



ALTERNATIVAS DE DISPOSIÇÃO DO LODO GERADO NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Caterine van der Ham Rodrigues – catevanderham@gmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Maracaju, nº 1402.

79002-210 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Jessica Aline Menezes Lima – a.jessica@outlook.com.br

Universidade Católica Dom Bosco

Avenida Joana D'arc, nº 509.

79070-170 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Leonan Henrique Arruda – leonan.arruda@hotmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Domingos Coelho, nº 432.

79011-540 – Nova Serra – Minas Gerais

Raiza Gianotto Pereira – raiza_gianotto@hotmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Aluizio de Azevedo, nº 1330.

790040-500 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho – fernandojcmf@hotmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Avenida Monte Castelo, nº 1825

79011-540 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Resumo: O gerenciamento do lodo de esgoto proveniente de estações de tratamento é uma atividade de grande complexidade e alto custo, que, se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados destes sistemas. Estima-se que a produção de lodo no Brasil está entre 150 a 220 mil toneladas por ano. Dos sistemas de tratamento de esgoto, os sistemas anaeróbios são os que geram a menor quantidade de lodo, ao passo que o sistema de lodo ativado convencional geram um maior volume para ser tratado. O principal objetivo do tratamento do lodo é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos nos processos subsequentes. Usualmente, o tratamento do lodo, após a sua geração, inclui uma ou mais das seguintes etapas: adensamento, estabilização, condicionamento, desidratação e disposição final. O presente estudo avaliou os componentes que são necessários para melhorias no planejamento de disposição do lodo da ETE Los Angeles, localizada no município de Campo Grande, MS. Onde a quantidade total de lodo produzida em um mês e destinada ao aterro sanitário é de 53,67 toneladas através do tratamento do esgoto, este lodo gerado pela ETE Los Angeles é rico em nitrogênio, fósforo e compostos orgânicos assim como os adubos comerciais usados para enriquecimento do solo, podendo substituí-los.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, produção de lodo, tratamento de lodo.



ALTERNATIVE DISPOSAL OF SEWAGE TREATMENT STATION SLUDGE

Abstract: *the management of sewage sludge from treatment plants is a very complex and expensive activity, that, if poorly executed may compromise the environmental and health benefits of those systems. It is estimated that the Brazil's sludge generation its around 150 to 220 tons per year. Among the sewage treatment systems, the anaerobic system produce the least amount of sludge, while the conventional activated sludge system generates a bigger volume to be processed. The main goal of the sludge treatment is to make a more estable product with less volume to ease handling and consequently reduce the costs of the subsequent processes. Usually, the sludge treatment, after its generation, includes one or more of the following steps: densification, estabilization, conditioning, dehydration and final disposal. This study will evaluate the componentes that are necessary to improve the planning of the ETE Los angeles sludge final disposal , located in the city of Campo Grande, MS. Wherein the total sludge quantity produced in a month and intended for landfill is 53.67 tons by treating the sewage, the sludge generated by the Los Angeles ETE is rich in nitrogen, phosphorus and organic compounds as well as commercial fertilizers used for soil enrichment, which can replace them.*

Keywords: *Sewage sludge, Sludge production , Sludge treatment .*

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda social pela melhoria e manutenção das condições ambientais tem exigido do Estado e da iniciativa privada novas atividades capazes de compatibilizar o desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais.

No setor de saneamento, a ampliação dos serviços de tratamento de esgoto doméstico é uma atividade prioritária para resgatar parcela da dívida ambiental contraída por políticas reducionistas que dissociaram os serviços de saneamento em atividades desintegradas. Um exemplo desta dissociação é o lançamento diário de aproximadamente 10 bilhões de litros de esgoto, que são coletados e não são tratados, nos rios brasileiros (SNS, 1991).

A disposição final adequada deste resíduo é uma etapa fundamental no processo operacional de uma Estação de Tratamento de Efluentes - ETE e tem sido negligenciado. Os projetos em geral são absolutamente omissos em relação ao destino dos resíduos sólidos. Além dos benefícios ambientais e sociais, a gestão de biossólidos representa um mercado com boas perspectivas nas áreas de projeto, planejamento e gestão de serviços, equipamentos e insumos.

Das diversas alternativas para a adequada disposição do lodo, produzido em consequência do tratamento de esgoto e, portanto, um problema com grande tendência ao agravamento, a reciclagem agrícola é a mais promissora tanto sob o aspecto ambiental quanto econômico, pois transforma um rejeito em um importante insumo agrícola.

Segundo EVANS (1998), mais de 50.000 artigos científicos sobre a reciclagem agrícola de esgoto já foram publicados, e nenhum efeito adverso do uso controlado do insumo foi encontrado. As regulamentações de uso asseguram a proteção à saúde animal e humana, a qualidade das colheitas, do solo e do meio ambiente em todo o mundo.

A matéria orgânica, proveniente do tratamento das águas residuárias, é um insumo que pode influenciar positivamente algumas características do solo, melhorando sua sustentabilidade com reflexos ambientais imediatos como a redução da erosão e a conseqüente melhoria da qualidade dos recursos hídricos. Pode também, num sentido mais amplo, influenciar as condições da biosfera pela sua integração com políticas globais referentes à dinâmica do carbono atmosférico.



A definição de políticas para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto deve, contudo, ser baseada em cuidadosos estudos que definam critérios agrônômicos, ambientais e sanitários, de modo a garantir sua utilização segura.

A utilização do lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica e nutrientes demanda certa cautela, especialmente em relação ao conteúdo de metais pesados e à sanidade, pois tanto os metais quanto os agentes patogênicos como ovos de helmintos, esporos de fungos e colônias de bactérias tendem a coprecipitar com o esgoto e se concentrar no lodo.

O correto tratamento e disposição do lodo de esgoto deve fazer parte de todo o programa de tratamento de efluentes urbanos e industriais, para que os objetivos do saneamento sejam efetivamente atingidos. O custo destas operações pode alcançar 60% dos custos operacionais destas estações e portanto não pode ser negligenciado (WEBBER & SHAMES, 1984).

Este trabalho pretende apresentar os problemas e vantagens do tratamento e disposição final dos lodos de ETEs, para que com base na comparação com as normas, leis e estudos já existentes, para propor alternativas que melhor incorporem eficiência a baixos custos, respeitando a legislação e as características do meio ambiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas duas visitas na ETE Los Angeles, localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, a fim de obter informações sobre:

a) Aspectos quantitativos:

I. Vazão;

II. Volume de lodo gerado;

III. Capacidade de tratamento;

b) Aspectos Qualitativos:

I. Manutenção e operação dos equipamentos;

II. Realização de coletas;

III. Verificação da disposição e gerenciamento do lodo;

As visitas realizadas nas Estações de Tratamento Esgoto permitiram obter o máximo de informações possíveis sobre sua composição, tratamento, produção e gerenciamento do lodo. Foram realizadas com o acompanhamento do engenheiro químico responsável, Raul Francischini Boian, nos dias 20/07/2013 e 10/08/2013 na ETE Los Angeles. Após observar todas as partes dos sistemas de tratamento foram obtidas, as plantas baixas da ETE Los Angeles, para que auxiliasse na caracterização das Estações de Tratamento, observando os aspectos de produção, operação e manutenção do resíduo gerado nas mesmas.

Neste trabalho, as análises do lodo da ETE Los Angeles, foram cedidas pela empresa prestadora de serviços de saneamentos da cidade de Campo Grande MS, Águas Guariroba. As amostras de lodo foram coletadas pela própria empresa em recipiente plástico de quantidade aproximada de 1000 mL, a preservação das propriedades da amostra foi feita de acordo com os critérios de coleta e armazenamento, condicionando-as de forma adequada em local refrigerado de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de análise.

Parâmetros/Ensaio	Unidade	Método
Sólidos em lodo	%	SM 2540 E
Ovos Helmintos	ovos.g ⁻¹ de ST	EPA APPENDIX I
Salmonella	A/P	Antígeno/anticorpo (POP-154)
pH 1:1	-	NBR 9251 (POP-071)
Umidade	%	ASTM D2867
Coliformes Termotolerantes	NMP.g ⁻¹ ST %	SM 9221 A à C e E (POP-144)
Escherichia coli	NMP.g ⁻¹ ST %	SM 9221 A à C e F (POP-144)
Metais	mg.kg ⁻¹	EPA-3050B (POP-072)
Enxofre	%	ASTM D4294

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



Sólidos Totais Voláteis	%	SM 2540 E
Nitrogênio Kjeldahl	mg.kg ⁻¹	SM 4500N
Nitrogênio Amoniacal	mg.kg ⁻¹ N	SM 4500NH3
Nitrogênio Nitrato e Nitrito	mg.kg ⁻¹ N	Hach 8039 (POP-109)
Carbono orgânico total	%	SM 5310 D

Depois da compilação de dados do tratamento que foi levantado nas visitas e observado nas plantas, e as características físico-químicas dos resíduos gerados na ETE, foi enquadrado cada uma das análises do lodo nas legislações e normas, a fim de classificar o resíduo quanto aos seus riscos potenciais à saúde e ao meio ambiente para adequada manipulação e disposição final. Para esses enquadramentos foram utilizados:

- NBR 10004/2004, 10005/2004 e 10006/2004
- CONAMA 357/2005
- CONAMA 375/2006
- USEPA
- Instrução Normativa nº 27/2006 – MAPA

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento de dados e informações da ETE

O sistema é composto por oito reatores anaeróbios (UASB) com capacidade de 90 L.s⁻¹. Estes reatores possuem amostradores de lodo que avaliam a quantidade e qualidade e, assim, estabelecem a melhor condição de rendimento do reator. Estas condições foram otimizadas a partir de concentrações típicas em cada amostrador, que estabeleceram melhor eficiência do reator. O lodo excedente, formado no manto de lodo na zona de digestão dos reatores é removido periodicamente através das tubulações de descarga para os poços, através de quatro tubulações e quatro registros, sendo duas tubulações e dois registros superiores, e duas tubulações e dois registros inferiores. O sistema de tratamento transforma o lodo provindo da elevatória, que possui um teor de sólidos em torno de 5%, para uma maior concentração, em torno de 23%. Após passar pela elevatória de lodo, o mesmo fica armazenado em um tanque para iniciar o processo de separação, realizado por um filtro rotativo.

A elevatória de lodo recebe a espuma descarregada, o efluente drenado do canal de entrada e o lodo descartado no fundo. Todos vêm de um mesmo canal e entram por gravidade até a elevatória. Primeiramente, passam por uma parede de amortecimento e depois ficam depositadas no poço de sucção. O bombeamento é realizado por três bombas submersíveis ligadas a uma linha de recalque, interligada até um tanque pulmão. Esta linha também possui um dreno, para retirar o lodo da linha.

A descarga de espuma é direcionada para o tratamento preliminar. Nessa fase, ocorre a separação dos sólidos grosseiros e o consequente retorno da espuma à fase líquida, para o tratamento. Outro material que resulta dessa fase são os sólidos presentes no canal de distribuição dos reatores.

3.2 Caracterização e análise do lodo da ETE

A produção de lodo foi avaliada a partir do monitoramento da frequência dos descartes de lodo bruto e do volume ocupado no tanque de acumulação. Com bases nestas medidas constatou-se que, em média, são produzidas 1.760 toneladas de lodo bruto por mês.

A principal diferença entre a Regulamentação do CONAMA e as Instruções Normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) diz respeito à rastreabilidade. No caso do CONAMA, é exigido o monitoramento das áreas onde o lodo de esgoto será aplicado, isto é, o gerador do resíduo, no caso as ETEs, deve ser capaz de identificar qual lote de lodo de esgoto foi aplicado em qual área agrícola, verificando a forma de aplicação e/ou a qualidade do lodo, entre outros



fatores. Pode-se observar que as concentrações de metais pesados encontradas no lodo em questão são muito inferiores aos parâmetros exigidos pela Resolução nº 375/2006 CONAMA, pela Instrução Normativa nº 27/2006 Mapa e USEPA, tornando viável sua utilização como fonte de matéria orgânica e nutriente no solo. Fjällborg et. al. (2005) consideram que o lodo é uma fonte orgânica de nutrientes, entretanto os metais pesados, eventualmente presentes, podem acumular-se no solo depois de repetidas aplicações e, dependendo das concentrações, podem gerar impactos indesejáveis sobre os microorganismos, as plantas e os animais. A legislação brasileira ressalta a necessidade de observar os limites de carga acumulada teórica no solo quanto à aplicação de substâncias inorgânicas.

3.2.1 Classificação do Lodo

O uso e recomendações para o lodo estão descritos na Resolução CONAMA 375/2006. O artigo 18 estabelece recomendações para o manuseio e a aplicação do lodo de esgoto e seus produtos derivados. Desta forma, a aplicação do lodo é limitada conforme o seu uso. No entanto, para qualquer aplicação, o lodo deve estar no mínimo, enquadrado na classe B.

Pode-se analisar na tabela 2 que, em todos os parâmetros demonstrados, o lodo descartado está dentro da classe B. Não obstante, se o lodo permanece durante 2 meses sobre radiação solar, tal lapso temporal é suficiente para ocasionar a redução de microorganismos, de forma a enquadrá-lo na classe A.

Tabela 2- Enquadramento do lodo pela resolução CONAMA 375/2006.

Parâmetros	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Ovos de helmintos	Classe A	Classe A	Classe A
Salmonela	Classe A	Classe A	Classe A
Coliformes Termotolerantes	Classe B	Classe B	Classe B

Desde 1877, sabe-se que a incidência direta de luz solar sobre líquidos ou meios de cultura contaminados com bactérias tem efeito inibidor sobre o crescimento bacteriano (DOWNES E BLUNT, 1877), mas foi somente 1892 que os raios ultravioletas (UV) foram definidos como os verdadeiros responsáveis por esse efeito.

De acordo com Change et al. (1977) citado por Florencio et al. (2006) a luz é uma onda eletromagnética que, quando apresenta comprimentos de onda curtos, assume comportamento corpuscular, na forma de fótons, como é o caso da luz UV. A energia concentrada nesses fótons é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda (IQBAL, 1983)

Levando em conta os padrões de qualidade microbiológica de biossólidos nos EUA e no Reino Unido, observamos que os enquadramentos das amostras permaneceriam nas mesmas classes, já que os limites de coliformes termotolerantes para Classe A nesses países, são os mesmos, e para classe B, muito próximos. A principal diferença entre as legislações se dá no monitoramento de patógenos para a Classe B, que somente no Brasil é exigido, sendo que no Reino Unido não há limite algum definido para patógenos nas Classes A e B. Finalidades determinadas ao lodo de classe B, conforme o artigo 14 do CONAMA 375/2006: “Art. 14. A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada,...”.

A Tabela 4 apresenta os padrões de qualidade microbiológica do lodo nesses países e no Brasil, enquadrando-os em duas classes, A e B, para as quais são estabelecidas diferentes restrições. (BASTOS et. al., 2012).

Tabela 4 - Padrões de qualidade microbiológica de biossólidos nos EUA, Reino Unido e Brasil.

País	E. coli ou Cter	Salmonella	Vírus entéricos	Ovos de helmintos
Biossólidos Classe A				
EUA	< 10 ³ CTer / g ST	< 3 NMP / 4 g ST	< 1 UFP/ 4g ST	< 1/ 4g ST



Reino Unido	<10 ³ E. coli / g ST	ND em 2 g ST	NE	NE
Brasil	< 10 ³ CTer / g TS	ND em 10 g ST	< 0,25 UFP ou UFF/ g ST	< 0,25/ g ST
Biossólidos Classe B				
EUA	< 2 x 10 ⁶ CTer / g ST	NE	NE	NE
Reino Unido	< 10 ⁵ E. coli / g ST	NE	NE	NE
Brasil	< 10 ⁶ CTer / g ST	NE	NE	< 10/ g ST

Onde, Cter: coliformes termotolerantes; NMP: número mais provável; UFP: Unidade formadora de placa; UFF: Unidade formadora de foco; ST: Sólidos totais; ND: não detectável; NE: não especificado. Fonte: HMSO, 1989; USEPA, 2004; BRASIL, 2006.

3.2.2 Análise Agronômica

Em média, a composição do esgoto apresenta 99,9% de água e 0,1% de sólidos, sendo que do total de sólidos, 70% são orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras, etc.) e 30% inorgânicos (areias, sais, metais e etc.). O lodo gerado no tratamento de esgoto é um material rico em matéria orgânica, com alto teor de umidade e concentração representativa de nitrogênio e outros minerais que despertam o interesse agrônomo. A utilização de substratos orgânicos com características adequadas à espécie plantada possibilita redução do tempo de cultivo e do consumo de insumos, como fertilizantes químicos, defensivos e mão de obra (FERMINO e KAMPF, 2003). Para vislumbrarmos o uso potencial desse material, é importante que ocorra uma análise do lodo no que diz respeito aos parâmetros agrônômicos.

Uma outra forma de analisar o potencial de uso do lodo, é realizando uma comparação entre os nutrientes encontrados no biossólido e os nutrientes encontrados em fertilizantes inorgânicos, uma vez que o reuso desse material pode vir a substituir ou complementar a aplicação de aditivos químicos no solo.

Observa-se na Tabela 5 que o lodo gerado pela ETE Los Angeles é rico em nitrogênio, fósforo e compostos orgânicos assim como os adubos comerciais usados para enriquecimento do solo, podendo substituí-los. A quantidade total de lodo produzida em um mês e destinada ao aterro sanitário é de 53,67 toneladas através do tratamento do esgoto que chega à ETE Los Angeles, bem como seus respectivos parâmetros agrônômicos. Sendo assim, por exemplo: em 53,67 ton. de lodo, 0,399 toneladas correspondem ao elemento Ca.

Tabela 5 - Parâmetros Agrônômicos.

Produção	Ton/mês
Lodo total seco	53,67
Cálcio	0,399
Magnésio	0,091
Potássio	0,018
Fosforo	0,417
Matéria orgânica	15,028
Disposição do nitrogênio	3,213

De acordo com Luduvic (2000), o potencial agrônomo do lodo é inquestionável, mas sua utilização em áreas agrícolas produtivas deve ser feita de maneira cuidadosa, de modo a não



provocar danos à saúde pública, ao meio ambiente ou prejuízos financeiros ao agricultor. Selivanovskaya et. al. (2003) sugere que a adição de matéria orgânica para melhorar a qualidade do solo seja através do lodo de esgoto, dando excelente alternativa de disposição para este resíduo e favorecendo o crescimento das plantas.

Segundo Poggiani et. al. (2000), o lodo de esgoto, em relação à adubação mineral, apresenta a vantagem de liberar lentamente os nutrientes para o sistema radicular das árvores. Desta forma, para as culturas de ciclo longo, plantadas sobre solos arenosos e de baixa fertilidade, a lenta liberação dos nutrientes poderia aperfeiçoar sua absorção e minimizar perdas por lixiviação. Para que um material seja utilizado como substrato para mudas, além de ter características químicas e físicas apropriadas é necessário que esteja disponível nas proximidades do local de produção em quantidade suficiente, além de apresentar baixo custo; geralmente, resíduos de agroindústrias ou de processo agrícolas atendem a esses requisitos, como, casca de amendoim ou mamona, mucilagem de sisal, cinzas, bagaço de cana, torta de extração de óleo etc. (SEVERINO & LIMA, 2006).

Embora em quantidade ainda insuficiente, várias pesquisas conduzidas no país evidenciam que o lodo é um resíduo com potencial de uso agrícola. Para a cultura do milho no cerrado brasileiro, Silva et. al. (2000) demonstraram que o lodo de esgoto, gerado pela CAESB em Brasília, DF, apresenta potencial para substituição dos fertilizantes minerais. Melo e Marques (2000) apresentam informações sobre o fornecimento de nutrientes pelo lodo de esgoto para as seguintes culturas: cana-de-açúcar, milho, sorgo, e azevém. Existem ainda, informações do aproveitamento desse lodo para arroz, aveia, trigo, pastagens, feijão, soja, girassol, café e pêssego entre outras culturas (BETTIOL; CAMARGO, 2000). Também em espécies florestais o lodo vem sendo utilizado com sucesso. Gonçalves et. al. (2000) apresentam informações sobre o potencial do uso do lodo de esgoto, gerado na ETE de Barueri, SP, para o cultivo de eucalipto.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstra que a necessidade de encontrar alternativas seguras para o descarte do lodo de esgoto vai além das obrigações legais e se torna cada vez mais urgente. Considerando o crescimento urbano acelerado e o consequente aumento do volume de lodo gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos, as ações relacionadas à sustentabilidade e à responsabilidade ambiental estão interligadas e definirão hoje a qualidade de vida das gerações futuras.

A aplicação de determinada quantidade de lodo de esgoto em uma área específica não pode ocorrer de forma desenfreada, sob pena de gerar contaminação. A CONAMA 375/2006 juntamente com a Instrução Normativa do MAPA n.º 27/2006 são normas que limitam a quantidade máxima permitida em relação a cada parâmetro integrante do lodo de esgoto, em determinada área. Na Tabela 2 podemos fazer uma comparação entre as quantidades desses metais encontrados no lodo da ETE com os valores de outros tipos de materiais e substratos já utilizados na área agrícola.

A utilização do lodo em solos agrícolas tem como principais benefícios, a incorporação dos macronutrientes, (nitrogênio e fósforo) e dos micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio). Como os lodos são pobres em potássio, há necessidade de se adicionar esse elemento ao solo, na forma, de adubos minerais. Pode-se dizer que, normalmente, o lodo do esgoto leva ao solo as quantidades de nutrientes suficientes para as culturas, porém nem sempre de maneira equilibrada e em formas disponíveis para plantas em curto prazo. Nesse sentido, deve-se conhecer a composição química dos lodos, bem como a dinâmica dos nutrientes após aplicação no solo, de forma a obter os benefícios agrônômicos, evitando impactos negativos.

O desafio de encontrar o equilíbrio entre produção, consumo e descarte deixou de ser um ideal ecológico e passou a ser medida de autopreservação. Com a homologação de leis, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que buscam a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente segura dos resíduos sólidos e da crescente demanda de área para descarte, as Estações de Tratamento de Esgoto devem reestruturar-se e incluir em suas atividades o processamento do lodo para fins de reuso.



Conclui-se que a reutilização do lodo de esgoto após o processamento adequado pode apresentar diversos benefícios ecológicos que justificam os custos do tratamento. Para isso, é necessário que a forma de reuso seja escolhida levando-se em consideração as limitações das Estações de Tratamento de Esgoto e que as etapas do tratamento sejam executadas com responsabilidade, a fim de garantir a qualidade do produto e a segurança no reuso.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 edition. Washington DC: American Public Health Association, 2005.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986. **Estabelece os padrões de lançamento de efluentes em corpos receptores e também o padrão de qualidade dos corpos receptores**. Brasília, 1986.

DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de Água**. São Carlos–SP: Ed. LDiBe, 2008.

DOWNES, A.; BLUNT, T. P. **Researches on the effect of light upon bacteria and other organisms**. Proc. R. Soc, London, v. 28, p.488-500, 1877.

EVANS, **Assessing the risks of recycling**. Water & Environmental International, 27-30. England, 1998

FERMINO, M.H.; KAMPF, A.N. **Uso do solo bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.9, n.1-2, p.33-41, 2003.

FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. **Reúso de águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim**. In: Rede Cooperativa de Pesquisas, PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 403p.

LUDUVICE, M. **Experiência da companhia de saneamento do distrito federal na reciclagem agrícola de biossólido**. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.) Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. Cap. 5, p.153-162.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. **Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: 1- reflexo no ciclo dos nutrientes**. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed). Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO - SNS. **Plano de ação imediata de saneamento**. Brasília : SNS, 1991.

SELIVANOVSKAYA, S. Y.; LATYPOVA, V. Z.; ARTAMONOVA, L. A. **Use of sewage sludge compost as the restoration agent on the degraded soil of Tatarstan**. Journal of Environmental Science and Health; Part A toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, v.38, n.8, p.1549-1556, 2003.

SEVERINO, Liv Soares, R. L. S. Lima, and NE de M. BELTRÃO. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Embrapa Algodão, 2006.



SILVA, J.E.; RESCK, D.V. S.; SHARMA, R.D. **Alternativa agrônômica para o biossólido: a experiência de Brasília.** In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 245-259

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO



INFORMAÇÕES

abes-rs@abes-rs.org.br
51 3212.1375