

APLICAÇÃO DE CAL MAGNESIANA PARA EFICIENTIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

RESUMO

A Estação de tratamento de esgotos de Itaí é composta por uma lagoa Facultativa aerada. Visando aumentar a capacidade de tratamento, para atender a demanda atual, foi dimensionado novo sistema de tratamento com a implantação de UASB, porém com previsão de conclusão para final de 2025.

Além disso a proximidade dos imóveis com a estação, tem gerado reclamações decorrentes de odor fora dos limites da estação. Para minimizar os odores estávamos utilizando peróxido de hidrogênio aplicado na estação elevatória de esgotos final, mas a possibilidade de alterar o produto por outro que pudesse, além de controlar os odores trouxesse algum benefício ao tratamento nos direcionou para o uso de cal magnesiano.

A aplicação da cal magnesiana, pode contribuir para melhorar a eficiência no tratamento biológico de esgotos através da elevação do pH, promovendo um ambiente mais favorável para o desenvolvimento dos microrganismos que realizam a degradação da matéria orgânica presente nos esgotos. Além disso a cal magnesiana pode fornecer nutrientes essenciais para o crescimento desses microrganismos. Outra vantagem é seu efeito tamponante, ajudando a manter o pH estável frente a variações diárias e horárias de carga orgânica e temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: Hidróxido de magnésio, Cal magnesiano, Tratamento de esgotos.

INTRODUÇÃO

O processo de tratamento de lagoas de estabilização é puramente biológico e ocorre de forma espontânea no ambiente da lagoa. Os microrganismos encontram nas lagoas alimento e oxigênio necessários, o tipo desses depende da característica da lagoa. A introdução de oxigênio, através da implantação de aeração visa potencializar o desenvolvimento de bactérias aeróbias que tem se mostrado bastante eficientes no tratamento de esgotos.

A estação de tratamento de esgoto de Itaí – ETE Itaí, do tipo lagoa de estabilização (lagoa facultativa aerada), encontra-se operando acima de sua capacidade e, consequentemente, tratando esgotos com eficiência insatisfatória.



Foto1 : ETE Itaí

Originalmente este sistema de tratamento de esgotos foi dimensionado para atender uma vazão de 20 l/s, e era composto apenas por uma lagoa facultativa conforme descrito no quadro 1. Com o crescimento do município e aumento da cobertura de rede coletora de esgotos e da evolução na taxa de tratamento de esgotos em relação ao coletado, foi necessário ampliar a capacidade de tratamento com a implantação de aeradores.

Foram instalados 11 aeradores sendo 9 Turbo submersos com potência de 5 CV e 2 bi turbos de 10 CV cada. Desta forma a taxa de aplicação superficial para lagoas facultativas, que é de até 200 kg DBO/ha.dia, com a aeração passou a ter até 450 kg DBO/ha.dia. Como não houve alteração nem da carga orgânica nem da área da lagoa a capacidade nominal passou a ser de 40 l/s.

Tipo	Característica	TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL (KG DE DBO/HA.DIA)
Lagoa Facultativa	Áreas com e sem oxigênio dissolvido, sedimentação na mesma lagoa	ATÉ 200
Lagoa Facultativa aerada	Áreas com e sem oxigênio dissolvido, sedimentação na mesma lagoa	ATÉ 450

Tabela 1 – taxa de aplicação superficial de lagoas facultativas

O crescimento do município foi superior às expectativas e hoje a vazão de entrada na ETE está superior a 50 l/s, estando acima de sua capacidade Nominal, desta forma foi elaborado projeto de ampliação da estação que prevê a construção de reator anaeróbio de Fluxo ascendente que receberá o esgoto bruto e depois o efluente deste sistema será direcionado à lagoa existente. Porém a conclusão deste projeto está prevista para o final de 2025.

A tabela abaixo apresenta os resultados de remoção de carga orgânica de janeiro/21 até julho/22.

Município	Sistema	Data	DBO entrada	DBO saída	Remoção	Sólidos Sedimentáveis
Itaí	Itaí	18/01/2021	375	80	78,67%	0,1
Itaí	Itaí	15/02/2021	550	97	82,36%	0,2
Itaí	Itaí	18/03/2021	880	140	84,09%	0,2
Itaí	Itaí	19/03/2021	563	117	79,22%	0,2
Itaí	Itaí	26/04/2021	435	200	54,02%	0,1
Itaí	Itaí	13/05/2021	550	200	63,64%	0,3
Itaí	Itaí	27/05/2021	1000	190	81,00%	0,2
Itaí	Itaí	10/06/2021	525	147	72,00%	0,1
Itaí	Itaí	22/07/2021	1017	293	71,19%	0,20
Itaí	Itaí	04/08/2021	760	260	65,79%	0,3
Itaí	Itaí	09/09/2021	650	160	75,38%	0,2
Itaí	Itaí	06/10/2021	760	160	78,95%	0,4

Itaí	Itaí	22/11/2021	760	200	73,68%	0,5
Itaí	Itaí	08/12/2021	950	210	77,89%	0,2
Itaí	Itaí	27/01/2022	500	200	60,00%	0,2
Itaí	Itaí	09/02/2022	490	180	63,27%	0,2
Itaí	Itaí	15/03/2022	633	160	74,72%	0,2
Itaí	Itaí	05/04/2022	520	210	59,62%	0,2
Itaí	Itaí	16/05/2022	740	210	71,62%	0,2
Itaí	Itaí	06/06/2022	580	130	77,59%	< 0,2
Itaí	Itaí	05/07/2022	740	200	72,97%	0,2

Tabela 2: histórico de remoção de carga orgânica – Fonte - NetControl

Ainda relativo ao crescimento do Município, a ocupação por residências do entorno da estação de tratamento tem gerado reclamações sobre seus odores, o que nos obrigou a utilizar peróxido de hidrogênio para o controle dos mesmos, sendo aplicado na elevatória final de esgotos.

Visando adequar o efluente final da estação à legislação vigente enquanto o sistema não for ampliado, alguma ação provisória deve ser adotada. Como não há possibilidade de ampliação da aeração, optamos por substituir o produto utilizado para controle de odor por cal magnésiana, pois além de atuar sobre os odores este produto químico possibilita melhoria no tratamento dos esgotos.

OBJETIVOS

O principal objetivo deste estudo é a melhoria da eficiência na remoção de DBO no sistema de tratamento de esgotos da ETE Itaí - SP, com a aplicação de cal magnésiana. Outros benefícios esperados são o controle dos odores gerados na estação e melhoria dos valores de sólidos sedimentáveis totais no efluente final.

METODOLOGIA

Os sistemas de tratamento de esgotos podem utilizar processos físicos, químicos ou biológicos. Normalmente são utilizados apenas os processos biológicos para o tratamento de esgotos predominantemente residenciais como é o caso do município de Itaí.

A utilização de combinações entre o processo biológico com o processo químico deve ser estudada com cuidado para que não haja interferências negativas entre os dois.

A ETE Itaí tem as seguintes características:

Tipo = Lagoa de estabilização – Lagoa Facultativa

Capacidade Nominal – 40 l/s

Vazão – 50 l/s

Área = 9.200 m²

Volume = 20.368 m³

Tempo de detenção hidráulico = 2,1 dias

Potência dos aeradores = 65 CV

Entre janeiro/21 e julho/22 apenas 3 dos 21 resultados de remoção de carga orgânica estiveram acima de 80% de remoção, ou seja, atendendo a legislação, e nenhum resultado de DBO do efluente esteve abaixo de 60 mg/l. Assim apenas 14% das amostras atenderam a legislação, mesmo com a aeração implantada e a aplicação de peróxido de hidrogênio no afluente.

A solução adotada foi a substituição do peróxido de hidrogênio por cal magnésiana em solução aquosa a 30%, com vazão constante e ininterrupta de 250 kg/dia. Abaixo apresentamos a especificação técnica do produto utilizado.

Especificação da Série:									
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
CAL MAGNESIANA EM SUSPENSÃO AQUOSA									
- % M/M HIDRÓXIDOS TOTAIS (EM CÁLCIO): 28,0% A 32,0%									
- ESTABILIDADE DA SUSPENSÃO EM 24 HORAS: MÍNIMO 95% SEDIMENTADO									
- DENSIDADE: 1,1 A 1,4									
- GRANULOMETRIA - RETIDO EM PENEIRA 0,149 MM (100 MESH): MÁXIMO DE 4,0%									
- % M/M RESÍDUOS INSOLÚVEIS + SÍLICA: MÁXIMO 0,50%									
- % M/M SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO HCL, EXPRESSO COMO CaCO ₃ (EXCETO ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS): MÁXIMO 3,0%									
- % M/M HIDRÓXIDO DE MAGNÉSIO: MÍNIMO: 4,0%									
- VISCOSIDADE - COPO FORD NÚMERO 4: MÁXIMO 17 SEG									
TRANSPORTE									
- OS VEÍCULOS UTILIZADOS PARA O TRANSPORTE DE CAL HIDRATADA DOLOMÍTICA EM SUSPENSÃO AQUOSA DEVEM ESTAR ISENTOS DE IMPUREZAS E DEVEM DISPOR DE SISTEMA PRÓPRIO PARA TRANSFERÊNCIA DE PRODUTO; DEVEM POSSUIR DISPOSITIVO DE COLETA DE AMOSTRA DURANTE O DESCARREGAMENTO A QUALQUER TEMPO, POR MEIO DE UM BY-PASS;									
- NOTAS:									
- A CARGA DEVE SER FORNECIDA LACRADA, CONSTANDO O NÚMERO DO SELO NA NOTA FISCAL; NO RECEBIMENTO, A UNIDADE DEVE CONFERIR A NUMERAÇÃO EXISTENTE E VERIFICAR SE NÃO HÁ SINAIS DE VIOLAÇÃO NO SELO									
- O SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DO CAL HIDRATADA DOLOMÍTICA EM SUSPENSÃO AQUOSA DEVE SER CONSTITUÍDO DE TANQUE RESISTENTE A HIDRÓXIDOS E COM CAPACIDADE DE ESTOCAGEM DE ACORDO A LOGÍSTICA DE MOVIMENTAÇÃO DE PRODUTOS LÍQUIDOS A GRANEL E NECESSIDADE DA ETA/ETE									
- O SISTEMA DE ARMAZENAGEM DEVE DISPOR DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE HOMOGENEIZAÇÃO CONTROLADO POR TEMPORIZADOR E COM ISPOSITIVOS DE ALERTA SOBRE FALHAS NESSE PROCESSO									

Figura 1: especificação técnica da cal magnesiana em solução. Fonte SGL

Para a aplicação foi necessário implantar sistema de reservatórios, com agitadores e recirculação, conforme foto2. Em 04/08/22 o sistema de dosagem passou a operar.



Foto 2: Sistema de dosagem de cal magnesiana

Para o acompanhamento do desempenho e eficiência do sistema foram realizadas coletas mensais, e monitorados os resultados de DBO de entrada e saída, E.Coli, Oxigênio dissolvido e Sólidos sedimentáveis totais.

TEORIA E COMPOSIÇÃO

Os processos biológicos são realizados por diversos microrganismos, principalmente bactérias que transformam a matéria orgânica dos resíduos em tecido celular e produtos de conversão gasosos, líquidos e sólidos. Uma vez que as condições ambientais, como pH e alcalinidade, têm um efeito significativo na sobrevivência e no crescimento dos microrganismos, é importante que as condições ideais sejam mantidas durante todo o processo biológico.

Alguns esgotos contêm valores adequados de alcalinidade para suportar a conversão biológica de resíduos orgânicos, porém em algumas situações podem não ter alcalinidade suficiente para sustentar o crescimento bacteriano ideal. Nestas condições, a adição de alcalinidade pode ser necessária para que as bactérias cumpram seu papel adequadamente. Ao adicionar cal magnésiana no tratamento biológico, a alcalinidade e um suprimento de nutrientes na forma de magnésio estão prontamente disponíveis para as bactérias, enquanto que a capacidade de tamponamento da cal magnésiana pode fornecer o benefício de controle de pH ideal.

A alcalinidade pode ser definida como a capacidade de neutralizar ácidos ou de absorver íons de hidrogênio. Nos esgotos existem muitos fatores que contribuem para a alcalinidade. Tais fatores incluem o tipo de compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos presentes no esgoto, a quantidade de matéria orgânica suspensa, se está fortemente ou fracamente tamponado, se tem a presença ou ausência de hidroxilas livres, a quantidade de bicarbonatos e carbonatos para CO₂ dissolvido e a quantidade de sólidos dissolvidos.

As bactérias e outros microrganismos que desempenham papel ativo no tratamento de esgotos são mais eficazes em pH neutro ou levemente alcalino de 7 a 8. Para manter essas condições de pH ideais deve haver alcalinidade suficiente para neutralizar os ácidos gerados pela biomassa ativa durante o processo de conversão de amônia. Essa capacidade de manter o pH adequado é a razão pela qual optamos pelo uso da cal magnésiana.

A cal magnésiana possui propriedades que a tornam um produto claramente superior no fornecimento de alcalinidade e controle de pH. Sua solubilidade é extremamente baixa em água, o que resulta na produção limitada de íons hidroxila para neutralização. A neutralização ocorre quando os íons hidroxilas são consumidos pelo ácido. Íons hidroxila adicionais são liberados à medida que mais acidez é gerada. Desta forma o hidróxido de cálcio que compõe a cal magnésiana fornece alcalinidade duradoura e melhor controle de pH.

RESULTADOS

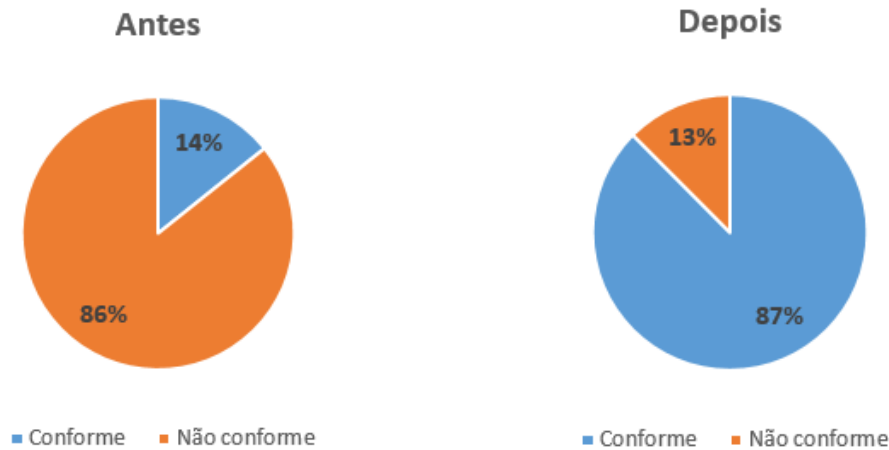
A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos após a aplicação da cal magnésiana.

Tabela 3: Resultados de ensaios da ETE ITAÍ entre agosto/22 e março/23

Município	Sistema	Data	DBO entrada	DBO saída	Remoção	Sólidos Sedimentáveis
Itaí	Itaí	22/08/2022	740	105	85,81%	0,2
Itaí	Itaí	14/09/2022	560	125	77,68%	0,2
Itaí	Itaí	26/10/2022	820	70	91,46%	< 0,2
Itaí	Itaí	23/11/2022	800	130	83,75%	< 0,2
Itaí	Itaí	12/12/2022	740	130	82,43%	< 0,2
Itaí	Itaí	03/01/2023	460	50	89,13%	0,2
Itaí	Itaí	06/02/2023	620	80	87,10%	< 0,2
Itaí	Itaí	09/03/2023	749	72	90,39%	< 0,2

De acordo com os resultados obtidos é possível verificar que houve melhoria significativa na remoção de carga orgânica, sendo que 7 das 8 análises apresentaram resultados de remoção acima de 80%, conforme exigência da legislação vigente, representando 87% dos resultados atendendo a legislação contra os 14% antes da aplicação da cal.

Figura 2 : gráfico de conformidade dos resultados de remoção de DBO. Fonte Netcontrol.



A DBO média do efluente passou de 178,3 mg/l para 95,3 mg/l, o que representa uma redução de 47% da carga orgânica que é lançada no corpo receptor.

Houve controle de odor, hoje não há percepção de odores fora da área da estação.

O aspecto visual da lagoa está melhor, o esgoto apresenta coloração marrom, característica de tratamento aerado.

Figura 3: Remoção de DBO na ETE ITAÍ.

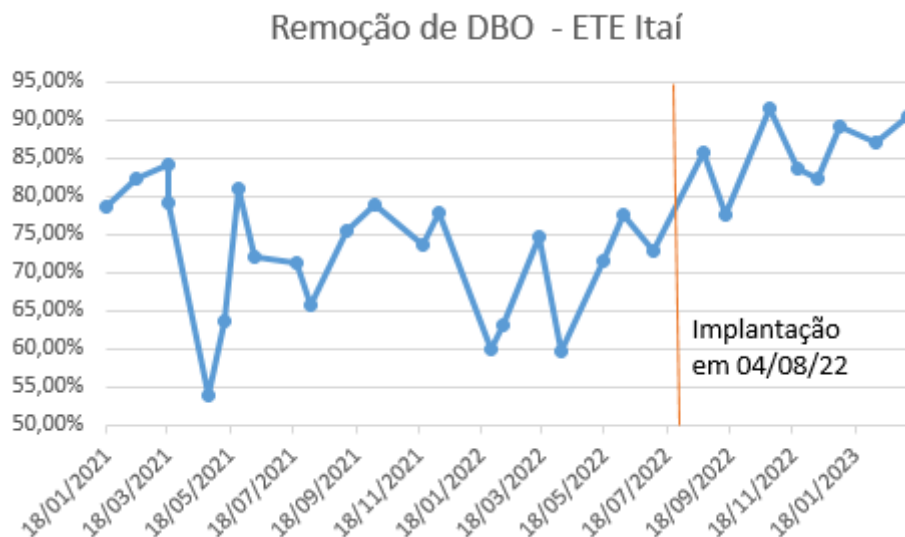
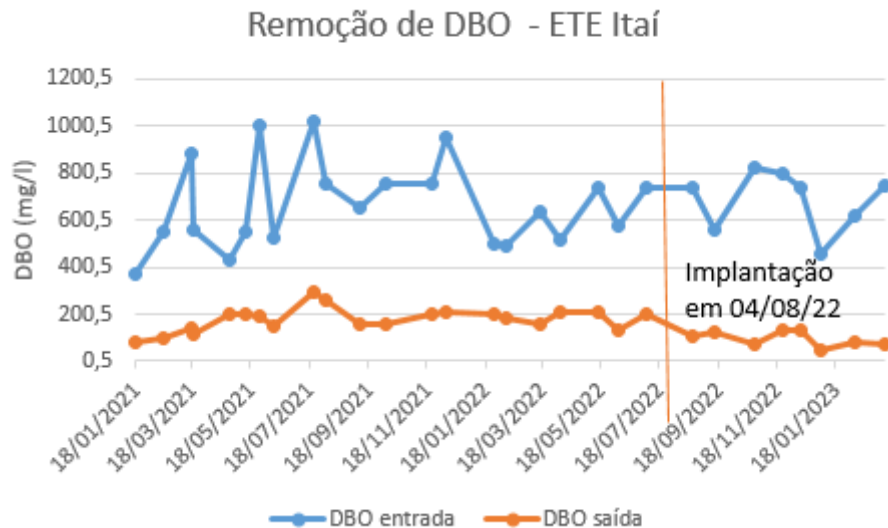


Figura 4: DBO afluente e DBO efluente



CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os resultados decorrentes da aplicação de cal magnesiana são muito favoráveis com relação a remoção de carga orgânica.

A mudança das características da lagoa quanto a sua coloração, mostra que a proliferação de bactérias ocorreu adequando a biota ao tipo de tratamento requerido. A alteração da tonalidade cinza, característica de ação anaeróbia, para a tonalidade marrom, característica de lagoas facultativas aeradas comprova que a cal magnesiana tem cumprido seu papel de potencializar o desenvolvimento da biota.

A estação de tratamento de esgotos de Itaí deve continuar sendo monitorada, para verificar se outros parâmetros tais como E.Coli, Oxigênio dissolvido, amônia e Nitrato também sofrerão alteração.

Como trata-se de projeto piloto, é viável aplicar em outros tipos de tratamento para verificar se os resultados também são positivos como por exemplo em sistemas australianos ou lagoas de mistura completa seguidas de lagoa de sedimentação.

É necessário realizar um estudo sobre o aumento de lodo decorrente da melhoria na eficiência do tratamento e do próprio volume de cal adicionado ao tratamento.

É necessário verificar a viabilidade econômica se comparado com a ampliação da capacidade através da implantação de sistema complementar como UASB, por exemplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIRD, C; CANN M; GRASSI M. T; KONDO M. M. Química Ambiental, 4ª ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2011.
2. BROWN, T. L.; JR, H. E. L.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. Química: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 952 p. ISBN 85-87918-42-7.
3. ANDRADE NETO, C. O. Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

4. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 357, de 18 de Março de 2005. DOU 053, 18 de Março de 2005; pag. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>.
5. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. DOU 92, 16 de Maio de 2011; pag. 89. <<http://www.mma.gov.br/>>.
6. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 274, de 29 de Novembro 2000. 18, 25 de Janeiro de 2001, Seção 1, pag. 70-71. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>.
7. Aislabie, J. M.; Balks, M. R.; Foght, J. M.; Waterhouse, E. J. Hydrocarbon spills on Antarctic soils: effects and management. *Environmental Science & Technology*, v.38, n.5, p.1265–1274, 2004.