

## II-149 – TRATAMENTO CONJUNTO DO LÍQUIDO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO NO PROCESSO DE LODOS ATIVADOS CONVENCIONAL

### **Ernane Vitor Marques**<sup>(1)</sup>

Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais - DESA/UFMG. Tecnólogo em Normalização e Qualidade Industrial pelo CEFET-MG. Supervisor de operação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

### **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.

### **Sandra Parreiras Pereira Fonseca**

Doutora em Recursos Hídricos e Ambientais e Mestre em Irrigação e Drenagem do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa – UFV/MG. Coordenadora de Operação de Estações de Tratamento de Esgoto de Pequeno e Médio Porte da Região Metropolitana de Belo Horizonte 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 Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida dos Andradas, 8805 – Caetano Furquim - Belo Horizonte - MG - CEP: 31050-350 - Brasil - Tel: (31) 3250-2711 - e-mail: [ernane.marques@copasa.com.br](mailto:ernane.marques@copasa.com.br)

### **RESUMO**

O tratamento conjunto do lixiviado de aterros sanitários e esgotos domésticos é pouco disseminado e os resultados operacionais apresentados neste artigo pretendem contribuir para o aprimoramento das opções de tratamento deste líquido, que, quando não tratado causa grande impacto aos corpos receptores das bacias em que são instalados os aterros.

A opção por tratamento conjunto do lixiviado de aterro sanitário com os esgotos domésticos, no processo lodos ativados convencional, partiu da premissa que a Unidade de tratamento de esgotos deveria dispor o seu lodo gerado em um ambiente adequado. Por outro lado o aterro, recém instalado, precisava dar encaminhamento adequado para o líquido proveniente de seu aterro. A partir de então firmou-se termo de cooperação técnica entre a Empresa de Saneamento do estado, COPASA MG, que é responsável pela operação da Unidade ETE Arrudas e os responsáveis pelo aterro sanitário de Macaúbas, que gerenciado pelo Grupo Queiroz Galvão.

Os resultados operacionais apresentados neste artigo confirmam a possibilidade do tratamento conjunto de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico pelo processo de lodos ativados convencional. O constante monitoramento do processo operacional da ETE Arrudas e o monitoramento do lixiviado do aterro sanitário que é lançado na ETE asseguram a eficiência operacional

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixiviado de aterro, Esgoto Doméstico, Tratamento Conjunto, Lodos Ativados, Eficiência de Tratamento.

## **INTRODUÇÃO**

As dificuldades de tratar o lixiviado de aterros sanitários, em função dos custos de implantação de uma Unidade exclusiva para este tipo de efluente, têm exigido dos técnicos de tratamento de efluentes, estudos diversos para propor um processo de tratamento conjunto deste efluente.

Este artigo apresenta o acompanhamento do tratamento do líquido lixiviado do aterro Macaúbas em conjunto com o esgoto doméstico da bacia do Ribeirão Arrudas, que compreende partes das cidades de Belo Horizonte e Contagem, em Minas Gerais, na ETE Arrudas pelo processo de lodos ativados convencional.

Os lixiviados são gerados pelo Aterro administrado pelo Grupo Queiroz Galvão, na Cidade de Sabará que atende ao município de Belo Horizonte e outras cidades do entorno e recebe diariamente aproximadamente 3.800 toneladas de resíduos. Este aterro está em operação desde janeiro de 2006 e começou a receber os resíduos de Belo Horizonte a partir de julho de 2007, início deste estudo. A figura 1 apresenta vista do aterro sanitário de Macaúbas em Sabará MG

O tratamento do líquido lixiviado do aterro Macaúbas é realizado na Estação de Tratamento de Esgotos do Ribeirão Arrudas – ETE Arrudas. A Estação está em operação desde outubro de 2002, tratamento secundário, e opera hoje com vazão média de 1,82 m<sup>3</sup>/s. As figuras 2 e 3 apresentam vista aérea da estação.

Para o lançamento do lixiviado na ETE Arrudas são utilizados caminhões tanque de 14m<sup>3</sup> que lançam o lixiviado diretamente no ponto de chegada dos esgotos a ETE, junto à grade grossa, conforme figura 2.

A distancia desde o ponto de lançamento do lixiviado até o início do tratamento, decantadores primários, e de 1.800 metros com detenção média de 30 minutos, período em que este se mistura aos esgotos domésticos. A figura 3 apresenta visão geral da planta de tratamento.



**Figura 1: Vista geral do aterro Macaúbas.**



**Figura 2: Tratamento Preliminar ETE Arrudas.**



**Figura 3: Vista aérea da ETE Arrudas – Tratamento Primário e secundário.**

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o acompanhamento do tratamento do lixiviado com o esgoto doméstico, foram realizados:

- ◆ Monitoramento da eficiência média em remoção da carga, DBO;
- ◆ Comparativo das cargas de lixiviado e carga composta (lixiviado + esgoto afluyente a ETE);
- ◆ Monitoramento do nitrogênio amoniacal, considerado o composto limitante a ser acompanhado no tratamento combinado (lixiviado + esgoto afluyente a ETE) conforme FACCHIN et.al (2000).

Os resultados do monitoramento do lançamento do lixiviado do aterro na ETE durante o período em estudo, julho de 2007 a agosto de 2009, estão apresentados em tabelas e figuras. Os dados foram lançados e formatados os gráficos em planilha Excel.

Optou-se por apresentar somente as cargas totais afluentes a Estação e as cargas de lixiviados lançadas no início do tratamento.

Para avaliação final, apresentamos os resultados do monitoramento com a eficiência na remoção dos componentes avaliados.

## **RESULTADOS DO MONITORAMENTO LIXIVIADO**

O período de lançamento tende a se concentrar no intervalo de maior vazão afluyente a ETE, com intuito de diluir a carga nos esgotos domésticos uma vez que a maioria das estações de tratamento de esgotos domésticos

não está preparada para receber este líquido, conforme JUCÁ et.al. (2002). Avaliando esta condicionante convencionou-se o horário que compreende das 09h às 21h, diariamente. A figura 3 apresenta o incremento da vazão de lixiviado lançado mensalmente na entrada da ETE Arrudas. Observa-se o incremento do volume de lixiviado no período das chuvas, de novembro a março, e incremento do volume de resíduos depositados no aterro a partir de julho de 2007, devido ao fechamento do aterro municipal de Belo Horizonte.

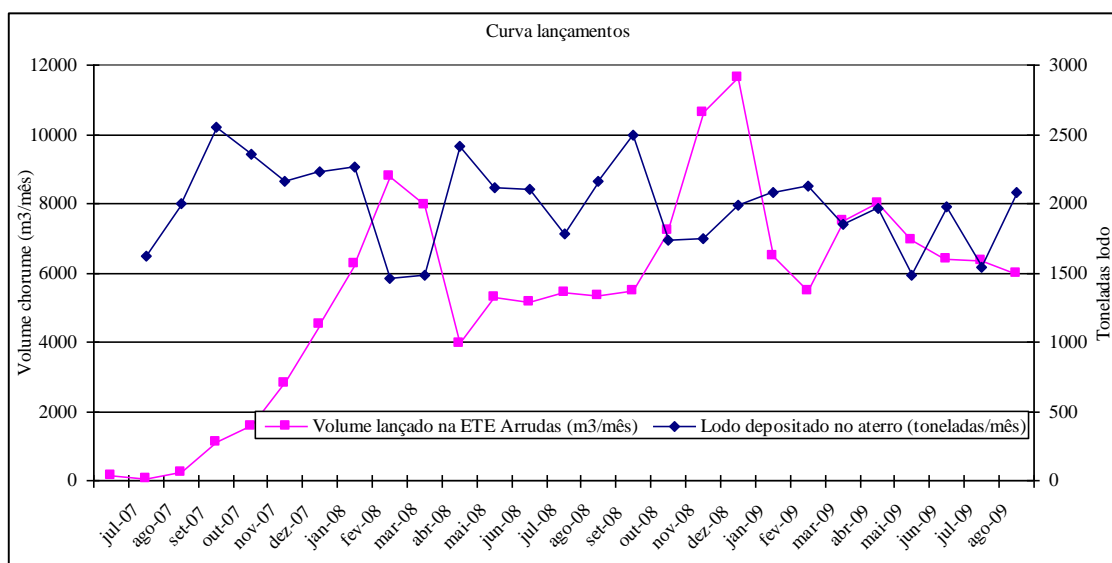


Figura 3: Curva de lançamentos de lixiviados na ETE Arrudas e toneladas de lodo depositadas no aterro sanitário

A tabela 1 apresenta resultados do cálculo da carga total afluyente a ETE.

Tabela 1: Resultados do cálculo da carga de total afluyente a ETE Arrudas no período.

Período	Análises executadas - Carga (kg/dia)						
	N-NH <sub>3</sub>	DQO	DBO	Cloreto	SSV	Sulfato	Fósforo
jul-07	4.641	88.869	42.592	9.965	26.074	7.099	896
ago-07	4.700	109.210	46.034	10.092	44.513	7.880	1.040
set-07	5.070	113.792	27.040	10.985	42.109	9.436	1.062
out-07	4.762	95.374	44.874	10.822	30.733	7.503	1.004
nov-07	4.366	90.273	42.250	9.717	33.377	7.746	884
dez-07	4.553	89.156	44.064	9.988	34.223	10.282	900
jan-08	4.666	94.401	47.278	10.264	28.927	10.109	990
fev-08	4.645	102.519	45.951	10.617	21.234	12.442	1.018
mar-08	4.619	96.656	47.387	10.606	30.280	11.291	891
abr-08	4.761	105.062	49.905	11.163	38.249	10.342	1.051
mai-08	4.432	91.897	48.017	9.899	30.288	9.160	958
jun-08	4.965	86.441	48.185	9.929	30.371	7.155	851
jul-08	4.730	87.496	45.765	9.459	8.764	9.042	935
ago-08	4.647	105.342	45.770	9.436	28.871	7.887	899
set-08	4.562	90.668	45.762	9.837	24.520	8.411	860
out-08	5.171	99.136	44.914	9.751	25.412	9.456	893
nov-08	6.186	95.268	42.840	9.898	21.497	9.279	811
dez-08	4.538	79.934	34.207	9.599	16.406	6.283	719
jan-09	4.199	79.315	40.124	8.554	23.017	8.476	734
fev-09	4.959	77.756	43.040	10.627	21.077	9.387	967
mar-09	4.147	95.731	49.248	9.850	28.339	8.986	885
abr-09	3.587	115.093	51.119	9.417	37.517	8.520	785

mai-09	4.044	99.336	50.679	9.031	38.009	7.009	871
jun-09	3.810	96.907	46.231	9.145	40.262	7.620	902
jul-09	4.009	97.969	50.864	8.394	38.586	8.770	902
ago-09	4.205	92.105	48.833	9.495	29.300	7.461	818
<b>Média (kg/dia)</b>	<b>4576</b>	<b>95219</b>	<b>45114</b>	<b>9867</b>	<b>29691</b>	<b>8732</b>	<b>905</b>

A tabela 2 apresenta resultados do cálculo da carga de lixiviados afluentes a ETE a partir dos resultados mensais de monitoramento da concentração dos parâmetros analisados e o volume lançado diariamente a Estação.

**Tabela 2: Resultados do cálculo da carga de lixiviados afluente a ETE Arrudas no período.**

Período	Análises executadas - Carga (kg/dia)						
	N-NH <sub>3</sub>	DQO	DBO	Cloreto	SSV	Sulfato	Fósforo
jul/07	1,5	21,7	13,8	17,2	19,8	0,0	0,0
ago/07	-	-	-	-	-	-	-
set/07	8,4	152,9	110,3	30,2	14,4	0,0	0,0
out/07	118,0	1.106,0	995,4	139,1	322,0	0,7	0,1
nov/07	60,1	1.254,4	705,6	96,0	209,2	0,7	0,3
dez/07	28,8	3.863,3	3.185,3	392,5	1.743,1	41,8	1,0
jan/08	209,3	6.942,9	5.380,8	726,9	3.025,5	67,3	0,3
fev/08	0,7	9.971,2	5.504,9	1.108,3	1.782,8	31,2	0,1
mar/08	689,3	18.167,9	16.623,2	936,9	880,3	8,8	0,4
abr/08	119,2	3.281,7	2.691,7	846,2	1.050,2	7,9	0,3
mai/08	9,0	1.231,5	1.060,5	442,8	507,2	2,0	0,1
jun/08	12,0	7.905,7	4.367,6	573,9	603,2	5,3	0,2
jul/08	796,7	4.001,1	2.067,2	647,7	395,2	9,0	0,9
ago/08	725,5	2.809,8	2.427,1	690,5	449,3	0,5	0,1
set/08	48,9	1.922,7	1.596,6	571,2	388,5	1,1	0,1
out/08	417,9	1.365,0	1.092,0	593,7	469,2	1,4	0,0
nov/08	517,3	1.799,5	1.439,6	715,5	661,3	0,7	0,7
dez/08	126,7	2.189,0	2.002,7	1.087,4	796,6	5,3	1,0
jan/09	9,4	2.657,8	2.325,6	1.218,6	801,6	5,8	1,5
fev/09	23,8	1.379,0	1.005,6	655,4	501,6	3,2	1,0
mar/09	37,8	1.047,2	399,4	448,8	390,4	1,1	1,0
abr/09	529,6	1.272,8	680,1	562,5	317,7	3,5	1,8
mai/09	187,5	683,0	442,4	565,6	1.680,8	1,9	0,8
jun/09	220,1	904,2	414,5	637,5	335,7	3,2	0,3
jul/09	322,8	1.514,6	519,3	565,6	416,8	3,0	1,3
ago/09	448,7	787,7	355,0	673,6	1.922,5	5,9	2,2
<b>Média (kg/dia)</b>	<b>236</b>	<b>3259</b>	<b>2391</b>	<b>622</b>	<b>819</b>	<b>8,8</b>	<b>0,7</b>

A tabela 3 apresenta o percentual de contribuição do lixiviado do aterro Macaúbas em relação à carga total afluente a ETE Arrudas.

**Tabela 3: Percentual da carga de lixiviados afluente a ETE Arrudas no período.**

% contribuição Lixiviado na ETE - aterro Macaúbas						
N-NH <sub>3</sub>	DQO	DBO	Cloreto	SSV	Sulfato	Fósforo
5,19%	3,39%	5,17%	6,24%	2,69%	0,10%	0,07%

As figuras 4 a 6 apresentam a carga dos principais componentes de impacto ao processo de tratamento e os valores totais afluentes a ETE. Pode-se observar, conforme tabela 3 que o percentual de contribuição da carga de lixiviado, a carga total afluente a ETE é baixa. No entanto a figura 4 apresenta um pico na carga de

lixiviado para o mês de março/08 em que coincide com final de período das chuvas. Neste período a um incremento da vazão de lixiviado, a água da chuva percola pela massa do aterro, e ocorre menor carga de esgoto doméstico, que se dilui nas contribuições indevidas afluentes a ETE. Ressalta-se que este é o primeiro ano de percolação de líquidos do aterro.

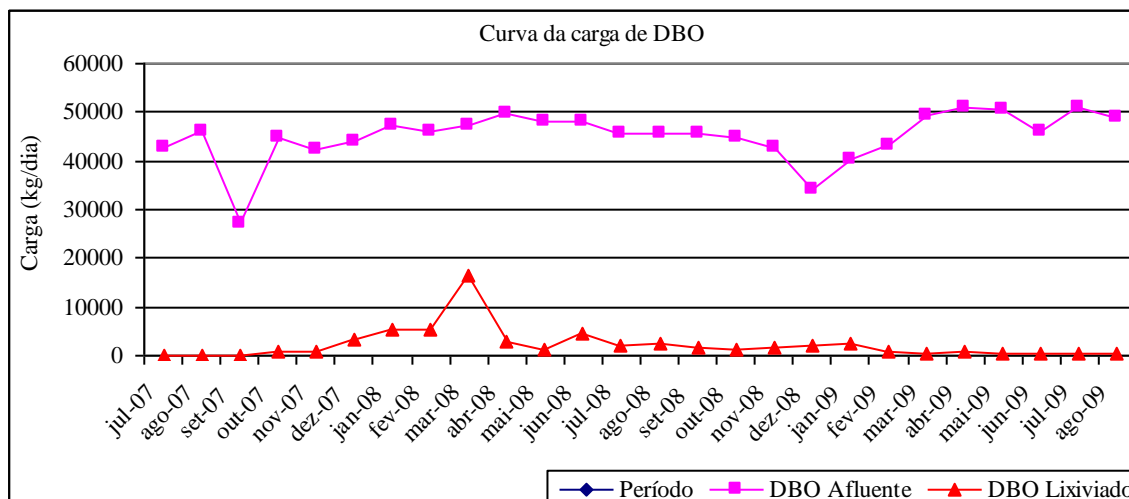


Figura 4: Carga de DBO Afluente a ETE e carga de DBO do Lixiviado.

O nitrogênio amoniacal, figura 5, é acompanhado com interesse especial, pois tende a ser o nutriente limitante para o processo de tratamento combinado de esgotos com o lixiviado de aterros, conforme FACCHIN et.al (2000). Na condição específica de ETE Arrudas, processo por lodos ativados, tempo de detenção, disponibilidade de ar para os reatores biológicos, não foi detectado o comprometimento da eficiência do processo operacional conforme resultados do monitoramento da ETE.

A figura 5 apresenta uma curva de tendência à redução da carga total de Nitrogênio amoniacal para a carga total afluente a ETE e curva de tendência de aumento do nitrogênio amoniacal do lixiviado. Esta condição leva a equipe de operação a estar alerta quanto ao ponto limite de volume ou carga de lixiviado do aterro a ser lançada para o tratamento conjunto na ETE Arrudas.

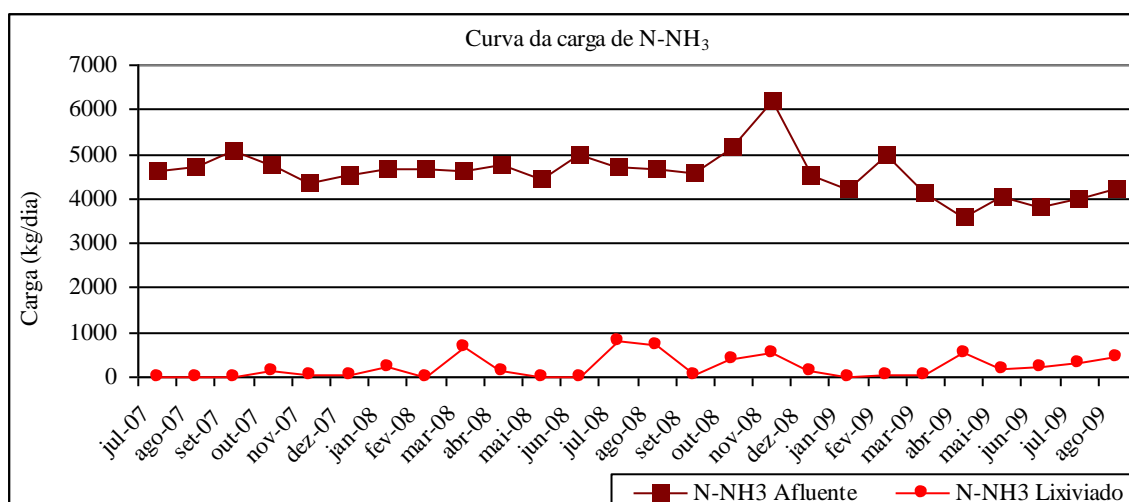


Figura 5: Carga de Nitrogênio Amoniacal Afluente a ETE e carga de Nit. Amoniacal do Lixiviado.

A figura 6 apresenta a curva da carga de DQO, observa-se que não ocorre variação significativa do quantitativo do lixiviado, a exceção do ponto de março/08, conforme já comentado anteriormente.

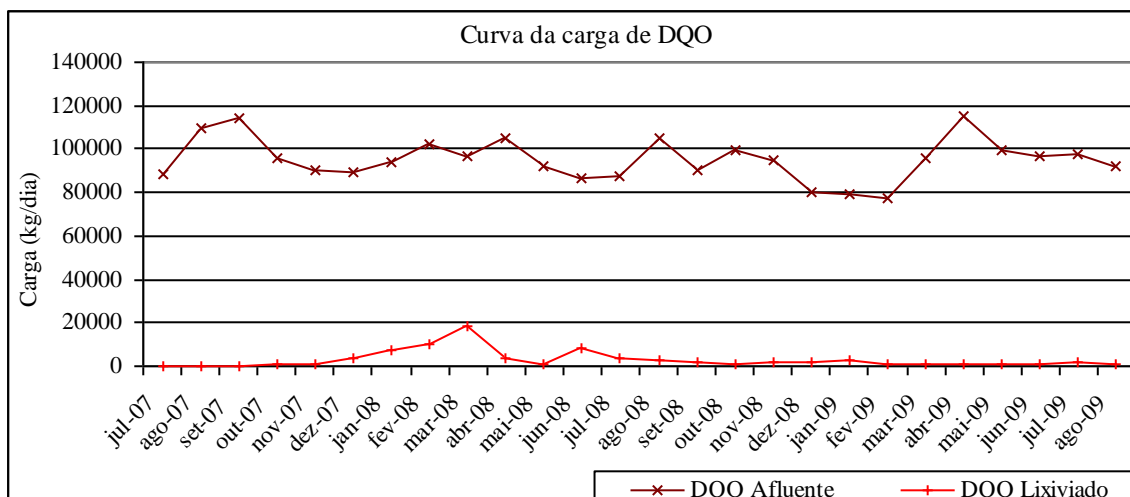


Figura 6: Carga da DQO Afluente a ETE e carga de DQO do Lixiviado.

### RESULTADOS DO MONITORAMENTO PROCESSO

Para o monitoramento do processo são apresentados valores médios mensais dos parâmetros avaliados no artigo a partir de janeiro de 2007. Período anterior ao incremento da vazão do lixiviado na Estação.

A figura 7 apresenta os resultados do monitoramento com concentração da DBO afluente, DBO efluente e a direita a eficiência da remoção no processo de lodos ativados.

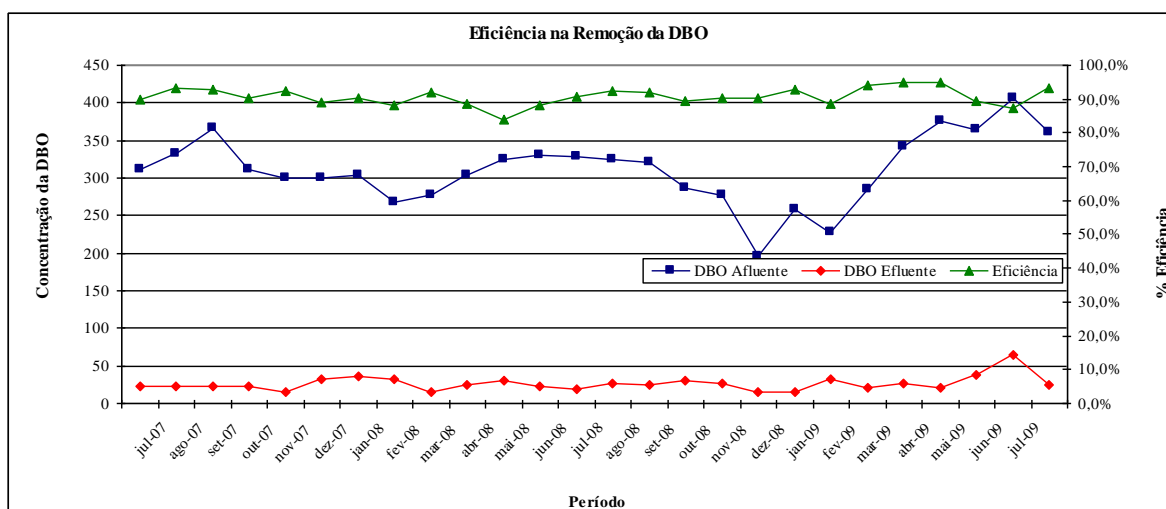


Figura 7: Curva da eficiência de remoção da DBO na Estação.

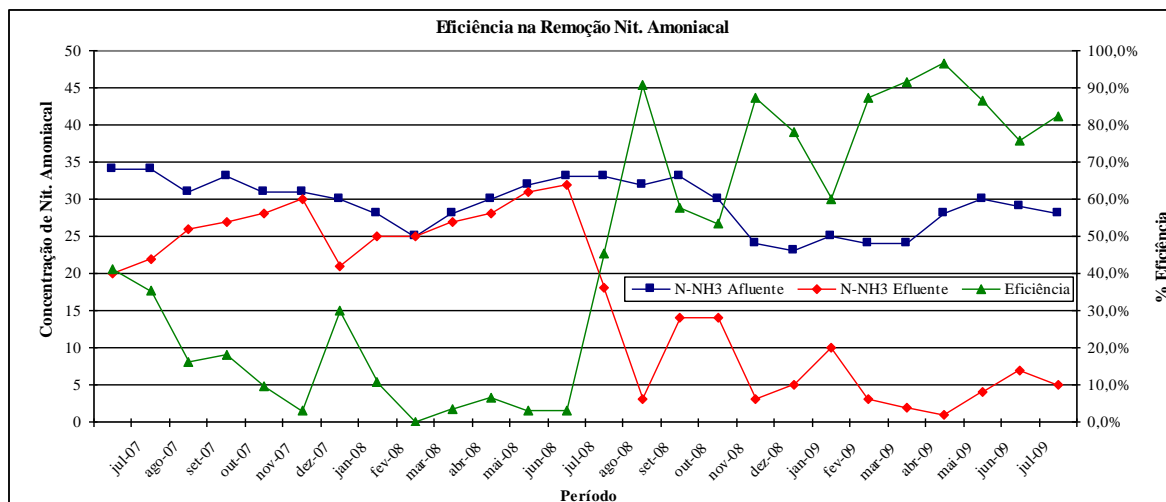


Figura 8: Curva da eficiência de remoção do Nitrogênio amoniacal na Estação.

Para a remoção da DQO, figura 9, o percentual de remoção da carga mantém valores médios acima de 90% e atendendo a legislação estadual e dados da literatura quanto à eficiência média para o processo de lodo ativados convencional para a remoção das cargas de DBO e DQO, VON SPERLING (2002).

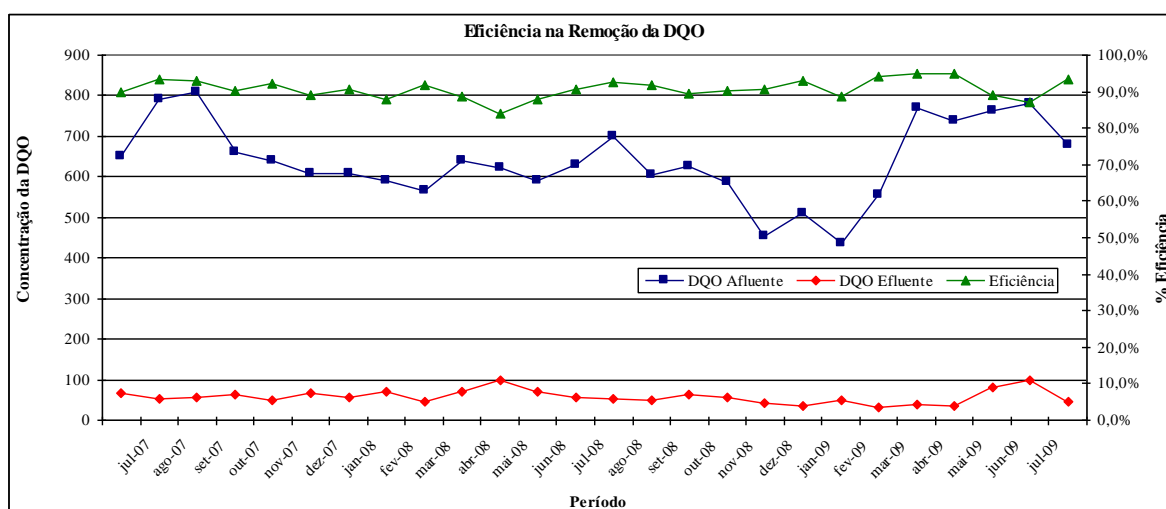


Figura 9: Curva da eficiência de remoção da DQO na Estação.

As figuras acima atestam a eficiência média do processo de tratamento dos esgotos na ETE Arrudas. Conforme apresentado, a eficiência média na remoção da DBO se mantém acima de 90% em remoção da carga afluente, figura 7.

Para o parâmetro Nitrogênio amoniacal, figura 8, observa-se a queda na eficiência a partir de junho de 2007, período anterior ao início do lançamento do lixiviado para tratamento conjunto na ETE Arrudas, em função de problemas no fornecimento de ar disponível para o processo de lodos ativados. A deficiência no fornecimento de ar para os reatores foi o principal fator de limitação da remoção da carga de nitrogênio amoniacal, condição esta que após correção do processo, em agosto de 2008 e apresentado em trabalho complementar, voltou a condição de remoção do parâmetro a valores médios superiores a 75%.



## **CONCLUSÕES**

O tratamento dos efluentes do aterro sanitário de Macaúbas pela ETE Arrudas atende aos objetivos, uma vez que em análises do efluente geral da ETE não se detecta arraste de resíduos do afluente do aterro para o corpo receptor.

Avaliando-se a condição de tratamento do lixiviado de aterros, em conjunto com os esgotos domésticos, pode-se verificar que o tratamento atende as exigências ambientais uma vez que o resultado do monitoramento da ETE apresenta resultados que atestam a eficiência do processo operacional e comprovam que é possível promover o tratamento conjunto de lixiviados de aterros sanitários e esgotos domésticos pelo processo de Lodos Ativados Convencional.

Ressalta-se que outros parâmetros também são monitorados, conforme a legislação estadual e na avaliação geral do desempenho a ETE Arrudas atende, nas condições operacionais e proporção das cargas de lixiviado e esgoto doméstico, o objetivo de promover o tratamento conjunto do lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. FACCHIN, J.M.J; COLOMBO, M.C.R.; COTRIM, S.L.S.; REICHERT, G.A.. 2000. “Avaliação do tratamento combinado de esgoto e lixiviado de aterro sanitário na ETE Lami (Porto Alegre) após o primeiro ano de operação.” XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, dezembro/2000. 11p.
2. JUCÁ, José Fernando Thomé. Destinação final dos resíduos sólidos no Brasil: situação atual e perspectivas - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. PAINEL 2: Aterros Sanitários. 10º SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Braga, Portugal –16 a 19 de Setembro de 2002.
3. Von Sperling, Marcos; Princípios de tratamento biológico de águas residuárias – Lodos Ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, segunda edição maio/2002. 428p.