

andis



AIDIS

SIBISA

SIMPOSIO INTERNAZIONALE DI
INGEGNERIA SANITARIA
AMBIENTALE

Ravello
Villa Rufolo
3 - 7 Giugno
1997

ATTI



SIDISA

SIMPOSIO INTERNAZIONALE DI INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE

ATTI

Ravello
Villa Rufolo
3 - 7 Giugno 1997

TEMA A Trattamenti Acque Reflue Urbane

Analisi numerica dei campi di velocità e concentrazione nelle vasche di sedimentazione <i>G. Mazzolani F. Pirozzi</i>	p. 1
Impianti di depurazione acque reflue civili. La calibrazione del modello parametrico per la previsione delle procedure gestionali ottimali <i>P. Battistoni, A. Colapinto, F. Cecchi</i>	p. 12
Influence of biological growth on hydrodynamic of fluidized bed reactors <i>C. Nicoletta, S. Chiarle, R. Di Felice, M. Rovatti</i>	p. 20
Metodologie di laboratorio per la valutazione della trattabilità anaerobica di reflui organici concentrati <i>G. Boari, I. M. Mancini, E. Trulli, A. Rozzi</i>	p. 27
Remocao da materia organica de esgotos domesticos no solo pelo metodo do escoamento superficial: apresentacao de uma equacao matematica para o dimensionamento do sistema <i>B. Coraucci Filho, P. Além Sobrinho, R. F. de Figueiredo, D. B. Vieira</i>	p. 42
Confronto tra parametri di controllo e indicatori microbiologici per la gestione dei processi a fanghi attivi <i>M. Torregrossa, G. Viviani</i>	p. 60
Un sistema informativo per la gestione integrata di un impianto di trattamento delle acque reflue <i>V. Belgiorno, G. Galdi</i>	p. 68
Caratteristiche strutturali di biofilm per il trattamento delle acque reflue - Indagine sperimentale <i>L. Diaco, B. Eramo</i>	p. 76
La misura dell'ours (oxygen uptake rate) come ulteriore strumento di indagine negli impianti biologici a fanghi attivi <i>R. Di Marino</i>	p. 84
Estensione di sistemi fognari: elementi conoscitivi per la pianificazione degli interventi <i>L. Bonomo, G. Pastorelli, E. Bosi, M. Ferazzini</i>	p. 92
Importanza dell'altezza nel dimensionamento dei decantatori secondari <i>L. Pezza</i>	p. 101
Applicazioni di modelli a reti neurali per la previsione di comportamento di un trattamento delle acque reflue <i>A. Capodaglio, M. Olmo, M. Villani, A. Tiano</i>	p. 109
Le verifiche di funzionalità' come supporto alla gestione degli impianti a fanghi attivi <i>C. Collivignarelli, G. Bertanza, F. Bertolotti, G. Bettinsoli, S. Boroni, S. Brocchi, A. Gatti, S. Ghidelli, L. Mastaglia, F. Rochiedei, S. Zubani</i>	p. 117
Studio sperimentale del campo fluidodinamico in un sedimentatore circolare con tecnica P.I.V. <i>P. Bertola, M. Righetti, P. Viotti</i>	p. 127
Coliformes fecais, salmonella spp e helmintos em lodos de lagoas aeradas <i>B. S. Ovruski de Ceballos, A. Konig, S.R. Gois</i>	p. 135
Colorimetric analyses of carbohydrates to evaluate anaerobic degradation of glycose <i>Durval Rodrigues de PAULA JR, Maria Angelica Peralva, Eugenio Foresti, C.E. Blundi</i>	p. 142
Coleta e tratamento de esgotos domesticos na regio do pantanal sul matogrossense <i>S. J. De Luca, L. F. Cybis, C. N. Ide, S.H. Prates</i>	p. 159
Disposicao de esgotos sanitarios por infiltracao rapida em solo arenoso de regio litoranea <i>F. dos Santos Braga, A. Marozzi Righetto</i>	p. 167

DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS POR INFILTRAÇÃO RÁPIDA EM SOLO ARENOSO DE REGIÃO LITORÂNEA.

Florindo dos Santos BRAGA⁽¹⁾, Antonio Marozzi RIGHETTO⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos-USP; Professor adjunto do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil..

⁽²⁾ Professor Associado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Av. Dr. Carlos Botelho, 1465, São Carlos, 13560-250, SP, Brasil, E-Mail RIGHETTO@SC.USP.BR.

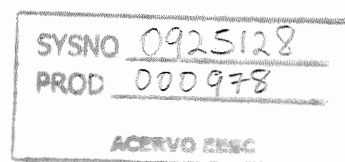
RESUMO

Este trabalho é parte de um projeto integrado que visa desenvolver metodologias que permitam a obtenção de parâmetros de projeto representativos de bacias de infiltração rápida em área litorânea a partir de modelo físico de laboratório e de bacia experimental natural. Neste trabalho são apresentadas comparações de resultados de modelo e de protótipo. Implantou-se uma fonte de emissão de contaminantes, constituída de uma bacia de infiltração com dimensões de 7x7 m² e instalados 7 poços de observação ao redor da bacia e um no centro, permitindo a coleta sistemática de amostras da água subterrânea. O monitoramento das unidades experimentais foi planejado de modo a se obter dados quantitativos e qualitativos simultâneos sob idênticas condições de aplicação de esgoto na superfície do solo. São apresentados alguns resultados, com a comparação de parâmetros referentes à disposição de esgoto simulada em modelo e na bacia de infiltração experimental, à eficiência da bacia de infiltração com relação ao percolado e aos possíveis impactos sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: esgoto sanitário, disposição no solo, infiltração rápida, remoção.

1. INTRODUÇÃO

Topografia plana e nível de lençol freático alto são características físicas locais que dificultam, encarecem e até inviabilizam a implantação de sistemas de esgotos sanitários em cidades litorâneas. Nestas cidades, a rede coletora é de alto custo por requerer grandes profundidades a pequenas distâncias, escoramento de valas, rebaixamento do nível do lençol freático e significativo número de elevatórias. Os sistemas de tratamento requeridos devem apresentar alto grau de eficiência e ponto de lançamento adequado, isto porque nestas cidades os corpos receptores superficiais são utilizados, geralmente, como fontes de abastecimento público, recursos pesqueiros, turísticos e área de lazer. No caso de rios, o trecho receptor geralmente se encontra próximo à foz, não havendo condições de autodepuração. Por essas razões, conclui-se que as características físicas locais dificultam a definição do tipo de tratamento a ser dado aos esgotos, da forma de disposição e do respectivo ponto de lançamento final. Considerando a problemática sanitária destas cidades, é de se esperar que o atendimento às atuais exigências dos órgãos de controle ambiental é um problema de difícil solução, sob o ponto de vista técnico e financeiro.



Sistema composto de "Bacias de Infiltração" para tratamento de esgotos em áreas litorâneas, onde as águas do lençol freático não representam a principal fonte de abastecimento doméstico, pode ser uma alternativa melhor que outros sistemas usuais. Através de estudos realizados a partir de 1967 nos Estados Unidos e de 1977 no Rio Grande do Sul, Brasil, entre outros, comprova-se, por meio de resultados experimentais de laboratório e de campo (obtidos com a operação de unidades implantadas em escala real), que as "Bacias de Infiltração" podem ser adequadas para as cidades litorâneas, uma vez que produzem descarga "zero" (forma direta) nos corpos d'água superficiais; apresentam grau de tratamento a nível terciário após o esgoto percolar pequenas distâncias verticais e horizontais; requerem baixo custo de operação e de manutenção; e aceitam altas concentrações de carga orgânica.

As características dos sistemas de infiltração rápida, (IR), que os tornam adequados para solução do problema do tratamento de esgotos, no Estado do Espírito Santo, são: aceitação de altas variações de carga orgânica, boa remoção de nutrientes e de organismos patogênicos, e o não lançamento final dos efluentes tratados de forma direta nos corpos d'água superficiais; a disponibilidade de área, a baixo custo, constituída por verdadeiros cordões de areia quartzosa de permeabilidade média a alta, ao longo dos 401 Km de região litorânea.

O presente trabalho teve por objetivo verificar a tratabilidade do esgoto sanitário afluyente à Estação de Tratamento de Esgotos de Camburi (ETE), localizada na cidade de Vitória-ES, Brasil, pelo processo de Infiltração Rápida. Neste estudo, foram estimados parâmetros físicos, químicos e biológicos que possam servir no dimensionamento de projetos de sistemas de Infiltração Rápida, em escala real, aplicável à região litorânea do Estado do Espírito Santo. Alguns resultados dessa pesquisa foram divulgados, referentes à remoção de Nitrogênio (Lima et al., 1996), à análise da taxa de ciclos de aplicação do esgoto (Andreoli, 1996) e à análise de colmatação (Sampaio, 1994).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo encontra-se localizada no litoral do Estado Espírito Santo - Brasil, praia de Camburi, em Vitória, entre os paralelos 20° 00' S e 20° 20' S, e os medianos 40° 00' N e 40° 30' W. foi escolhida pela sua topografia, clima, tipo de solo e o seu uso, como também do aquífero. Trata-se de uma região constituída por planícies costeiras, cuja topografia do local é plana, com inclinação inferior a 3%. O clima é tropical úmido. Durante o período de pesquisa (1994 a 1996) foram obtidos os seguintes valores meteorológicos: temperatura média das mínimas igual a 22,3 °C e média das máximas de 29,2 °C; umidade relativa do ar de 77%; precipitação e evaporação média anual, respectivamente, iguais a 1350 mm e 1150 mm.

O solo local é constituído de areia quartzosa média, de alta permeabilidade. Suas principais características são: diâmetro efetivo (De) igual a 0,22 mm, coeficiente de uniformidade (Cu) igual a 2,68, condutividade hidráulica (labor.) de $1,74 \times 10^{-2}$ cm/seg (62,6cm/h), porosidade 42%. Da análise da composição química da areia verificou-se acidez elevada e concentrações baixas de fósforo, potássio, cálcio, enxofre e alumínio. Quanto ao uso do solo e da água do aquífero não houve, durante o período de pesquisa, restrições que limitassem o direcionamento das investigações.

A escolha do processo de tratamento por infiltração rápida (IR) foi feita com base nas características do esgoto a tratar, predominantemente doméstico, na qualidade da água subterrânea (baixa contaminação) e na espessura do leito de areia com profundidade máxima

de 2,0m, juntamente com as características da área de estudo. A escolha do processo IR foi feita de acordo com atendimento à pontuação requerida pelos critérios de desejabilidade do EPA 625/1-81-013.

Para os estudos da IR em laboratório foi construído um tanque de depuração vertical (TDV), constituído por uma coluna de fibra de vidro com diâmetro de 60 cm e altura de 3,15 m, dos quais 2,50 m são preenchidos com a mesma areia da Bacia Experimental. Para amostragem, 6 tomadas providas de telas inox finas foram instaladas ao longo da profundidade, de 50 em 50 cm, com dispositivo de coleta interna, de material inox, em forma de concha invertida, para interceptar a frente de umidade do percolado.

Os estudos em campo foram conduzidos numa bacia de infiltração experimental (BIE) com dimensões 7x7m² e área útil de 49 m², escavada manualmente em terreno arenoso. Para a alimentação da Bacia com o esgoto decantado, foi implantado um emissário por recalque de 550 m de extensão em PVC, com diâmetro de 100 mm.

Em todas as fases em que houve aplicação de esgoto, as unidades experimentais foram alimentadas com esgoto decantado proveniente da ETE de Camburi, operada pela CESAN. O esgoto aplicado apresentava valores de qualidade, típicos de esgoto médio a forte, representativos do horário de pique da ETE, ou seja, das 10 às 15 horas.

Para estudos comparativos entre o Reator TDV e a BIE, utilizou-se os resultados do Reator E, constituído por um tubo de PVC, instalado na vertical, com 150 mm de diâmetro e 2,50 m de altura, dos quais 2,00 m eram preenchidos com a mesma areia da BIE, e 0,15 m com britas servindo como camada suporte; para a amostragem, tinha-se uma tomada na parte inferior do mesmo.

2.1 Monitoramento do Sistema Integrado

Neste estudo, considerou-se como Sistema Integrado o conjunto de aparatos preenchidos com o mesmo tipo de areia, operados em conjunto, isto é, no mesmo dia e hora; com o mesmo esgoto e sob as mesmas condições operacionais em termos de taxas e de ciclos de aplicação. As amostras dos experimentos do Sistema Integrado eram submetidas às mesmas análises físico-químicas e bacteriológicas. Dentre outros aparatos operados dentro do Sistema Integrado ressaltamos os aparatos: BIE, TDV e o Reator E. O reator E foi operado conforme LIMA et al. (1996).

O monitoramento das unidades experimentais do Sistema Integrado foi feito de modo a se obter dados quantitativos e qualitativos sobre o esgoto bruto, decantado e o percolado na zona saturada do solo. As análises físico-químicas, bacteriológicas e demais medidas realizadas durante o período de operação foram: sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais, DBO₅, DQO, NKT, NH₄⁺-N, nitrato-N, nitrito-N, fósforo total, coliformes fecais, alcalinidade, pH, cloretos, vazão, nível da água no lençol freático. A frequência das coletas foi, em média, semanal para os 15 pontos de coleta de amostras descritos a seguir e ilustrados conforme figura (1): 1 ponto para esgoto bruto (EB); 1 ponto para esgoto decantado (ED); 1 ponto para o efluente diluído na água de torneira do TDV; 1 ponto para o efluente diluído no poço central da BIE - Poço J; 2 pontos para coleta de areia a 1,20 e 1,60 m no TDV; 2 pontos para coleta de areia a 1,20 e 1,60 m na BIE; 7 pontos de coletas no lençol freático nos poços: A, B, C, D, E, F, H e um ponto de coleta na saída do reator, ao ar livre. O monitoramento foi realizado no período entre julho de 1995 a dezembro de 1996

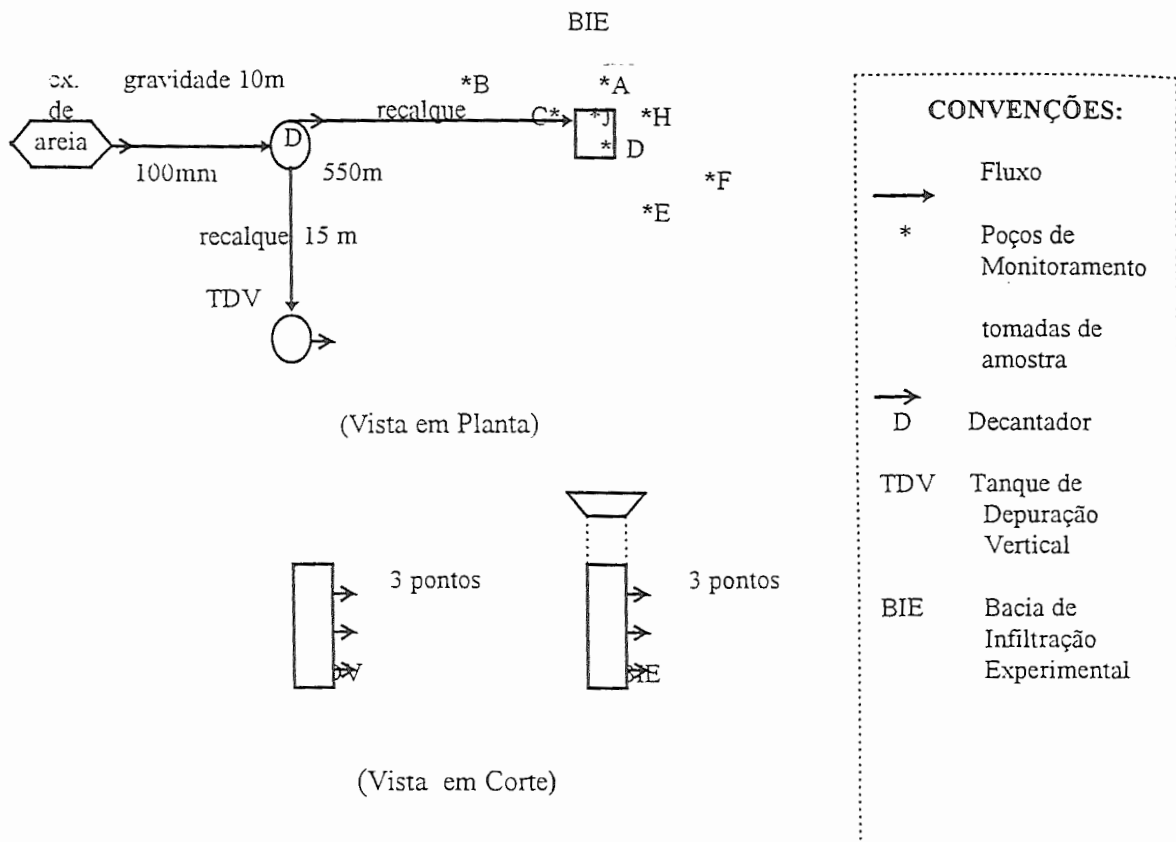


Figura 1. Vista em planta e em corte do sistema de Infiltração Rápida de Laboratório (TDV) e de campo (BIE) implantado na ETE de Camburi, Vitória - E.S.

A determinação da direção do escoamento foi obtida levando em consideração a topografia local, a superfície potenciométrica, a injeção de cloretos e análises do efluente tratado, tais como: nitratos e cloretos. Os poços de monitoramento, em número de oito, eram parcialmente penetrantes e implantados conforme o Projeto de Norma PN: 1:603:06-003 da ABNT. A operação do sistema foi desenvolvida em cinco fases distintas, dentre as quais ressaltamos aquelas referentes às aplicações dos esgotos:

fase 1: Aplicação de 18 cm de lâmina de esgoto com má decantação, distribuído uniformemente numa superfície de 9m^2 , durante 9 minutos. Ciclo operacional de 2 dias de aplicação, seguidos de 5 dias de descanso. Objetivo: proporcionar a nitrificação.

fase 2: Aplicação de 18 cm de lâmina de esgoto decantado, com distribuição não uniforme, em área de 49m^2 , durante 54 minutos. Ciclo operacional de 2 dias de aplicação seguidos de 12 dias de descanso. Objetivo: proporcionar a desnitrificação.

fase 3: Esgoto decantado, distribuído uniformemente em 49m^2 de área, durante 54 minutos, com ciclo operacional de 2 dias de aplicação, seguidos de 5 dias de descanso tendo por objetivo a nitrificação.

Durante o período de abrangência das cinco fases, dados de nível d'água e de precipitação pluviométrica foram obtidos para a discussão dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas. Conforme pode ser observada na figura 2, a lâmina d'água do lençol freático teve elevação máxima de 77cm no final da fase 2, devido a um período de chuva ocorrido em dezembro de 1995.

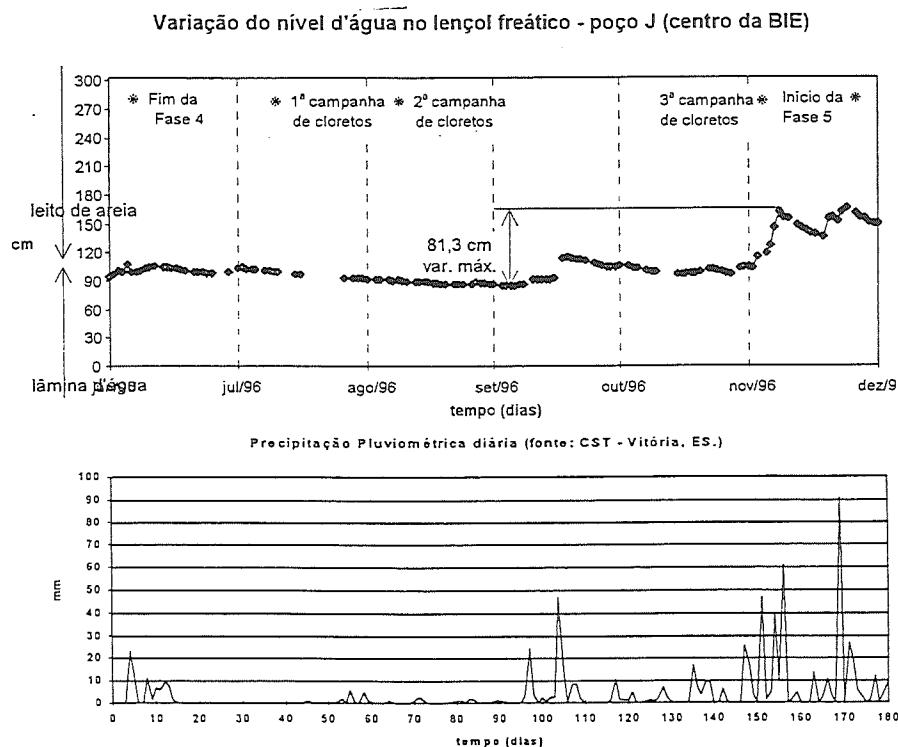


Figura 2. Dados pluviométricos e de nível d'água no período da fase 5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise de representatividade dos resultados obtidos nos experimentos realizados nos aparatos TDV, BIE e Reator E, foram levantados dados do esgoto decantado aplicado (ED), médias dos efluentes dos aparatos, porcentagens de remoção e de representatividade entre os valores médios das concentrações nos aparatos.

Para a análise de representatividade entre os Reator E, TDV e BIE, levou-se em consideração a coerência entre os resultados, com relação aos principais parâmetros de análise da IR, apresentados na tabela 1. Tal representatividade pode ser estimada pelos Coeficientes de Representatividade (CR) entre reatores de Laboratório e de Campo, conforme mostra a tabela 2. Quanto a outros parâmetros tais como a DQO e sólidos, não foi possível definir um coeficiente devido a grande variabilidade apresentada.

Verifica-se que os resultados médios dos coeficientes de representatividade (CR) são consistentes, uma vez que representam resultados que levam em conta as interferências que ocorrem naturalmente nos sistemas em escala real, tais como: precipitações e estiagens, má e boa distribuição, má e boa decantação, variações de ciclos e taxas de aplicação, insolação e evaporação, coleta de amostra diluída em lençol freático (BIE), coleta de amostra diluída em água de torneira (TDV) e coleta do efluente sem diluição (Reator E).

Para a análise dos desempenhos dos Reatores E, TDV, e BIE foram realizadas comparações entre os valores obtidos nesta pesquisa e os valores recomendados pelo EPA (1992), os dados experimentais obtidos por SAMPAIO (1994) em tanques experimentais, os desempenhos do sistema de lagoas de estabilização da ETE de Camburi/ES e os parâmetros internacionais para efluentes domésticos tratados, recomendados pela França, EUA e CEE.

Tabela 1. Comparação de remoção e representatividade TDV x BIE - Poço J

Parâmetro (mg/l)	Dados referentes às Fases 1, 2 e 4											
	Médias - ED			Médias - TDV/ Poço J			Remoção (%)			Representatividade (%)		
	mínimo	médio	máximo	mínimo	médio	máximo	mínimo	médio	máximo	mínimo	médio	máximo
Cloretos	120	130	140	141	155	169	-40	-19	2,0	101	141	164
Coliformes Nmp/100ml	$4,4 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$5,5 \times 10^7$	$8,4 \times 10^6$	$1,9 \times 10^7$	$5,5 \times 10^7$	34	59	85	147	3096	8898
DBO ₅	243	254	265	10	10	11	96	96	96	70	92	115
DQO	507	527	546	36	40	45	92	92	93	79	134	193
Fosfato	7,4	7,5	7,6	2	2,1	2,2	71	72	73	70	96	117
N-NH ₄ ⁺	39,5	39,5	69,5	9,0	10	12	70	73	76	73	82	99
NKJ	59	59	59	9,0	14	19	68	76	85	31	60	89
Nitratos	0,03	0,03	0,04	11	17	23				132	318	500
Nit.Total	59	62	65	28	29	31	52	52	52	86	100	119
SST	211	214	218	9	10	11	95	95	96	70	246	227

Tabela 2. Coeficientes de Representatividade (CR) entre o TDV e a BIE.

Parâmetros (mg/l)	CR - TDV/BIE		
	Mínimo	Médio	Máximo
DBO ₅	0,7	0,9	1,2
Fósforo	0,7	1,0	1,2
N. Total	0,6	1,0	1,2
N-NH ₄ ⁺	0,7	0,8	1,0
NKT	0,3	0,6	0,8
N-NO ₃ ⁻	1,3	3,0	5,0
Cloretos	1,0	1,4	1,6

Quanto à remoção de nutrientes tais como fósforo e nitrogênio, constatou-se um rendimento médio uma vez que, durante a pesquisa, não houve condições favoráveis para um melhor desempenho. O baixo índice de desnitrificação obtido deu-se em função do pequeno período de aplicação do esgoto (de 10 a 54 min), e do alto grau de aeração da areia cuja porosidade era de 42%. Quanto a desfosfatação, explica-se pela baixa capacidade de adsorção do solo, confirmado pela análises físico-químicas e pela pequena espessura do leito filtrante (de 1,2 a 2,0 m).

As diferenças de rendimentos observadas entre os reatores de laboratório e os de campo podem ser explicadas pela grande influência da temperatura que os reatores de laboratório estiveram sujeitos através de suas paredes laterais. Atribui-se, também, a uma boa distribuição no solo do esgoto aplicado devido ao fluxo pistão, razão pela qual apresentam alto grau de nitrificação. Outros fatores que contribuíram para uma maior eficiência nos reatores de laboratório são: a proteção que estão sujeitos das intempéries tais como, precipitações, insolação e ventos, a facilidade de distribuição do esgoto na superfície e a não influência da variação da qualidade da água do aquífero.

Ao contrário do que ocorre nos reatores de laboratório, os reatores de campo sofrem menor efeito da temperatura do ar, apresentam grande facilidade de distribuição, tendo como resultado uma nitrificação reduzida.

A deficiente distribuição do esgoto na superfície dos reatores juntamente com o alto índice pluviométrico ocorrida na fase 3, mostraram uma grande queda na eficiência do sistema de campo não chegando, no entanto, a inviabilizá-lo. Dos resultados obtidos na fase 2, conclui-se que no período de grandes precipitações deve-se ter melhor gerenciamento da aplicação dos esgotos.

Com relação à análise de contaminação, os parâmetros coliforme fecal, DBO_5 e Nitrato no poço J (poço no centro da Bacia de Infiltração) superaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 20 para as águas de classe II, sendo que os coliformes chegaram a ter quatro casas superiores ao limite de 1000 coliformes (NMP/100ml). No poço H, localizado a 10 m da fonte e no sentido do fluxo, observou-se que o teor de coliformes aumentou de $3,0 \times 10^2$ para $1,1 \times 10^3$ pouco acima do limite CONAMA; esse valor representa 1/6 daquele observado no poço J, no centro da bacia, indicando uma redução de teores em função da distância à fonte. Observou-se, também, durante a realização da pesquisa, a grande influência da precipitação pluviométrica, sobre os parâmetros de qualidade analisados no aquífero.

Tabela 3. Evolução da contaminação do lençol freático no Poço J - centro da BIE.

Parâmetros (mg/l)	Poço J						Limites: Res. CONAMA
	Fase 0	Fase 1	fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	n° 20 - Águas Classe II
Nitrato	1,60	9,14	4,98	0,53	20,33	0,90	10,000
Nitrito	< 0,01	1,22	0,87	0,02	0,26	< 0,01	1,00
Fósforo total	0,10	1,38	3,56	0,18	2,42	1,04	-
Cloretos	20,67	195,38	123,33	21,67	223,60	18,67	250,00
DBO_5	1,20	7,93	28,73	0,43	3,15	1,67	1000,00
Coliforme fecal (Nmp/100ml)	$6,0 \times 10^3$	$1,96 \times 10^6$	$2,48 \times 10^7$	$5,0 \times 10$	$1,41 \times 10^6$	$5,93 \times 10^3$	5,00

4. CONCLUSÕES

Considerando as condições críticas do estudo, ou seja, a condutividade hidráulica da areia utilizada igual a 62,4cm/h, valor superior ao máximo recomendado pelo EPA (1981) = 50 cm/h e a espessura do leito filtrante que variou de 1,26 a 2,00 m, durante o período de pesquisa, podemos concluir que os resultados físico-químicos obtidos neste estudo são compatíveis com os recomendados pelo EPA (1992 com os resultados obtidos por SAMPAIO (1994), superiores aos obtidos pelo sistema de tratamento (lagoa aerada seguida de lagoa facultativa) da CESAN e atendem aos critérios internacionais para efluentes secundários.

Quanto aos resultados bacteriológicos, tem-se a dizer que a remoção de 1 casa log é insatisfatória. Quanto aos poços localizados na direção do fluxo e a 10m da fonte verificam-se baixos valores de contaminação. Os nitratos observados no Poço J ultrapassaram o valor de 10 mg/l recomendado pela Resolução N° 20 do CONAMA.

Com relação aos objetivos deste trabalho, conclui-se que o Sistema de Infiltração Rápida, investigado conforme os protocolos de aplicação e monitoramento, apresentou resultados de tratabilidade compatíveis com a teoria consultada e com os resultados

experimentais por ela referenciados. Conclui-se também que a IR é uma alternativa de tratamento viável tecnicamente e recomendável para a Região Costeira do Estado do Espírito Santo.

Da análise dos CR entre o Reator E e BIE e entre o TDV e BIE, conclui-se que os resultados obtidos nos reatores de laboratório são, em geral, melhores do que os obtidos no reator de campo (BIE), principalmente em termos de nitratos. Isto porque as condições dos reatores de laboratório foram mais favoráveis em termos de temperatura (maiores valores), boa distribuição superficial e ao longo do leito filtrante devido ao fluxo tipo pistão.

Quanto as relações entre os reatores E e TDV constatou-se a existência de grandes variações entre os CR de nitrogênio amoniacal e nitrogênio Kjeldhal. Isto se explica pelas dimensões geométricas do Reator E que eram bem menores que as do TDV e pela diferença de qualidade de seus efluentes. No Reator E era sem diluição enquanto que no Reator TDV havia diluição.

Quanto à representatividade entre reatores de laboratório com efluentes sem diluição (Reator E), e efluentes diluídos em água de torneira (reator TDV), para as condições de realização desta pesquisa, concluímos que os coeficientes levantados podem ser utilizados para situações reais. A utilização destes resultados permitem que estudos de laboratório possam ser racionalmente utilizados na elaboração de projetos de sistemas reais de tratamento de esgoto no solo, por infiltração rápida.

4. BIBLIOGRAFIA

- LIMA, M.R.P.; BRAGA, F. dos S.; GONÇALVES, R.F. (1995). Remoção de Nutrientes de Águas Residuárias através de Infiltração Rápida em Solos Arenosos: Estudo em Modelo Reduzido. p. 12.
- LIMA, M.R.P.; BRAGA, F. dos S.; GONÇALVES, R.F. (1996). Estudo da Remoção de Nitrogênio de Esgoto Sanitário em Solos Arenoso de Alta Permeabilidade.
- ANDREOLI, F. de N. (1996). Estudo da Influência da Taxa de Aplicação e profundidade do Leito Filtrante no Desempenho do Processo de Infiltração Rápida, para Tratamento Secundário de Esgoto Sanitário.
- SIMÕES, C.A. (1996). Estudo da evolução da camada colmatante de leitos de areia quartzosas, utilizados no tratamento de esgotos sanitários, através de infiltração rápida.
- SAMPAIO, S.P. (1994). Contribution a L'étude du Traitement des Eaux Residuaires Urbaines par Infiltration-Percolation sur Massif Sableux. These doctorat de L'Université Paris XII. p. 293.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1985). 16th ed.: APHA, AWWA, WPCF.
- U.S., Environmental Protection Agency. (1981). Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater. EPA 625/1-81-013a-Cincinnati, Ohio.
- U.S., Environmental Protection Agency. (1982). Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities. EPA 625/R-92/005-Cincinnati, Ohio. p. 110.
- U.S., Environmental Protection Agency. (1993). Nitrogen Control. EPA 625/R-93/010-Cincinnati, Ohio. p. 311.
- ROGALLA, F. (1990). Les Consequences de la Nouvelle Reglementation Européenne sur L'épuration des Eaux Usées. JIE poitiers.



Con il Patrocinio e il contributo di:

Università degli Studi di Salerno

Università degli Studi di Napoli

Regione Campania

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Matera

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

EPT della Provincia di Salerno

Sponsor del Congresso:

Acea

Acque di Fiuggi

Flygt

Maggioli

Tubighisa