

DETERMINAÇÃO DA GERAÇÃO PER CAPTA DE ESGOTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA QUE CHEGA A ETE- INFRAERO (BELÉM-PA).

**Ewerton Neves (1); Robson da Costa (2); Luiza Carla Girard (3), Neyson Mendonça (4),
Márcia Valéria Lopes (5)**

(1) Centro de Federal de Educação Tecnológica da Pará CEFET-PA. End.: Travessa perebebui N°:820,
Pedreira-Belém-Pa. Email: mcewerton@yahoo.com.br.

(2) Centro de Federal de Educação Tecnológica da Pará CEFET-PA, email: robsrcc@yahoo.com.br.

(3) Universidade Federal do Pará (UFPA), email: lugirard@ufpa.br

(4) Centro de Federal de Educação Tecnológica da Pará CEFET-PA, email: neysonmm@yahoo.com.br

(5) Centro de Federal de Educação Tecnológica da Pará CEFET-PA, email: mv_cunha@yahoo.com.br

RESUMO

A caracterização da água residuária gerada no Aeroporto Internacional de Belém, visa obter dados quantitativos e qualitativos do esgoto, visando adquirir parâmetros de projeto adequados a realidade local e a preservação do igarapé de Val de cans. Para obtenção do per capta de esgoto foi quantificada o volume de esgoto aeronaves e das dependências do aeroporto e o número de habitantes (funcionários e passageiros). Para a caracterização qualitativa foram realizados perfis de 24 horas na ETE-INFRAERO, no qual foram determinados; pH, temperatura, alcalinidade, AV, sulfato, fósforo, DQO, DBO, E. Coli e serie de sólidos (sedimentáveis, ST, SF, SV, SST, SSF, SSV). A geração per capta obtida foi de 0,95 L/hab dia. O volume média de esgoto provenientes das aeronaves é de aproximadamente 1.760 L e a vazão média que chega a ETE é de 1,97 L/s ou 170.208 L/dia, sendo 98,86% proveniente das dependências do aeroporto e 1,14% provenientes das aeronaves. A média da contribuição per capta de esgoto sanitários da população de passageiros das aeronaves e funcionários foi de respectivamente, 0,010L/ passageiros dia, e 70,04 L/ funcionário dia. O per capta da geração orgânica é 12,13g DQO/hab.dia, valor este nove vezes menor quando comparado ao esgoto doméstico (108 g DQO/hab.dia).

Palavras-chave: aeroporto, caracterização, esgoto, igarapé Val de Cans, per capta.

1. INTRODUÇÃO

O esgoto sanitário é, basicamente, formado pela reunião de águas residuárias dos usos domésticos, comerciais e institucionais, geradas, portanto, nos domicílios, bares, restaurantes, aeroportos, rodoviárias, hotéis, farmácias, "shopping centers", hospitais, postos de saúde, escolas, casas de detenção, repartições públicas, etc.

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos. Portanto, é devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar esgotos (VON SPERLING, 1996).

Para garantir o controle ambiental, centros de pesquisa estudam tecnologias adequadas para reverter a tendência à degradação do meio ambiente, a fim de assegurar a não ocorrência de prejuízos irreparáveis e garantir a melhoria de qualidade de vida das gerações atuais e futuras. Por isso, o objetivo principal do tratamento dos efluentes é corrigir as suas características indesejáveis, de maneira que o seu uso ou a sua disposição final possam ocorrer de acordo com a legislação ambiental (ISOLDI & KOELTZ, 2004).

O Brasil tem um pequeno percentual de municípios que possuem estações de tratamento de esgotos (ETEs), mesmo os que se incluem nesta parcela, atende apenas uma parte da população, muitas vezes com eficiências reduzidas e freqüentes problemas operacionais, devido à análise inadequada dos projetos, acompanhamento de execução e operação dos mesmos.

Conforme citado por Von Sperling (1996), no projeto de uma ETE, normalmente não há o interesse em se determinar os diversos compostos dos quais a água residuária é constituída, tendo em vista a complexidade das análises de laboratório que seriam necessárias e a pequena utilidade prática desses resultados como elementos para subsidiar o projeto e operação da mesma.

Por muito tempo não existia a preocupação de caracterizar os esgotos gerados pelos aeroportos e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, com a legislação atual vigente e a conscientização ambiental torna-se necessário que os aeroportos desenvolvam atividades para caracterizar esses efluentes líquidos e minimizar os efeitos no meio ambiente.

A ETE do Aeroporto Internacional de Belém tem capacidade de tratar aproximadamente 4,2 L.s-1, realizando o tratamento do esgoto a nível secundário, por meio de grade, caixa retentora de areia, medidor de vazão, tanque de aeração, decantador secundário e unidade de desinfecção com cloro.

Portanto, o projeto de pesquisa visa desenvolver estudos de caracterização da água residuária que chega a ETE INFRAERO no Aeroporto Internacional de Belém, tendo como base determinações laboratoriais, para possibilitar a definição de parâmetros de projeto adequados, visando à melhoria da qualidade do efluente lançado no corpo hídrico (igarapé de Val-de-Cans).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e descrição da área de estudo.

A pesquisa foi desenvolvida no Aeroporto Internacional de Belém (AIB) distante aproximadamente 12 km do centro da cidade. Ocupa área total de 6.315.789,54 m², no qual o pátio de aeronaves tem cerca de 82.384 m², as pistas de 2.800 x 45 e 1.830 x 45 m para pouso e decolagem, e onze posições para estacionamento aeronaves.

O sistema de esgotamento sanitário é composto basicamente de 3 unidades, como pode ser visualizado na Figura 1, sendo constituído da Casa Cloacal, Estação Elevatória de Esgoto (EEE) e ETE.



Figura 1. Mapa de localização do sistema de esgotamento sanitário.
Fonte: Adaptado do Google Earth (2007)

A casa cloacal é o local destinado a receber o esgoto advindo das aeronaves, o qual segue por gravidade até a EEE, o qual recebe ainda o esgoto vindo das dependências do aeroporto, em seguida o esgoto acumulado na EEE é recalcado para a ETE. Após o tratamento biológico, pelo sistema de lodos ativados, o efluente é despejado no corpo receptor denominado Igarapé Val-de-Cans, conforme Figura 2.

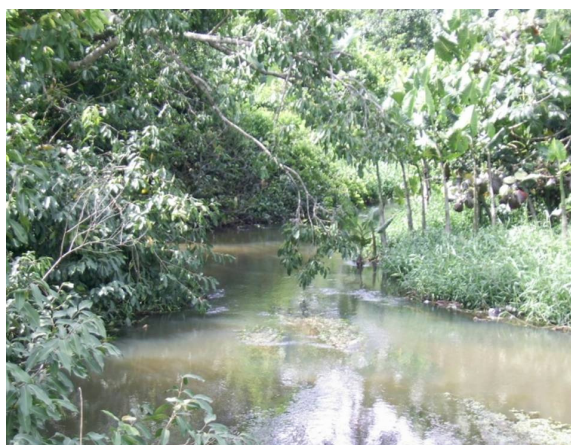


Figura 2. Igarapé Val-de-Cans.
Fonte: direta (13/02/2007).

2.2. Etapas experimentais

2.2.1. Determinação quantitativa de esgoto no AIB

Para medição de vazão foram realizados acompanhamentos junto ao conjunto moto-bomba (CMB), para verificação do volume de esgoto deslocado para a ETE em cada acionamento. Para tal utilizou-se uma régua graduada no poço úmido. Foram ainda realizadas leituras o horímetro (o qual registra o número de acionamentos realizados, assim como o acúmulo de tempo em horas do funcionamento do CMB).

Foram recolhidos dados quantitativos de passageiros por mês e da população fixa (funcionários) do AIB. As informações levantadas durante a execução das medições foram tratadas de forma estatística, para serem estudadas, avaliadas, e apresentadas sob forma tabeladas, para que, ao final obtivesse um diagnóstico da contribuição per capita de esgoto sanitário em termos da vazão.

2.2.2. Perfil qualitativo.

Foram realizados 12 perfis de 24 horas com coletas a cada 2 horas na entrada do canal de acesso da ETE, e determinadas as seguintes variáveis físico-químicas: temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis, sulfato, fósforo total, nitrogênio amoniacal, DQO (bruta e filtrada), DBO, E. Coli e série de sólidos (sedimentáveis, ST, STF, STV, SST, SSF e SSV). Os dados obtidos durante a execução dos vários exames e análises laboratoriais desse estudo foram tratadas de forma estatística, para serem estudadas, avaliadas, e apresentadas sob forma de tabelas.

Foi determinada ainda a contribuição per capita de esgoto sanitário em termos da matéria orgânica, de acordo com as equações 01 e 02.

$$C_v = \frac{Q}{P} \quad [\text{Eq. 01}]$$

$$C_o = C \cdot C_v \quad [\text{Eq. 02}]$$

Cv: Contribuição per capita de esgoto sanitário (L/hab.dia);

P: População em termos de funcionários e passageiros (hab);

Q: Vazão média de esgoto durante o perfil de 24 horas (L/dia);

Co: Contribuição orgânica per capita (g.DQO/hab.dia).

3. RESULTADOS

3.1. Quantitativo

O volume médio mensal coletado por empresa no período de outubro de 2006 a maio de 2008 está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Volume médio (L) de esgoto coletado por empresa no AIB por mês.

MÊS	EMPRESAS				Total
	Sata	Vit solo	Tam	Algo mais	
out/06	8250	27000	27000	-----	62250
nov/06	12408	27000	26000	-----	65408
dez/06	13728	29900	27000	-----	70628
jan/07	11154	29900	27000	-----	68054
fev/07	9504	25200	26500	-----	61204
mar/07	13728	9000	25500	-----	48228
abr/07	12342	11000	26000	-----	49342
mai/07	9834	11000	26700	-----	47534
jun/07	7260	11000	26500	-----	44760
jul/07	6798	12000	26500	420	45718
ago/07	6930	12000	27000	480	46410
set/07	4884	12000	26000	400	43284
out/07	4290	12000	27000	500	43790
nov/07	15750	12000	26000	264	54014
dez/07	18750	13000	27000	384	59134
jan/08	21250	11000	27000	66	59316
fev/08	16000	12000	26500	60	54560

mar/08	19000	10000	26000	60	55060
abr/08	18000	11000	27000	63	56063
mai/08	17750	11000	26000	66	54816
Média	10374	15450	26510	408	53585

A partir da tabela pode-se observar o comportamento de coleta dos dejetos que cada empresa realiza por mês. O volume da coleta de esgoto das aeronaves, realizada pelas empresas citadas, foi quantificado, Gráfico 1. O volume médio de esgoto provenientes das aeronaves é de aproximadamente 1.760 L. Através da média de esgoto coletado nas aeronaves (estabelecida por cada empresa), e do número de solicitações concedido às empresas, no caso a SATA, e também através da frequência de descarga, realizada na casa cloacal, com as QTU's cheias (procedimento adotado pela Vit Solo e TAM).

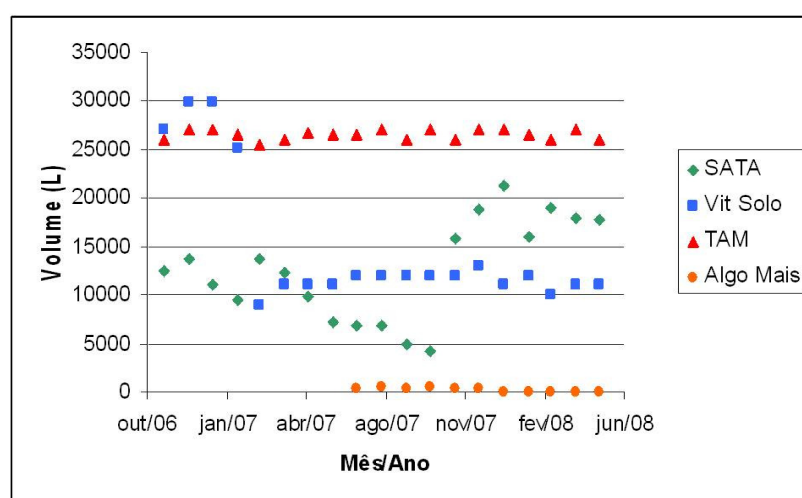


Gráfico 1 - Comportamento de coleta dos dejetos por empresa em cada mês.

Na tabela 2 pode-se observar o fluxo de passageiro e a população fixa (funcionários) no período de outubro de 2006 a maio de 2008 no AIB.

Tabela 2 - Fluxo de passageiros e população fixa no AIB por mês.

Mês	Fluxo de passageiros	População fixa	TOTAL
out/06	158.918	2.842	161.760
nov/06	142.872	2.615	145.487
dez/06	177.644	2.616	180.260
jan/07	184.543	2.183	186.726
fev/07	145.287	2.225	147.512
mar/07	147.056	2.180	149.236
abr/07	175.901	2.266	178.167
mai/07	180.764	2.212	182.976
jun/07	182.639	2.235	184.874
jul/07	214.862	2.252	217.114
ago/07	167.625	2.281	169.906

set/07	163.262	2.303	165.565
out/07	195.413	2.335	197.748
nov/07	182.369	2.615	184.984
dez/07	209.576	2.392	211.968
jan/08	210.877	2.424	213.301
fev/08	175.191	2.478	177.669
mar/08	184.159	2.552	186.711
abr/08	181.009	2.631	183.640
mai/08	185.235	2.658	187.893
Total	3.565.202	48.295	3.613.497
Média	178.260	2.415	180.675

Nas leituras registradas pelo Horímetro, Tabela 3, verificou-se no CMB que o sistema é acionado em média 24 vezes ao dia, sendo bombeados aproximadamente 5,45 m³ de esgoto para ETE em cada acionamento, levando em média 13 minutos para bombear este volume. Desse modo obteve-se uma vazão media de 1,97 L/s.

Tabela 3 - Leituras registradas pelo horímetro.

Mês	Nº de Acionamento	Tempo de Funcionamento (horas)	Tempo que demorou p/ encher	Vazão (L/s)
mai/07	220	44,72	171,28	1,91
jun/07	94	18,43	77,57	1,81
jul/07	109	117,33	338,67	0,15
ago/07	811	101,23	90,77	5,13
set/07	895	74,85	453,15	1,35
out/07	905	124,23	403,77	1,46
jan/08	775	123,12	81,16	1,98
fev/08	810	135,26	78,95	2,2
mar/08	695	132,98	92,45	1,81
abr/08	725	122,46	83,49	1,96
mai/08	643	130,85	82,53	1,91
Média	-----	-----	-----	1,97

Com o total do fluxo de passageiros mais a população fixa (funcionários), obteve-se a contribuição per capita da geração de esgoto sanitário em termos de vazão. A média respectiva a população de passageiros (0,010 L/passageiro.dia), funcionários (70,04 L/funcionário.dia) e o total (0,95 L/hab.dia), sendo este último obtido (para cada mês) através da divisão da vazão da ETE pelo número de habitantes (passageiros e funcionários) do aeroporto, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Per capta da geração de esgoto da INFRAERO.

Meses	per capta (L/hab.dia)		
	Passageiros	Funcionários	Total
out/06	0,013	58,55	1,04
nov/06	0,015	63,59	1,16
dez/06	0,013	63,5	0,93
jan/07	0,012	76,14	0,9
fev/07	0,015	74,8	1,14
mar/07	0,011	76,55	1,13
abr/07	0,009	73,63	0,94
mai/07	0,008	75,45	0,92
jun/07	0,008	74,71	0,91
jul/07	0,007	75,58	0,78
ago/07	0,009	74,62	1
set/07	0,009	73,91	1,03
out/07	0,007	72,89	0,86
nov/07	0,01	65,09	0,92
dez/07	0,009	71,16	0,8
jan/08	0,009	69,43	0,8
fev/08	0,011	67,93	0,96
mar/08	0,01	66	0,91
abr/08	0,01	63,98	0,93
mai/08	0,01	63,37	0,91
Média	0,01	70,04	0,95

3.2. Qualitativo.

Foram realizados doze (12) perfis de 24 horas com coletas de esgoto a cada 2 horas na entrada do canal de acesso do efluente da ETE. Pode se observar, na tabela 5, o resultado dos valores da média aritmética, desvio padrão, valor máximo e mínimo obtido nas análises do esgoto sanitário da ETE-INFRAERO.

Tabela 5. Dados das análises do perfil do esgoto bruto da ETE-INFRAERO.

VARIÁVEIS	ESGOTO BRUTO				
	UNIDADE	MÉDIA	DP	MIN	MAX
TEMPERATURA	°C	27,14	0,58	24,9	30,5
pH	pH	-----	-----	6,29	7,94
ALCALINIDADE	mgCaCO ₃ /L	225	39	70	370
AC. VOLÁTEIS	mgHac./L	74	17	30	160
DQOB	mgO ₂ ./L	425	73	81	890
DQOF	mgO ₂ ./L	250	45	32	437
DBO	mgO ₂ ./L	302	56	164	542
N-amoniaco	mgN-amon./L	68,1	24	2	140
SULFATO	mgSO ₄ /L	53	11	10	80
FÓSFORO TOTAL	mgP/L	5,57	1,06	0,6	9,3
SÓL. SEDIMENTÁVEIS	mL/L	1,1	0,4	0,02	8
SÓL. TOTAIS	mg/L	504	77	92	788

SÓL. FIXOS	mg/L	229	54	40	404
SÓL. VOLÁTEIS	mg/L	275	48	40	632
SÓL. SUSPENSOS TOTAIS	mg/L	148	41	38	784
SÓL. SUSPENSOS FIXOS	mg/L	33	18	1	304
SÓL. SUSPENSOS VOLÁTEIS	mg/L	114	37	18	632
E. COLI	NMP/100mL	12,67 x 10 ⁶	5,48 x 10 ⁶	10,1 x 10 ⁴	29,10x10 ⁶

Para melhor interpretação, a média e o desvio padrão dos resultados das análises foi comparado com os valores de alguns autores da literatura, como VON SPERLING (1996), MENDONÇA (1999) e JORDÃO (2005), conforme a Tabela 6.

Tabela 6 Resumo das características físico-químicas e bacteriológicas do esgoto gerado no AIB.

Variável	Esgoto	Autores		
	Média ± Dp			
	Bruto	Von Sperling (1996)	Mendonça (1999)	Jordão (2005)
TEMPERATURA	27,14 ± 0,85	-----	28 a 24	20 a 25
pH	6,29 - 7,94*	6,7 a 7,5	6 a 7	6,5 a 7,5
ALCALINIDADE TOTAL	225 ± 39	110 - 170	185 a 50	-----
ÁCIDOS VOLÁTEIS	74 ± 17	-----	75 a 14	-----
DQO_B	425 ± 73	400 - 800	1724 a 58	200 a 800
DQO_F	250 ± 45	-----	877 a 25	-----
DBO	302 ± 56	-----	-----	100 a 400
N-amoniaco	68,1 ± 24	-----	-----	10 a 50
SULFATO	53 ± 11	-----	-----	5 a 100
P TOTAL	5,57 ± 1,06	-----	-----	5 a 20
SD	1,1 ± 0,4	10 a 20	5 a 20	5 a 20
ST	504 ± 77	700 a 1350	829 a 71	370 a 1160
STF	229 ± 54	340 a 650	246 a 18	175 a 580
STV	275 ± 48	365 a 700	723 a 35	195 a 580
SST	275 ± 17	-----	-----	120 a 360
SSF	148 ± 41	-----	-----	30 a 80
SSV	114 ± 37	-----	-----	90 a 280
E. COLI	12,67 x 10 ⁶ ± 5,48 x 10 ⁶	10 ⁵ a 10 ⁸	-----	10 ⁶ a 10 ⁹

A DQO bruta e a DQO filtrada, os valores de DBO e sólidos totais voláteis estão de acordo com os citados na literatura. O que demonstra que o esgoto gerado no AIB não apresenta valores elevados de matéria orgânica.

Os valores correspondentes ao sulfato e E. Coli se apresentaram dentro das características do esgoto doméstico. Os valores de nitrogênio amoniacal e fósforo total apresentaram média próxima do limite citado pelas literaturas.

* Valores mínimo e máximo.

As variáveis, pH, fósforo total e a série de sólidos (sedimentáveis, totais, fixos, suspensos totais, suspensos fixos, suspensos voláteis) estão ligeiramente abaixo dos valores correspondentes aos das literaturas que são típicos do esgoto doméstico. Já as médias referentes à alcalinidade e ácidos voláteis estão acima dos valores corresponde ao esgoto doméstico. O que pode ser considerado uma característica específica dos esgotos gerados em aeroportos, pela adição de aditivos químicos (hardoxi) nas fossas químicas das aeronaves.

4. CONCLUSÃO

A partir das atividades realizadas pôde-se concluir que:

- volume médio de esgotos coletados das aeronaves é de aproximadamente 1.760 L.
- A vazão média de esgoto que chega a EEE é de aproximadamente 1,97 L/s ou 170.208 L/dia, sendo 98, 86% proveniente das dependências do aeroporto e 1,14% proveniente das aeronaves.
- A média da contribuição per capita de esgoto sanitários da população de passageiros das aeronaves e funcionários foi de respectivamente, 0,010 L/passageiros.dia, e 70,04 L/funcionário.dia. A grande variação entre os per capita de esgoto mencionado deve-se ao grande consumo de água nos restaurantes, lanchonetes, banheiros e outras dependências do aeroporto.
- per capita da geração da carga orgânica é 12,13 g DQO/hab.dia. Sendo este aproximadamente, sete vezes menor ao valor correspondente a do esgoto doméstico (108 gDQO/hab.dia).
- A DQO bruta e a DQO filtrada estão de acordo com os citados na literatura. O que demonstra que o esgoto gerado no AIB não apresenta valores elevados de matéria orgânica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

MENDONÇA, N. M. **Caracterização do material suporte e estudo da partida de um reator anaeróbio de leito expandido utilizado no tratamento de esgoto sanitário**. São Carlos, 1999; dissertação (mestrado), escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PAIVA, F. V; HAANDEL, A.C.V. **Desempenho de um sistema combinado UASB e lodos ativados na remoção da matéria orgânica e de nitrogênio total de esgoto hospitalar**. In: VII SIMPÓSIO ÍTALO - BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 127, 2006, Fortaleza – Ceará. 2006.

VON SPERLING, MARCOS. **Princípio de tratamento biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais: ed. Segrac, Vol 1, 1995. 240p.