



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO PROCESSO CEPT NAS ETES DA SANASA

Luis Gustavo Alves de Lima

Engenheiro Ambiental (UNIFEI-MG, 2007). Especialista em Gerenciamento de Projetos FGV (2015). Atua como Engenheiro na Gerência de Operação de Esgoto da SANASA desde 2012.

Endereço⁽¹⁾: Avenida da Saudade, 500 Bairro Ponte Preta Cidade Campinas Estado São Paulo CEP: 13041-670 Brasil - Tel: +55 (19) 3348-5690, 3735-5785 e-mail:luis.gustavo@sanasa.com.br

RESUMO

A eutrofização é um grave problema ambiental ocasionado por despejos in natura de esgotos não tratados. Este fenômeno está associado a presença de nutrientes tais como o nitrogênio e o fósforo. Dentre as concepções possíveis para o processo de tratamento de esgoto, o tratamento primário quimicamente assistido, popularmente conhecido como CEPT (da terminologia inglesa para *Chemical Enhanced Primary Treatment*), é uma das opções tecnológicas que permite a remoção de fósforo, entre outras vantagens, tais como reduzir o tamanho das unidades subsequentes, baixo custo de implantação e pode ser aplicado em estações de qualquer porte. Este estudo faz uma avaliação do desempenho deste processo de depuração em esgoto quanto aos parâmetros DBO, DQO, SST e fósforo em três estações do município de Campinas correlacionando com as dosagens de produtos químicos em ppm. O estudo aponta para uma eficiência média de remoção que varia de 51 a 72% no CEPT para DBO, 41 a 69% para DQO, valores acima de 70% para SST e uma eficiência de 80% para a remoção de fósforo.

Palavras-chave: Tratamento Primário Quimicamente Assistido - CEPT, Remoção de Nutrientes, Eutrofização, Tratamento de Esgoto.

INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

É bastante comum a ocorrência do processo de eutrofização em corpos d' água que recebem grande carga de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, sendo tais compostos provenientes, em



sua maior parte, de cargas poluentes resultantes de ações antrópicas, como é o caso do lançamento de esgotos domésticos in-natura em corpos d'água.

A importância da remoção do fósforo (P) quando se avalia a poluição das águas deve-se ao fato desse composto ser um dos nutrientes essencial ao crescimento de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e desenvolvimento de algas, favorecendo ao processo de eutrofização em corpos d'água com características lânticas.

Em esgotos domésticos, o fósforo se apresenta como fosfato na forma orgânica, combinada à matéria orgânica (proteínas e aminoácidos) e na forma inorgânica, como ortofosfato e polifosfato. Tal composto pode ainda ser classificado como: (a) fósforo solúvel, cuja forma é predominantemente inorgânica; (b) fósforo particulado, cuja totalidade está na forma orgânica. (FIGUEIREDO, 2009)

Considerado extremamente danoso aos corpos d'água, o processo de eutrofização pode ser evitado caso sejam instalados sistemas adequados de tratamento de esgotos, capazes de promover a remoção de tais nutrientes.

Dentre as diversas tecnologias existentes no setor de saneamento, o Tratamento Primário Quimicamente Assistido ou Tratamento Primário Avançado conhecido popularmente como CEPT - Terminologia em inglês para *Chemical Enhanced Primary Treatment*, vem se destacando nos últimos anos no que tange a remoção de tais nutrientes, principalmente em decorrência do desenvolvimento de novos produtos químicos, que têm se mostrado cada vez mais eficientes nos processos de coagulação e floculação. Tal processo se baseia na remoção de sólidos suspensos com o emprego de processos físico químicos de coagulação, floculação e sedimentação, através da adição de reagentes químicos ao esgoto.

Dessa maneira, o CEPT vem agregando diversas vantagens ao setor de saneamento, como o fato de permitir a redução do tamanho das unidades subsequentes do tratamento biológico, tem um baixo custo de implantação, elevada eficiência na remoção de sólidos, de matéria orgânica e do teor fósforo, além de ser considerado uma tecnologia de fácil aplicabilidade em estações de tratamento de esgoto, sejam as últimas de pequeno, médio ou grande porte.

Com base em tais benefícios, a SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A) empresa responsável pelo saneamento do município de Campinas-SP, também vem trabalhando com tal tecnologia, especificamente em 3 (três) estações móveis que compõem o sistema de tratamento de esgotos do município de Campinas, conhecidas pelos nomes Taubaté, Santa Luzia e Abaeté.

Tendo como principal característica, sua instalação provisória, tais estações podem ser desmontadas e transportadas para qualquer localidade desejada, atendendo assim a diversas regiões do município, até que se tenha a instalação definitiva de um emissário de esgoto na localidade a ser atendida.



Este estudo teve assim como objetivo analisar o desempenho do processo CEPT nestas estações, quanto aos principais parâmetros DBO, DQO, SST e fósforo, efetuando ainda uma comparação da dosagem de produtos químicos entre as estações.

MATERIAL E MÉTODOS

Basicamente o princípio de tratamento do processo CEPT é semelhante ao utilizado para potabilização de água. Consiste das etapas de coagulação, floculação e sedimentação. O objetivo é usar a aplicação de produtos químicos para melhorar o desempenho das unidades primárias de sedimentação.

O termo coagulação química inclui todas as reações e mecanismos envolvidos para desestabilização química de partículas e na formação de partículas maiores. Um coagulante é um produto químico que é adicionado juntamente com o esgoto para esta finalidade. Na floculação observa-se a formação dos flocos, que são aglomerações de sólidos em suspensão e coloidais coagulados através da ação de forças eletrostáticas.

A eficiência dessa etapa de tratamento depende da adequada variação do gradiente de velocidade da mistura. De uma forma geral a coagulação esta associada a uma mistura rápida e, por sua vez, a floculação esta associada a uma mistura lenta. Para realizar esta mistura, cria-se uma turbulência ou usa-se misturadores hidráulicos, como por exemplo a Calha Parshall.

Coagulantes típicos incluem polímeros orgânicos, naturais e sintéticos, sais de metais como alumínio ou cloreto férrico e sais de metal pré hidrolizados como o cloreto de poli alumínio conhecido como PAC, cloreto de poliferro e cloreto de polidialil-dimetamônio (poliCDADMA). (METCALF & EDDY, 2016).

A sedimentação é um processo físico e dinâmico de separação de partículas existentes numa massa líquida por ação da gravidade. Ao acumularem-se no fundo dos decantadores, os sólidos passam a compor o lodo que deverá ser periodicamente removido e adequadamente tratado para posterior disposição. (FIGUEIREDO, 2009).

Como desvantagem, o processo CEPT apresenta uma elevada produção de lodo, uma vez que boa parte dos constituintes da depuração do esgoto são agregados a ele, juntamente com os produtos químicos. Conforme relata JORDÃO (2009) este aumento na geração de lodo pode variar de 15 a 30%.

Em geral, as estações cuja concepção original prevê o CEPT, se apropriam da caixa de areia aerada como uma unidade de floculação. Um floculante é um produto químico tipicamente orgânico adicionado para melhorar o processo de floculação.



O ensaio de jarros, também denominado *Jar Test*, é um método largamente empregado para determinação de dosagens ótimas de produtos químicos a serem aplicados em unidades de tratamento.

O fósforo contido no esgoto pode ser tanto incorporado em sólidos biológicos através de microrganismos, como removido com adição de produtos químicos. Os produtos químicos principais para remoção de fosforo incluem: alumínio [Al (III)], íon férrico [Fe (III)], ferro ferroso [Fe (II)] e Cálcio [Ca(II)] (METCALF & EDDY, 2016).

Possuindo uma vazão média de 7,0 L/s, a ETE Abaeté se encontra em operação desde julho de 2014, atendendo dessa maneira o conjunto habitacional Vila Abaeté, com uma população de 6.038 habitantes. No caso da ETE Taubaté, a mesma encontra-se em operação desde julho de 2016 e foi projetada com uma vazão média de 3,0 L/s, de modo a atender aos conjuntos habitacionais Taubaté 1, 2 e 3 com cerca de 1.960 habitantes. Já a ETE Santa Luzia, teve seu início operacional iniciado em setembro de 2016, possuindo uma vazão média de projeto de 1,72 L/s, sendo responsável por atender ao conjunto habitacional Santa Luzia, com cerca de 913 habitantes.

Na figura 1 é apresentado o fluxograma da ETE Taubaté, que é bastante similar aos das ETES Santa Luzia e Abaeté, diferenciando-se as mesmas em pequenas alterações construtivas. No caso específico da ETE Abaeté, a dosagem de produtos químicos ocorre em uma caixa de mistura aerada. No que tange às ETES Taubaté e Santa Luzia, os produtos químicos são dosados na elevatória de esgoto bruto, tendo seu ponto de dosagem definido a partir de resultados práticos avaliados in-loco, observando a capacidade de mistura de tais produtos químicos. Na figura 2 é mostrado uma foto da ETE Taubaté.

Com relação a mistura dos produtos químicos, a ETE Abaeté possui uma calha Parshall, a ETE Taubaté e a Santa Luzia utilizam a turbulência criada pela altura geométrica. Por sua vez, quanto ao controle do processo de coagulação e floculação, é realizada uma avaliação visual efetuado por um funcionário, através de ensaio de sedimentabilidade em cone Imhoff.

No que tange a etapa de sedimentação, a mesma ocorre em um tanque de pré-sedimentação, localizado a montante do tanque de equalização, sendo todo o lodo produzido pelo processo CEPT em tais estações, removido com o auxílio de caminhões esgota fossa, de modo que o mesmo possa ser desidratado em outra unidade. No caso específico da ETE Santa Luzia e Taubaté o tanque de pré sedimentação, assim como o tanque de equalização, compõem um sistema compacto de fibra de vidro, separados por uma divisória única. A ETE Abaeté contava com um tanque específico para o acúmulo do lodo do CEPT juntamente com o lodo do sistema biológico.



Figura 4: Fluxograma ETE Taubaté com vazão de Projeto de 3,0 L/s.

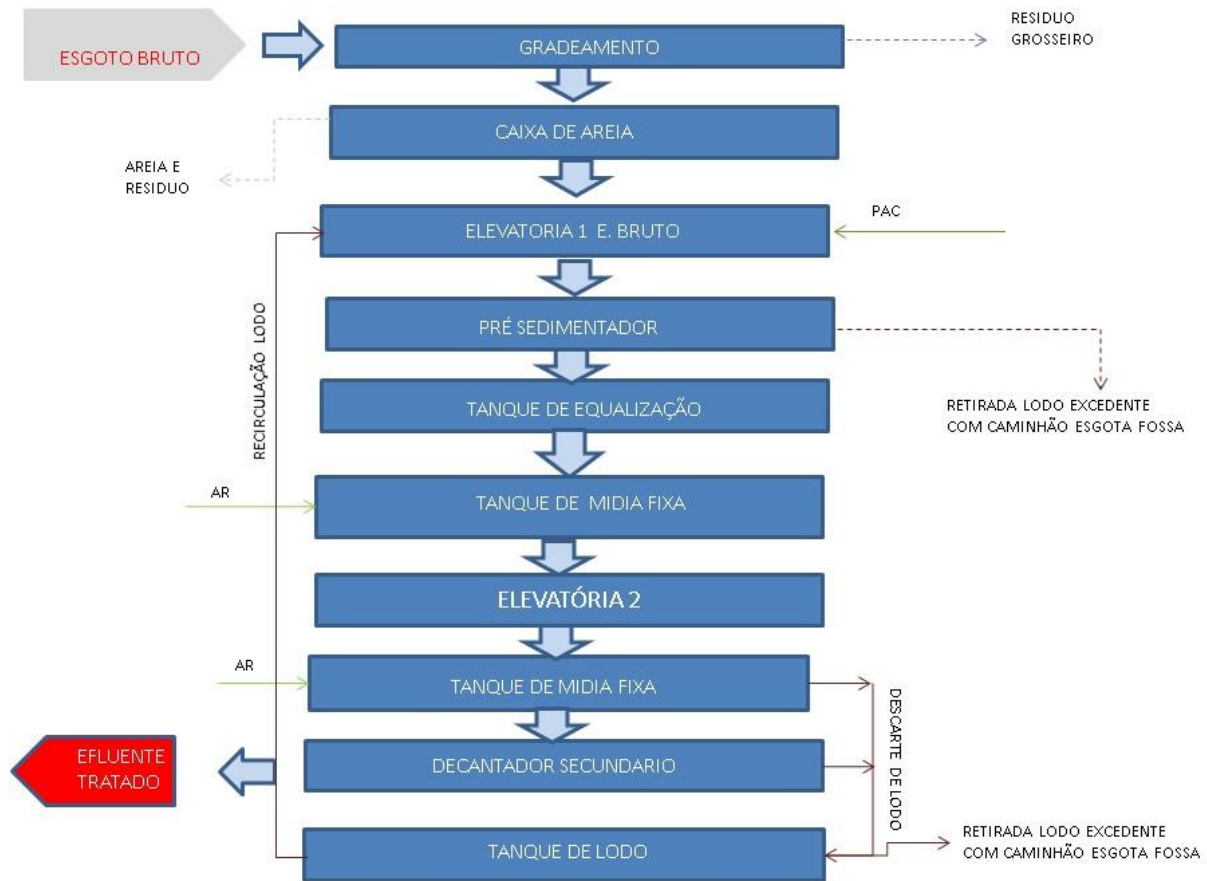




Figura 5: Foto ETE Taubaté em Dezembro de 2017



Nas estações que são objeto deste estudo é utilizado como coagulante o PAC e como floculante o Quaternário de Amônia, também conhecido como Tanino. Estando as principais características destes compostos apresentado na Tabela 1.

Tabela 3: Características dos produtos químicos usados nas ETEs da SANASA.

PRODUTO: PAC FLOC 120 B			
Parâmetros	Mínimo	Máximo	Unidade
Densidade 25°C	1,25	1,31	g/cm ³
Alumínio - Al ₂ O ₃	9		
Basicidade	62	68	%
pH 1%	2,5	5,5	
Insolúveis		0,2	%
PRODUTO: TANINO - QUATERNARIO - AQUA-FLOC/LS			
Parâmetros	Mínimo	Máximo	Unidade
Densidade 25°C	1,05	1,15	g/cm ³
Teor de Ativos	> 23%		
pH (Solução 10%)	1,3	2,9	
Dados conforme laudo do fornecedor			



Para a definição das dosagens de produtos químicos na ETE Abaeté, foi realizado um ensaio com Jar Test, ficando assim determinada uma dosagem inicial de 30 ppm de PAC e 30 ppm de Tanino conforme pode ser visualizado na tabela 2. No caso da ETE Santa Luzia e Taubaté a dosagem foi determinada através de dados empíricos obtidos ao longo do seu histórico operacional, uma vez que tais estações já operavam em outras localidades, sendo uma dosagem de PAC na faixa de 15 a 50 ppm, optando por não usar o Tanino nestas plantas devido a custos operacionais relevantes, já que apenas a dosagem de PAC mostrou-se eficaz nestas plantas móveis em outras localidades.

Tabela 4: Resumo do resultado de Jar Test ETE Abaeté.

TESTE 4		JARRO 1	JARRO 2	JARRO 3	JARRO 4	JARRO 5	JARRO 6
	PAC (ppm)	15	20	25	30	35	40
	TANINO (ppm)	15	20	25	30	35	40
	TURBIDEZ (uT)	38,7	37,1	31,7	9,2	27,2	20,9
HORA	14:30	TURBIDEZ BRUTO	226				

No que tange a dosagem de produtos químicos, a mesma é realizada por meio de bombas dosadoras de diafragma de vazão 8 L/h (Santa Luzia) e 10 L/h.(Abaeté e Taubaté) com regulagem manual que pode operar de forma contínua manualmente ou pela ação de boias atreladas ao funcionamento da bomba de esgoto bruto, sendo assim mantida a simplicidade operacional, tal controle operacional é realizado por funcionário da ETE após a avaliação da vazão de entrada das referidas estações.

Como as ETEs Santa Luzia e Taubaté não possuem operador fixo, as manobras de regulagem da dosagem de produtos químicos são feitas por uma equipe volante, que faz pelo menos 3 inspeções diárias.

Para avaliação da vazão na ETE Santa Luzia, tem-se um medidor de vazão eletromagnético na entrada, na ETE Taubaté um medidor ultrassônico em conjunto com uma calha Parshall na saída e na ETE Abaete um medidor ultrassônico fixado na calha Parshall de entrada. Na Tabela 3 é mostrado o consumo mensal médio e a dosagem média aplicada para o ano de 2017.

Tabela 5: Consumo médio de produtos químicos no ano de 2017.
DADOS MÉDIOS REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES DA SANASA - ANO BASE 2017

ETE	VAZÃO MÉDIA DE ENTRADA (L/s)	CONSUMO MÉDIO MENSAL DE PAC (L)	DOSAGEM MÉDIA DE PAC (ppm)	CONSUMO MENSAL DE TANINO (ppm)	DOSAGEM MÉDIA DE TANINO (ppm)
ABAETE	6,56	5434	39	1975	28
SANTA LUZIA	1,71	1108	44	0	0
TAUBATE	2,43	2234	44	0	0 ¹

¹ L – Litros ppm – partes por milhão s - segundos



Para avaliação e eficiência do processo CEPT e do sistema como um todo, foram realizadas campanhas mensais de amostras, sendo as mesmas coletadas no tanque de equalização das estações da SANASA, sendo analisados os parâmetros DBO, DQO SST e fósforo.

No que tange a remoção de fósforo foi realizado análise de Fosfato Total somente no esgoto bruto e no tratado final das estações, tendo em vista que as estações analisadas não possuem seletores biológicos para PAO - Organismos Acumuladores de Fósforo, pois trata-se unicamente de uma etapa aeróbia, sem que haja uma recirculação interna.

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Nos quadros 2, 3 e 4 tem-se um resumo dos valores médios para o ano de 2017 para as 3 estações do estudo. Para embasar a análise buscou-se na literatura os valores de desempenho esperados quanto a eficiência para os parâmetros DBO, DQO, SST e fósforo (P) citados em VON SPERLING (2005).

Quadro 1: Resumo de eficiências para sistemas de tratamento.

EFICIÊNCIA MÉDIA DE REMOÇÃO PARA SISTEMA DE TRATAMENTO SEGUNDO VON SPERLING (2005)					
SISTEMA DE TRATAMENTO	DBO (%)	DQO (%)	SS (%)	P(%)	CF(log)
PRIMÁRIO CONVENCIONAL (DPC)	30 - 35	25 - 35	55 - 65	<35	< 1
PRIMÁRIO AVANÇADO (CEPT)	45 - 80	55 - 75	60 - 90	75 - 90	≈ 1
UASB	60 - 75	55 - 70	65 - 80	<35	≈ 1
FILTRO BIOLÓGICO (ALTA CARGA)	80 - 90	70 - 87	87 - 93	<35	1 - 2
UASB + FILTRO BIOLÓGICO	80 - 93	73 - 88	87 - 93	<35	1 - 2
UASB + LODOS ATIVADOS	83 - 93	75 - 88	87 - 93	<35	1 - 2
LAGOA FACULTATIVA	75 - 85	65 - 80	70 - 80	<35	1 - 2
LAGOA AERADA + SEDIMENTAÇÃO	75 - 85	65 - 80	80 - 87	<30	1 - 2
LODOS ATIVADOS (CONVENCIONAL)	85 - 93	80 - 90	87 - 93	<35	1 - 2
LODOS ATIVADOS (AERAÇÃO PROLONGADA)	90 - 97	83 - 93	87 - 93	<35	1 - 2
LODOS ATIVADOS (REMOÇÃO BIOLÓGICA DE P)	85 - 93	80 - 90	87 - 93	75 - 88	1 - 2
LODOS ATIVADAS + FILTRAÇÃO TERCIÁRIA	93 - 98	90 - 95	93 - 97	50 - 60	1 - 2



Quadro 2: Resumo dos resultados médios ano 2017 da ETE Abaeté.

ETE ABAETÉ Vazão DE 7,0 L/s Dosagem PAC = 30 a 50 ppm Tanino = 18 a 40 ppm					
PARAMETRO	DBO BRUTO	DBO CEPT	DBO TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. DBO TOTAL [%]
MEDIA	483	137	61	72	87
DES. PAD.	165	34	15	6	3
MAXIMO	952	227	94	83	93
MINIMO	326	88	40	63	83
PARAMETRO	DQO BRUTO	DQO CEPT	DQO TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. DQO TOTAL [%]
MEDIA	977	306	160	69	82
DES. PAD.	426	60	31	10	5
MAXIMO	2320	425	205	82	92
MINIMO	593	197	111	48	76
PARAMETRO	SST BRUTO	SST CEPT	SST TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. SST TOTAL [%]
MEDIA	780	184	90	76	88
DES. PAD.	684	133	67	30	8
MAXIMO	2320	425	205	82	92
MINIMO	165	34	15	79	90
PARAMETRO	FOSFATO BRUTO em [mg/L]		FOSFATO TRATADO em [mg/L]		EF. REM. FOSFATO [%]
MEDIA	12,89		1,75		86
DES. PAD.	10,2		1,3		9
MAXIMO	42,8		5,4		87
MINIMO	5,8		1,0		82

Quadro 3: Resumo dos resultados médios ano de 2017 da ETE Taubaté.

ETE TAUBATÉ Vazão de 3,0 L/s Dosagem de PAC = 20 a 60 ppm					
PARAMETRO	DBO BRUTO	DBO CEPT	DBO TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. DBO TOTAL [%]
MEDIA	593	288	65	51	86
DES. PAD.	748	61	12	16	3
MAXIMO	2120	419	69	80	96
MINIMO	258	174	35	33	86
PARAMETRO	DQO BRUTO	DQO CEPT	DQO TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. DQO TOTAL [%]
MEDIA	684	405	150	41	78
DES. PAD.	506	99	18	19	5
MAXIMO	2535	677	170	73	93
MINIMO	516	257	104	50	80
PARAMETRO	SST BRUTO	SST CEPT	SST TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. SST TOTAL [%]
MEDIA	542	140	35	74	93
DES. PAD.	580	48	109	13	22
MAXIMO	2200	408	196	81	91
MINIMO	108	30	17	72	84
PARAMETRO	FOSFATO BRUTO em [mg/L]		FOSFATO TRATADO em [mg/L]		EF. REM. FOSFATO [%]
MEDIA	12,24		2,43		80
DES. PAD.	6,7		2,9		15
MAXIMO	28		1,1		96
MINIMO	2,9		1		65



Quadro 4: Resumo dos resultados médios ano de 2017 da ETE Santa Luzia.

ETE SANTA LUZIA Vazão 1,75 L/s Dosagem de PAC 22 a 66 ppm					
PARAMETRO PONTO	DBO BRUTO	DBO CEPT	DBO TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. DQO TOTAL [%]
MEDIA	515	230	66	55	87,0
DES. PAD.	166	86	23	20	7
MAXIMO	860	404	97	78	95
MINIMO	296	66	32	45	80
PARAMETRO PONTO	DQO BRUTO	DQO CEPT	DQO TRATADO	EF. REM. DQO CEPT [%]	EF. REM. DQO TOTAL [%]
MEDIA	937	335	146	64	84
DES. PAD.	251	103	46	17	8
MAXIMO	1280	585	252	73	91
MINIMO	581	168	109	29	73
PARAMETRO PONTO	SST BRUTO	SST CEPT	SST TRATADO	EF. REM. CEPT [%]	EF. REM. SST TOTAL [%]
MEDIA	310	66	29	71	84
DES. PAD.	195	43	14	28	19
MAXIMO	636	172	49	95	97
MINIMO	76	12	10	25	39
PARAMETRO PONTO	FOSFATO BRUTO em [mg/L]		FOSFATO TRATADO em [mg/L]		EF. REM. FOSFATO [%]
MEDIA	10,89		2,46		77
DES. PAD.	3,4		1,5		9,5
MAXIMO	17		6,1		93,5
MINIMO	6,8		1,0		64

Percebemos que, devido a se tratarem de condomínios destinados a população de baixa renda e muito próximo ao sistema de tratamento, o esgoto tem uma elevada concentração acima de 400 mg/L para DBO. Observou-se também que as estações Abaete e Taubaté receberam cargas excessivas, pois a DQO chegou atingir valores acima de 2.000 mg/L.

Percebe-se também que o processo CEPT contribuiu de uma maneira expressiva para a eficiência global das estações uma vez que a eficiência máxima para as 3 estações coincidem quando o processo CEPT também atinge seu máximo. Desta forma, chega a uma eficiência total de 93% com relação a DBO na ETE Abaete onde 83% da remoção ocorreu exclusivamente devido ao CEPT. Na ETE Taubaté temos 96% onde 80% refere-se ao CEPT e Santa Luzia 95% onde o CEPT atingiu 78%.

Quando comparados os valores médios de eficiência de remoção pelo CEPT para os parâmetros DBO e DQO observamos que a ETE Abaeté apresenta melhores resultados que as ETEs Taubaté e Santa Luzia atingindo 72% para DBO e 69% na DQO contra na ETE Taubaté 51% DBO e 41% da DQO e 55% DBO e 64% DQO para a ETE Santa Luzia. Os valores da DQO da



ETE Taubaté estão menores que os valores teóricos. Concluiu-se que a ETE Abaete está com o processo mais estabilizado provavelmente pela equipe da operação ter mais expertise devido ao tempo em operação.

Cabe destacar que as ETE Santa Luzia e Taubaté são ETEs Móveis que foram reaproveitadas, onde o histórico operacional da planta na nova localidade ainda está sendo construído. Como era esperado para as ETEs Santa Luzia e Taubaté a dosagem apenas de PAC continua se mostrando eficaz na nova situação uma vez que a eficiência geral atende aos parâmetros da legislação. Embora economicamente não seja viável, atualmente os dados observados indicam que um teste usando Tanino ou outro floculante na ETE Santa Luzia e na ETE Taubaté seria apropriado para avaliar se com o incremento do produto produziria um aumento significativo na eficiência do processo CEPT. Esta alternativa seria interessante se ocorresse uma perda da eficiência do sistema biológico que é posterior ao CEPT.

A eficiência na remoção do SST no CEPT nas três estações foi superior a 70% em média, o que indica que existe uma estabilidade quanto ao processo e que os sólidos estão realmente sendo acumulados no Pré sedimentador e não ocorre arraste considerável para o sistema biológico. Cabe destacar também que dispor de um tanque exclusivo para acúmulo de lodo do CEPT como é o caso da ETE Abaete é uma vantagem operacional que deve ser considerada em novos projetos com a concepção usando o CEPT.

Na figura 3 tem-se um gráfico com a dosagem aplicada de produtos químicos correlacionada com a eficiência na remoção de fósforo. Os valores foram calculados a partir do consumo mensal onde se calculou a dosagem em ppm média aplicada para as três ETEs.

As flutuações apontam para a necessidade de um controle mais sofisticado para manter a dosagem ótima, que deve estar atrelado a vazão de entrada. O atual controle, feito por funcionário, usava o conhecimento das características da bomba dosadora e mensurado através de aferições realizadas periodicamente mostrou-se funcional e prático, mas devido a flutuação da vazão horária poderia ocorrer um período em que a dosagem se diferenciava da dosagem ótima. Outro fator a ser considerado é o desgaste natural das bombas dosadoras, pois operavam 24 horas ininterruptamente, onde se conclui que este elemento do processo necessita de um equipamento bastante robusto para evitar paradas para manutenção ou então dispor de equipamento reserva.

No período em questão operou-se com a bomba dosadora na forma manual e automática (atrelada a bomba de esgoto bruto) para avaliar qual a melhor forma. Concluiu-se que no caso das 3 ETEs em questão o melhor seria mesclar os dois modos de operação em função do horário. Assim operou-se em manual durante o dia e no período na noite e madrugada, em função da vazão, reduzia a dosagem de produtos e operava-se no modo automático.



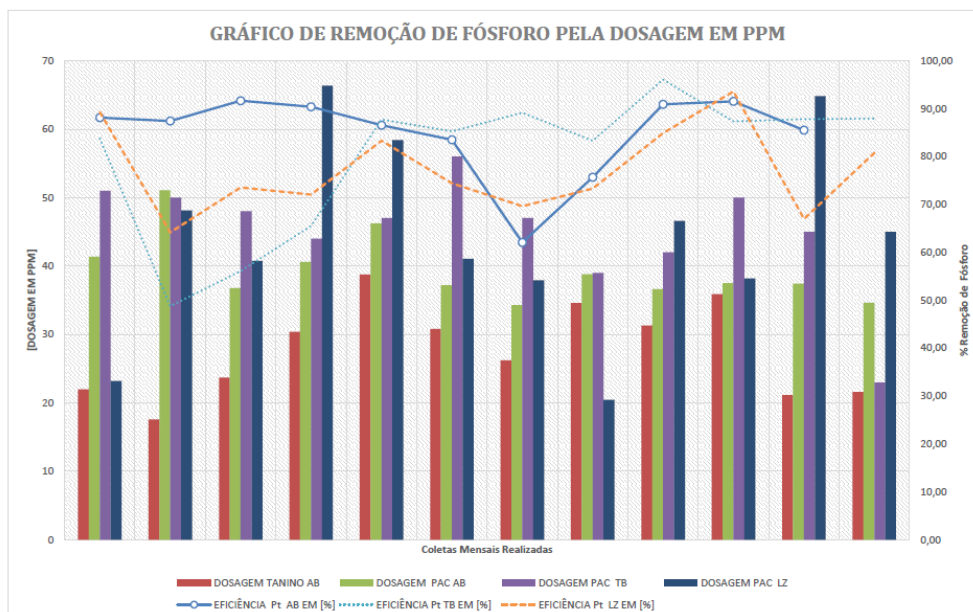
Referente a remoção de fósforo para as 3 ETEs, observou-se que os valores encontrados encontram-se dentro da faixa de desempenho esperada com algumas flutuações. Estas flutuações podem estar atreladas a uma mistura não eficiente dos produtos, problemas nas dosagens dos produtos químicos do CEPT (devido a problemas na bomba dosadora) e composição do próprio esgoto, entre outros fatores.

Cabe salientar também que as flutuações nas dosagens foram devidas a testes práticos, que eram realizados buscando otimizar a eficiência do processo, que demonstrou-se refletido na eficiência da remoção do fósforo. Nestes testes práticos em função da observação do resultado do cone e da vazão de entrada, aumentava-se ou reduzia-se a dosagem da bomba dosadora e realizava-se um comparativo com a turbidez.

No segundo mês nota -se um considerável aumento na dosagem de PAC na ETE Santa Luzia, mas a eficiência com relação ao fósforo diminuiu. Por sua vez a ETE Taubaté manteve a dosagem do primeiro mês, contudo a eficiência também diminuiu. Entretanto, observa-se que nos meses posteriores com a alteração da dosagem aconteceu um considerável aumento na eficiência da remoção de fósforo destas estações.

No mês de Julho ocorreu uma redução da dosagem na ETE Abaeté, que impactou negativamente a remoção de fósforo naquele mês, mas de forma geral, esta estação manteve uma relativa regularidade com relação a dosagem e também na remoção do fósforo. A remoção do fósforo atingiu valores médios 86% para a ETE Abaeté, 80% para a ETE Taubaté e 77% para ETE Santa Luzia que se encontram dentro dos valores teóricos esperados.

Figura 3: Gráfico de remoção de fósforo x dosagem em ppm para as estações Abaeté, Taubaté e Santa Luzia no ano de 2017.





CONCLUSÃO

Os resultados com a remoção da DBO, DQO, SST e fósforo com o processo CEPT encontram-se dentro do esperado, com algumas variações, o que indica que estas estações estão operando com eficiência. Entretanto, cabe uma avaliação técnico econômica e estratégica para verificar a possibilidade de alcançar melhores resultados no processo CEPT das ETEs Santa Luzia e Taubaté através da introdução de um floculante.

Para reduzir o consumo mensal e operar mais próximo da dosagem ótima de produtos químicos, deve se implantar um controle mais sofisticado em função da vazão de entrada.

O resultado geral nas 3 ETEs com relação a remoção de fosforo comprova que a tecnologia com o processo CEPT é adequado para atingir este objetivo. Com a remoção de fósforo pelas ETEs, a qualidade do efluente tratado se elevará e trará benefícios para o corpo de água que receberá este efluente.

Novos estudos poderão monitorar a qualidade do corpo d'água com relação a presença de nutrientes que causam a eutrofização, avaliar o custo operacional do processo CEPT, fazer avaliação com relação a produção de lodo pelo processo CEPT.

REFERÊNCIAS

- FIGUEIREDO, C. I. (2009) **Avaliação de Desempenho do Processo CEPT (*Chemically Enhanced Primary Treatment*) no Tratamento Primário de Esgotos Domésticos** – Tese Doutorado – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.
- JORDÃO, P. E; ARRUDA P. C. (2009). **Tratamento de Esgoto Domésticos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Synergia Editora.
- METCALF, EDDY (2016) tradução Ivanildo Hespanhol, José Carlos Mierzwa. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora.
- VON SPERLING, M. (2005) '**Introdução à Qualidade da Água e ao Tratamento de Esgotos**'. Volume 1, 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 2005.