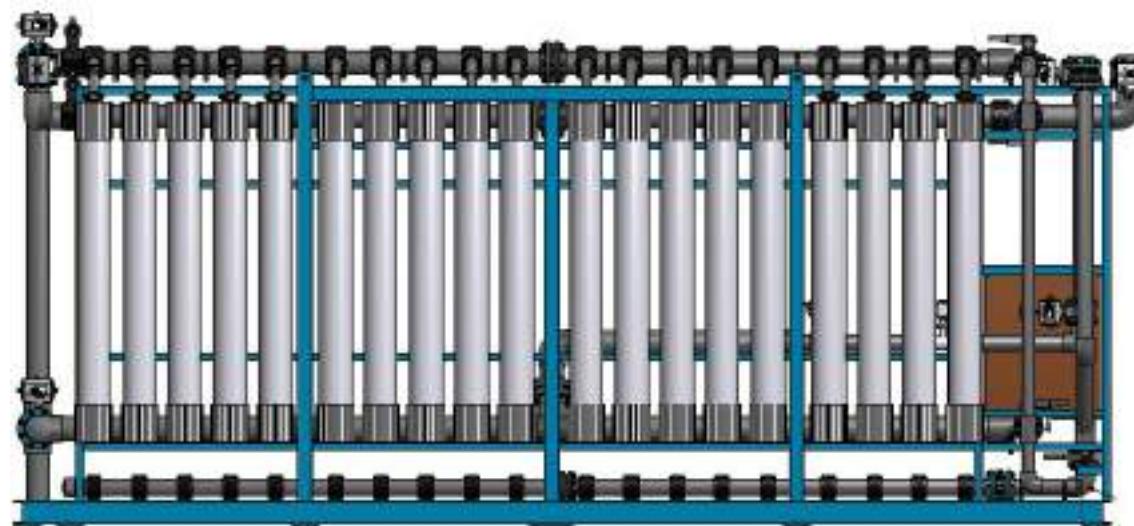
Skids de Ultrafiltração

Skid Modulares

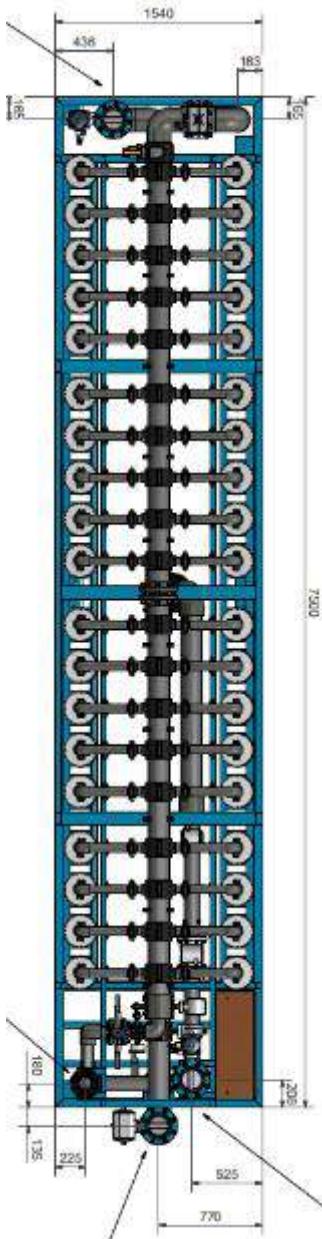
Neste caso temos uma alternativa modular de 38 membranas. Cada módulo é capaz de produzir

157 m³/h de agua ultrafiltrada (*a qualidade da água de alimentação contemplada é a apresentada no gráfico da página 6*).

Os skids são auto-portantes e facilmente transportáveis para sua instalação no local de destino.



Skids de Ultrafiltração



Membrana de Ultrafiltração

Benefícios específicos

Membrana Modular Pressurizada Outside/In – Inside/out

- Ampla faixa de Tolerância a Água de Alimentação
- Projeto Simples, Vaso de Pressão e Tubos, Vertical
- Frontal (Dead-End) ou Fluxo Cruzado (Cross-Flow)

Fibras Ocas de 0,8 - 0,9 mm de PVDF / PES

- Alta Resistência e Robustez
- Alta Resistência Química e Térmica
- Tratadas para aumentar la hidrofilicidade

Tamanho de Poro 0,02 - 0,03 µm

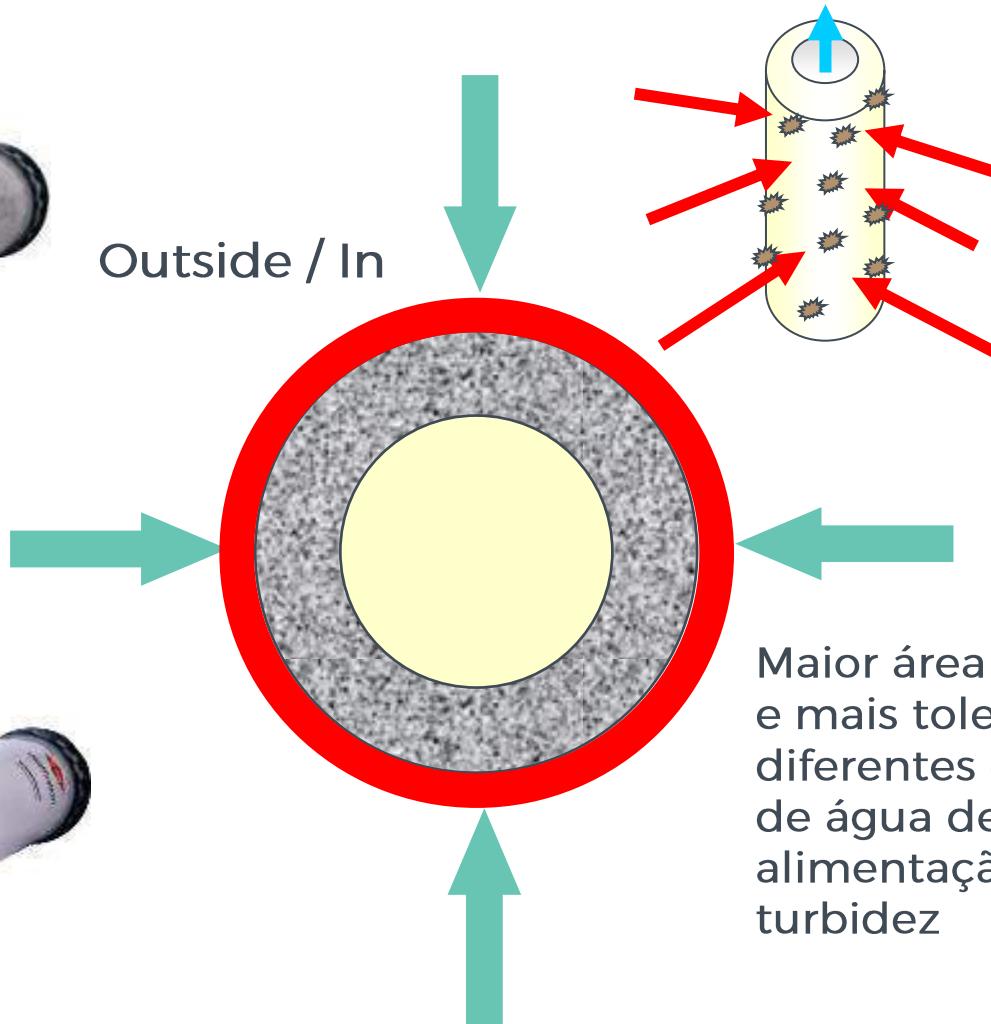
- Fibras Ocas de Parede Dupla
- Excelente combinação de Desempenho de Filtração com Alto Fluxo
- Desempenho Estável de Filtração a Longo Prazo

Membrana de Ultrafiltração

Permeado



Outside / In

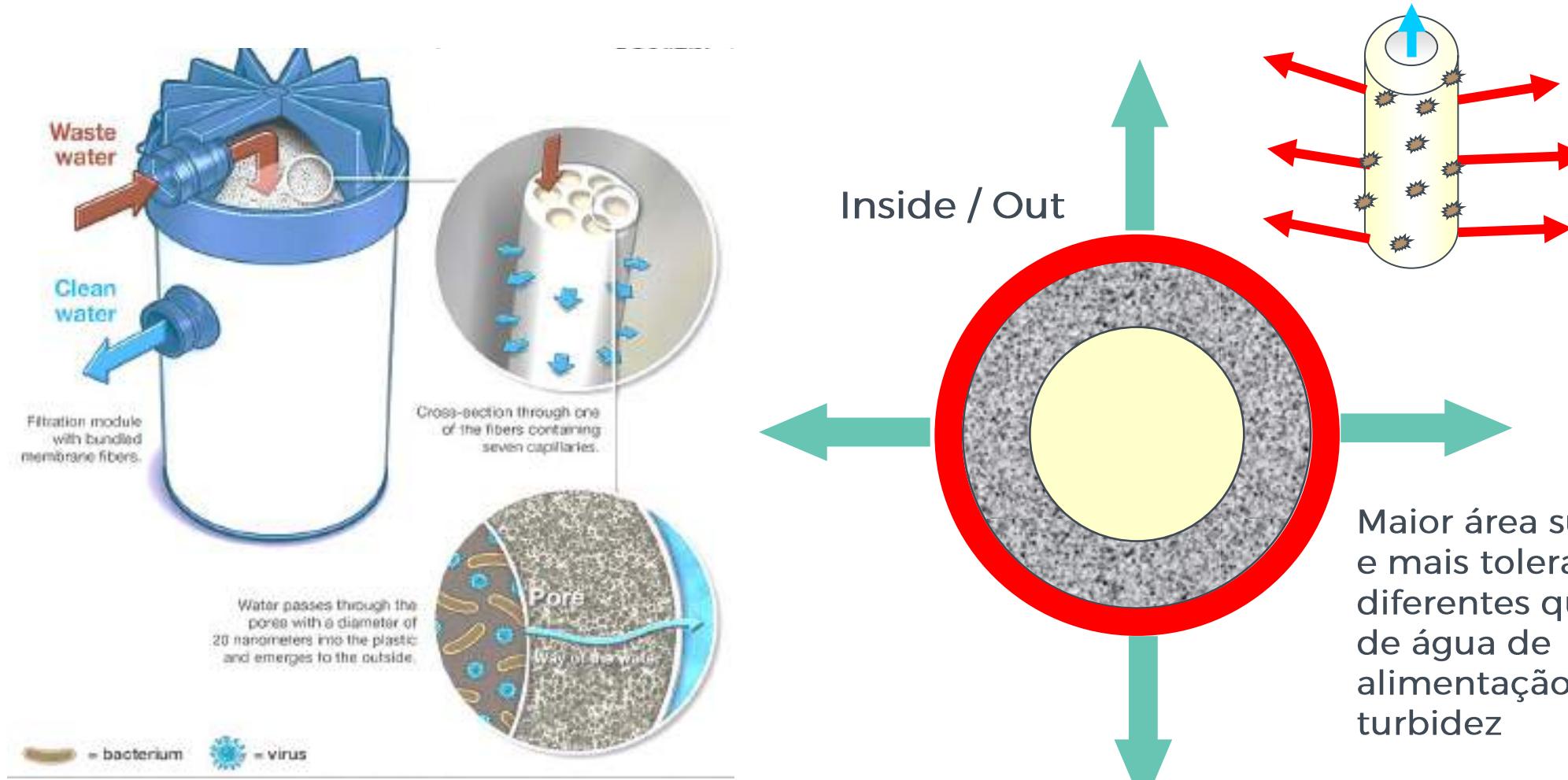


Alimentação



Maior área superficial
e mais tolerante às
diferentes qualidades
de água de
alimentação de alta
turbidez

Membrana de Ultrafiltração



Biossegurança: Radiação UV

Aspectos Gerais da Tecnologia de UV

- A luz UV inativa as células ao danificar seu ADN, criar dímeros de timina e inibir sua replicação.
- As longitudes de onda eficazes que afetam o ADN têm aproximadamente entre 200 e 400 nm. São elas **Longitudes de Onda Germicidas**.
- Definimos como Dose de UV a quantidade de energia de luz UV que um micro-organismo é exposto ao cruzar a câmara de desinfecção de um sistema UV.
- Cada Micro-organismo requer uma dose diferente para ser inativado.

	1	2	3	4	5
<i>Escherichia coli</i>	3 mJ/cm	4 mJ/cm	6 mJ/cm	7.5 mJ/cm	10.7 mJ/cm
<i>Flavobacteria</i>	16 mJ/cm	24 mJ/cm	31 mJ/cm	46 mJ/cm	62 mJ/cm
<i>Vibrio cholerae</i>	4.5 mJ/cm	7.3 mJ/cm	9 mJ/cm	14.6 mJ/cm	18 mJ/cm
<i>Rotavirus</i>	5.7 mJ/cm	12.4 mJ/cm	15.1 mJ/cm	18.2 mJ/cm	23.4 mJ/cm

Conceito de Dose Mínima

Garante que a dose de UV mais baixa que se envia à câmara de desinfecção é necessária para eliminar o patógeno requerido.

Biossegurança: Radiação UV

Sistemas Atlantium

Estes sistemas garantem a biossegurança da água e uma eficiência energética otimizada e cumprem com os critérios da EPA (Environmental Protection Agency) com relação à biossegurança.



Menores costos en energía

- Diseñada para una hidráulica óptima
- La dosis de UV se ajusta automáticamente en tiempo real a la UVT (bobina de mínima tensión) y a la intensidad de la lámpara: sin derroche de energía

Presión UV media: más protección, menos lámparas

- Las lámparas UV de alta intensidad y presión media de Atlantium son más eficaces y rentables
- Más potencia UV
- Desactivan las proteínas de ADN involucradas en la reparación celular
- Eficaces tanto en agua fría como caliente

Biossegurança: Radiação UV



Lámparas más seguras y fáciles de manejar

- Reemplazo de lámparas rápido y fácil
- Robusta protección de las lámparas: tubos de cuarzo 5 veces más gruesos que los manguitos de cuarzo convencionales para separar la lámpara del agua



Monitoreo en tiempo real

- Ajusta automáticamente la dosis UV a los cambios de condiciones en tiempo real
- Muestra los datos y el estado en tiempo real
- Muestra la dosis UV actual en tiempo real
- Rastrea parámetros operativos críticos



Control personalizado

- Integración fácil de utilizar
- Opción de monitoreo remoto
- Ajuste de los valores de alarma personalizado por el usuario
- Tecnología de pantalla táctil

Desinfecção e Controle Biológico: Radiação UV

- Usada há anos em aplicações municipais por sua eficiente redução de carga microbiológica
- Sua utilização está crescendo devido a sua capacidade de inativar micro-organismos patógenos sem produzir derivados indesejáveis (disinfection by products : DBPs)
- Provou sua eficácia contra alguns patógenos considerados chave como *Cryptosporidium* e *pseudomonas*, que são resistentes aos desinfetantes mais comuns como o cloro
- Existe cada vez mais consciência da necessidade de reduzir o uso do cloro por alternativas mais saudáveis e “verdes” para os usuários dos serviços de água municipal
- A radiação UV funciona como principal agente desinfetante ao passo que o cloro (ou dióxido de cloro) se utiliza em doses baixas somente no caso de requerer deixar um valor residual para evitar contaminação ao longo da rede de distribuição

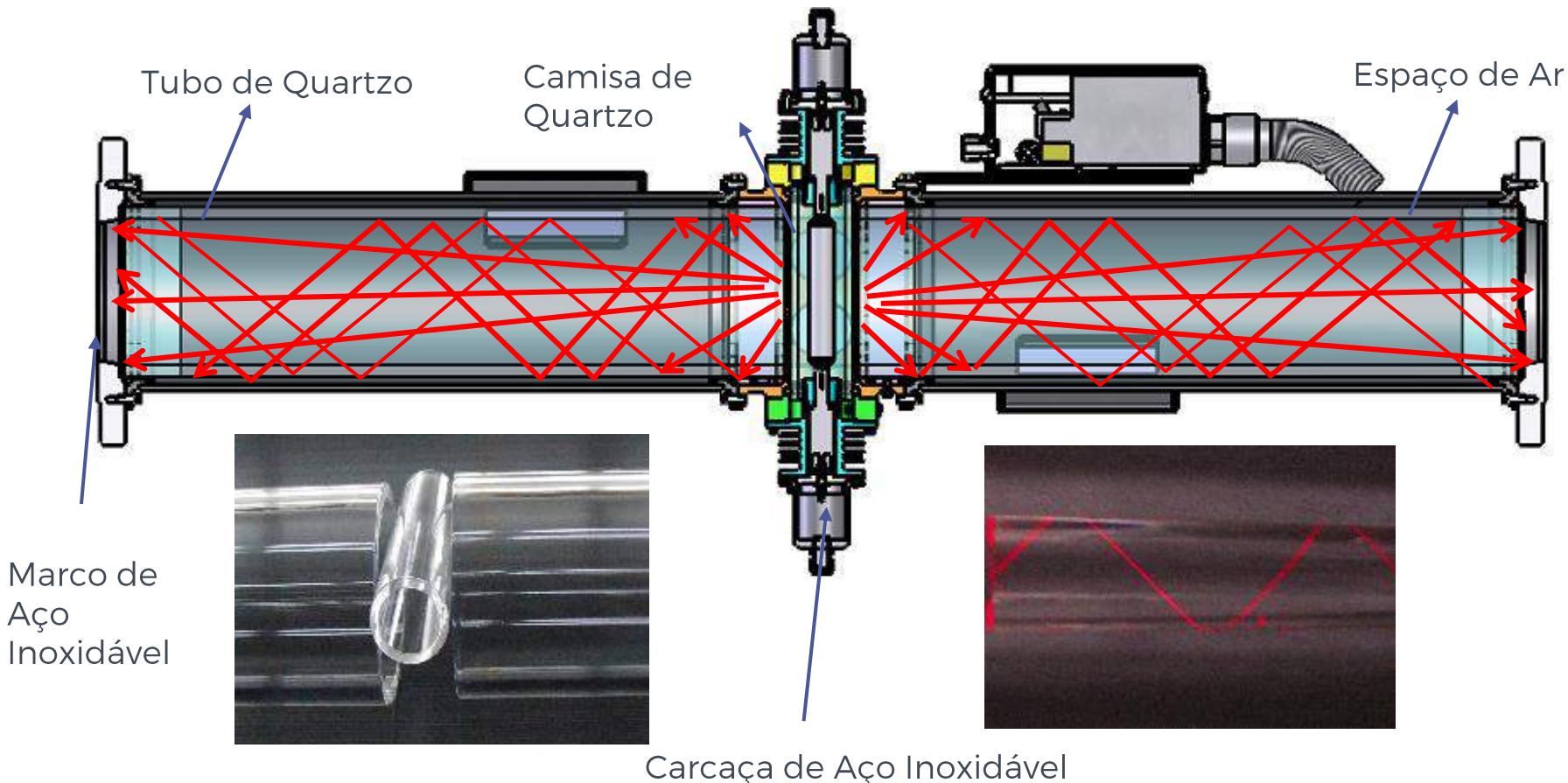
Redução drástica do consumo
de Agentes Desinfetantes



Biossegurança: Radiação UV

Por que Atlantium – Série RZ

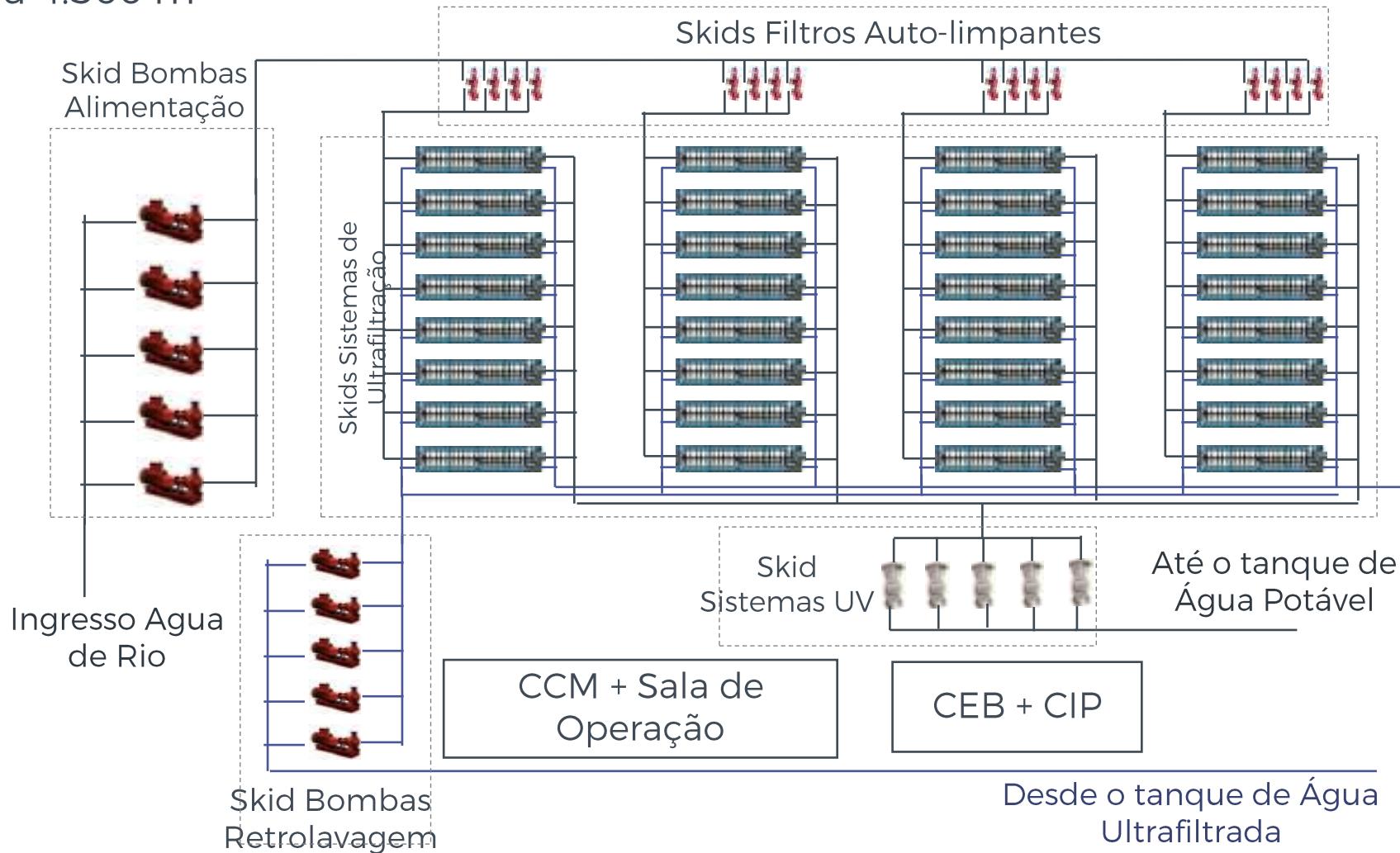
Escolhemos para esta aplicação trabalhar com sistemas de desinfecção hidro-óticos, únicos no mercado e validados pela EPA



Layout Aproximado: Planta UF

Superfície estimada
ocupada 4.500 m²

Capacidade: 5.000 m³/h



A área de implantação estimada não inclui as cisternas de armazenamento.

¿Por que UF?

- Qualidade de agua sempre < 0,3 NTU – SDI < 3.
- Redução da contaminação por vírus e bactérias.
- Menor formação de subprodutos de desinfecção.
- Maior tolerância aos picos de turbidez.
- Similar custos de CAPEX y OPEX (+/- 5%) com uma ETA convencional.



Dúvidas Técnicas:

Victoria Vasini +54 9 223 4420156

vvasini@fluencecorp.com

Dúvidas Comerciais:

José Roberto Ramos +55 11 99553-9853

jramos@fluencecorp.com

fluence

