

II-153 - Avaliação de uma Estação de Tratamento de Esgoto Compacta, do tipo Discos Biológicos Rotativos – DBR

Sandra Parreiras P. Fonseca ⁽¹⁾

Doutora em Recursos Hídricos e Ambientais e Mestre em Irrigação e Drenagem do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental (DEA/UFV). Graduada em Engenharia Civil (Escola de Engenharia Kennedy). Coordenadora de Operação de Estações de Tratamento de Esgoto de da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

Ernane Vitor Marques

Tecnólogo em Normalização e Qualidade Industrial pelo CEFET-MG. Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG).

Frieda Keifer Cardoso

Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Especialista em Gestão Integrada das Águas e dos Resíduos nas Cidades (Convênio Brasil/ Ministério das Cidades e Itália/ Hydroaid). Graduada em Engenharia Civil (PUC Minas). Engenheira de Operação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

Sirlei Geraldo Azevedo

Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais - DESA/UFMG. Especialista em Engenharia da Qualidade (PUC Minas). Graduado em Engenharia Química pela UFMG. Engenheiro Químico da COPASA.

Luciano Ferreira Abreu

Estudante de Engenharia Ambiental pela Fundação Educacional Monsenhor Messias. Técnico em Química. Supervisor de Operação de Estações de Tratamento de Esgoto da COPASA.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Gomes Barbosa, 79 - Centro - Viçosa - MG - CEP: 36570-000 - Brasil - Tel: (31) 3621.6565 - (31) 9965.4351 - e-mail: sandra.parreiras@copasa.com.br ou fonseca@ufv.br

RESUMO

O processo de tratamento do tipo Biodisco foi instalado na Alemanha Ocidental em 1960 e posteriormente introduzidos em centenas cidades nos EUA na década de setenta. No Brasil não existem muitos relatos de aplicação de Biodisco. O Biodisco consiste numa série de discos regularmente dispostos em um mesmo eixo rotativo, que giram com baixa rotação em condições aeróbica e anaeróbica, o que favorece a formação do biofilme. O processo de Biodisco é similar ao processo de Lodos Ativados, uma vez que ambos os processos produzem alta eficiência de tratamento. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o equipamento Compacto de Tratamento de Esgotos, por Discos Biológicos Rotativos (DBR) e comparar com o processo de Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto. Durante o período de cinco meses foram coletadas amostras compostas do esgoto do afluente e efluente do Biodisco e efluente do Sistema (Biodisco seguido de Decantador Secundário) da ETE Compacta – DBR, e afluente e efluente da ETE Morro Alto. Nas amostras coletadas foram realizadas análises das variáveis pH, série de sólidos, DBO, DQO e Nitrogênio amoniacal. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC). A ETE Compacta – DBR 200, para as condições de operação avaliadas, foi eficiente na remoção de matéria orgânica e sólidos atendendo a legislação vigente do estado de Minas Gerais e ligeiramente inferior que a dos Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto. Somente a unidade Biodisco não foi eficiente na remoção de sólidos sedimentáveis. Não houve variação no consumo de energia elétrica da ETE - Morro Alto no período de avaliação da unidade Piloto.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto doméstico, ETE compacta, Discos Biológicos Rotativos, Lodos Ativados, Remoção de matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

O Biodisco consiste numa série de discos regularmente dispostos no mesmo eixo rotativo. Estes discos funcionam como meio de suporte para o crescimento natural da biomassa formando assim o biofilme, composto de microorganismos responsáveis pelo tratamento do esgoto. São projetados para girar com rotação lenta, o que faz com que o biofilme prolifere por toda a superfície dos discos, mas que também haja uma exposição cíclica da biomassa, em condições aeróbica e anaeróbica.

Este processo foi instalado na Alemanha Ocidental em 1960 e posteriormente introduzidos em centenas de cidades nos EUA na década de setenta. No Brasil não existem muitos relatos de aplicação de Biodisco.

Segundo Kawano e Handa (2008), o processo de Biodisco é similar ao processo de Lodos Ativados, uma vez que ambos os processos produzem alta eficiência de tratamento. O diferencial é que 95% do material orgânico encontram-se aderido ao meio suporte, enquanto que no processo de lodos ativados encontra-se em suspensão no líquido.

Os equipamentos DBR são Estações de Tratamento de Esgotos que utilizam a tecnologia de Discos Biológicos Rotativos (DBR), fabricados pela empresa Alpina Ambiental Ltda, produzidos para atender até 500 habitantes, ideal para condomínios, indústrias e aglomerações urbanas

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o equipamento Compacto de Tratamento de Esgotos, por Discos Biológicos Rotativos, modelo DBR 200, fabricado pela ALPINA Equipamentos Industriais LTDA, composto por reator tipo Biodisco e Decantador Secundário.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG) e a implantação da unidade compacta pela empresa ALPINA AMBIENTAL S/A.

MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade compacta DBR foi instalada na área da Estação de Tratamento de Esgoto, ETE MORRO ALTO, da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, situada na cidade de Vespasiano, Minas Gerais, Brasil. Constituída de Biodisco de fibra de vidro (Figura 1), composto de um biorotor modelo DBR, com 560 m² de área de contato e um conjunto moto-redutor com 3 cv de potência e velocidade de rotação de saída de 2 rpm; seguido de Decantador Secundário em fibra de vidro, com 7,2 m² de área superficial.



Figura 1 – Localização da ETE – Compacta DBR instalada na ETE Morro Alto.

O esgoto afluente ao Biodisco foi bombeado após o tratamento preliminar, no canal que liga o tratamento preliminar e o tanque de aeração do tratamento de Lodos Ativados de Aeração Prolongada, por uma bomba submersível, envolvida por um cesto metálico, para reter o excesso de materiais grosseiros que não ficaram retidos no tratamento preliminar. Foi instalada junto ao conjunto moto-bomba uma válvula que ficava aberta para o retorno de aproximadamente 50% do afluente coletado, para manter uma vazão constante de

0,55 L.s⁻¹. Pelo menos duas vezes ao dia, a válvula de retorno instalada junto à bomba de recalque e o cesto que protegia a bomba eram limpos.

Semanalmente foi descartado 0,400 m³ de lodo do Biodisco e diariamente dois descartes de 0,175 m³ pela manhã e outro a tarde do Decantador, na canaleta de recirculação de lodo da ETE MORRO ALTO. Entre a ETE – Compacta DBR (Biodisco seguido de Decantador) e a canaleta de recirculação foi instalada uma caixa de passagem com capacidade de 0,200 m³ para controle do volume a ser descartado. Diariamente foi verificado se ocorria formação de espuma no Decantador e quando necessário o operador do sistema descartava a espuma para a canaleta de recirculação de lodo da ETE Morro Alto, mantendo sempre a limpeza da superfície do Decantador, para evitar maus odores. O efluente tratado foi lançado na caixa de recolhimento do efluente tratado da ETE MORRO ALTO.

O período de inoculo da ETE Compacta – DBR foi de dois meses de 14/01/2009 a 10/03/2009. A eficiência da ETE Compacta – DBR foi avaliada em duas etapas. Após o período de inoculo, de abril a junho/2008, mensalmente, foram coletadas amostras compostas do esgoto no período de 24 (vinte e quatro) horas para uma avaliação prévia. Na segunda etapa, de junho a outubro de 2008, foram coletadas amostras compostas do esgoto no período de 24 (vinte e quatro) horas, de hora em hora, do afluente e efluente do Biodisco e efluente do Sistema (Biodisco seguido de Decantador Secundário) da ETE Compacta – DBR, e dos Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto. Nas amostras coletadas foram realizadas análises das variáveis pH, série de sólidos, DBO, DQO e Nitrogênio amoniacal. As análises foram feitas no Laboratório da ETE Arrudas/COPASA e segundo recomendações do Standard Methods...– APHA (2001).

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), para estudar a eficiência de tratamento do esgoto pelo processo de Biodisco e Biodisco seguido de Decantador, comparados com Lodos Ativados Aeração Prolongada. A eficiência de tratamento do esgoto foi estudada em relação a 13 repetições em um período de cinco meses, quanto à remoção de material orgânico e nutrientes ao longo do tempo. As variáveis quantitativas foram submetidas aos testes de Normalidade (Lilliefors) e Homocedasticidade (Cochran) e posteriormente a análise de variância. Caso apresentasse significância foi realizado o teste de Tukey. Quando não atendia as premissas de normalidade e homocedasticidade, mesmo após as transformações apropriadas, os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SAEG, 1999).

RESULTADOS

Na Tabela 1, estão representados os resultados dos valores médios das variáveis físicas e químicas do afluente e efluente do Biodisco e efluente do Sistema (Biodisco seguido de Decantador Secundário) da ETE Compacta – DBR, e do Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto, referente ao período de junho a outubro/2009.

Tabela 1: Valores médios das variáveis físicas e químicas da ETE Compacta e da ETE Morro Alto

Variáveis/ Unidade	Valores médios					Eficiência (%)		
	Afluente		Efluente			Biodisco	Sistema	⁽²⁾ Lodos Ativados
	Biodisco	Lodos Ativados	Biodisco	Sistema	⁽²⁾ Lodos Ativados			
pH	7,0±0,3 ^a	7,2±0,5 ^{a,b}	7,4±0,2 ^b	7,4±0,2 ^b	7,1±0,5 ^{a,b}	-	-	
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	3,8±1,4 ^{a,c}	6,0±0,6 ^c	2,3±1,7 ^{a,d}	0,1±0,1 ^{b,e}	0,2±0,1 ^{d,e}	65	98	97
SST (mg.L ⁻¹)	225±108 ^a	238±91 ^a	43±30 ^{b,c}	15±11 ^{b,c}	27±42 ^c	81	93	88
DBO (mg.L ⁻¹)	518±105 ^a	343±74 ^{a,d}	114±32 ^{b,d}	83±31 ^{b,e}	13±4 ^{c,e}	78	84	96
DQO (mg.L ⁻¹)	1019±203 ^a	721±210 ^{a,c}	248±81 ^{b,c}	178±72 ^{b,d}	38±21 ^d	76	83	95
N – Amoniacal (mg.L ⁻¹)	46±5,8 ^a	46±2,7 ^a	46±7,0 ^a	45±5,8 ^a	15±5,4 ^b	1	3	68

Nota: (1) Para cada variável avaliada, tem-se: Letras minúsculas sobrescritas diferentes indicam variação significativa entre os tratamentos (processo Biodisco, Biodisco seguido de Decantador Secundário e Lodos Ativados), em nível de significância de 5%, pelo teste de Kruskal-wallis, exceto para a variável N-Amoniacal que foi pelo teste de Tukey.

(2) Os valores Operacionais utilizados do Relatório: Análises de Rotina/Eficiência (2009).

Observa-se no Tabela 1, que os resultados dos valores de eficiência das variáveis Sólidos Sedimentáveis, SST, DBO, DQO e N-Amonical do processo Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto, foram superiores ao Biodisco e inferiores para a série de sólidos em relação à ETE Compacta – DBR.

O valor médio do pH de 7,4 foi igual para os efluentes do Biodisco e do Sistema, e de 7,1 para Lodos Ativados, sem variações significativas entre processos de tratamento (Tabela 1), mantendo praticamente constante ao longo do tempo (Figura 2). Os valores de pH encontrados, para a ETE Compacta – DBR 200 e a ETE Morro Alto situam-se dentro dos limites de 6,0 a 9,0 estabelecidos pela Deliberação Normativa da COPAM No 001/2008, para as condições e padrões de lançamento de efluentes em cursos d’água.

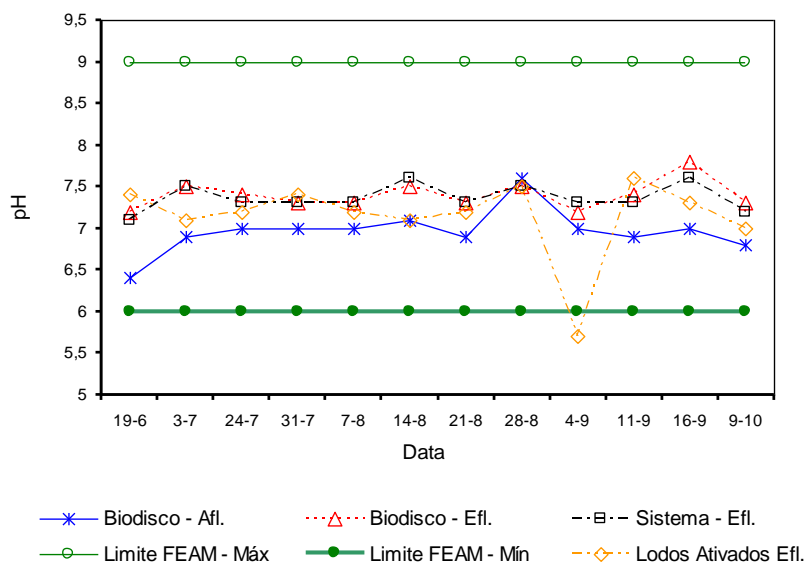


Figura 2 – Variação do pH ao longo do tempo.

Os valores médios de sólidos sedimentáveis do efluente do Biodisco foi superior a 1 mL.L^{-1} e após passar pelo Decantador inferior, o mesmo ocorreu para o Lodos Ativados (Tabela 1), não havendo variação significativa entre os processos. A concentração de sólidos sedimentáveis efluente ao Biodisco variou ao longo do tempo mantendo-se entre $0,3$ a $5,6 \text{ mL.L}^{-1}$, e após passar pelo Decantador variou entre $0,1$ a $0,3 \text{ mL.L}^{-1}$ (Figura 3) indicando que, somente com a unidade Biodisco sem Decantador os resultados não atendem a Deliberação Normativa da COPAM No 001/2008.

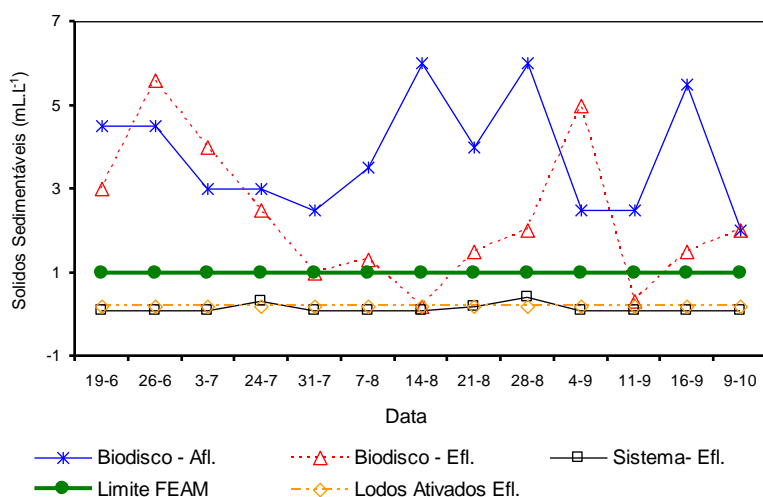


Figura 3 – Variação de Sólidos Sedimentáveis ao longo do tempo.

Os valores médios da concentração de Sólidos Suspensos Totais para os efluentes do Biodisco, do sistema e Lodos Ativados de 43 mg.L⁻¹, 15 mg.L⁻¹ e 27 mg.L⁻¹, respectivamente, (Tabela 1) foram menores que o recomendado pela COPAM No 001/2008. Observa-se na Figura 4, que praticamente, não variaram os SST ao longo do tempo mantendo-se entre 2 a 26 mg.L⁻¹ após passar pelo Decantador e uma redução dos valores para o processo de Lodos Ativados.

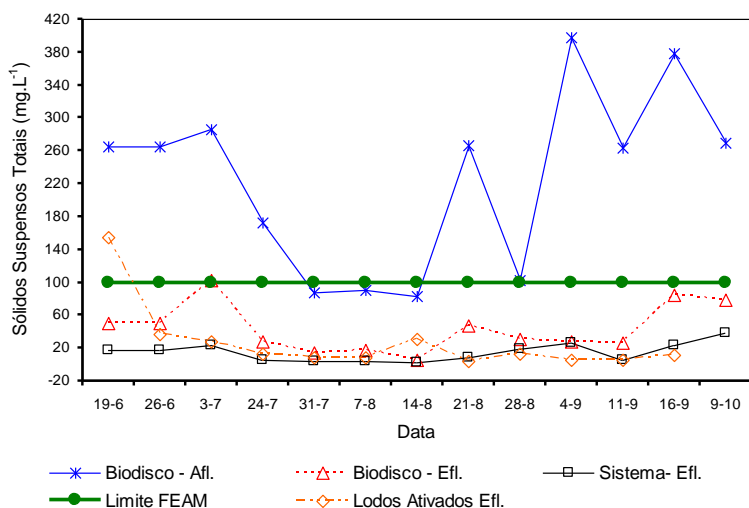


Figura 4 – Variação de Sólidos Suspensos Totais ao longo do tempo.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no efluente do Biodisco foi reduzida em 78%, correspondente à concentração média do efluente de 114 mg.L⁻¹, do sistema de 84%, correspondente à concentração de 83 mg.L⁻¹, e a do Lodos Ativados em 96% correspondente à concentração de 13 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Observa-se que não houve variação significativa da remoção de DBO entre a ETE Compacta – DBR 200 e a ETE Morro Alto em relação à concentração, sendo a eficiência maior para o processo de Lodos Ativados.

Observa-se na Figura 5, que a remoção da DBO do efluente do Biodisco varia ao longo do tempo mantendo-se entre 70 a 177 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 86% e 77%, respectivamente, e para o efluente do sistema de 46 a 148 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 89% e 74%, respectivamente. Já para o processo de Lodos Ativados, praticamente constante, mantendo-se entre 7 a 18 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 98% e 94%, respectivamente.

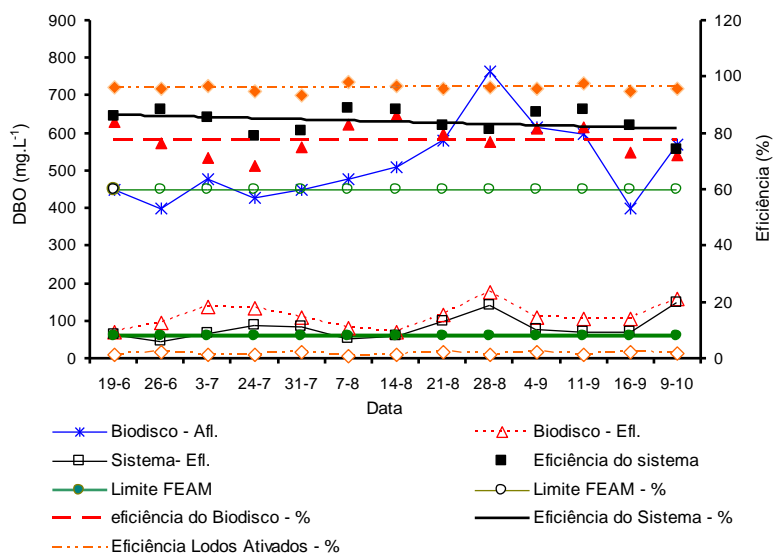


Figura 5 – Variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio ao longo do tempo.

A demanda química de oxigênio (DQO) no efluente do Biodisco foi reduzida em 76%, correspondente à concentração média do efluente, de 248 mg.L⁻¹ e do sistema de 83%, correspondente à concentração de 178 mg.L⁻¹ e a do Lodos Ativados em 95% correspondente à concentração de 38 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Não houve variação significativa da remoção de DQO entre a ETE Compacta (Biodisco seguido de Decantador) – DBR 200 e a ETE Morro Alto em relação à concentração, sendo a eficiência maior para o processo de Lodos Ativados.

Observa-se na Figura 6, que a concentração da DQO do efluente do Biodisco varia ao longo do tempo com valores entre 142 a 350 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 85% e 61%, respectivamente, e para o efluente do sistema de 88 a 310 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 91% e 66%, respectivamente, tendendo a reduzir. Já para o processo de Lodos Ativados, observa-se uma tendência de aumento da concentração da DQO, variando entre 7 a 18 mg.L⁻¹, correspondente a eficiência de 98% e 94%, respectivamente.

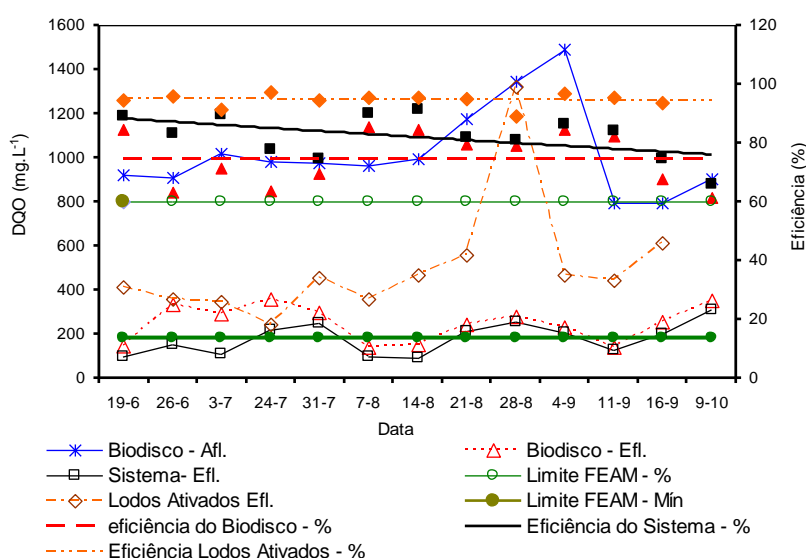


Figura 6 – Variação da Demanda Química de Oxigênio ao longo do tempo.

Os resultados obtidos da eficiência média de remoção de material orgânico atenderam aos padrões de lançamento de efluentes nos corpos receptores de água no Estado de Minas Gerais, deliberação da COPAM No 001/2008, foram inferiores a 60 mg.L⁻¹ (ou mínimo de 60% e média anual igual ou superior a 70%) e 180 mg.L⁻¹ (ou mínimo de 55% e média anual igual ou superior a 65%), em termos de DBO e DQO, respectivamente.

O valor médio da concentração de nitrogênio amoniacal para a ETE Compacta – DBR 200, obtido nesta pesquisa, foi de 45 mg.L⁻¹, superior a 30 mg.L⁻¹ recomendado por Metcalf e Eddy (2003) para lançamento em corpo receptor de água e de 15 mg.L⁻¹ para o Lodos Ativados (Tabela 1).

Segundo Santiago et. al (1997), o processo de nitrificação ocorre na presença de bactérias que oxidam o nitrogênio amoniacal a nitrito e este, a nitrato e a relação carbono orgânico e nitrogênio é um dos fatores críticos que influenciam os sistemas que se propõem a nitrificação. Em qualquer tipo de reator, melhores taxas de nitrificação são obtidas quando há uma limitação da concentração de matéria carbonácea e sólidos em suspensão na entrada. Diferentes estudos convergem para uma concentração de DBO e SST inferior a 15 mg.L⁻¹, para que a máxima taxa de nitrificação seja obtida (Santiago et. al, 1997). Os mesmos autores citam que a relação entre DBO e nitrogênio amoniacal deve ser mantida inferior a um.

Observou-se no Tabela 1 que o valor da concentração média da relação DBO e nitrogênio amoniacal foi de 2,5, para o Biodisco da ETE Compacta – DBR 200 o que indica baixa nitrificação, o que pode ser confirmado na Figura 7, com tendência da baixa eficiência de Nitrogênio amoniacal, confirmando o que foi relatado por

Santiago et.al (1997). Já para o Lodos Ativados da ETE Morro Alto o valor da relação DBO/N-amoniacoal foi inferior a um, o que comprova a eficiência deste processo para remoção de Nitrogênio Amoniacoal.

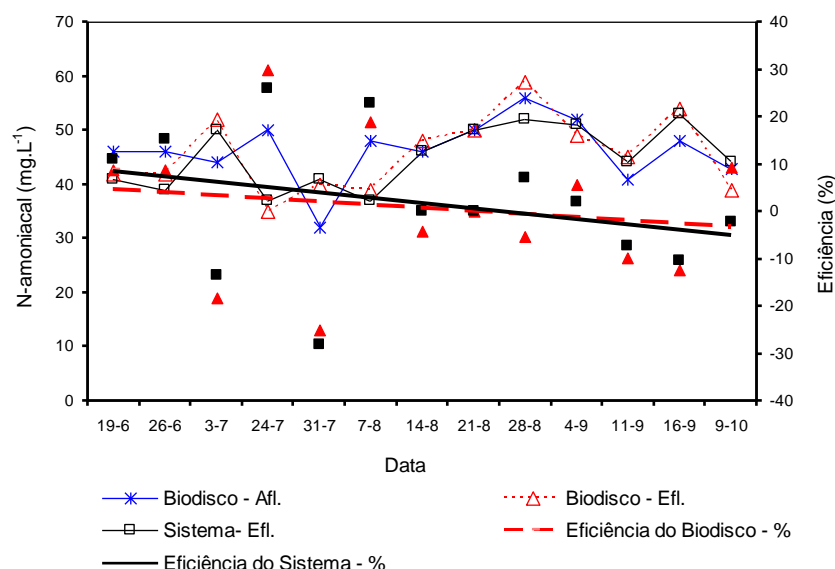


Figura 7 – Variação do Nitrogênio Amoniacoal ao longo do tempo.

Na Tabela 2 e na Figura 8 estão apresentadas a estatística descritiva dos valores médios de consumo de energia elétrica e a variação do consumo de energia elétrica, respectivamente, antes do início de operação da ETE Compacta – DBR referente ao período de junho a dezembro de 2007, durante o período de operação de janeiro de 2008 a fevereiro de 2009 e após o equipamento desligado referente ao período de março a setembro de 2009.

Observa-se na Tabela 2 que não houve variação significativa no consumo de energia elétrica da ETE-Morro Alto antes do início de operação e durante o período de operação. O baixo consumo de energia do Biodisco era esperado, segundo citado pelos autores Kawano e Handa (2008). A variação da energia elétrica após a ETE Compacta – DBR 200 ser desligada, deve-se provavelmente a problemas operacionais nas bombas de recirculação do Lodos Ativados da ETE Morro Alto, inclusive tendendo a uma ligeira redução, como apresentado na Figura 8.

Tabela 2 – Estatística Descritiva do consumo de energia elétrica antes, durante e após o a operação da ETE Compacta – DBR na ETE Morro Alto

Variáveis	Antes do início de operação (kw)	Durante o período de operação (kw)	Após o equipamento desligado (kw)
Mínimo	440	400	480
Máximo	1440	1560	1200
Mediana	1021	986	944
Média	1028 ^a	990 ^a	986 ^b
Desvio Padrão	± 121	± 90	± 107

Nota: Para Letras minúsculas sobrescritas diferentes indicam variação significativa entre os tratamentos (consumo de energia antes, durante e após o equipamento desligado), em nível de significância de 5%, pelo teste de Kruskal-Wallis.

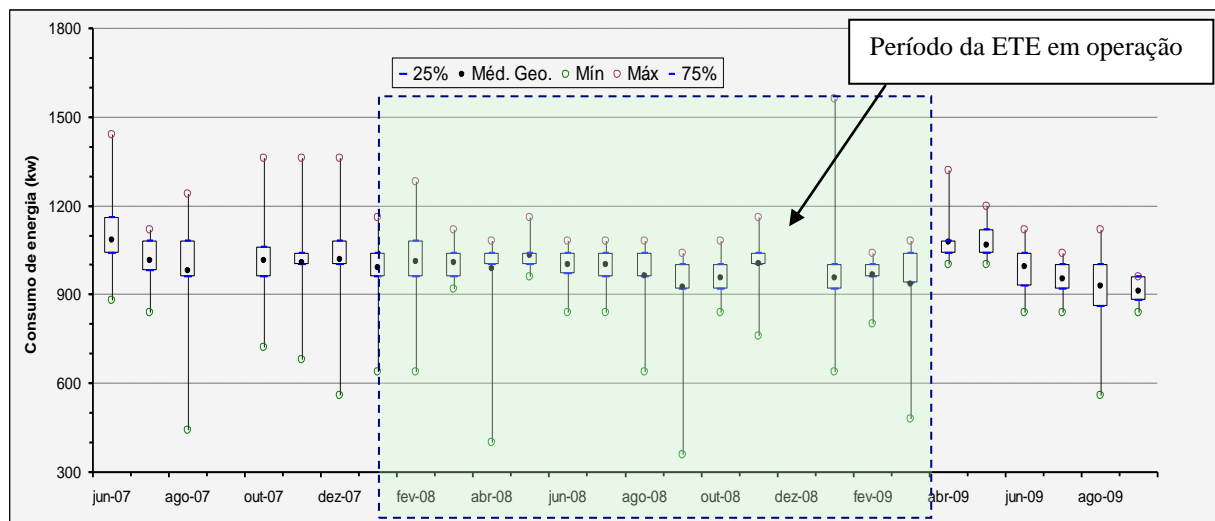


Figura 8 – Variação do consumo de energia elétrica ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

Avaliando a eficiência da ETE Compacta – DBR 200, pode-se concluir que:

- A ETE Compacta – DBR 200, para as condições de operação avaliadas, foi eficiente na remoção de matéria orgânica e sólidos atendendo a legislação vigente do estado de Minas Gerais.
- Somente a unidade Biodisco não foi eficiente na remoção de sólidos sedimentáveis, sendo necessária unidade complementar de Decantação Secundária, para que o sistema atenda a legislação vigente de Minas Gerais.
- A eficiência da ETE Compacta – DBR 200 foi ligeiramente inferior que a dos Lodos Ativados de Aeração Prolongada da ETE Morro Alto.
- Não se percebeu durante a avaliação da unidade, maus odores e foi considerado pelos operadores da ETE Morro Alto um sistema de fácil operação e monitoramento.
- Não houve variação no consumo de energia elétrica da ETE- Morro Alto no período de avaliação da unidade Piloto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Environment Federation (WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th. ed. Washington: APHA, 2001.
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. Relatório: Análises de Rotina/Eficiência, Dados Operacionais: ETE Morro Alto. 2009.
3. DELIBERAÇÃO NORMATIVA DA COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM No 001, de 05 de maio de 2008. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de água e da outras providências. Brasília, 2008.
4. KAWANO, M.; HANDA, R. M. Filtros Biológicos e Biodiscos. Anais: Semana de Estudos da Engenharia Ambiental, 6 – Irati/PR: DENAM/UNICENTRO, 2008.
5. METCALF E EDDY, Inc. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4. ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 2003. p.1819.
6. SISTEMA de análise estatística e genética (SAEG), UFV, Central de processamento de dados, Viçosa- M.G., 1999.
7. SANTIAGO, V. M. J.; COELHO, E. B. A P.; ZANETTE, C. L.; ALMEIDA, J. H. C. Nitrificação em Biodisco. Anais, Congresso Brasileiro de Engenharia. Sanitária e Ambiental, 19 – Foz do Iguaçu/PR: ABES, 1997.