

AUMENTO DE DESEMPENHO E MITIGAÇÃO DE ODORES EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DE NEUTRAGEO®

Ana Lúcia Silva⁽¹⁾

Eng^a química, mestre em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da USP e doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Gerente Controle Sanitário – SABESP, RM.

Mario Eduardo Pardini Affonseca

Engenheiro Civil, administrador de empresas, mestrando na UNESP. Superintendente da Unidade de Negócio do Médio Tietê – RM.

Maurício Tápia

Engenheiro Civil pela PUC. Gerente do Dep^{to} Operacional da Unidade de Negócio do Médio Tietê – RM.

Sandro H. B. Santos

Economista, Gerente de Divisão em Botucatu pela Unidade de Negócio do Médio Tietê – RM.

Josuel P. da Silva

Técnico, Encarregado no município de Torrinha, SP - Unidade de Negócio do Médio Tietê – RM.

Sérgio Henrique Monção

Economista, Gerente do Dep^{to} de Controladoria da Unidade de Negócio do Médio Tietê - RM

Sérgio Seizen Kian

Químico na Dryller Indústria e Comércio de Hidróxidos Ltda. Av. Integração, nº 965 - Parque Iramaia - Campo Limpo Paulista/SP. CEP: 13.233-200. Tel: (011) 4038-0804 e químico pela empresa Miika Nacional Ltda. BR 040 – km 458,5 - Bairro Zona Rural – Caetanópolis/MG. CEP: 35.770-000.

Endereço⁽¹⁾: Rua Adolfo Pardini, 555, Jd. Paraíso, Botucatu, SP. CEP: 18610-270. Tel: +55 (014) 3811-8295 - anasilva@sabesp.com.br

RESUMO

A Unidade de Negócio do Médio Tietê (RM) assumiu em 2013 o município de Torrinha, SP com uma ETE que apresentava situações pontuais de sobrecarga, oscilação de pH e vazão devido ao lançamentos de efluentes não domésticos não controlados, gerando problemas no sistema de lagoas e ocorrência de maus odores que acometiam a cidade e geravam muitas reclamações, e pedidos para uma solução rápida. A atuação junto a lançamentos clandestinos requer muito tempo para investigação e ações legais, o que vem sendo realizado em paralelo. Para uma rápida solução a equipe técnica elenco recomendou: (1) aquisição e instalação de aeradores superficiais, para mitigação de odores; (2) ajuste de pH para reequilibrar os processos químicos/biológicos das lagoas. A empresa Dryller se ofereceu, na ocasião, para uma parceria visando estudar a expansão do uso de um produto de correção de pH até então restrito ao tratamento de água. Após ajustes na formulação foi criado o neutrageo – nova patente. Após 3 semanas de uso os maus odores cessaram e a solução (1) acabou sendo desnecessária. A RM ainda estudou a viabilidade econômica comparando as duas alternativas sendo a (2) a mais interessante para problemas com formação de odores em ETEs.

PALAVRAS-CHAVE: viabilidade econômica, maus odores, tratamento de esgoto

INTRODUÇÃO

No Brasil o processo de tratamento por lagoas é amplamente utilizado ainda. Em um levantamento de OLIVEIRA & VON SPERLING (2005) os sistemas de tratamento de esgotos por lagoa representa 66% do

total nos dois estados com maiores números de tipos de processo de tratamento, Minas Gerais e São Paulo. A ocorrência de odor e a dificuldade e os custos para mitigação/correção não são compatíveis com essa proposta de processo, que se torna atraente justamente pelo baixo custo e baixa complexidade operacional. Um processo por lagoas devidamente projetado e sem grandes variações de qualidade e vazão do esgoto a ser tratado não necessariamente estará livre de ocorrência de maus odores. Variações meteorológicas, curtos circuitos, alterações químicas ou biológicas no processo podem gerar a liberação de gases por vários dias, com a necessidade de aplicação de soluções relativamente caras.

Em lagoas anaeróbias ocorre a ausência de oxigênio dissolvido, propiciando o desenvolvimento de bactérias redutoras de sulfato. Como o sulfato pode ser facilmente encontrado no esgoto doméstico, há liberação considerável de gás sulfídrico por ação desses microrganismos, que tem baixa solubilidade na água e um forte cheiro similar a ovo podre. Em um processo ideal de anaerobiose há equilíbrio entre os compostos orgânicos presentes (sem grandes excessos) e ocorre a conversão biológica através da hidrólise, acidogênese e metanogênese. A acidogênese propicia a formação de maus odores, e numa situação de desequilíbrio a metanogênese não consegue consumir essas substâncias formadas, as quais acabam indo parar na atmosfera (ZHANG et al, 2013). O gás sulfídrico (H₂S) liberado do meio aquático passa a ser gerado em casos de anoxia na coluna d'água e é perceptível ao ser humano, à distância, quando a concentração de sulfeto encontra-se acima de 2 mg/L. Formas de controle com aeração envolvem a adição de oxigênio que o transforme em sulfato. Simplificadamente ocorrem quatro reações até a transformação total do sulfeto em sulfato (TIRLONE et al, 1985; ALÉM SOBRINHO et al, 1985):



O presente artigo tratará, portanto, da comparação econômico financeira entre um método com um certo grau de conhecimento quanto aos efeitos e resultados (eficácia), e a utilização do neutrageo, um produto a base de magnésio e cálcio, para correção de pH, e que acabou demonstrando efeitos também sobre a formação de gás sulfídrico na lagoa de Torrinha.

OBJETIVOS

O objetivo do presente artigo é apresentar um trabalho técnico realizado para aumentar a performance de uma ETE, a comparação econômico-financeira entre duas alternativas para a remoção de odores em sistemas de tratamento de esgotos – aeração e aplicação de produto químico, sendo que uma das alternativas foi “descoberta” como solução aplicável aos dois objetivos, melhora de performance e remoção de odores. Durante os testes realizados, o produto foi patenteado como neutrageo ®. Os resultados desse produto sobre a eficiência da ETE também serão apresentados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A aeração mecânica da água ou dos esgotos procura reproduzir de forma acentuada a transferência de gases ar-água, ou seja, a transição entre o estado dissolvido na água e o estado gasoso na atmosfera. Este fenômeno ocorre naturalmente nos ciclos biogeoquímicos para numerosas substâncias, como o nitrogênio, o gás carbônico e o oxigênio dissolvido. A variação da concentração de OD na água depende de vários fatores físicos e químicos do meio e diversos processos, entre os quais podemos citar: a temperatura ambiente e a temperatura da água, a produção fotossintética, a reaeração natural (atmosférica), a concentração de matéria orgânica, a pressão atmosférica, entre outros (JANZEN, SCHULZ e LAMON, 2008). O fenômeno de transferência interfacial ar-água é extremamente complexo, e não será objeto de discussão no presente artigo.

Tecnologias de “remoção física” pra controle de odor envolvem o emprego de produtos que propiciam o mascaramento, a captura e a adsorção dos gases liberados. As tecnologias que empregam produtos químicos em geral reagem com as substâncias causadoras de maus odores, gerando outros compostos. Outros métodos como aeração ou filtração biológica permitem a alteração do tipo de bactérias atuantes, a otimização para a reação por metanogênese e a decomposição biológicas dessas substâncias (ZHANG *et al.*, 2013). Teoricamente, a relação de oxigênio necessário para oxidar sulfetos é de 1:1, sendo o sulfeto o fator limitante da reação e do tempo de reação (TIRLONE *et al.*, 1985; ALÉM SOBRINHO *et al.*, 1985). Conforme os

autores, a aeração mecânica ou forçada das águas tem a eficiência máxima entre 85 e 90%. Em testes realizados o tempo de operação ótima, com remoções entre 70% e 85% de S²⁻, ocorre entre 40 e 50 minutos. A injeção de ar atmosférico e oxigênio puro não fazem diferença na eficiência de remoção de sulfetos

Portanto, a aeração é um dos métodos mais eficazes e que vem sendo amplamente empregado em lagoas, e cujos efeitos bioquímicos ainda não são totalmente conhecidos quanto a alterações em longo prazo nas características de processo. Por exemplo, formação de lodo em maior quantidade que a de projeto. A aeração superficial, com equipamentos que atuam nos primeiros centímetros superficiais permite a instalação em lagoas anaeróbias, alterando seu processo para condições de uma lagoa facultativa. Ou seja, não se transformam em lagoas aeradas.

No emprego de produtos químicos, uma solução é o ajuste de pH. Em pH acima de 7 a concentração de H₂S diminui gradativamente, ocorrendo outras espécies. Já o pH ótimo para espécies metanogênicas ocorrem entre 6 e 7,5 – um faixa bastante restrita. Autores indicam que apenas o ajuste de pH com otimização da fase metanogênica e o emprego preferencial de hidróxido de sódio apresentaria uma eficiência maior na redução da formação de H₂S do que outros tipos de alcalinizantes – o que não é necessariamente confirmado na prática.

Tabela 1 – Comparação de tecnologias e respectivas eficiências para controle de odor por H₂S

Oxidantes	pH	Meia vida	Tempo de reação (min.)	Relação concentração de H ₂ S	Eficiência	Referências
Ozônio	≥ 8	1 – 30 min.	< 2	4:1	100%	Vogelphohl and Kim, 2004
H₂O₂	≥ 7	30 min.	< 5	4:1	100%	US Peroxide, 2012
Permanganato de potássio	≤ 7	0,9 – 7 h	< 5	6,2:1	100%	Charron <i>et al.</i> , 2006
Cloro	≥ 7	1,3 – 5 h	< 7	8,3:1	100%	EPA, 1999; Zhang <i>et al.</i> , 2008
Hipoclorito de sódio	6 - 8	> 220 d	< 10	5:1	100%	White, 1999; Zhang <i>et al.</i> , 2008
Dióxido de cloro	5 - 9	20 – 180 min.	< 10	2,5:1	100%	Agency for toxic substances and disease registry, 2004
Ferrato (VI)	≤ 13	0,01 s – 15 min.	< 1	2:1	100%	Tiwari <i>et al.</i> , 2005; He <i>et al.</i> , 2009

Fonte: adaptado de ZHANG *et al.*, 2013.

ZHANG *et al.*, 2013 afirma que em geral o emprego dos oxidantes da Tabela 1 não interferem na planta de tratamento e no processo. Entretanto, referenciam trabalhos onde a biota presente pode ser inativada devido a oxidação das células ou a destruição de enzimas específicas, em altas dosagens. Ressaltam ainda que o controle do pH é fator importante na eficiência e nas dosagens.

MATERIAIS E MÉTODOS

A SABESP realizou um levantamento técnico das condições operacionais da ETE antes da assunção oficial e constatou a necessidade de melhorias no sistema. A ausência de medidores de vazão impediram a princípio que fossem detectadas variações importantes de vazão que ocorriam em períodos aleatórios e ultrapassam em até 30% a capacidade nominal de projeto. Também ocorriam cargas pontuais elevadas, o que exigiu um mapeamento de indústrias na região e potenciais responsáveis. Conforme foi apresentado na introdução, foi prevista a implantação de sistema de aeração, e como o uso de soda já era praticado antes e não deu efetivos resultados para ajuste de pH, foi cogitada outra solução. A opção se deu pela oferta de parceria para desenvolvimento de estudos de viabilidade por parte da Dryller. Diante dessas considerações técnicas optou-se em aplicar um sistema de alcalinização controlado, e a RM fechou uma importante parceria com a empresa Dryller. O alcalinizante selecionado neste processo foi o Geocálcio/Neutrageo – alcalinizante à base de hidróxido de cálcio em suspensão aquosa. Este processo entrou em operação em janeiro de 2014, na ETE de Torrinha. A Dryller implantou um sistema com medição de vazão de entrada e pH a distância, e dosagem automática. A RM realizou controles de qualidade em maior frequência para acompanhamento do processo. Nesse ínterim modificações do produto foram testadas com foco na melhora da eficiência do processo, reações físico-químicas desejadas, logística de abastecimento e transporte, entre outras.

O sistema foi programado para garantir pH de saída (efluente da ETE) entre 6,5 e 7,5. A avaliação quanto a formação de odor foi sensorial, não sendo possível a instalação de medidores de gás sulfídrico. Entretanto, a resposta da população torrinhense era o maior indicador do sucesso do investimento, uma vez que não existiam mais reclamações, que anteriormente eram gerais.

As análises que foram feitas periodicamente e com maior frequência foram para demanda bioquímica de oxigênio, com vistas a eficiência, e pH, em laboratório acreditado pela ISO 17025:2005.

Após os resultados obtidos foram feitos estudos de viabilidade econômica, com apropriação dos custos em função das tecnologias selecionadas.

RESULTADOS

Para o estudo de viabilidade econômica, foram apropriados os custos em função das tecnologias selecionadas:

Projeto 1 – Aeração

Projeto 2 – Processo de controle de pH

Premissas: horizonte de projeto de 10 anos

Taxa de desconto: 8,06% a.a.

Alíquota de IR/CS: 34%

Tabela 2 - Projeto 1

Investimentos	R\$ 660.000,00	11 aeradores
Consumo de energia	699.840	Kwh/ano – fonte empresa RMO
Preço de energia elétrica	R\$ 0,29	Valor anual – jan/15 contrato alta tensão
Custo de manutenção	6,5%	Anual do investimento, exceto 1º ano – histórico RMO para produtos similares

Tabela 3 - Projeto 2

Investimentos	R\$ 80.180,00	
Consumo de energia	9937	Kwh/ano – fonte empresa dryller
Preço de energia elétrica	R\$ 0,35	Valor anual – jan/15 contrato baixa tensão
Produtos químicos	96.000	Valor anual – produto geocálcio 192 ton/ano preço R\$ 0,50/kg
Manutenção	R\$ 11.523,00	Valor ano – Fonte empresa Dryller

Tabela 4 – Apuração do fluxo de caixas dos projetos

Apuração do Fluxo de Caixas dos Projetos - Valor em R\$											
Ano	Projeto 1 - Aeração					Projeto 2 - Sistema Geocálcio					
	Investi- mentos	Despesas		Impacto Fiscal	Fluxo	Investi- mentos	Despesas			Impacto Fiscal	Fluxo
		Energia Elétrica	Manutenção				Energia Elétrica	Produtos Químicos	Manutenção		
0	-660.000	0	0	0	-660.000	-80.180	0	0	0	0	-80.180
1	0	-202.954	0	91.444	-111.509	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
2	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
3	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
4	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
5	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
6	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
7	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
8	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
9	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
10	0	-202.954	-42.900	106.030	-139.823	0	-3.478	-96.000	-11.523	60.180	-50.820
VPL	-660.000	-1.358.157	-247.385	696.052	-1.569.490	-80.180	-23.272	-642.428	-77.111	402.724	-420.268

Efetividade do processo no controle de dosagem e pH.

Comparação entre os períodos antes da correção do pH e durante o processo de correção do pH com Neutrageo.

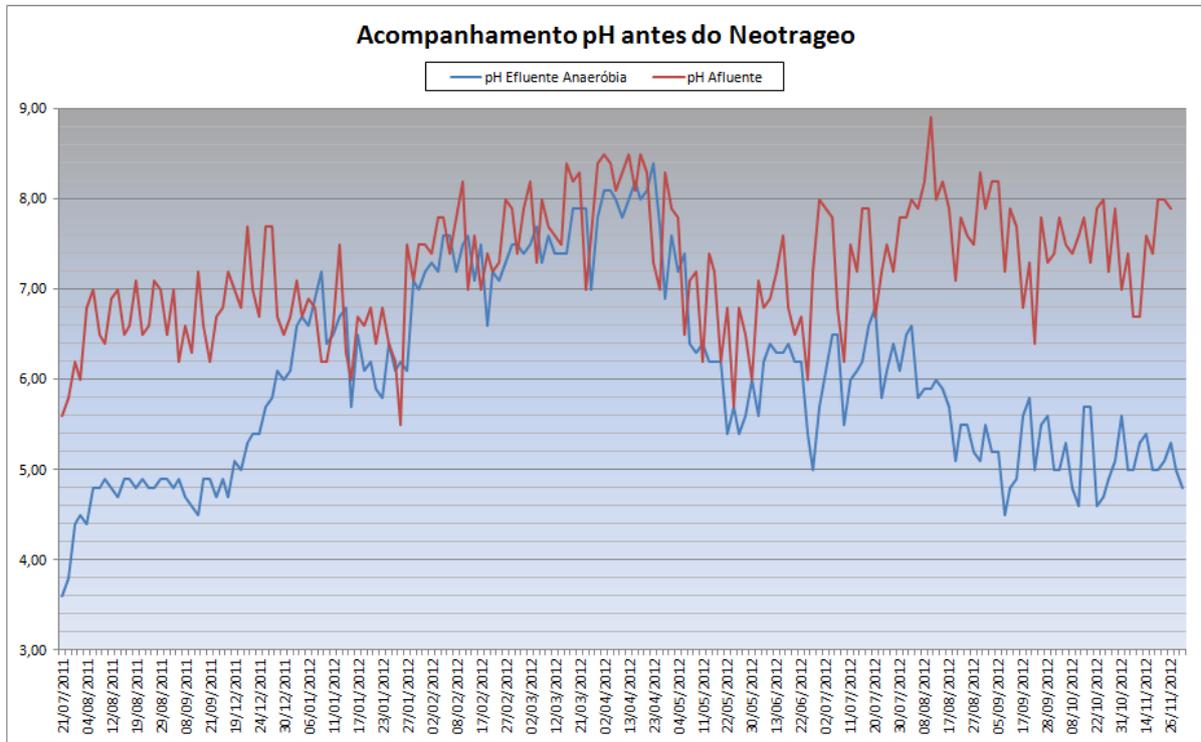


Gráfico 1: Período monitorado antes da assunção de Torrinhã pela Sabesp. Processo caracterizado por períodos com predominância de pH muito baixo, com ocorrências de pH menor que 5.

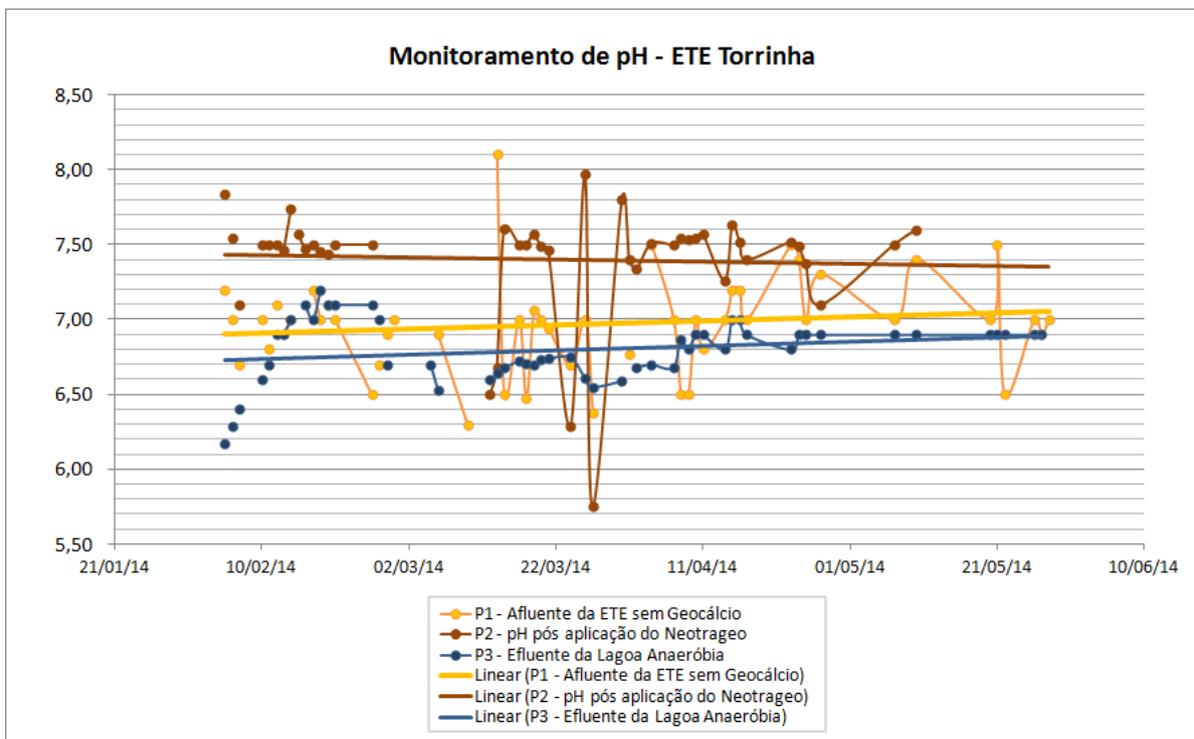
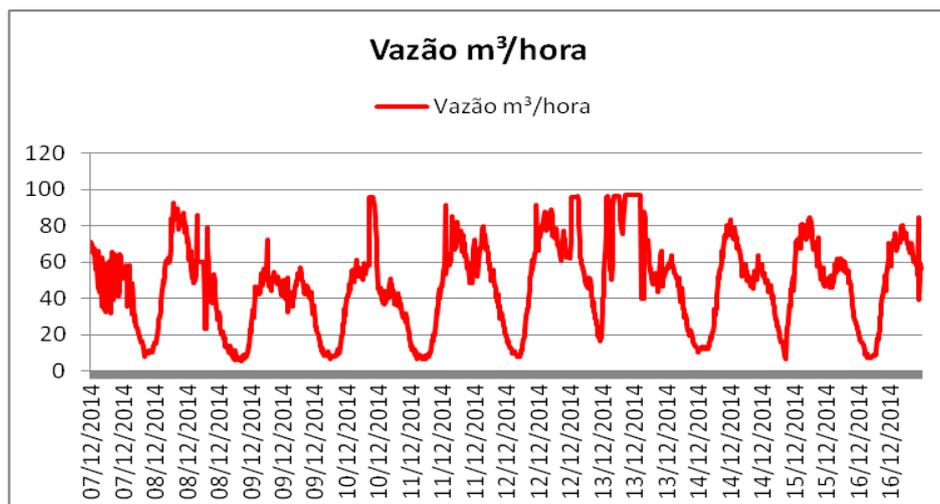
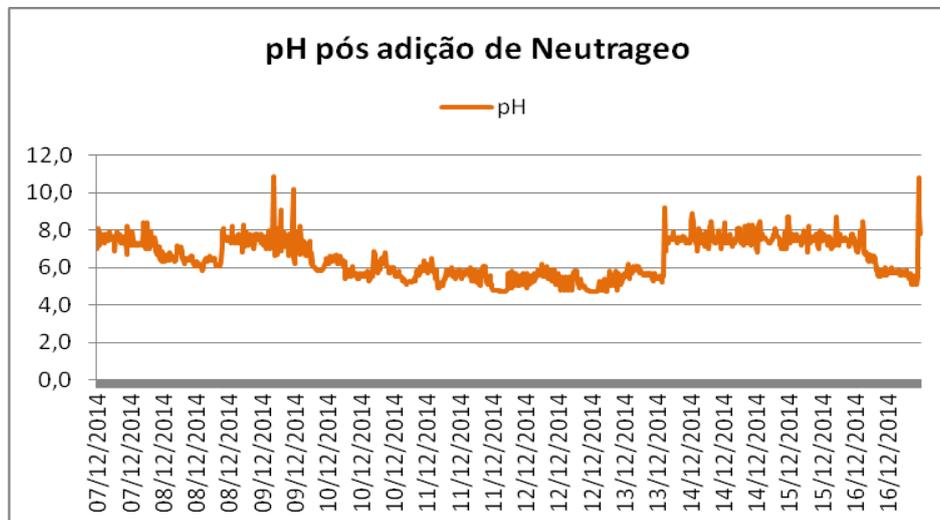
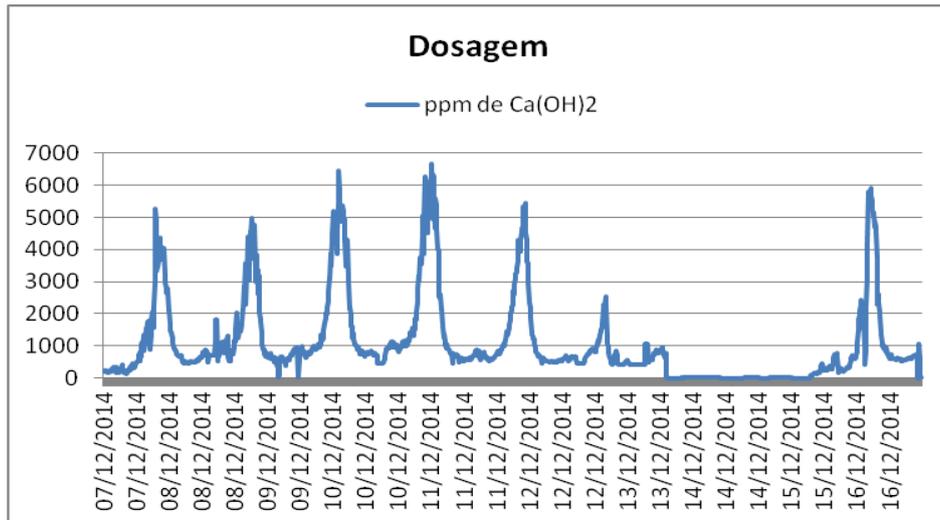
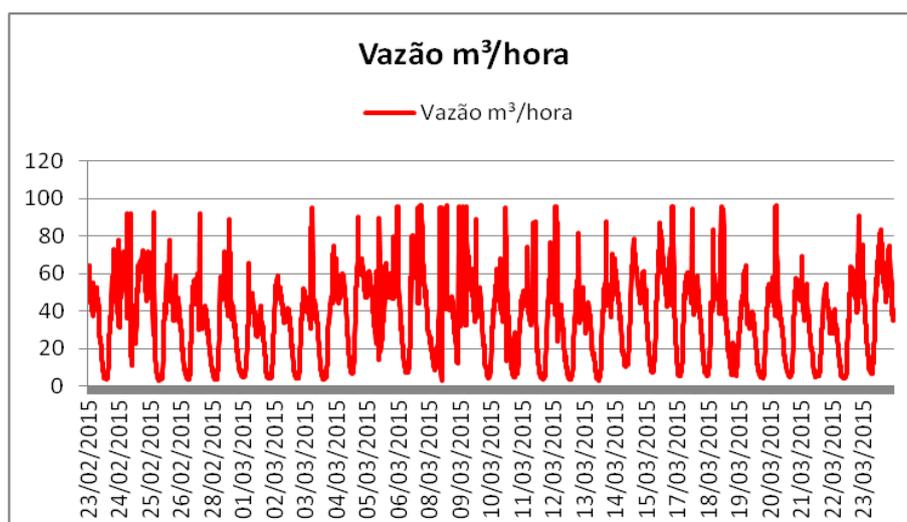
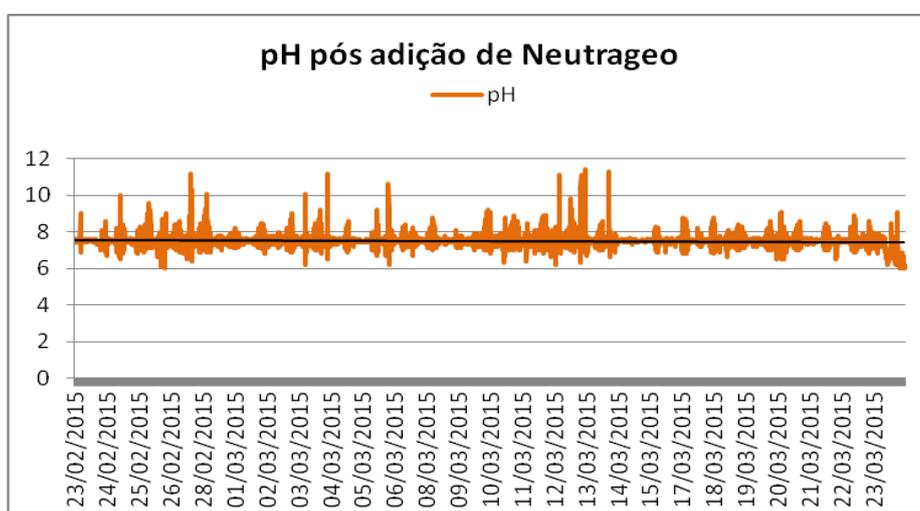
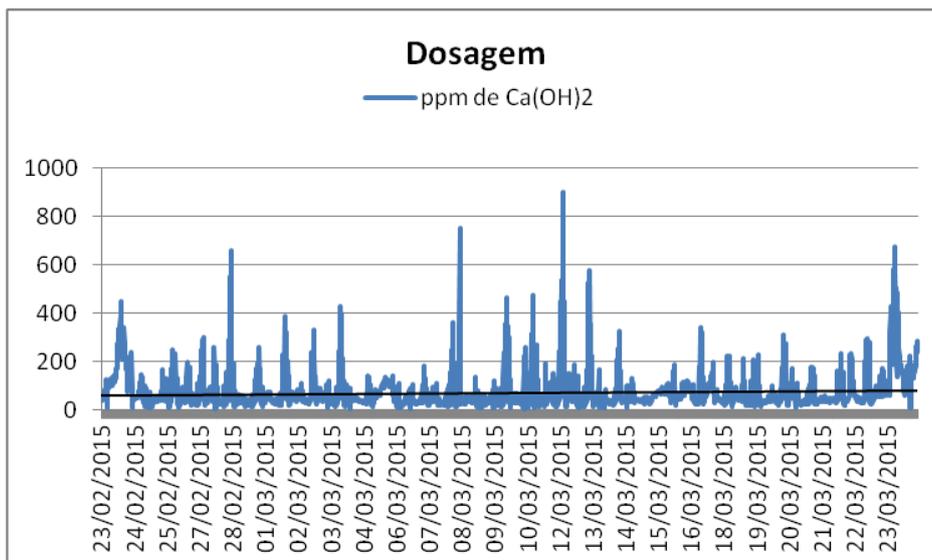


Gráfico 2: Após o início da aplicação do Neutrageo a tendência do pH efluente à lagoa anaeróbica tende a neutralidade.



Gráficos 3, 4 e 5 – Avaliação do processo de alcalinização durante o pior evento de afluência de END – Efluente não Doméstico. No mês de dezembro ocorreram sucessivos lançamentos de produtos altamente ácidos e cáusticos na rede da Sabesp.



Gráficos 6, 7 e 8 – Avaliação do processo em período de relativa normalidade para eventos de lançamento de END na rede da Sabesp de Torrinha. Nota-se ainda a ocorrência de inúmeros picos de dosagem de Ca(OH)₂. Picos de pH acima de 8 são devido a ENDs cáusticos.

Efetividade no aumento da performance do processo

Período analisado	Eficiência de remoção de DBO
Fev/14	51%
Mar/14	57%
Abr/14	88%
Jul/14	90%
Dez/14	89%

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Considerando as premissas informadas e sob o aspecto estritamente econômico-financeiro, a melhor alternativa é o Projeto 2 - Processo de Controle de pH, que apresenta um impacto de custos inferior (VPL negativo de R\$ 420.268) para Sabesp em relação ao Projeto 1 - Aeração (VPL negativo de R\$ 1.569.490).

Já para os resultados esperados de qualidade do processo, ao final de 3 semanas, com a aplicação do alcalinizante e o controle do pH, a formação de odores cessou por completo na ETE de Torrinha, não ocorrendo mais registros de reclamação na cidade. Cerca de 3 meses depois o processo estabilizou e a eficiência desde então tem atingido resultados acima de 85%, mesmo para cargas de entrada altas que ainda continuam ocorrendo e que vêm sendo tratadas caso a caso.

A equipe operacional local visitava a ETE diariamente, com controles constantes, para assegurar a continuidade da dosagem. Notou-se uma alteração nas características do processo e ocorrência de maior quantidade de sobrenadantes, associadas a momentos em que o pH não foi devidamente corrigido. Considera-se que com o retorno da fase acidogênica ocorreu formação de gases de fermentação e desprendimento do lodo de fundo.

A seleção de alternativa tecnológica deve estar vinculada com a viabilidade econômica financeira e com a obtenção de resultados de performance de acordo com as exigências da legislação atual. Outras variáveis também precisam ser consideradas, caso a caso. Provavelmente, em função da adequação operacional da rede e controle de ENDS, o custo do investimento poderá ser muito reduzido ao ponto de se tornar desnecessário mudar a concepção das lagoas de estabilização em lagoas aeradas.

Portanto a decisão de controle de odores e aumento de performance da ETE, pode ser direcionando para os controles biológicos tais como o controle de pH para viabilizar a mudança de processos acidogênicos para processos metanogênicos; ou com a aplicação de produtos para evitar a redução de sulfatos com produção de sulfetos. A preocupação inicial sempre foi de otimizar o processo biológico, que é a essência do tratamento em lagoas, através de alternativas de baixo impacto não só financeiro mas também ambiental.

Recomenda-se ainda um acompanhamento mais detalhado, que não foi possível neste estudo, tais como a biodiversidade nas lagoas; avaliação da qualidade do lodo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fonte: www.sabesp.com.br/Formulário Referência 2013.
2. ZHANG X.L., YANA R.D., TVAGI A., SURAMPALLI R.Y. Journal of environmental manangement. Odor control in lagoons – review. 124 (2013) – pp. 62 a 71.
3. ALÉM SOBRINHO, P.; TIRLONE, C. E.; GASI, T. M. T.; ROSSIN, C. A.; NABHAN, N. M. Estudos sobre oxidação de sulfetos em reservatórios. CETESB. 1985
4. TIRLONE, C. E.; ROSSIN, C. A.; AWAZU, L. A. M.; SERIACOPI, M. T.; HADDAD, E.; RIVELLI, V. Ensaio e métodos para determinação da oxidação de sulfetos em reservatório. CETESB. 1985
5. OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa and VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETES em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 2: influência de fatores de projeto e operação. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2005, vol.10, n.4 [cited 2014-04-28], pp. 358-368

6. OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa and VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1: análise de desempenho. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2005, vol.10, n.4, pp. 347-357. ISSN 1413-4152