XI SESMA
SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE
SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Reuso e membranas filtrantes – Estudos de caso

Gandhi Giordano

Professor Associado/ Depto. de Engª. Sanitária e Meio Ambiente - FEN/UERJ

Diretor Técnico/ Tecma – Tecnologia em Meio Ambiente Ltda.

gandhi@tecma-tecnologia.com.br

Introdução

As membranas filtrantes são utilizadas no Brasil desde o fim da década de 90 para fins de tratamento de efluentes.

A boa qualidade dos efluentes tratados, permite o reúso de água.

As membranas podem ser utilizadas na forma submersa ou externa.

Aplicação

Reúso não potável

- Indústria de papel
- Lavanderia
- Caldeira
- Torre de resfriamento
- Processos industriais
- Indústria têxtil

Aplicação

Reúso não potável

- Umectação de pilhas de minérios e vias de tráfego
- Limpeza de veículos de transporte e acessórios
- Limpeza de pátios
- Alimentação de caldeiras
- Usos Acessórios

Aplicação

Reúso não potável

- Descargas Sanitárias
- Irrigação de áreas verdes
- Lavagem de Veículos (automóveis, caminhões, ônibus, tratores)
- Combate a incêndios

Aplicação

Reúso não potável

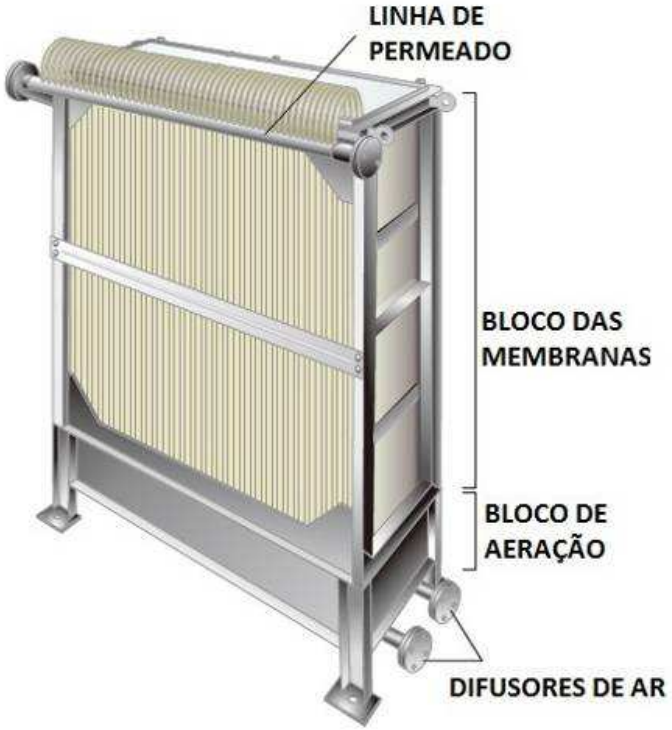
- Lagos Recreacionais
- Paisagismo
- Campos de Golfe
- Reuso para Manutenção de Cursos de Água
- Aquicultura
- Reuso para Recarga de Aquíferos

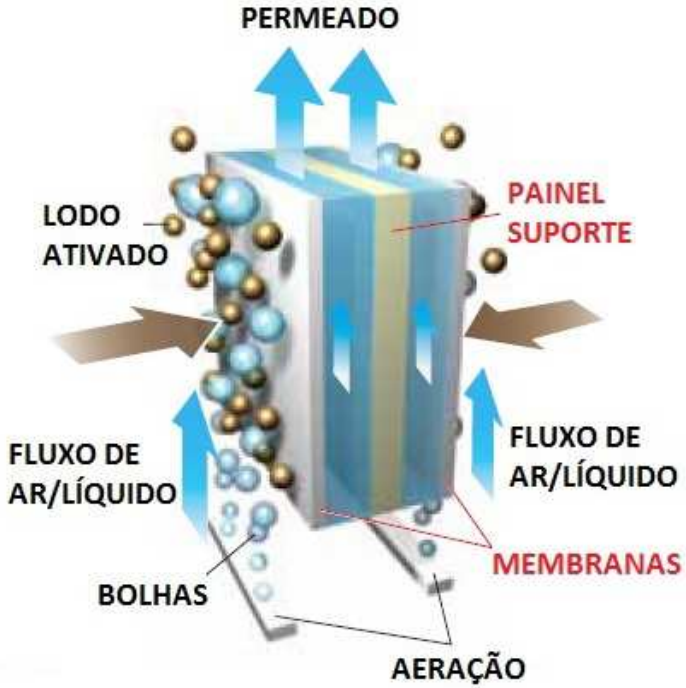
Membrana Submersa - MBR

MBR (Membrane Bioreactor) que são módulos submersos de membrana de ultrafiltração, os quais são responsáveis por separar efluente tratado do lodo biológico. Além desse processo de separação, as membranas realizam a ultrafiltração, obtendo-se um efluente tratado com uma qualidade superior aos processos convencionais.

Na parte inferior dos módulos encontra-se uma tubulação de difusão de ar para realização a limpeza da superfície das membranas, aumentando o rendimento e a vida útil do sistema.

MBR


LINHA DE
PERMEADO
BLOCO DAS
MEMBRANAS
BLOCO DE
AERAÇÃO
DIFUSORES DE AR


PERMEADO
LODO
ATIVADO
PAINEL
SUPORTE
FLUXO DE
AR/LÍQUIDO
FLUXO DE
AR/LÍQUIDO
MEMBRANAS
BOLHAS
AERAÇÃO

MEMBRANA PLANA – MBR

(Membrana interna)

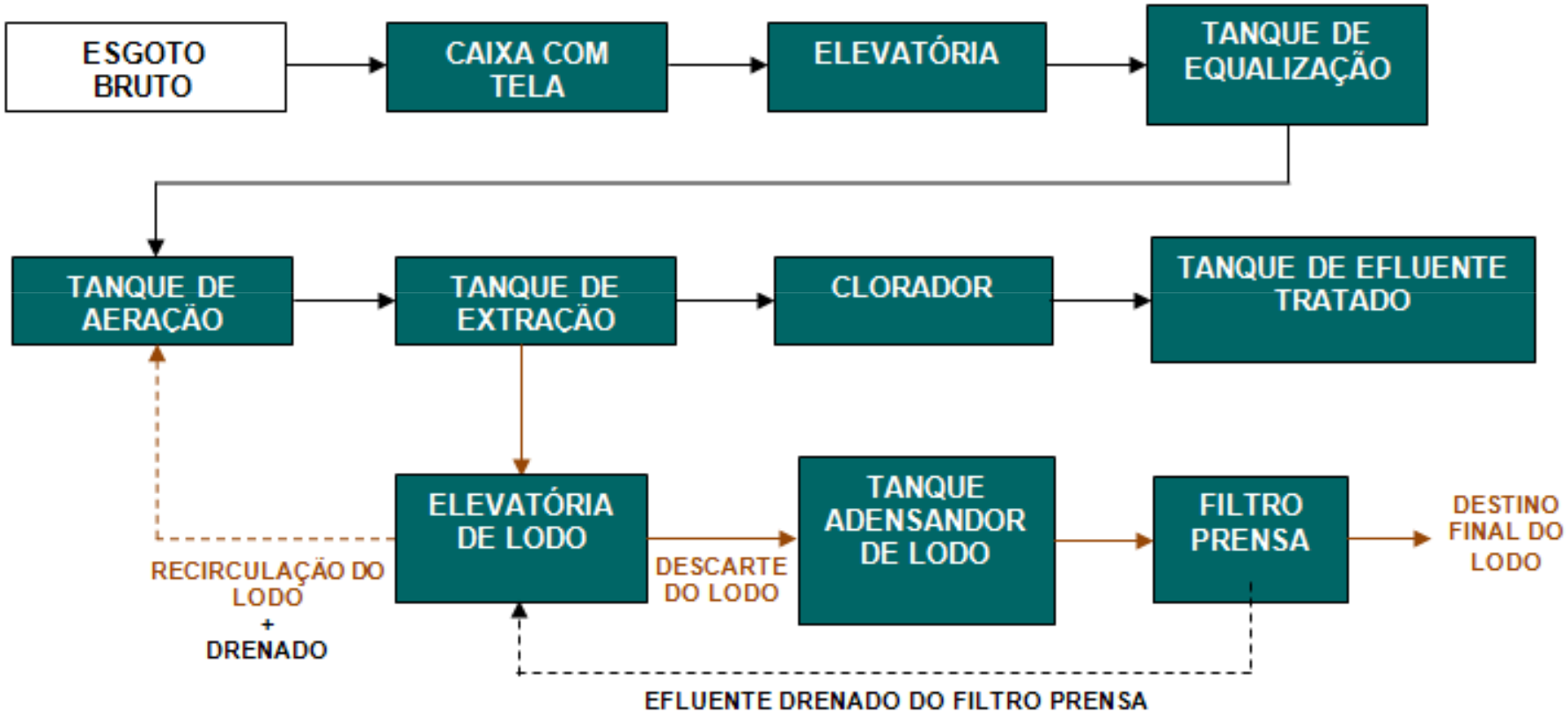
MBR

MBR

Indústria de componentes elétricos

FINALIDADE:O esgoto gerado é constituído dos esgotos sanitários dos mictórios, vasos sanitários, lavatórios e chuveiros além das águas residuárias da cozinha e refeitório. O efluente tratado pelo sistema será reutilizado em sanitários e para irrigação da área verde.

Indústria de componentes elétricos



Indústria de componentes elétricos

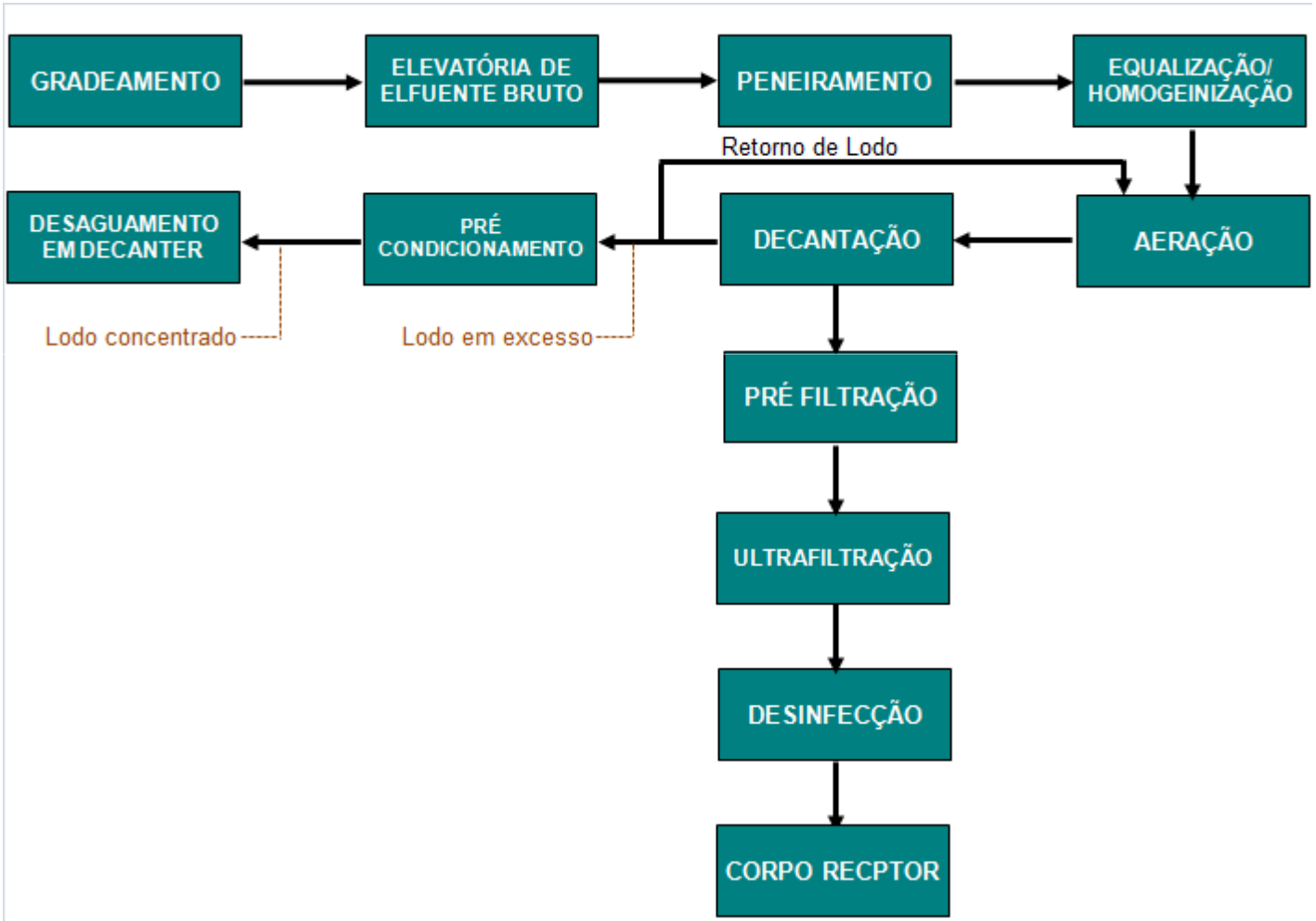
	Afluente Bruto	Tanque de aeração	Efluente Tratado
Cor Verdadeira, mg/L Pt-Co	-	-	29
DBO, mg/L O2	302	-	<3
Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	<0,40
DQO, mg/L O2	620	-	28
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	<0,5
Óleos e Graxas Totais, mg/L	16	-	<6
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	1800	21
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	1565	-
Turbidez, NTU	-	-	<1,5

Zoológico

FINALIDADE:

Aproveitamento dos efluentes dos tanques de proteção e banho dos animais, que no momento estão sendo descartados de forma inadequada, através do tratamento e reuso, assim fazer economia da água potável consumida nas atividades que podem utilizar “água para fins não potáveis”, tais como irrigação, lavagens de pisos, tanques e abrigos de animais.

Zoológico


GRADEAMENTO
ELEVATÓRIA DE ELFUENTE BRUTO
PENEIRAMENTO
EQUALIZAÇÃO/ HOMOGEINIZAÇÃO
Retorno de Lodo
DESAGUAMENTO EM DECANTER
PRÉ CONDICIONAMENTO
DECANTAÇÃO
AERAÇÃO
Lodo concentrado
Lodo em excesso
PRÉ FILTRAÇÃO
ULTRAFILTRAÇÃO
DESINFECÇÃO
CORPO RECPTOR

Zoológico

Zoológico

Parâmetros	Esgoto Bruto	Efluente do Tratamento Biológico	Efluente do Tratamento de UF	Limites Estabelecidos
DBO, mg de O_2/L	271	27	<5	< 8
DQO, mg de O_2/L	542	272	10	< 20
Sólidos Dissolvidos, mg/L	--	--	20	< 500
Sólidos em Suspensão, mg/L	--	30	2	< 5
Cloretos, mg Cl/L	--	--	30	< 250
Ferro Total, mg Fe/L	--	--	< 0,3	< 0,3
Alumínio, mg Al/L	--	--	< 0,2	< 0,2
Sulfato, mg SO_4^{-2}/L	--	--	< 250	< 250
Ph	--	6,5 – 7,5	6,5 - 7,5	6,5 - 7,5
Turbidez, Ut	--	--	< 2,0	< 2,0
Cor, mg Pl-Co/L	--	--	< 15,0	< 15,0
Dureza Total, mg $CaCO_3$/L			< 1000	< 1000
Temperatura, ºC	--	--	25 – 30	<40
Coliformes Totais, (NMP/100ml)	--	--	ausentes	Ausentes

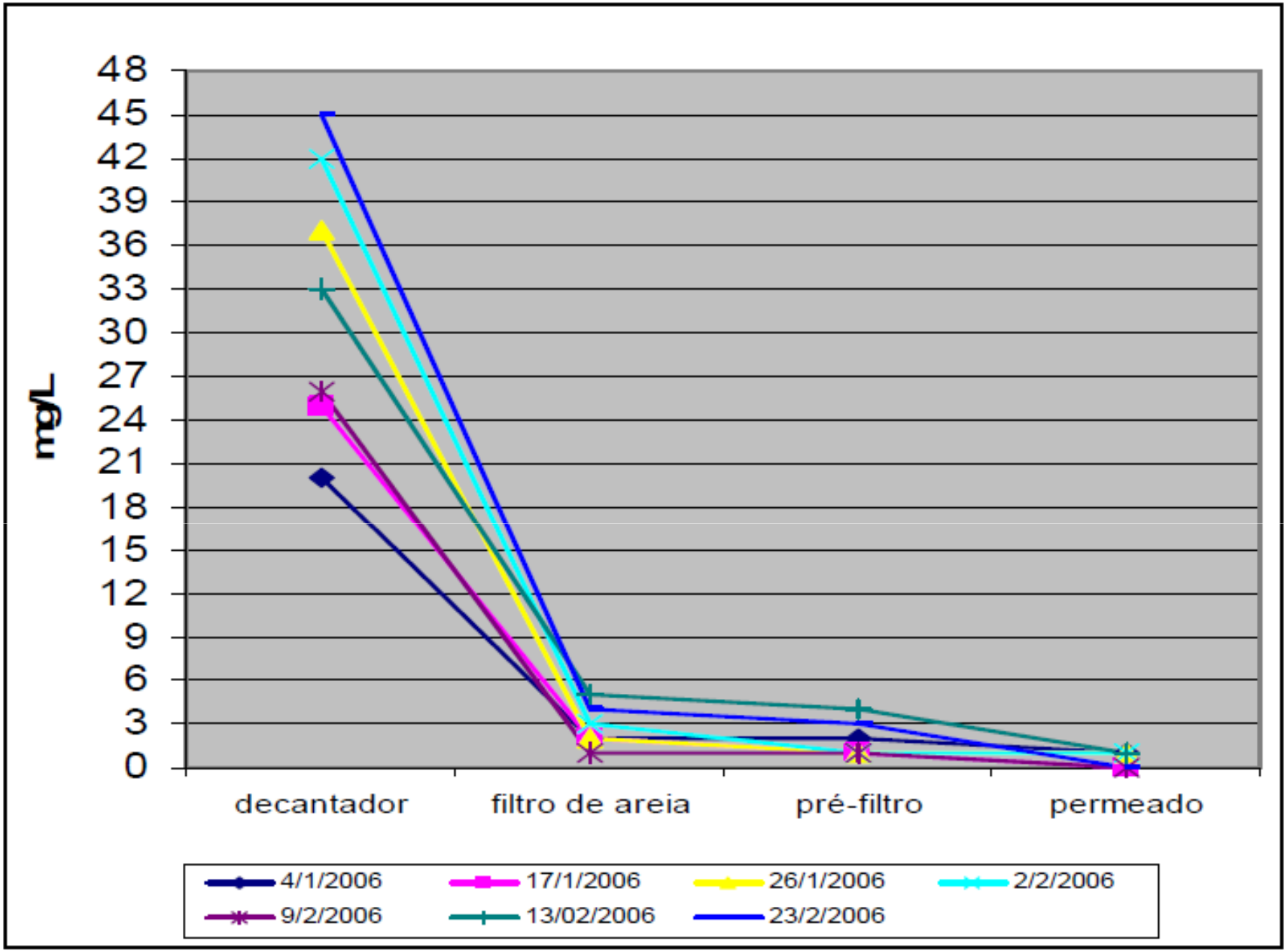


Gráfico dos resultados de RNFT ao longo do tratamento terciário.

Indústria farmacêutica

ORIGEM: Efluente gerado na linha de produção e esgoto sanitário

FINALIDADE: Recuperar o efluente tratado da ETEI como “água para reuso”, podendo esta ser utilizada para:

- “Make up” em torres de resfriamento;
- Lavagem de pisos;
- Irrigação.

Indústria farmacêutica

Indústria farmacêutica

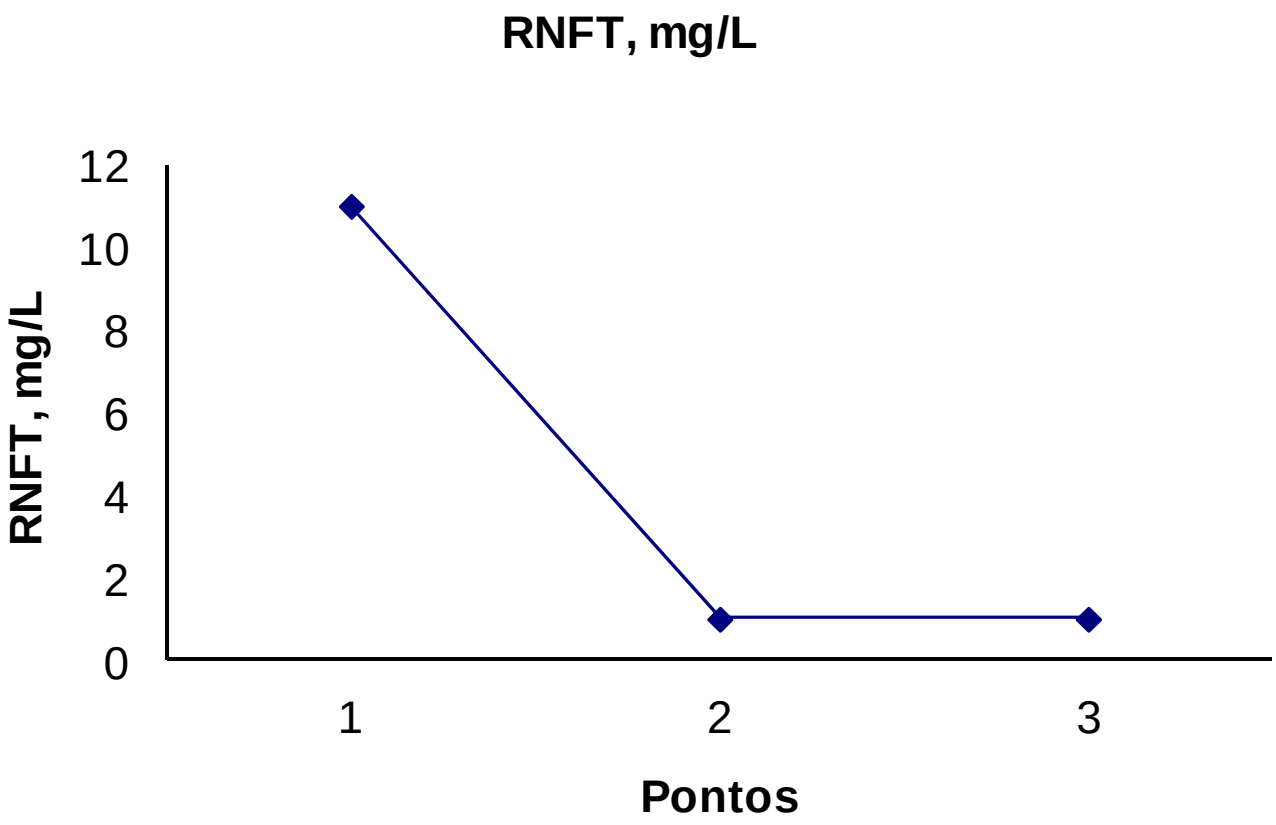
- **A vazão de “água para reuso” equivale a 70% da vazão de efluente de entrada;**

- **O rejeito de 30% é retornado ao sistema de tratamento e descartado como efluente tratado.**

	Água para Reuso	Limite Recomendado*
Cor, mg Pt/L	2,5	-
Turbidez, uT	0,3	50
pH	7,0	6,9 - 9,0
Cloretos, mg/L	92	500
Condutividade, µS/cm	648	-
DBO, mgO2/L	3	25
DQO, mgO2/L	19	75
Nitrogênio Total, mg/L	1,3	-
Nitrato, mg/L	<0,05	-
Sódio, mg/L	165	-
RFT, mg/L	480	500
RFV, mg/L	302	-
RNFT, mg/L	<1	100

* Water Pollution Control Federation, 1989

Indústria farmacêutica



Ponto 1: Antes do Pré-Filtro; Ponto 2: Após o Pré-Filtro; Ponto 3: Após a Membrana

Indústria farmacêutica

Central de Tratamento de Resíduos Urbanos e Industriais

FINALIDADE:

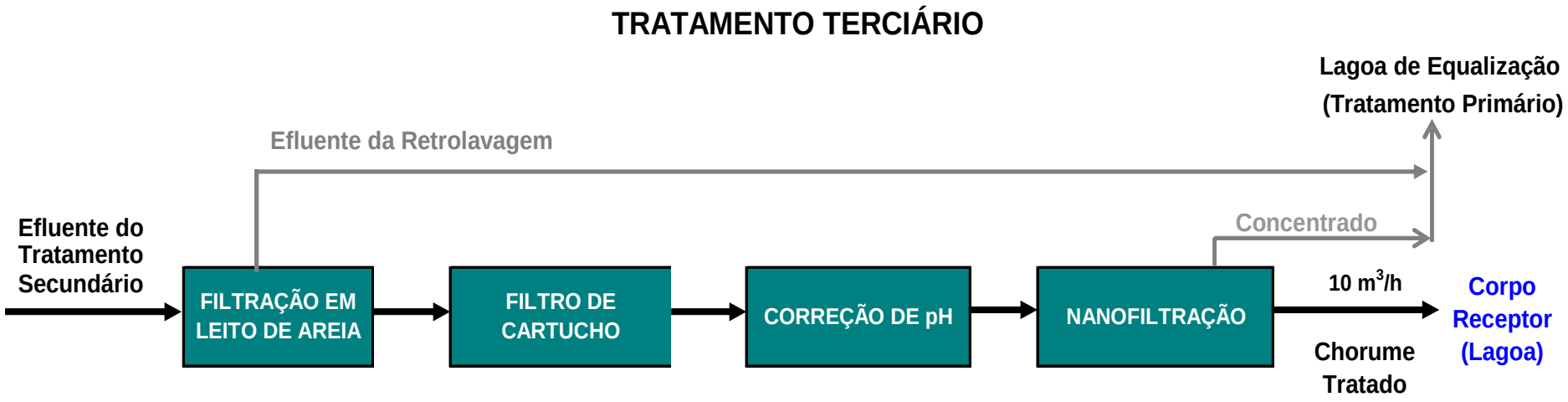
Reduzir a concentração de matéria orgânica e cor do efluente final, visando um aumento na eficiência da ETE composta por tratamento primário através de processos físico-químicos seguido de tratamento secundário que utiliza o processo de lodos ativados, além da etapa terciária do tratamento que utiliza processos de filtração e nanofiltração.

Central de Tratamento de Resíduos Urbanos e Industriais

Etapas do Tratamento Terciário:

Filtração em 02 estágios (filtro de areia e pré-filtro);
•Correção do pH;
•Filtração em membranas de nanofiltração.

Central de Tratamento de Resíduos Urbanos e Industriais



Pré-filtro

Unidade de Nanofiltração

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

Atualmente, a empresa conta com uma ETE composta por tanque de equalização seguido de tratamento biológico, com a finalidade de tratar e lançar os efluentes gerados na atividade industrial.

ETE gera cerca de 2.200 a 2.500 m^3/mês de efluente tratado em nível secundário.

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

Com a possibilidade do reaproveitamento de 2.000 m³/mês como Água Industrial, foram realizados testes com dois tipos de membranas, Osmose Reversa e Nanofiltração, para assim definir qual a melhor opção para empresa com o intuito de reúso de água industrial.

A implantação do reuso de água, além da preservação do recurso natural, oferece entre outras vantagens:

- Reduzir custos de captação de água da rede pública,
- Reduzir o volume de efluente descartado no corpo receptor;
- Incentivar a cultura de sustentabilidade e preservação do meio ambiente na empresa;

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

Parâmetros	Saída do Decantador	Permeado Nanofiltração	Concetrado Nanofiltração	Permeado Osmose Reversa	Concetrado Osmose Reversa
Alcalinidade Total, mg/L	< 5	< 5	-	< 5	-
Cloreto Total, mg/L	97	< 5	129	6	123
Condutividade, µS/cm	808	59	997	179	978
DQO, mg/L	42	< 15	< 15	< 15	42
Dureza Total, mg/L	101	< 5	-	<5	-
Fósforo Solúvel, mg/L	0,08	-	-	-	-
Fósforo Total, mg/L	0,5	< 0,1	0,2	< 0,1	0,2
Resíduo Filtrável Total, mg/L	483	41	-	24	-
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	10	< 3,0	-	6	-
Nitrogênio Total, mg/L	23,4	3,7	29,6	2,2	32
Turbidez, UNT	19	< 1,5	-	< 1,5	-

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

Comparado os resultados entre os testes com a duas membranas definiu-se que, pare esta empresa, seria melhor a utilização da Nanofiltração. Estes são alguns dos motivos:

- Menor consumo de energia.
- Menor gastos com manutenção.
- Maior geração de permeado (água de reúso).
- Menor geração de concentrado.
- Proporciona a possibilidade de descarte de concentrado para o corpo receptor.
- Evita o aumento da concentração de sais no tratamento biológico, pois o concentrado não retorna para o reator biológico.
- Reduz o intervalo de limpezas e de parada do sistema.
- Maior vida útil das membranas.

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

Dados Regressos (assumindo o mesmo consumo)	
Recursos Hídricos -2015	**10,05%**
Taxa de Regulação - 2015	**0,50%**
Tarifa média dos 3 últimos meses de 2015	**R$ 19,33**
Volume reutilizado (Mensal)	**2.000,00 L**
Capex	**R$ 494.035,93**
Opex (Mensal)	**R$ 5.000,00**

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

	2016				2017			
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Consumo Estimado Água e Esgoto	5.843,00 L	6.626,00 L	5.021,00 L	5.631,00 L	5.022,00 L	5.155,00 L	5.135,00 L	4.937,00 L
Água Industrial (R$)	112.933,62	128.067,46	97.045,99	108.836,08	97.065,29	99.635,90	99.249,34	95.422,44
Recursos Hídricos (R$)	587,14	665,82	504,54	565,84	504,64	518,01	516,00	496,10
Subtotal (R$)	113.520,77	128.733,29	97.550,53	109.401,92	97.569,94	100.153,91	99.765,34	95.918,54
Taxa de Regulação (R$)	R$ 567,60	R$ 643,67	R$ 487,75	R$ 547,01	R$ 487,85	R$ 500,77	R$ 498,83	R$ 479,59
Estimativa Total da Fatura SEM REÚSO – 2016 (R$)	114.088,37	129.376,95	98.038,29	109.948,93	98.057,79	100.654,68	100.264,16	96.398,13
Fatura Total Acumulada SEM REÚSO (R$)	114.088,37	243.465,32	341.503,61	451.452,54	98.057,79	198.712,46	298.976,63	395.374,76

Estudo piloto e de viabilidade Econômica em Indústria Farmacêutica

	2016				2017			
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Volume Reutilizado	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L	2.000,00 L
Estimativa do Novo Consumo de Água e Esgoto	3.843,00 L	4.626,00 L	3.021,00 L	3.631,00 L	3.022,00 L	3.155,00 L	3.135,00 L	2.937,00 L
Água Industrial (R$)	74.277,58	89.411,42	58.389,95	70.180,04	58.409,25	60.979,86	60.593,30	56.766,40
Recursos Hídricos (R$)	386,17	464,85	303,57	364,87	303,67	317,03	315,03	295,13
Subtotal (R$)	74.663,75	89.876,27	58.693,52	70.544,91	58.712,92	61.296,89	60.908,32	57.061,52
Taxa de Regulação (R$)	373,32	449,38	293,47	352,72	293,56	306,48	304,54	285,31
Estimativa Total da fatura COM REÚSO (R$)	75.037,07	90.325,65	58.986,99	70.897,63	59.006,49	61.603,38	61.212,87	57.346,83
Estimativa Total Acumulada COM REÚSO (R$)	75.037,07	165.362,72	224.349,71	295.247,34	59.006,49	120.609,87	181.822,73	239.169,56

Expectativa de *payback* em 14 meses desde a implementação do sistema.