

A importância do tratamento de esgoto terciário: Uma reflexão sobre os benefícios para as Bacias do PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

69ª Reunião Câmara Técnica de Saúde Ambiental

Ipeúna, 02 de maio de 2017



**PREFEITURA DE
CAMPINAS**
Um novo tempo
para nossa cidade



A vida bem tratada

Lei 6938/81 – Política Nacional de Meio Ambiente

Poluição: degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Afetem desfavoravelmente a biota;
- Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

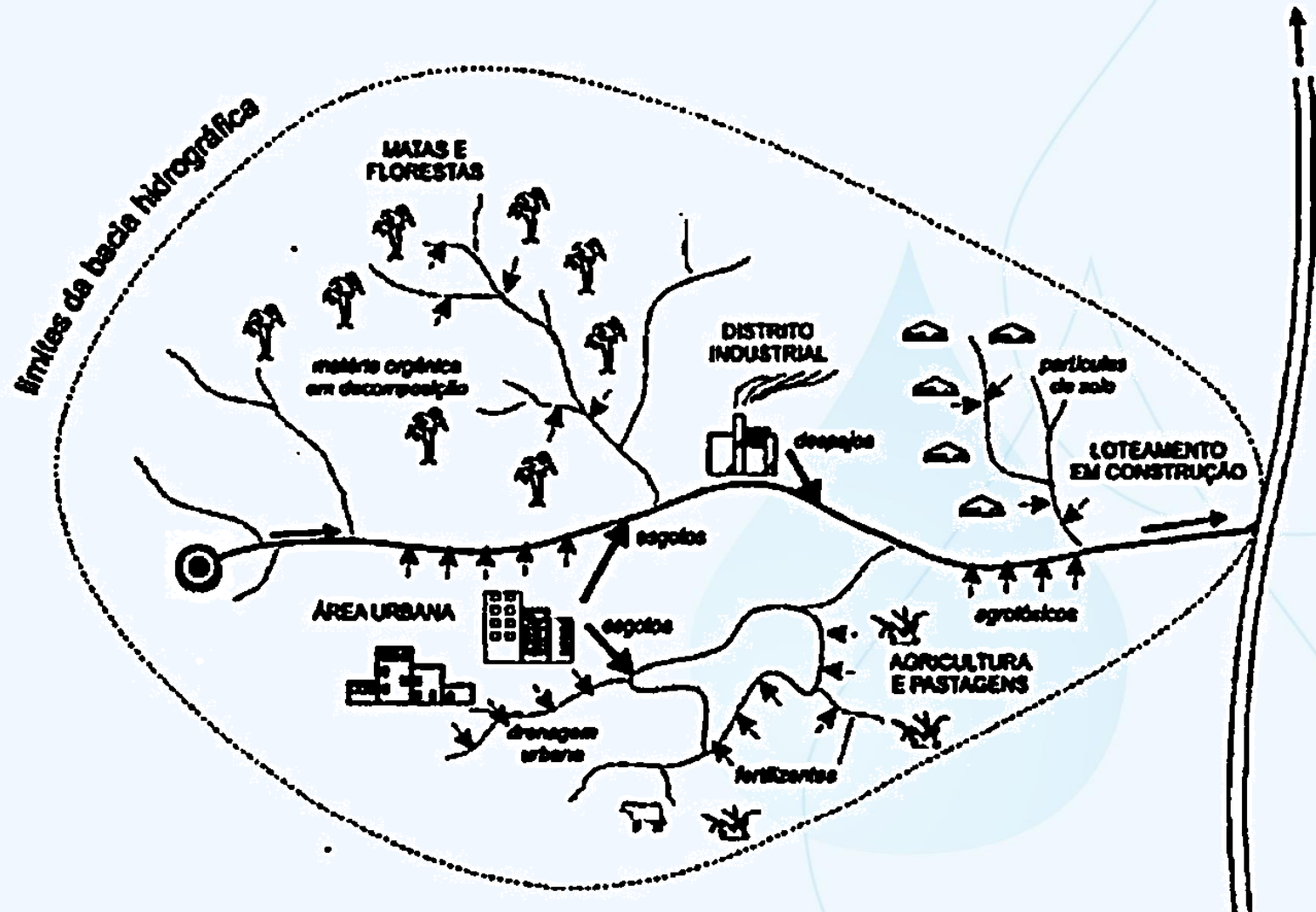
Degradação da qualidade ambiental: a alteração adversa das características do meio ambiente .

Definição prática

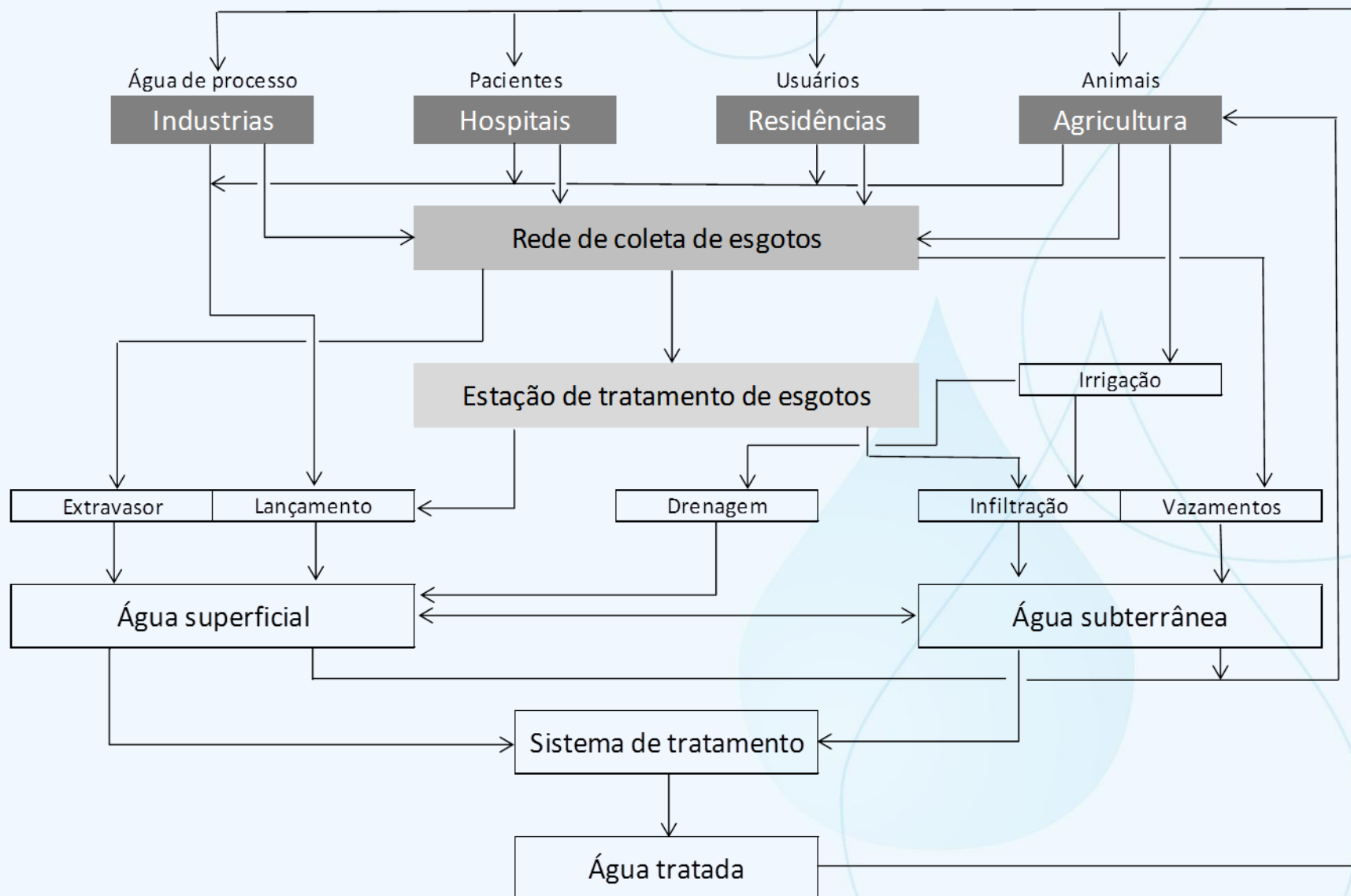
Poluição das águas: adição de substâncias ou de formas de energia que, indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

QUALIDADE DAS ÁGUAS

Qualidade da água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica



POLUIÇÃO DAS ÁGUAS: ROTA DE CONTAMINANTES PARA OS MANANCIAIS



PRINCIPAIS AGENTES POLUIDORES DAS ÁGUAS

Constituinte	Principais parâmetros representativos	Fontes				Possível efeito poluidor
		Águas residuárias		Águas pluviais		
		Urb.	Ind.	Urb.	Agricultura e pastagem	
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	xxx	< >	xx	x	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patogênicos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	xxx	< >	xx	x	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	xxx	< >	xx	x	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes (amônia) Doença em recém-nascidos (nitrato) Poluição de água subterrânea
Organismos patogênicos	Coliformes	xxx	< >	xx	x	Doenças de veiculação hídrica
Matéria orgânica não biodegradável	Pesticidas Alguns detergentes	xx	< >	xx	xx	Toxicidade (vários) Espumas (detergentes) Redução da transferência de oxigênio (detergentes) Biodegradabilidade reduzida ou inexistente Maus odores (ex. fenóis)
	Fármacos Outros					
Metais	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc)	xx	< >	x		Toxicidade Inibição do tratamento biológico de esgotos Problemas na disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos	Sólidos dissolvidos totais	xx	< >		x	Salinidade excessiva - prejuízo às plantações (irrigação) Toxicidade a plantas (alguns íons) Problemas de permeabilidade do solo (sódio)
	Condutividade elétrica					
x: pouco	xx: médio	xxx: muito	< > variável			em branco: usualmente não importante

QUALIDADE DAS ÁGUAS

Principais protozoários e características relacionadas à saúde e ao abastecimento de água para consumo humano
FONTE WHO (2006a; 2006b - adaptado).

Patógeno	IMPACTO ASSOCIADO À SAÚDE			DIFICULDADE DE CONTROLE		
	Sintomas	Incidência	Epidemias/Surtos	Persistência	Resistência ⁽¹⁾	Tamanho (µm)
Transmissão fecal oral						
<i>Entamoeba histolytica</i>	Assintomáticos ⁽²⁾ a severos	Comum	Várias/os	Moderada	Alta	10 a 16 (cisto)
<i>Giardia duodenalis</i>	Assintomáticos a moderados	Comum	Várias/os	Moderada	Alta	9 a 14 (cisto)
<i>Cryptosporidium spp.</i>	Moderados	Comum	Várias/os	Longa	Muito alta	4 a 6 (oocisto)
<i>Toxoplasma gondii</i>	Moderados	Comum	Poucas/os	Longa	Muito alta	10 a 14 (oocisto)
<i>Cyclospora C ayetanensis</i>	Moderados	Rara	Poucas/os	Longa	Alta	7 a 10 (oocisto)
<i>Microsporídios</i>	Moderados	Rara	Incertas/os	Longa	Alta (?)	1 a 4,5 (cisto)
<i>Balantidium coli</i>	Assintomáticos a moderados ⁽³⁾	Moderada	Muito poucas/os	Longa (?)	Alta	45 a 70 (cisto)
<i>Isospora belli</i>	Moderados	Rara	Sem registros	Longa (?)	Alta (?)	14 a 32 (cisto)
<i>Blastocystis hominis</i>	Assintomáticos a moderados	Comum	Sem registros	Longa (?)	(?)	6 a 40 (cisto)
Outros mecanismos de transmissão ⁽⁴⁾						
<i>Acanthamoeba</i>	Severos ou muito severos	Muito rara	Poucas/os	Pode multiplicar ⁽⁵⁾	Baixa	25 a 40 (trofozoítos) 10 a 30 (cisto)
<i>Naegleria fowleri</i>	Muito severos	Muito rara	Rara	Pode multiplicar ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	Baixa	10 a 15 (trofozoítos) 7 a 15 (cisto)
<i>Balamuthia mandrillaris</i>	Muito severos	Muito rara	Sem registros	Pode multiplicar ⁽⁵⁾	?	15 a 60 (trofozoítos) 15 (cisto)

(1) RESISTÊNCIA À DESINFECÇÃO POR CLORO, NAS DOSAGENS E TEMPOS DE CONTATOS USUAIS PARA INATIVAÇÃO DE 99% DAS FORMAS INFECTANTES (CISTOS/OOCISTOS). (2) CERCA DE 85-95% DAS INFECÇÕES HUMANAS POR *ENTAMOEBAS HISTOLYTICAS* SÃO ASSINTOMÁTICAS. (3) A INFECÇÃO HUMANA POR *BALANTIDIUM COLI* É RARA E A MAIORIA, ASSINTOMÁTICA. (4) NA INFECÇÃO OCULAR CAUSADA POR *ACANTHAMOEBA*, A EXPOSIÇÃO USUALMENTE RELATADA É O USO DE LENTES DE CONTATO CONTAMINADAS COM SOLUÇÕES SALINAS UTILIZADAS PARA LIMPEZA, OU CONTAMINAÇÃO DOS UTENSÍLIOS UTILIZADOS PARA ARMAZENAMENTO. NAS ENCEFALITES (ENCEFALITE GRANULOMATOSA AMEBIANA - EGA) CAUSADAS POR *ACANTHAMOEBA*, O MECANISMO DE TRANSMISSÃO MAIS PROVÁVEL É VIA CORRENTE SANGÜÍNEA A PARTIR DE OUTROS LOCAIS DE COLONIZAÇÃO, COMO PELE OU PULMÕES. A TRANSMISSÃO DE *NAEGLERIA FOWLERI* (AGENTE ETIOLÓGICO DE MENINGOENCEFALITE AMEBIANA PRIMÁRIA) SE DÁ PELA PENETRAÇÃO DO PARASITA PELA MUCOSA NASAL DEVIDO AO CONTATO COM ÁGUA CONTAMINADA. *BALAMUTHIA MANDRILLARIS* TAMBÉM É AGENTE ETIOLÓGICO DE ENCEFALITES (EGA) E O MEIO AMBIENTE (SOLO) TEM SIDO SUGERIDO COMO A PROVÁVEL FONTE DE INFECÇÃO. NÃO SÃO CONHECIDOS CASOS RELACIONADOS À EXPOSIÇÃO À ÁGUA. (5) A FORMA VEGETATIVA DO MICRORGANISMO (TROFOZOÍTICA) PODE SE MULTIPLICAR NA ÁGUA. (6) PRINCIPALMENTE EM ÁGUAS COM TEMPERATURAS MAIS ELEVADAS, COMO EM REGIÕES TROPICAIS. FONTE: WHO (2006A; 2006B ADAPTADO).

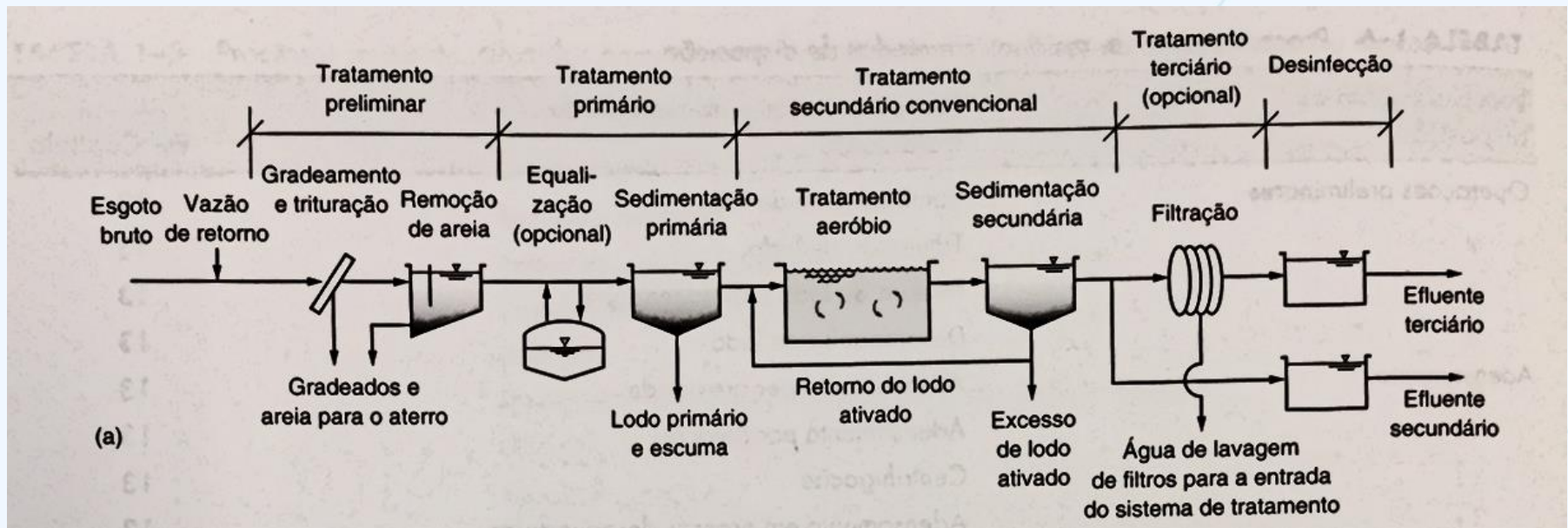
CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS

Contribuinte	Unidade	Concentração ^b		
		Baixa	Média	Alta
Sólidos totais (ST)	mg/L	537	806	1612
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	mg/L	374	560	1121
Fixos	mg/L	224	336	672
Voláteis	mg/L	150	225	449
Sólidos suspensos totais (SST)	mg/L	130	195	389
Fixos	mg/L	29	43	86
Voláteis	mg/L	101	152	304
Sólidos sedimentáveis	mg/L	8	12	23
Demanda bioquímica de oxigênio, 5d, 20°C DBO	mg/L	133	200	400
Carbono orgânico total (COT)	mg/L	109	164	328
Demanda química de oxigênio (DQO)	mg/L	339	508	1016
Nitrogênio (total como N)	mg/L	23	35	69
Orgânico	mg/L	10	14	29
Amônia livre	mg/L	14	20	41
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fósforo (total como P)	mg/L	3,7	5,6	11
Orgânico	mg/L	2,1	3,2	6,3
Inorgânico	mg/L	1,6	2,4	4,7
Potássio	mg/L	11	16	32
Cloretos	mg/L	39	59	118
Sulfato	mg/L	24	36	72
Óleo e graxa	mg/L	51	76	153
Compostos orgânicos voláteis totais (COVs)	mg/L	<100	100-400	>400
Coliformes totais	No./100mL	10^6 - 10^8	10^7 - 10^9	10^7 - 10^{10}
Coliformes fecais	No./100mL	10^3 - 10^5	10^4 - 10^6	10^5 - 10^8
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	No./100mL	10^{-1} - 10^1	10^{-1} - 10^2	10^{-1} - 10^3
Cistos de <i>Giardia lamblia</i>	No./100mL	10^{-1} - 10^2	10^{-1} - 10^3	10^{-1} - 10^4

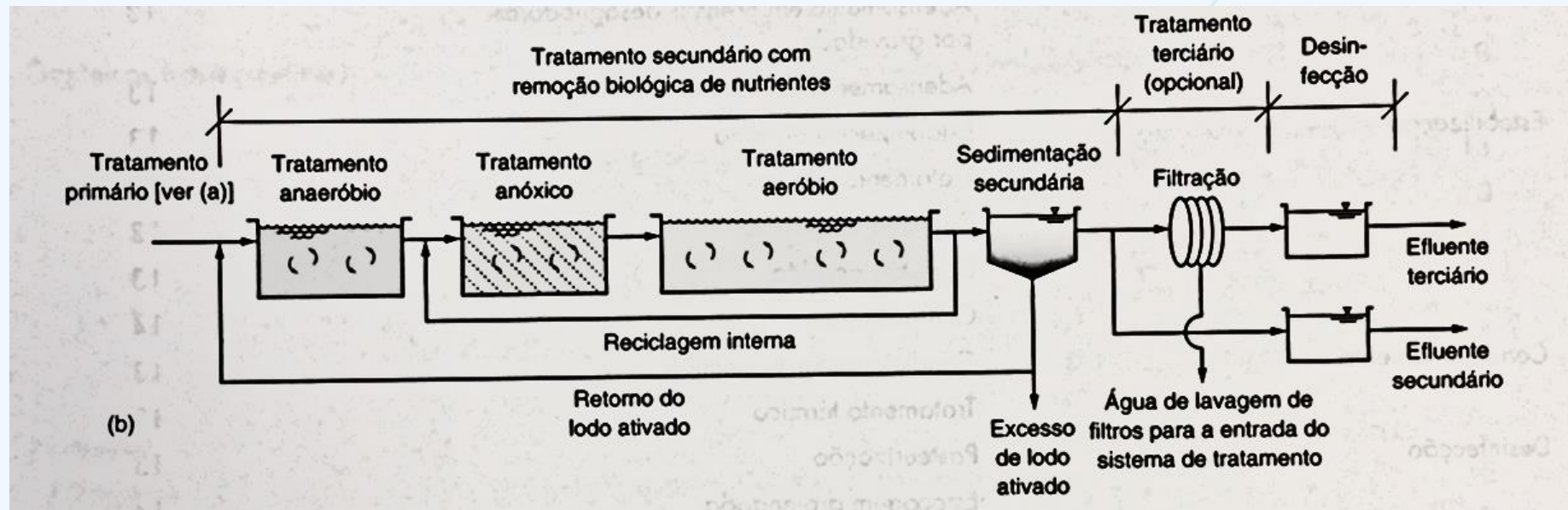
NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

NÍVEL DE TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
Preliminar	Remoção de constituintes, como trapos, flotáveis, areia e graxas, que possam causar problemas operacionais ou de manutenção às operações e aos processos de tratamento e sistemas auxiliares
Primário	Remoção de parte de sólidos suspensos e matéria orgânica do esgoto
Primário Avançado	Remoção melhorada de sólidos suspensos e matéria orgânica do esgoto. Tipicamente efetuada pela adição de compostos químicos ou filtração
Secundário	Remoção de matéria orgânica biodegradável (em solução ou em suspensão) e sólidos suspensos. A desinfecção é, também, tipicamente incluída na definição de tratamento secundário convencional
Secundário com remoção de nutrientes	Remoção de compostos orgânicos biodegradáveis, sólidos suspensos e nutrientes (nitrogênio, fósforo ou ambos)
Terciário	Remoção de sólidos suspensos residuais (após tratamento secundário), usualmente por filtros granulares, filtros de pano ou microtelas. A desinfecção é, também, um componente típico do tratamento terciário. Remoção de nutrientes é, geralmente, incluído nesta definição.
Avançado	Remoção de materiais suspensos ou dissolvidos, que permanecem após tratamento biológico, quando requerido para aplicações diversas de reúso.

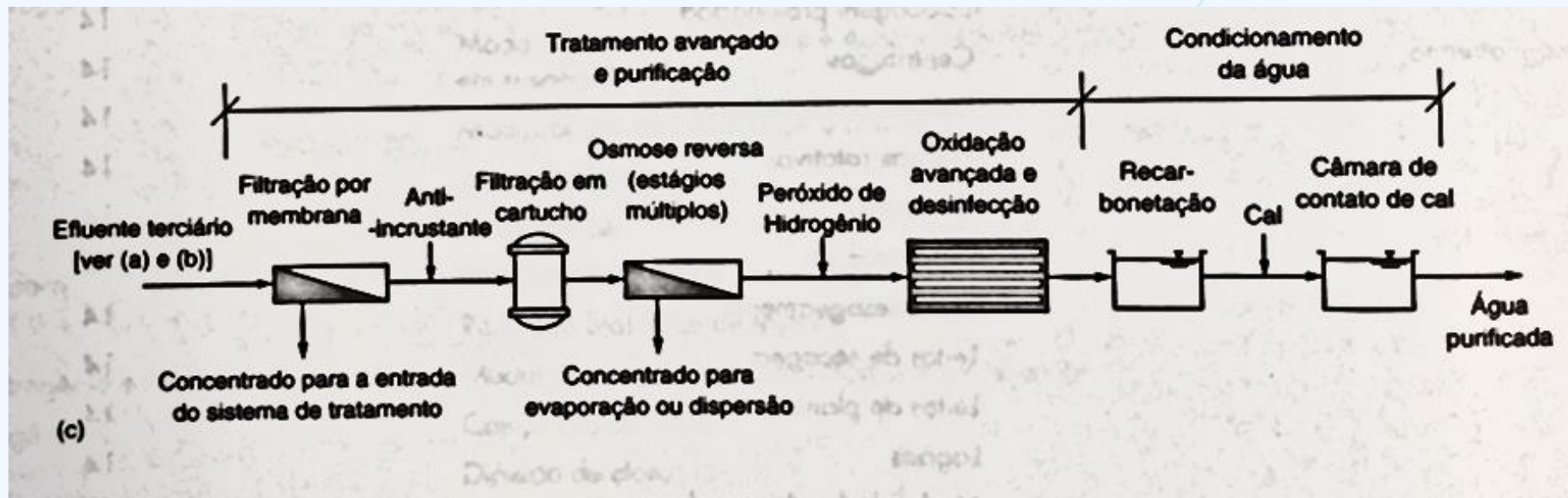
NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO



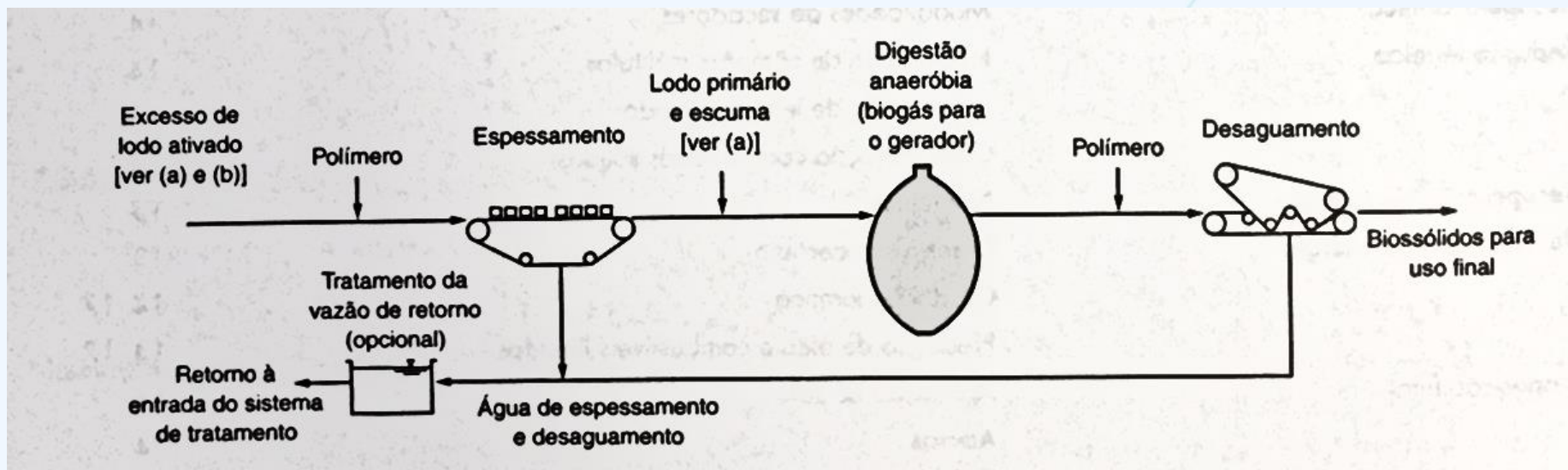
NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO



NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO



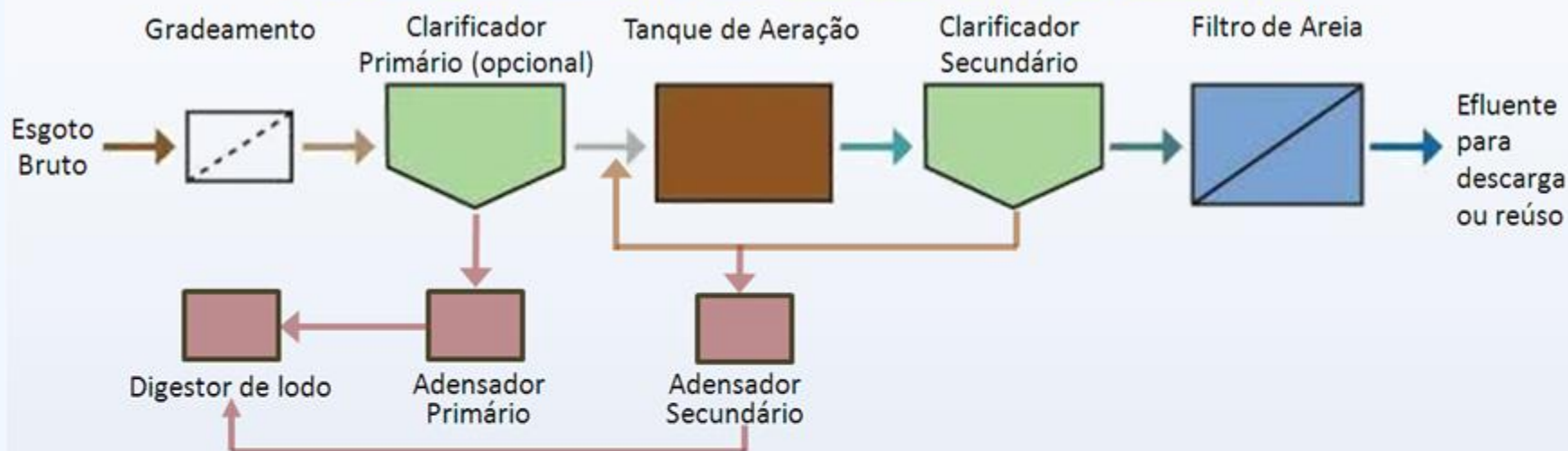
NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO



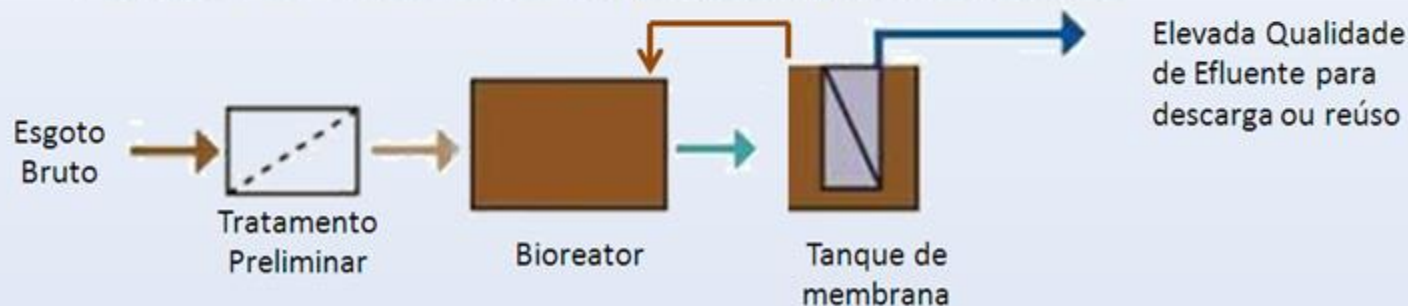
MBR x LODOS ATIVADOS CONVENCIONAL

- Tecnologia avançada que combina ultrafiltração por membranas filtrantes com tratamento biológico;
- Pode realizar a aeração, clarificação e filtração convencionais em uma única etapa.

Processo de Tratamento Convencional em Múltiplas Etapas



Processo de Tratamento Simplificado por Membranas



Patogênicos

Compostos de cloro

Dióxido de cloro

Ozônio

Radiação ultravioleta (UV)

Tratamento térmico (pasteurização)

Sólidos coloidais e dissolvidos

Membranas

Tratamento químico

Adsorção em carvão

Troca iônica

Compostos orgânicos voláteis

Extração por ar

Adsorção em carvão

Oxidação avançada

Odores

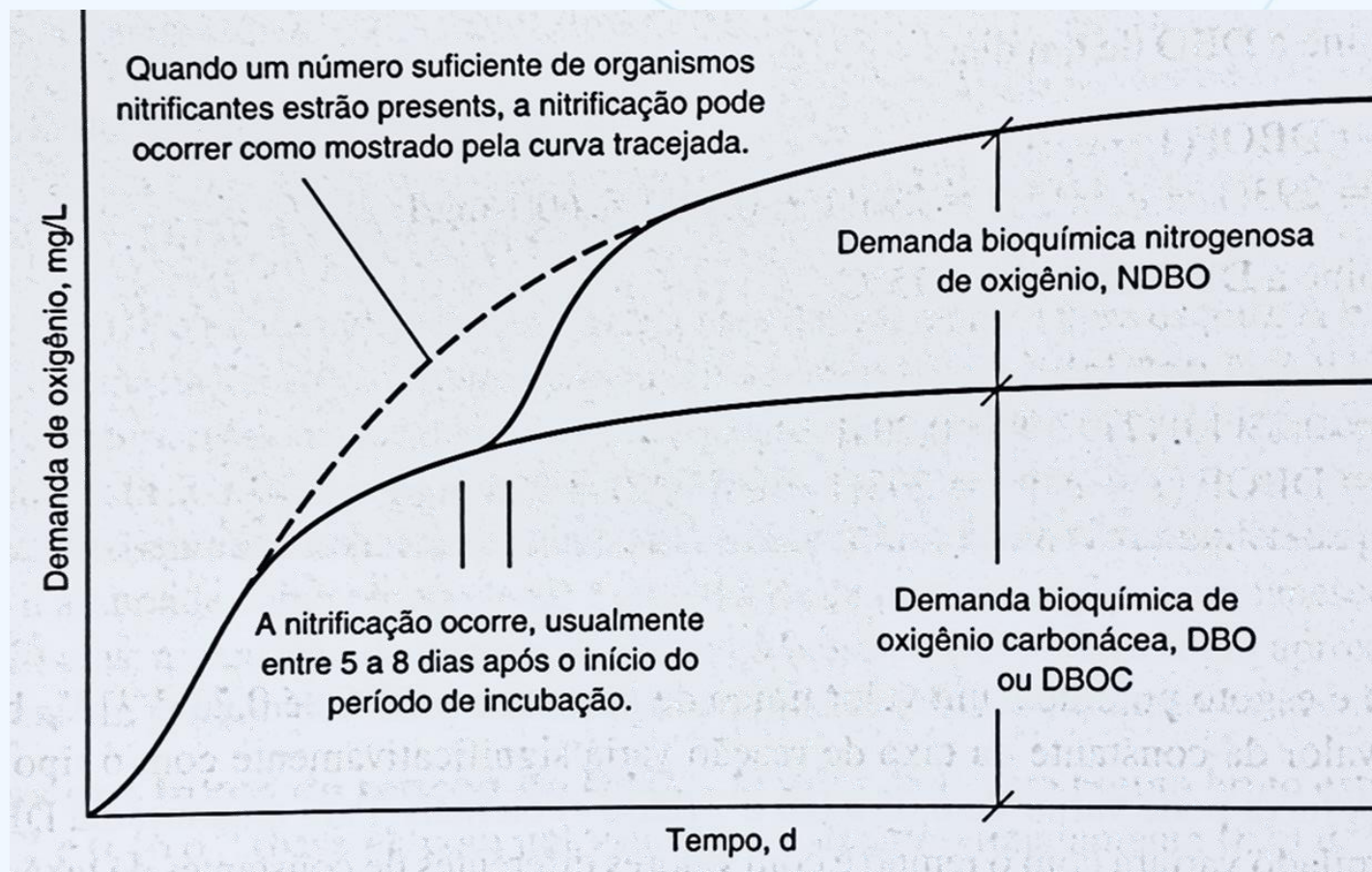
Lavadores de gás

Adsorção em carvão

Filtros biológicos

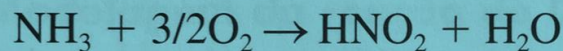
Filtros compostos

DBO - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

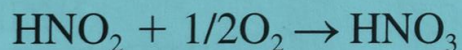


Esquema da demanda bioquímica de oxigênio carbonácea e nitrogenada em uma amostra de esgoto

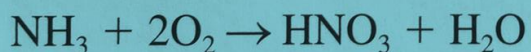
Conversão de amônia a nitrito (por *Nitrosomonas*):



Conversão de nitrito a nitrato (por *Nitrobactéria*):

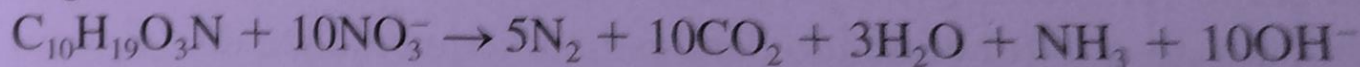


Conversão total de amônia a nitrato:

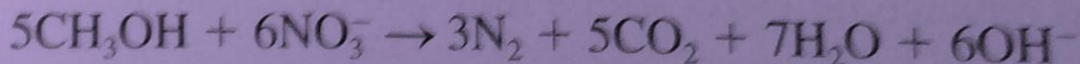


Nitrificação

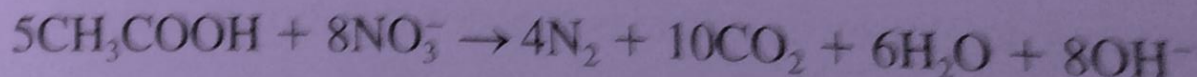
Esgoto:



Metanol:



Ácido acético:



Desnitrificação

O fósforo total no esgoto doméstico apresenta-se como fosfatos, nas seguintes formas (IAWQ, 1995):

- **Inorgânica** (polifosfatos e ortofosfatos) – origem nos detergentes e outros produtos químicos domésticos;
- **Orgânica** (ligada a compostos orgânicos) – origem fisiológica.

Uma outra possível classificação do fósforo presente no esgoto é quanto à sua forma como sólidos (IWAQ, 1995):

- **Fósforo solúvel** (predominantemente inorgânico) - principalmente polifosfatos e ortofosfatos (fósforo inorgânico), acrescidos de uma pequena fração correspondente ao fósforo ligado à matéria orgânica solúvel do esgoto;
- **Fósforo particulado** (todo na forma orgânica) – ligado à matéria orgânica particulada do esgoto.

PADRÕES DE QUALIDADE – NITROGÊNIO E FÓSFORO

Padrões de qualidade para corpos de água doce relacionados às formas de nitrogênio e fósforo

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUAS DOÇES			
		1	2	3	4
N amoniacal total ($\text{pH} \leq 7,5$)	mgN/L	3,7	3,7	13,3	-
N amoniacal total ($7,5 < \text{pH} \leq 8,0$)	mgN/L	2,0	2,0	5,6	-
N amoniacal total ($8,0 < \text{pH} \leq 8,5$)	mgN/L	1,0	1,0	2,2	-
N amoniacal total ($\text{pH} > 8,5$)	mgN/L	0,5	0,5	1,0	-
Nitrato	mgN/L	10,0	10,0	10,0	-
Nitrito	mgN/L	1,0	1,0	1,0	-
P total (ambiente lântico)	mgP/L	0,020	0,030	0,050	-
P total (ambiente intermediário ^(a) e tributário direto de ambiente lântico)	mgP/L	0,025	0,050	0,075	-
P total (ambiente lótico e tributário de ambiente intermediário)	mgP/L	0,10	0,10	0,15	-

FONTE: CONAMA (RESOLUÇÃO 357/05)

NOTAS: A TABELA APRESENTA AS FORMAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO; CONSULTAR A RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 PARA A LISTA COMPLETA E PARA A REDAÇÃO OFICIAL VERIFICAR LEGISLAÇÕES ESTADUAIS PARA EVENTUAIS PARÂMETROS ADICIONAIS E/OU VALORES MAIS RESTRITIVOS, BEM COMO EVENTUAIS PADRÕES DE LANÇAMENTO NAS ÁGUAS DE CLASSE ESPECIAL É VEDADO O LANÇAMENTO DE EFLUENTES OU DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS, AGROPECUÁRIOS, DE AQUICULTURA, INDUSTRIAIS E DE QUAISQUER OUTRAS FONTES POLUENTES, MESMO QUE TRATADOS

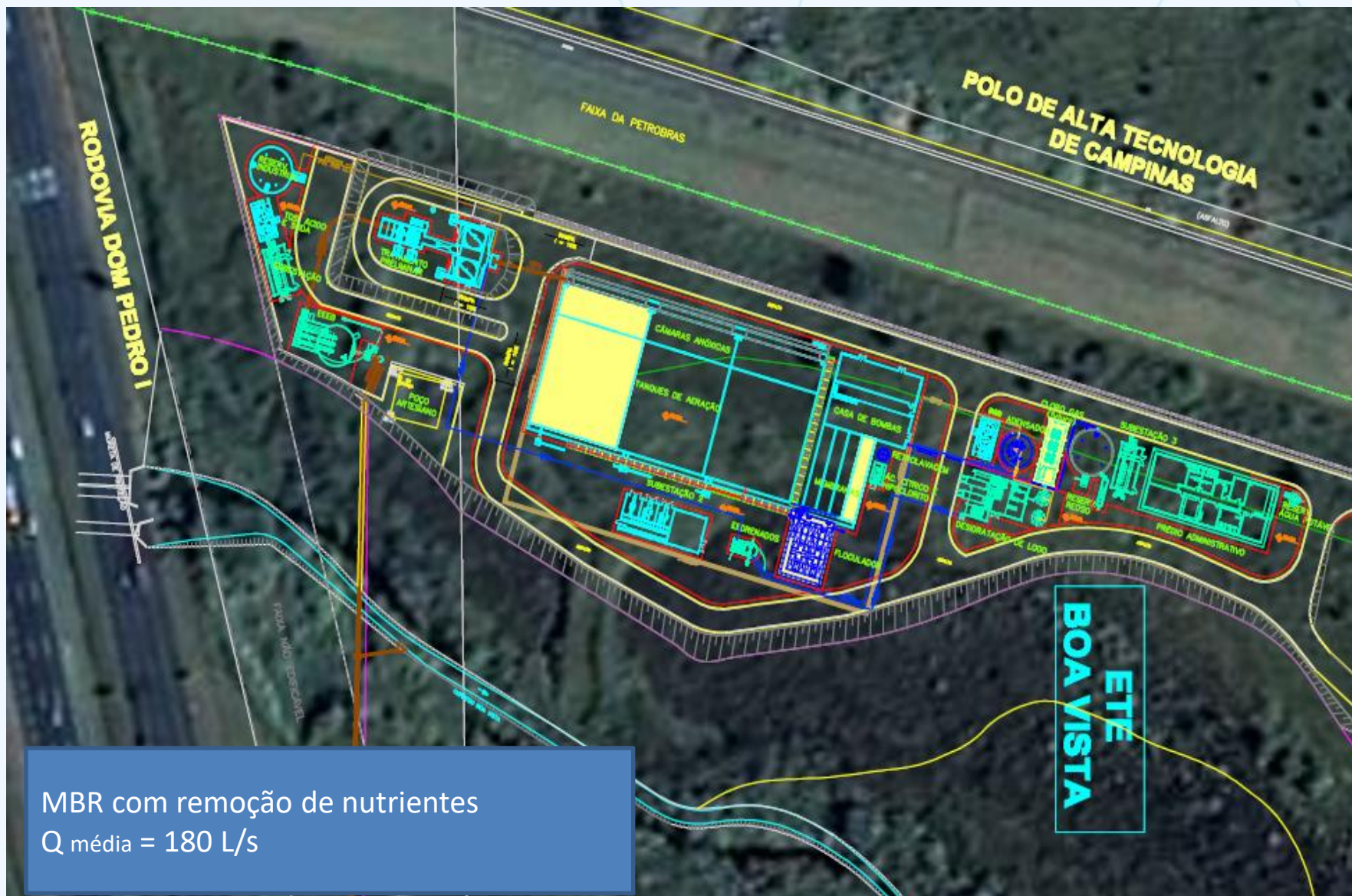
VA: VIRTUALMENTE AUSENTES

(a) AMBIENTE INTERMEDIÁRIO: TEMPO DE RESIDÊNCIA ENTRE 2 A 40 DIAS

Quadro 6 – Comparação de custos *per capita* para implementação de estações de tratamento por faixa de população (valores corrigidos pelo índice SINAPI para julho de 2008)

Tipo de tratamento	Custo de implantação (R\$/hab.) - valores corrigidos para julho/2008					
	Faixa de população (hab.)					
	Até 10.000	Entre 10.001 e 20.000	Entre 20.001 e 50.000	Entre 50.001 e 100.000	Entre 100.001 e 300.000	Acima de 300.001
Lagoa anaeróbia+ facultativa		155,96	155,96	76,08	76,08	
Lagoa Facultativa			161,66		85,59	
Lagoa aerada				95,10	95,10	
UASB + Filtro aeróbio		123,62	66,57	66,57		
UASB+Filtro anaeróbio	104,61	104,61	104,61	104,61	104,61	
UASB + Lodos Ativados Batelada			171,17			
UASB + Lodos Ativados Aeração Prolongada		171,17			199,7	
UASB + Lodos Ativados Convencional			228,23		180,68	
UASB + Lagoas de Estabilização	190,19	190,19	190,19		85,59	
Lodos Ativados com Aeração Prolongada			171,17	108,41	108,41	
Lodos Ativados Convencional					184,49	190,19
Lodos Ativados por Batelada		427,93	370,87	218,72	199,70	180,68

ETE BOA VISTA – SANASA - CAMPINAS



EPAR – ESTAÇÃO PRODUTORA DE ÁGUA DE REÚSO CAPIVARI II



PARAMETROS DE PROJETO: CAMARA ANAERÓBIA



Concentração de fósforo no afluente	7,0	mg/L
TDH	2,4	h
Dimensões	14,0 x 24,1 x 5,0	m
Volume	1.687	m ³

CÂMARA ANÓXICA E MISTURADOR PARA HOMOGENEIZAÇÃO



PARÂMETROS DE PROJETO: CAMARA ANÓXICA



NTK	40	mg/L
Eficiência Esperada	99,8	%
Temperatura média	20	°C
Taxa específica de desnitrificação	0,04	gNOx/gSSVd
Velocidade de desnitrificação	0,036	gNOx/gSSVd
TDH	2,4	H
Dimensões	14x24,1x5	m
Volume	1.687	m ³

TANQUE DE AERAÇÃO E BOMBA PROPELLER



*Sistema de aeração bolhas finas
- 3.456 difusores*



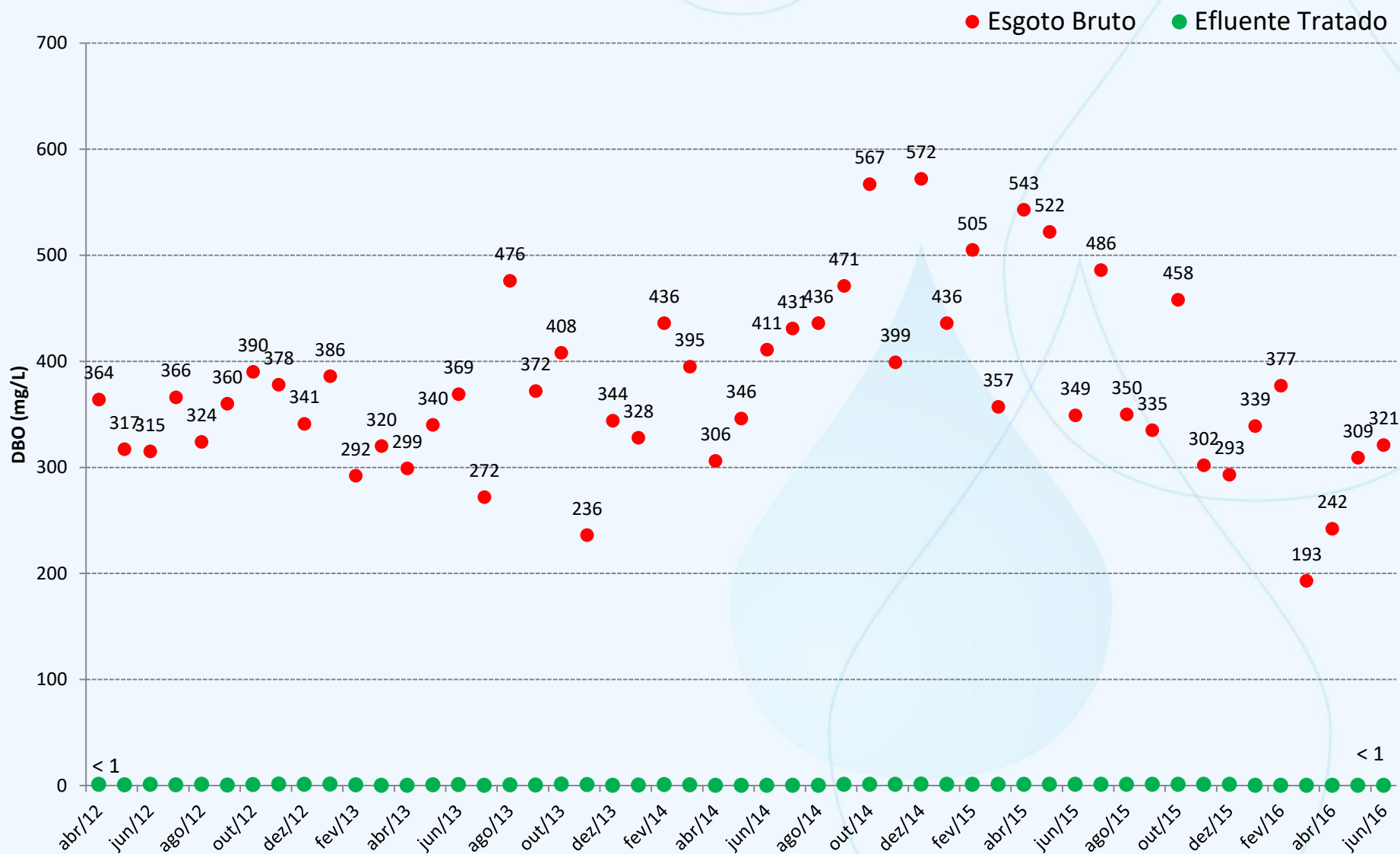
Bomba Propeller

PARÂMETROS DE PROJETO: TANQUE DE MEMBRANAS

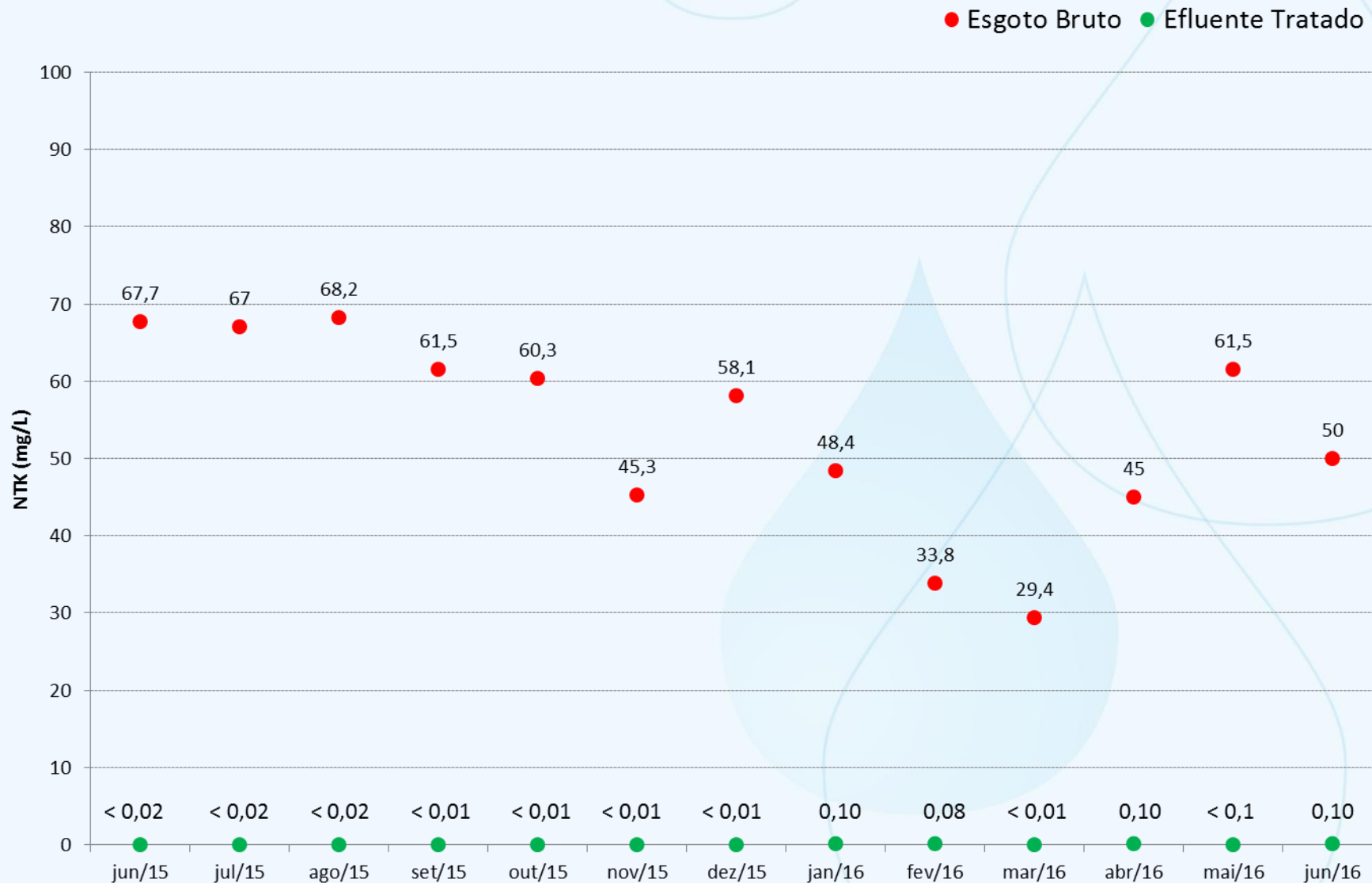
Fluxo (médio / pico)	18 LMH / 29 LMH
Área de filtração	~ 72.800 m ²
Número de trens de membranas	6
Número de cassetes por trem	8 (10 espaços)
SST no biorretator / trem de membrana	10 g/L / 12 g/L
Dimensões internas do tanque (CxLxA)	10 x 6,4 x 3,3 m
Área total ocupada (6 tanques)	~430 m ²
Fluxo na retrolavagem	34 LMH



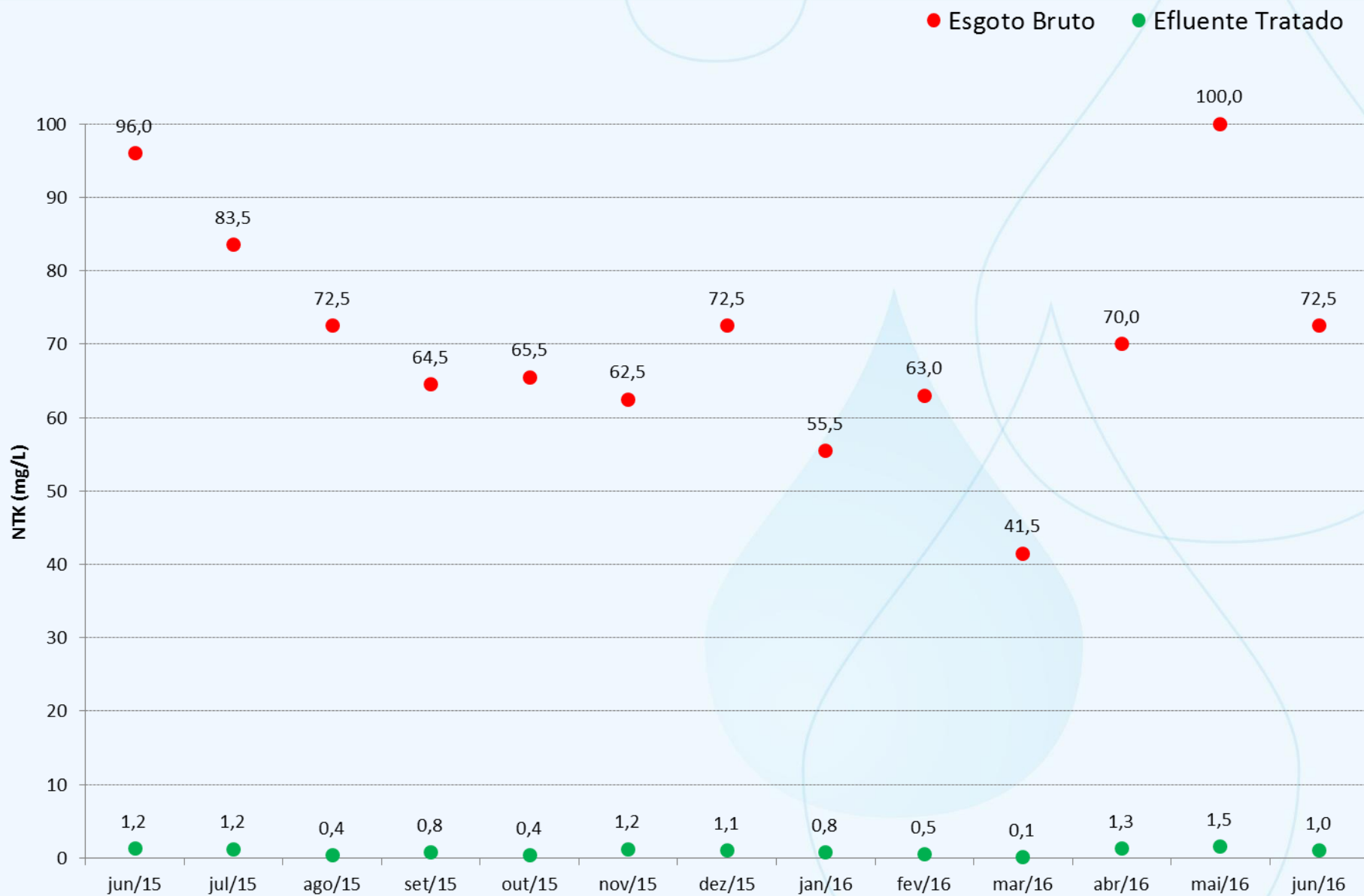
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)



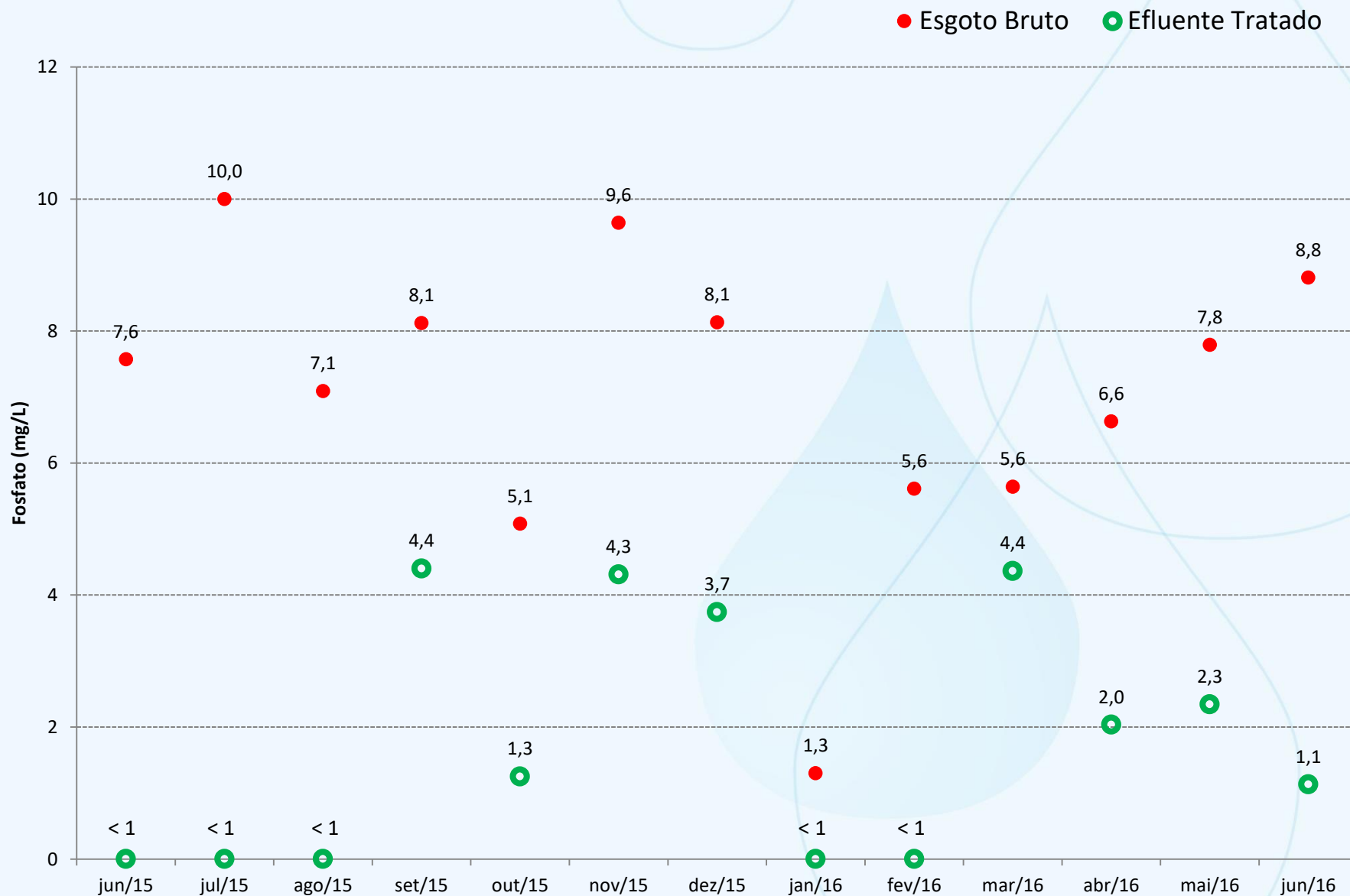
Nitrogênio Amoniacal



Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)



Fósforo





produto químico para intensificar a remoção de fósforo

DOSAGEM DE PAC - POLICLORETO DE ALUMÍNIO

VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO : 180 L/s

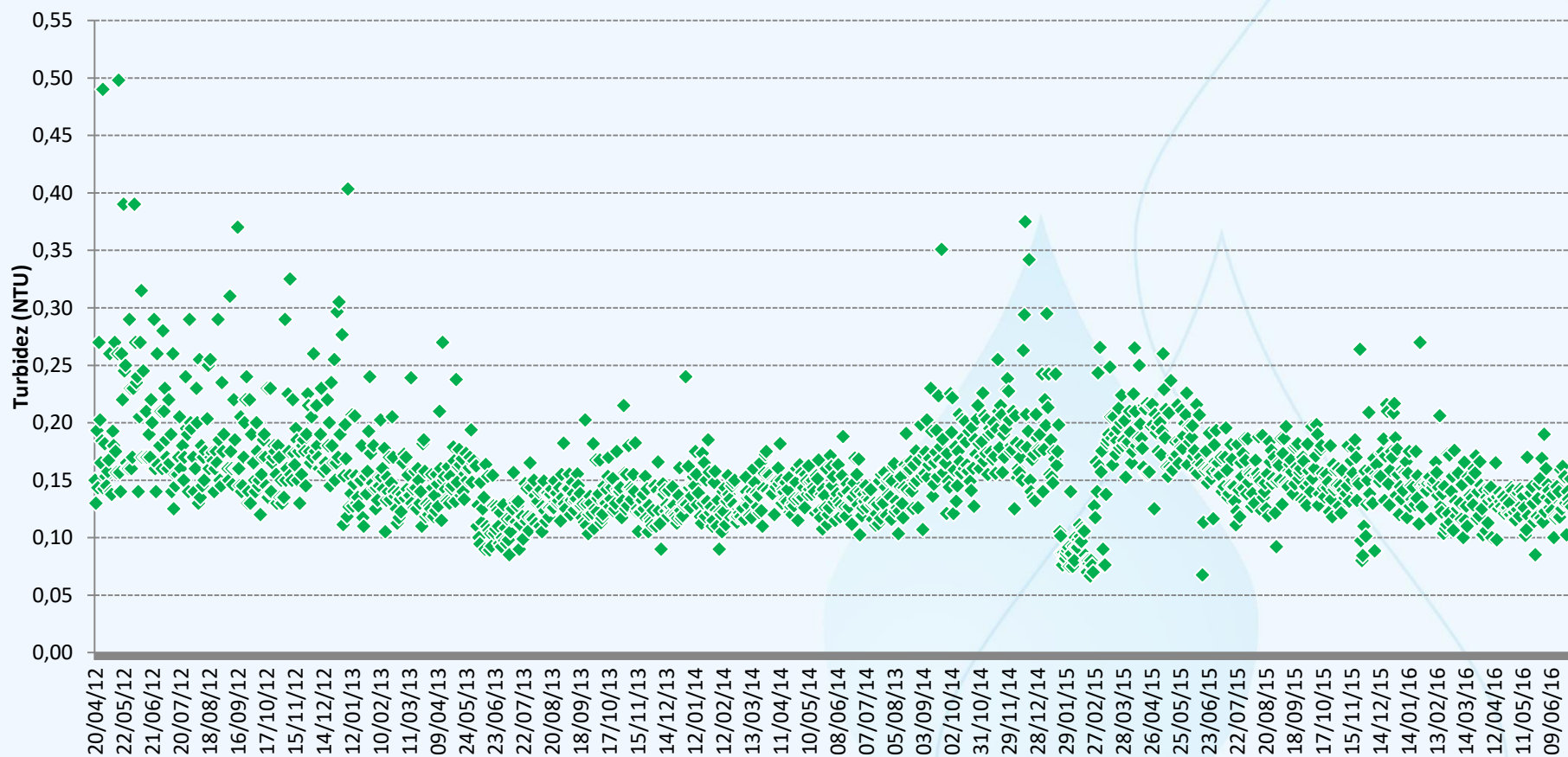
DOSAGEM PREVISTA DE PAC : 80 mg/L

CONSUMO DE PAC = 1.244 Kg/d

CUSTO DE PAC : R\$1,0454/Kg

CUSTO PREVISTO : R\$1.300,00/dia

Turbidez do efluente tratado – médias diárias



Resultados microbiológicos - água de reúso (período 2012 - 2016)

Parâmetro	Faixa de resultados
<u>Escherichia coli</u> (NMP/100mL)	< 1,8
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	< 1,8
Giardia spp (cisto/L)	Não Detectado
Cryptosporidium spp (oocisto/L)	Não Detectado

Subprodutos da desinfecção

Quando o cloro é adicionado à água contendo matéria orgânica, formam-se diversos compostos orgânicos contendo cloro. Esses e alguns outros compostos são coletivamente chamados de subprodutos da desinfecção (SPDs). Embora geralmente presentes em concentrações baixas, eles merecem atenção porque sabe-se ou suspeita-se que muitos deles são potencialmente carcinogênicos. As classes típicas desses compostos incluem trihalometanos (THMs), ácidos haloacéticos (AHAs), triclorofenol e aldeídos.

Na última década, a N-Nitrosodimetilamina (NDMA) vem sendo encontrada em efluentes de estações de tratamento de esgotos. Como um grupo de compostos, as nitrosaminas estão entre os compostos carcinogênicos mais potentes conhecidos (Snyder, 1995). Esses compostos são também considerados carcinogênicos a diversas espécies de peixes a concentrações muito baixas. O limite estabelecido pela U.S. EPA para a NDMA é de duas partes por trilhão. Baseado em resultados de estudos recentes, a NDMA parece ser formada durante o processo de cloração. No efluente tratado, o íon nitrato pode reagir com ácido clorídrico, presente como resultado da desinfecção por cloro, para formar ácido nitroso. Na sequência, o ácido nitroso pode reagir com dimetilamina para formar NDMA (Hill, 1988). O composto dimetilamina é comum no esgoto e em águas superficiais, sendo encontrado em urina, fezes, algas e tecidos de plantas. A dimetilamina também é parte de alguns polímeros utilizados para tratamento de água (como a polidialil dimetilamina) e para íons de resinas de troca iônica. A formação de NDMA sob condições básicas e alcalinas foi referida por Wainwright (1986).

Sociedade Brasileira de Química (SBQ)

Goânia - 2016

REMOVAL OF CAFFEINE IN WASTEWATER RECLAMATION PLANT WITH MEMBRANE BIO REACTOR SYSTEM

Edilaine de Freitas Lima¹ (IC), Cassiana Carolina Montagner Raimundo^{1*} (PQ), Romeu Cantusio Neto^{2*} (PQ)

¹ Universidade Estadual de Campinas, ² Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A

* montagner@iqm.unicamp.br, * microbiologia@sanasa.com.br

Laboratório de Química Ambiental, Instituto de Química, UNICAMP. Cidade Universitária Zeferino Vaz - Campinas - SP 13083-970

Laboratório Central, Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A, SANASA. Swift - Campinas- SP 13045-750

Keywords: caffeine, membrane bio reactor, water reuse

Abstract

This study determined the removal efficiency of caffeine (99.99 %) in Wastewater Reclamation Plant Capivari II that employs Membrane Bio Reactor with ultrafiltration membranes after a biological treatment. The result can be indicated the removal of other emerging contaminants with physical-chemical properties similar to the caffeine, which may be very important considering the type of reuse to be performed with the final effluent

Introduction

The wastewater reclamation plant (WWRP) Capivari II is located in the Midwestern region of the city of Campinas-SP and receives domestic sewage from about 175,000 inhabitants. The WWRP employs a biological treatment followed by Membrane Bio Reactor (MBR) system with ultrafiltration membranes. The WWRP produces 70 L s⁻¹ of reclaimed water quality to meet urban purposes, non-potable. The membranes are fibers that promote physical separation of the influent unwanted matter. In WWRP Capivari II, ultrafiltration membranes have a nominal pore 0.04 µm that promote retention of suspended solids and colloids, including bacteria² and the treated effluent not consumed is released in Capivari River. The aims of this study was to determine the concentration of caffeine in raw sewage, pre-MBR system effluent and the final effluent for obtained the removal efficiency of this compound in WWRP by monthly sampling held between March 2015 and February 2016 in order to complete a seasonal period. The removal efficiency in WWRP was compared with other conventional wastewater treatment plants (WWTP) located in the same city. The determination of caffeine was performed using Solid Phase Extraction (SPE) with OASIS HLB (Waters) cartridges and Liquid Chromatography tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) with an electrospray ionization source from Agilent Technologies according to Montagner et al., 2014 (Figure 1).¹



Figure 1. Summary scheme of the experimental part.

Results and Discussion

The limit of detection (LOD) of this method was 8 ng L⁻¹ which shows that is very sensible method for this analysis. In general, the mean concentration of caffeine in raw sewage was about 2 mg L⁻¹, after biological treatment the caffeine mean concentration was 2 µg L⁻¹ and after MBR system, the final effluent present caffeine in concentration about 35 ng L⁻¹, which represents a removal of 99.99 % after ultrafiltration membranes treatment. This percentage of efficiency is higher than those obtained by conventional WWTP according to literature^{3, 4}. In addition, for completed this study, were collected samples of raw and treated effluent from four conventional WWTP from Campinas-SP to compared with WWRP efficiency and the data are being finalized.

Conclusion

The study has indicated that caffeine removal efficiency in the treatment employed in WWRP Capivari II is above 99.99 %. Considering that, the presence of caffeine in natural waters was related with the presence of other emerging compounds, including endocrine disruptors compounds,¹ their removal may mean a decrease of estrogenic activity of the treated effluent.

Acknowledgments

FAPESP (proc. 2014/24740-6).



¹ Montagner, C.C. et al.; *Environ. Sci. Process Impact*, 2014, 15, 1815

² De Gasperi, R.L.P. et al.; *Pollution Engineering*, 2014, Jan, 47

³ Qi, W. et al; *Chemosphere*, 2015, 119, 1054

⁴ Choi, K. et al; *Sci.Total Environment*, 2008, 405, 120

Results and Discussion

The limit of detection (LOD) of this method was 8 ng L⁻¹ which shows that is very sensible method for this analysis. In general, the mean concentration of caffeine in raw sewage was about 2 mg L⁻¹, after biological treatment the caffeine mean concentration was 2 µg L⁻¹ and after MBR system, the final effluent present caffeine in concentration about 35 ng L⁻¹, which represents a removal of 99.99 % after ultrafiltration membranes treatment. This percentage of efficiency is higher than those obtained by conventional WWTP according to literature^{3, 4}. In addition, for completed this study, were collected samples of raw and treated effluent from four conventional WWTP from Campinas-SP to compared with WWRP efficiency and the data are being finalized.

Conclusion

The study has indicated that caffeine removal efficiency in the treatment employed in WWRP Capivari II is above 99.99 %. Considering that, the presence of caffeine in natural waters was related with the presence of other emerging compounds, including endocrine disruptors compounds,¹ their removal may mean a decrease of estrogenic activity of the treated effluent.

RESULTADOS DE ANÁLISES - EFLUENTE EPAR – CAPIVARI II

Parâmetro	Unidade	VMP	A1
Ácidos Haloacéticos Totais	mg/L	0,08	< 0,033
Alumínio	mg/L	0,2	0,0245
Bário	mg/L	0,7	0,0668
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,001
Cloraminas Totais	mg/L	4	< 0,01
Cloreto	mg/L	250	83,1
Cloro Residual Livre	mg/L	5	< 0,01
Cobre	mg/L	2	0,00425
Coliformes Totais	P/A 100mL	Ausência	Ausentes
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	500	96
Cor aparente	UC	15	40
Dureza Total	mg/L	500	72,1
Escherichia coli	P/A 100mL	Ausência	Ausentes
Ferro	mg/L	0,3	0,052
Fluoreto	mg/L	1,5	0,85
Manganês	mg/L	0,1	0,0604
Níquel	mg/L	0,07	0,00362
Nitrato (como N)	mg/L	10	3,63
pH (a 25°C)		6,0 - 9,5	6,65
Sódio	mg/L	200	73,9
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	316
Sulfato	mg/L	250	52
Turbidez	NTU	5	1,37
Zinco	mg/L	5	0,0674

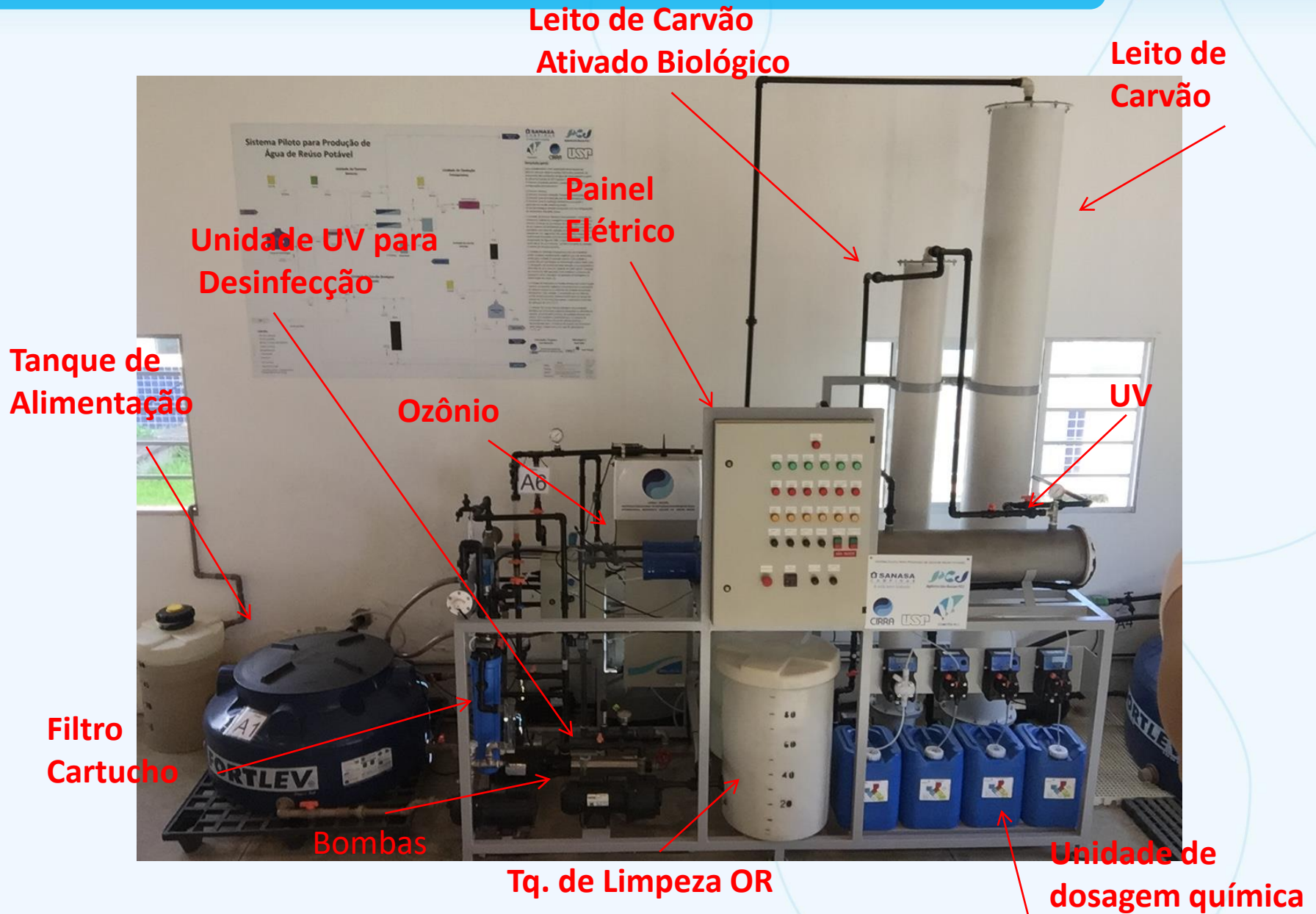
Data da coleta: 13/07/2016

A1= Água produzida na EPAR Capivari II

VMP = Valor máximo permitido

Portaria 2914/2011/MS

PLANTA ESCALA PILOTO - EPAR CAPIVARI II



- Análises a serem efetuadas:
 - Portaria MS 2914/2011
 - Virus entéricos
 - N-Nitrosodimetilamina – NDMA
 - Teste de mutagenicidade (AMES)
 - Teste de toxicidade aguda e crônica (VIBRIO FISCHER)
 - Teste para hormônios (YES / YAS – Yeast Evaluation Screen)



① – Tratamento Preliminar

② – Reator UASB

③ – Lodo Ativado

④ – Flotação

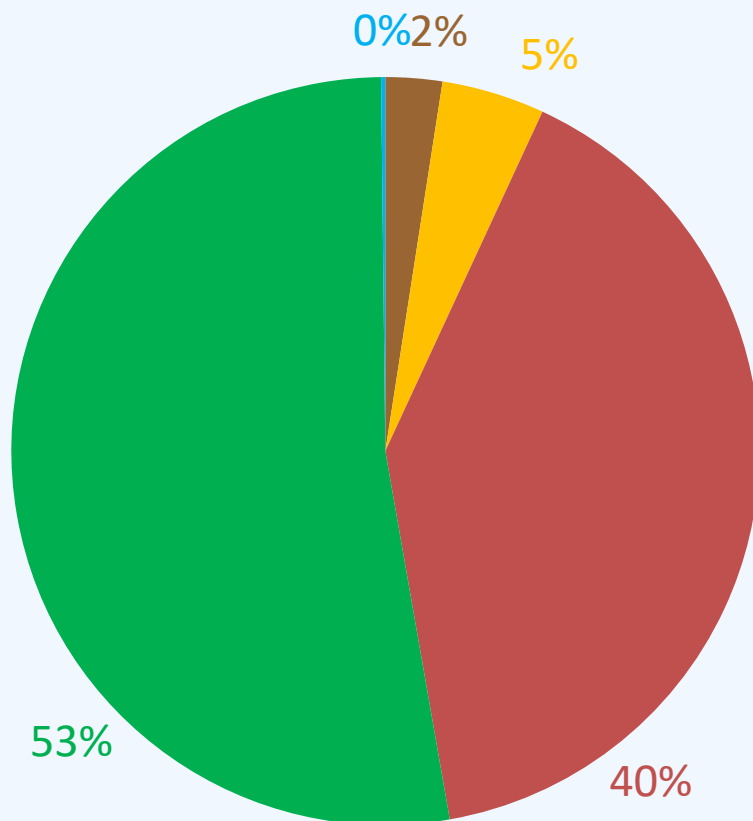
⑤ – Desidratação de lodo

⑥ – Calha Parshall

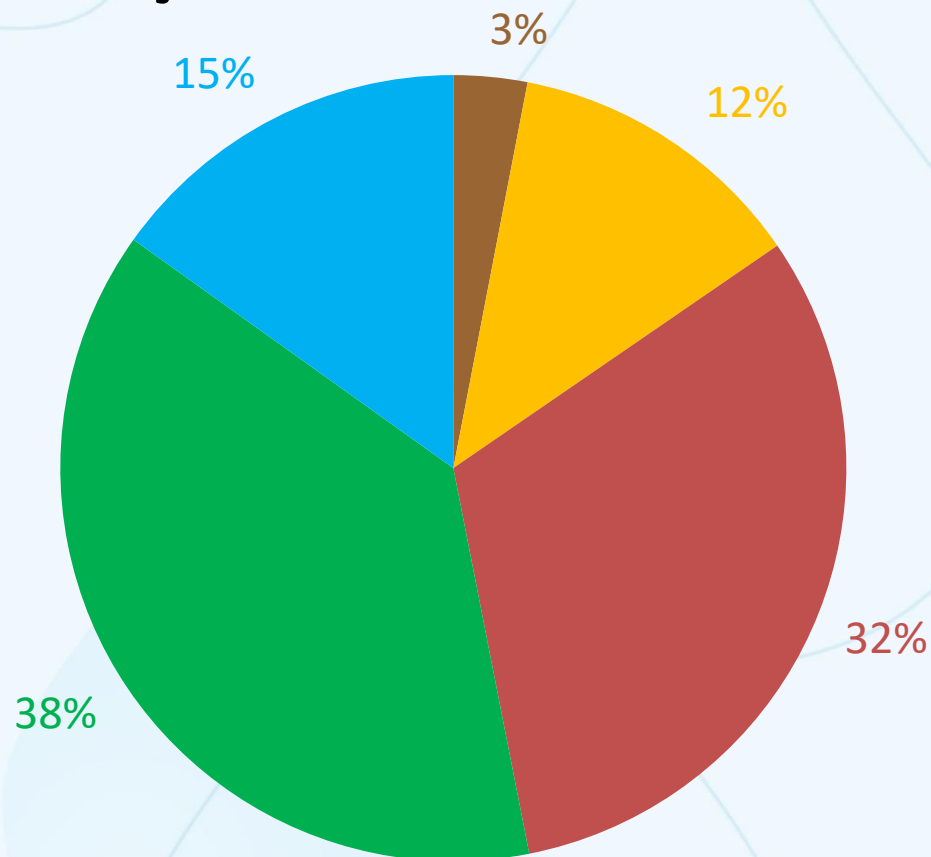
COMPARATIVO: CAPIVARI II PIÇARRÃO

Estação	EPAR CAPIVARI II	ETE PIÇARRÃO
Processo	Biorreator com membranas e câmaras seletoras para remoção de nutrientes	Reatores UASB seguidos de lodos ativados
Vazão de projeto (L/s)	360	556
Vazão atual (L/s)	173	430
Turbidez (NTU)	< 0,5	8,0
DBO Efluente (mg-O ₂ /L)	< 1,0	30,0
DQO (mg/L)	20	58
NTK (mg/L)	1,0 (elevada nitrificação)	27 (baixa nitrificação)
Nitrato Efluente (mg-N/L)	< 10	***
Fosfato (mg/L)	1,0 a 4.4	Não remove
SST (mg/L)	< 5,0	24
<i>Coliformes Termotolerantes</i> (NMP/100mL)	< 1,8 NMP	***
<i>Giardia ssp</i> (cistos/L)	Não Detectado	***
<i>Cryptosporidium ssp</i> (oocistos/L)	Não Detectado	***

EPAR CAPIVARI II



ETE PIÇARRÃO



- Transporte e disposição final de resíduos do tratamento preliminar
- Produtos químicos
- Condicionamento, transporte e disposição final do lodo
- Energia Elétrica
- Água

Comparativos

Estação	EPAR CAPIVARI II	ETE PIÇARRÃO
Processo	Biorreator com membranas e câmaras seletoras para remoção de nutrientes	Reatores UASB seguidos de lodo ativado
Área (m ²)	26.300	80.610
Vazão de projeto (L/s)	360	556
Vazão atual (L/s)	173,8	430,8
Consumo de energia específico (Kwh/m ³)	1,08	0,39
Custos/m ³ de esgoto tratado (R\$/m ³)	0,91	0,46

COMPARATIVO EPAR CAPIVARI X ETE PIÇARRÃO

MBR	UASB + Lodos Ativados
Menor área para implantação	Não remove nutrientes
Remoção de nutrientes	Problemas com odor e reclamações da comunidade vizinha
Menor consumo de produtos químicos	Elevados custos com recuperação de estruturas em concreto e metálicas
Não há alteração da qualidade do efluente ocasionados pelo desenvolvimento excessivo de bactérias filamentosas	Elevados custos com produtos químicos
Efluente com qualidade estável	Menor custos de energia
Possibilita a desinfecção através de barreira física, portanto, sem a formação de subprodutos químicos	Menor geração de lodo
Produce água de reúso sem necessidade de unidades complementares	Perda de sólidos no decantador, o que torna a qualidade final instável
Possibilita a receita com a venda de água de reúso	Requer unidade de tratamento complementar para a produção de água de reúso

PARÂMETROS DE PROJETO: MBR x LAC

TABELA 30.4 – PARÂMETROS DE PROJETO, ETE CAPIVARI II, SANASA

Parâmetros	Projeto implantado com MBR	Projeto equivalente convencional (*)
Vazão média, 1ª fase (l/s)	180	180
A/M (d ⁻¹)	0,15	0,15
Idade do lodo (d)	18	18
Tempo de detenção, Tanque de Aeração (h)	6,5	22
Concentração de SSVTA (mg/l)	8000	2400
Volume do tanque de aeração (m ³)	4277	14250 ↑ 233%
Potência de aeração (HP)	450	580 ↑ 28%
Decantador secundário (m ³)	Inexiste	3000

(*) Avaliação do autor para um processo convencional de lodos ativados, para a mesma relação A/M



OPEX



Example:

- 100,000 P.E.
- Daily Average Flow: 25,000m³/d
- Peak Flow: 50,000 m³/d
- Primary Clarification
- MLSS in biology for both systems: 4 g/L

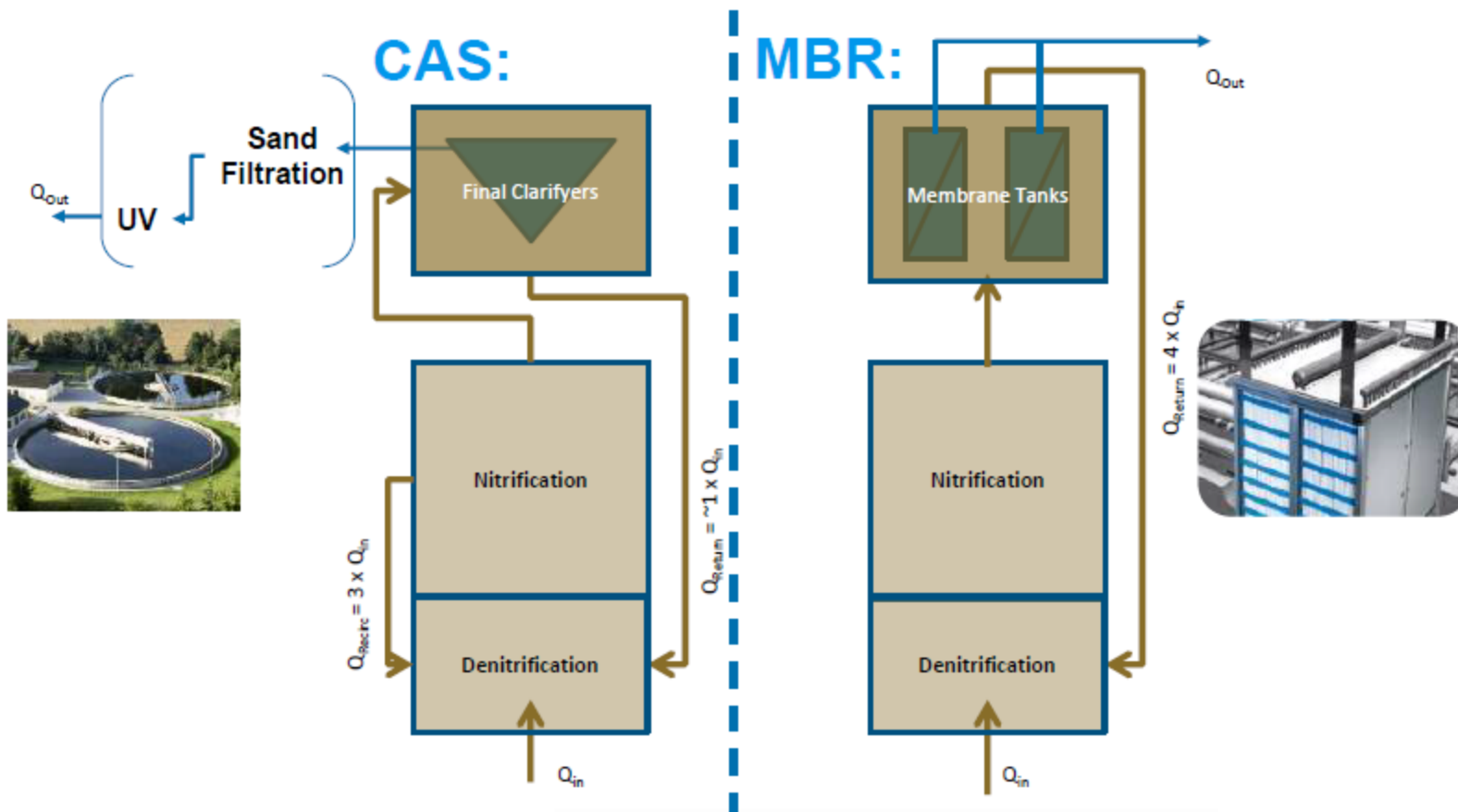


versus



COMPARAÇÃO CAS X MBR

OPEX



COMPARAÇÃO CAS X MBR

OPEX

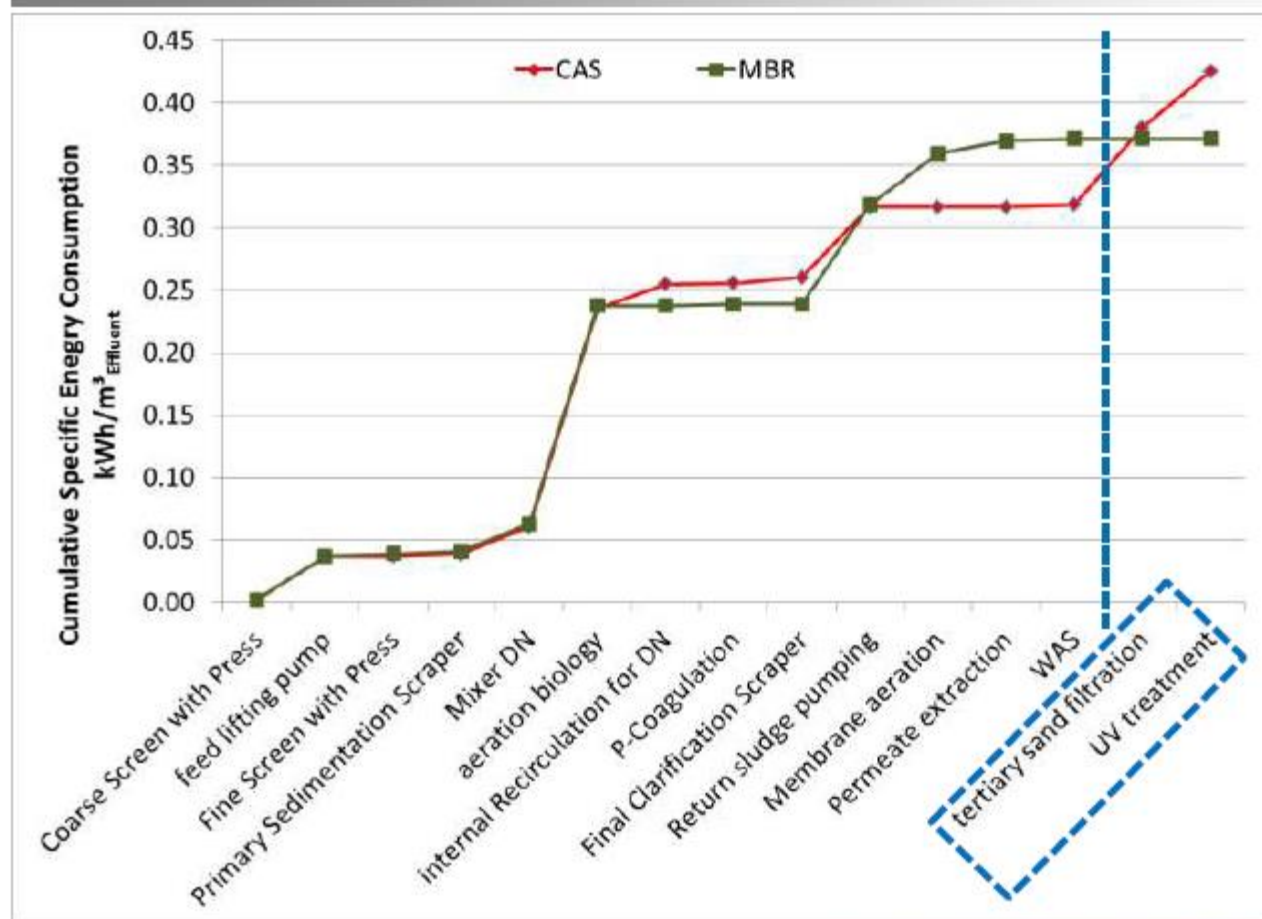


	CAS	MBR
	[kWh/m ³ _{effluent}]	[kWh/m ³ _{effluent}]
Coarse Screen with Press	0.0022	0.0022
feed lifting pump	0.0344	0.0344
Fine Screen with Press	0	0.0022
Primary Sedimentation Scraper	0.0020	0.0020
Mixer DN	0.0221	0.0221
aeration biology	0.1747	0.1747
internal Recirculation for DN	0.0192	0
P-Coagulation	0.0010	0.0010
Final Clarification Scraper	0.0046	0
Return sludge pumping	0.0563	0.0800
Membrane aeration	0	0.0410
Permeate extraction	0	0.0100
WAS	0.0019	0.0019
tertiary sand filtration	0.0620	0
UV treatment	0.0450	0
Sum	0.4253	0.3714

Sources: Haberkern et al. (2006); Barjenbruch et al. (2010); DWA-M 205 (2013)

COMPARAÇÃO CAS X MBR

OPEX



VISÃO 2050: ÁGUA EM UM MUNDO SUSTENTÁVEL

“Em um mundo sustentável, possível em um futuro próximo, a água e os recursos correlacionados são geridos em função do bem-estar humano e da integridade dos ecossistemas em uma economia forte. Água suficiente e segura é disponibilizada para atender as necessidades básicas de todas as pessoas, com estilos de vida e comportamentos saudáveis - facilmente garantida por meio de serviços de abastecimento de água e saneamento confiáveis e acessíveis. Estes últimos suportados, por sua vez, por uma infraestrutura equitativamente ampliada e gerida de forma eficiente. A gestão dos recursos hídricos, as infraestruturas e a prestação de serviços são financiadas de forma sustentável. A água é devidamente valorizada em todas as suas formas, com os efluentes tratados sendo utilizados como recurso na viabilização de energia, nutrientes e água doce. Os aglomerados humanos desenvolvem-se em harmonia com o ciclo natural da água e com os ecossistemas que os suportam, graças a medidas que reduzem a vulnerabilidade e melhoram a resiliência em relação a desastres relacionados aos recursos hídricos. As abordagens integradas de desenvolvimento dos recursos hídricos, sua gestão e uso - considerando os direitos humanos - são a norma. A água é gerida de forma participativa, baseada no potencial de mulheres e homens como profissionais e cidadãos, guiados por organizações idôneas e preparadas, dentro de um quadro institucional justo e transparente.”



UMA REFLEXÃO.....

“A água está no centro do desenvolvimento sustentável. Os recursos hídricos, e a gama de serviços providos por esses recursos, contribuem para a redução da pobreza, para o crescimento econômico e para a sustentabilidade ambiental.

Desde a segurança alimentar e energética até a saúde humana e ambiental, a água contribui para as melhorias no bem-estar social e no crescimento inclusivo, afetando os meios de subsistência de bilhões de pessoas.”*

Qual o “custo” da indisponibilidade hídrica não somente quantitativamente mas também em termos qualitativos?

Tecgº Renato Rossetto
Gerente de Operação de Esgoto
Engª Renata de Gasperi
Coordenadora de Tratamento de Esgoto
(19) 3735-5168 opera.esgoto@sanasa.com.br

DIRETORIA EXECUTIVA DA SANASA

Diretor presidente - Arly de Lara Romêo

Chefe de Gabinete – Maria Paula Balesteros Silva

Procurador Geral – Mário Orlando Galves de Carvalho

Diretor Administrativo – Paulo Jorge Zeraik

Diretor Comercial – Luiz Fernando Lopes

Diretor Financeiro e de Rel. com Investidores – Pedro Cláudio da Silva

Diretor Técnico – Marco Antônio dos Santos

www.sanasa.com.br 0800 77 21 195



PREFEITURA DE
CAMPINAS

Um novo tempo
para nossa cidade



A vida bem tratada