



ICTR 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina

**IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LANÇAMENTO IN NATURA DE LODOS
PROVENIENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Soares, L. V.
Achon, C. L.
Megda, C. R.

PRÓXIMA

Realização:



ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável
NISAM - USP – Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP



IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LANÇAMENTO *IN NATURA* DE LODOS PROVENIENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Soares, L. V.; Achon, C. L.⁽²⁾; Megda, C. R.⁽³⁾

RESUMO

Em Estações de Tratamento de Água de Ciclo Completo, o lodo sedimentado em decantadores, comumente lançados em rios, deve ser disposto adequadamente por possuírem concentração de sólidos maior que 2,5%, sendo classificados pela série de normas NBR 10.004 (1987) como resíduos sólidos, não sendo permitido seu lançamento *in natura* em águas superficiais. O estudo de impacto ambiental de resíduos gerados em ETAs deve apresentar uma viabilidade ambiental e econômica nas fases de projeto, implantação e operação das ETAs, abrangendo: o diagnóstico do manancial de abastecimento, a identificação de impactos ambientais, alternativas de tratamento e disposição destes resíduos e finalmente propor ações mitigadoras. Este trabalho teve como objetivo apresentar a geração e disposição dos resíduos sólidos gerados em ETAs, os consequentes impactos ambientais e propor ações mitigadoras. Para avaliação deste impacto ambiental, utilizou-se Rede de Interação, em que se pôde observar que estes resíduos, devido à presença de sais de ferro ou alumínio, afetam a qualidade ambiental, aumentam a toxicidade prejudicial à camada bentônica e peixes e interferem econômica e socialmente na vida das populações que se beneficiam do recurso hídrico. Por sua vez, os lodos podem ser utilizados na fabricação de cimento ou tijolos, no cultivo de grama comercial e na plantação de cítricos ou serem dispostos em aterros sanitários ou estações de tratamento de esgoto, co-dispostos com biossólidos ou incinerados.

Palavras-chave: Lodo; Tratamento de Água, Impacto Ambiental; Rede de Interação.

Leonardo Vieira Soares – Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – USP (lvsoares@uol.com.br);

⁽²⁾ *Cali Laguna Achon - Engenheira Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – USP;*

⁽³⁾ *Cláudia Regina Megda – Engenheira Civil. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Ex-Consultora Técnica do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do Município de Barretos. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – USP.*

INTRODUÇÃO

Durante o processo de potabilização da água, em Estações de Tratamento de Água de Ciclo Completo, partículas muito finas (colóides), em suspensão ou em solução, são desestabilizadas com a utilização de sais de alumínio ou ferro (coagulantes), em unidades de operação unitárias chamadas de mistura rápida. Em seguida, é necessária a agitação em câmaras de mistura lenta, que propiciam o choque entre as partículas, previamente desestabilizadas, provocando a formação de flocos. Após a formação destes flocos, é necessária sua remoção para clarificação da água, operação realizada nos decantadores, onde ocorre a separação da fase líquida (água decantada) da fase sólida (material sedimentado). A água decantada, com parte dos flocos que não sedimentam, é encaminhada aos filtros para clarificação final, enquanto o material sedimentado (Lodo) pode ficar retido durante vários dias (30 a 90 dias) ou algumas horas, dependendo da forma de limpeza utilizada nos tanques, e posteriormente são lançados no meio ambiente, normalmente em cursos d'água próximos às Estações de Tratamento de Água. A Figura 1 apresenta os principais pontos de geração de resíduos em ETAs de ciclo completo.

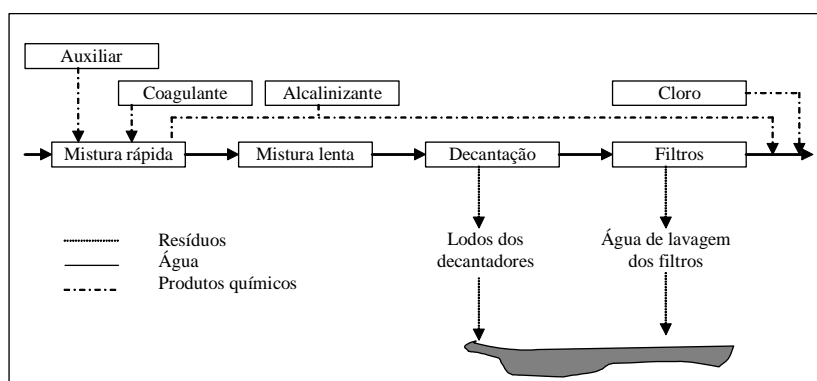


Figura 1. Pontos de geração de resíduos em ETAs de ciclo completo (REALI *et al.*, 1999)

O tipo, quantidade e a característica desses resíduos variam muito, dependendo do processo de tratamento, da qualidade da água bruta, da dosagem e tipo de produtos químicos (CORDEIRO, 1993).

Ressalta-se que, segundo dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), existem cerca de 7.500 Estações de Ciclo Completo ou Convencionais das mais diversas capacidades. Os resíduos das Estações de Tratamento de Água se caracterizam por possuírem grande umidade, maior que 95%, estando geralmente sobre a forma fluida. Esses rejeitos normalmente possuem concentrações de sólidos maior que 2,5%, podendo provocar alterações consideráveis nessas águas. Por outro lado, eles são classificados pela série de normas NBR 10.004 (1987) como resíduos sólidos, não sendo permitido seu lançamento *in natura* em águas superficiais (REALI *et al.*, 1999).

Levando em consideração a legislação brasileira vigente, pode-se observar que as concentrações desse despejo provocam degradação da qualidade ambiental, afetando condições estéticas e lançando materiais em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Além desses aspectos, as Leis 6.938, de 31 de agosto de

1981 – “Política Nacional do Meio Ambiente”, 9.433, de janeiro de 1997 – “Política Nacional dos Recursos Hídricos”, e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – “Crimes Ambientais”, trazem em seus conteúdos condições que deverão exigir nova postura dos gerentes dos sistemas de tratamento de água diante dos resíduos gerados e sua disposição no meio ambiente.

Este trabalho teve como objetivo apresentar a geração e disposição dos resíduos sólidos gerados em Estações de Tratamento de Água, lançados em corpos d’água e conseqüentes impactos ambientais, e propor ações mitigadoras, já que as características ambientais dependem do fator locacional de descarte desses resíduos.

METODOLOGIA

O estudo de impacto ambiental de resíduos gerados em Estações de Tratamento de água deve apresentar uma viabilidade ambiental e econômica nas fases de projeto, implantação e operação das ETAs, abrangendo o diagnóstico do manancial de abastecimento, a identificação de impactos ambientais, como a geração de resíduos em ETAs, na forma quantitativa e qualitativa; alternativas de tratamento e disposição destes resíduos, aspectos legais sobre questão ambiental e finalmente propor ações mitigadoras. Na Figura 2, apresenta-se um fluxograma da gestão ambiental.

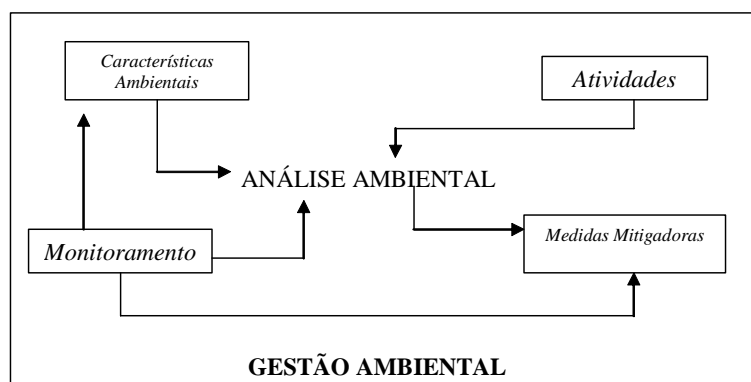


Figura 2. Gestão Ambiental (Fonte: SOUZA, 2000)

O objetivo do trabalho visa apresentar a geração e disposição dos resíduos sólidos gerados em ETAs, lançados em corpos d’água e conseqüentes impactos ambientais, e propor ações mitigadoras, já que as características ambientais dependem do fator locacional de descarte desses resíduos. Como metodologia para avaliação do impacto ambiental provocado pelo lançamento do lodo proveniente de ETAs utilizou-se Rede de Interação, que permite identificar impactos diretos e indiretos de segunda, terceira ordem e etc. Para isso, deve-se organizar uma seqüência de efeitos provocados por cada ação do projeto. Em seguida relacionam-se os seus efeitos secundários acarretados e assim por diante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Estações de Tratamento de Água produzem lodos residuais, resultado do processo de lavagem dos filtros e descarga dos decantadores, os quais na maioria dos casos são lançados aos corpos de água sem tratamento, não obstante, a

crescente preocupação e a regulação sobre a preservação e recuperação da qualidade do meio ambiente, têm restringido ou mesmo proibido o uso deste método de disposição, impondo a procura por alternativas que pouco interfiram com o meio ambiente.

A produção e caracterização dos resíduos dependem de uma série de fatores, tais como: característica da água bruta, escolha adequada do tipo de coagulante e respectiva dosagem ótima, com finalidade de obter boa eficiência nos processos subseqüentes de clarificação da água (floculação/decantação/filtração) aliada à geração do mínimo volume de lodo possível.

A produção total de resíduos pode então ser estimada utilizando-se a vazão diária de água a ser tratada. Na Tabela 1 são mostrados alguns valores típicos encontrados na literatura. Na Tabela 2 são apresentados valores de alguns parâmetros tradicionais na caracterização de lodos de ETAs. Pode-se observar, por meio desta tabela, que existe grande diferença entre os resíduos gerados em estações de tratamento de água, o que mostra a necessidade de se equacionar o problema de forma individualizada.

Tabela 1. Produção de resíduos de acordo com o tipo de manancial

Tipo de Manancial	Faixa de Produção de Resíduos (g de Sólidos Secos por m ³ de Água Tratada)
Água de reservatório com boa qualidade	12 - 18
Água de reservatório com média qualidade	18 - 30
Água de rios com qualidade média	24 - 36
Água de reservatório com qualidade ruim	30 - 42
Água de rios com qualidade ruim	42 - 54

Fonte: Reali *et al.* (1999).

Dentre os parâmetros considerados na caracterização dos lodos, outro sério problema é a sua alta concentração de metais (Tabela 3), os quais são provenientes da aplicação de produtos químicos (mais impurezas) na forma de sais metálicos entre outros e das águas superficiais utilizadas como manancial, que são sujeitas à contaminação por forma natural e por ações antrópicas, tais como: aplicação de fertilizantes, pesticidas, lançamento de efluentes sanitários e industriais e descargas de água pluviais urbanas (BARROSO, 2002).

Tabela 2. Características dos lodos formados em ETAs

Autor/Ano	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST* (mg/L)	SV** (% ST)	SS*** (% ST)
Neubauer ¹ (1968)	30 - 150	500 - 15000	6,0 - 7,6	1100 - 6000	20 - 30	-
Albrecht ² (1972)	30 - 100	500 - 10000	5,0 - 7,0	3000 - 15000	20	75
Culp & Culp ³ (1974)	40 - 150	340 - 5000	7,0	-	-	-
Nilsen <i>et al.</i> ⁴ (1974)	100	2300	-	10000	30	-

Autor/Ano	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST* (mg/L)	SV** (% ST)	SS*** (% ST)
Cordeiro ⁵ (1981)	320	5150	6,5	81575	20,7	-
Vidal & Pereira ⁶ (1990)	173	1776	6,7 – 7,1	6300	73	-
Cordeiro ⁷ (1993)	-	5600	6,4	30275	26,3	-
Patrizze ⁸ (1998)	-	-	6,8	6281	-	-

*Sólidos totais; **Sólidos voláteis; ***Sólidos suspensos.

Fonte: Reali *et al.* (1999).

Observação: Os autores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 foram citados por Reali *et al.* (1999).

Tabela 3. Valores de concentração de metais nos resíduos gerados em ETAs de ciclo completo

Parâmetros	Unidade	Barbosa (2000) ^a	Masschelein (1992) ^b	Kaggwa <i>et al.</i> (2001)	ASCE & AWWA (1996) ^c
pH	-	-	-	6,7	-
Alumínio	mg/kg	114750	-	1370	52095
Arsênio	mg/kg	-	-	-	14,7
Cádmio	mg/kg	ND	1	-	11,7
Chumbo	mg/kg	65,5	35	-	100,2
Cobalto	mg/kg	-	15	-	-
Cobre	mg/kg	47	40	70	326,1
Cromo VI	mg/kg	36,5	20	-	56,5
Cromo III	mg/kg				
Ferro solúvel	mg/kg	261500	4100	8600	63642
Manganês	mg/kg	1450	800	380	398,5
Mercúrio	mg/kg	-	0,008	-	2,5
Níquel	mg/kg	64,75	25	-	53,8
Zinco	mg/kg	46,5	-	70	3036

Fonte: Barroso (2002)

a. Média obtida de 2 coletas de amostras dos resíduos de decantadores da ETA/SAAE – São Carlos;

b. Valores médios de resíduos gerados em decantadores convencionais;

c. Valores médios de resíduos de 12 ETAs, 10 (sulfato de alumínio) e 2 (cloreto férrico) como coagulantes, Brost (1994);

ND. Não detectado.

A partir do conhecimento do processo de tratamento de água e determinação das características quantitativa e qualitativa dos resíduos gerados, foi possível identificar os impactos ambientais causados pelo lançamento e disposição final do lodo.

A Figura 3 apresenta a rede de interação elaborada a partir do levantamento dos impactos ambientais oriundos do lançamento in natura do lodo de ETAs em corpos receptores d'água.

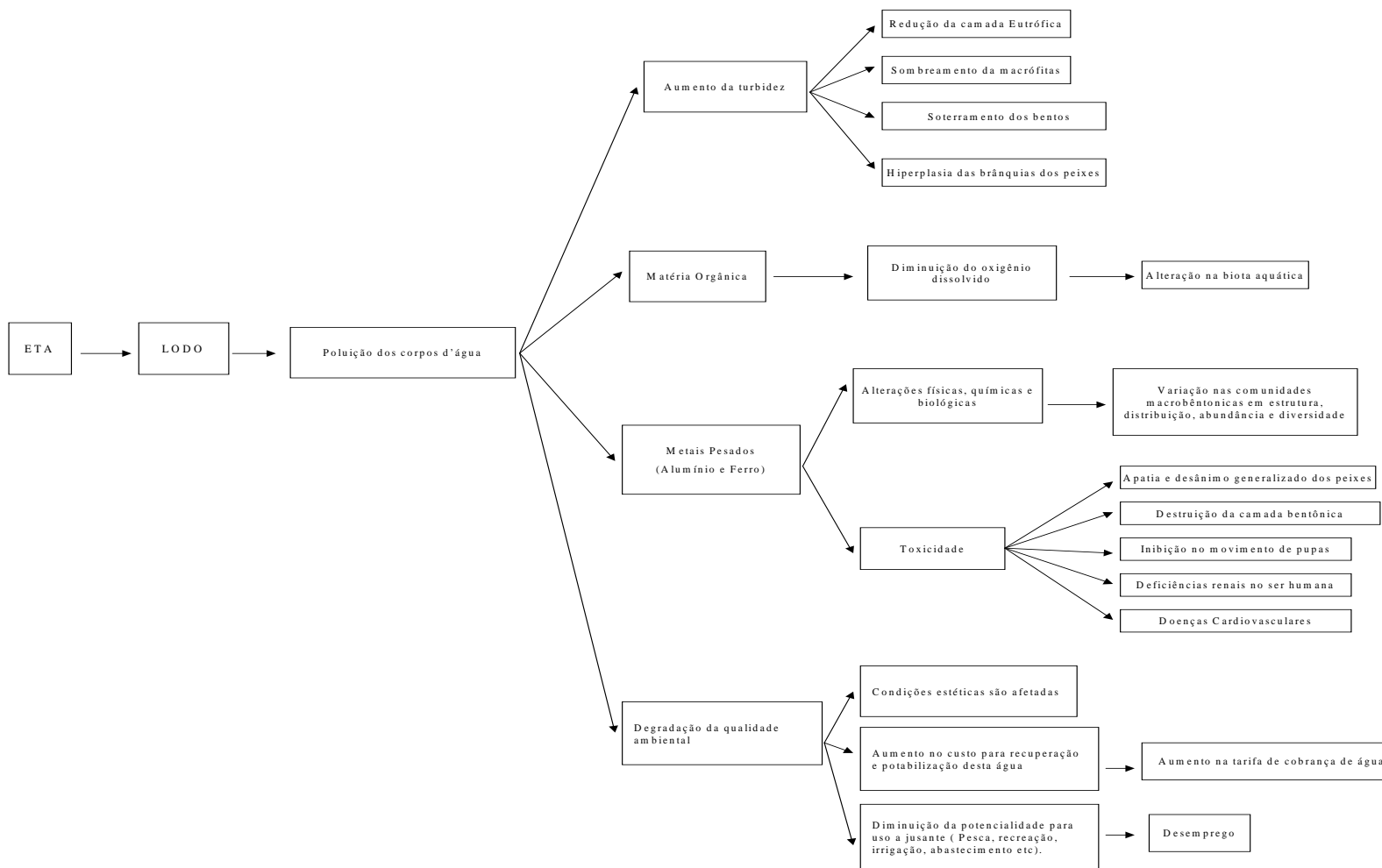


Figura 3. Rede de Interação dos Impactos Ambientais gerados pelo lançamento *in natura* do lodo proveniente de ETAs

O tratamento e a disposição benéfica de lodos de ETAs vêm sendo tratados como oportunidade de aumento de receita e principalmente, redução de custos e de impactos ambientais em empresas e serviços autônomos de saneamento básico em várias partes do mundo. Uma das formas de economia neste processo é o aproveitamento do lodo gerado para utilização em outras atividades. Os usos benéficos mais utilizados ou de maior potencial de utilização são: fabricação de cimento, fabricação de tijolos, cultivo de grama comercial, solo comercial e plantação de cítricos, melhoria da sedimentabilidade em águas de baixa turbidez. Há também a possibilidade de reunir os rejeitos advindos do lodo das ETAs em conjunto com os resíduos da construção civil (TSUTIYA & HIRATA, 2001).

Fabricação de Cimento

- a) Aplicação: Fase de pré-homogeneização das matérias primas.
- b) Vantagens: presença de óxidos de potássio e de sódio - diminuição da concentração de álcali, evitando expansão e fissuras em estruturas de concreto.

Fabricação de Tijolos

- a) Aplicação: Fase de mistura.
- b) Vantagens: Diminuição significativa da quantidade de argila e xisto, aumento da vida útil das jazidas naturais e fácil comercialização (hidróxido de ferro ou bário - cor avermelhada).

Solo Comercial

- a) Aplicação: Produção de solos comerciais, solos para vasos, fabricação de adubos orgânicos e como solo suporte para germinação de sementes.
- b) Vantagens: Substituição da perlita (para aeração), cálcario (para ajuste pH), areia (peso), argila bentonítica (agente tampão), turfas, lascas de madeira e fertilizantes (N e P).

Resíduos da Construção Civil com Lodos de ETAs

- a) Aplicação: concreto para contra-piso, argamassa de assentamento não estrutural e blocos de concreto não estrutural.
- b) Vantagens: Minimização dos impactos ambientais gerados pelo lodo de ETAs e resíduos da construção civil.

Melhoria da sedimentabilidade em Águas com Baixa Turbidez

- a) Aplicação: Processo de coagulação e floculação.
- b) Vantagens: aumento da produção de água tratada.

Cultivo de Gramas

- a) Aplicação: Líquido: fase de preparação do solo e crescimento da grama; Desidratado (torta): fase de preparação do solo.
- b) Vantagens: Aumento da aeração e capacidade de retenção de líquido no solo e fornecimento de nutrientes às plantas.

Plantações de Cítricos

- a) Aplicação: solo – cultivo de laranja e limão.
- b) Vantagens: suprir a deficiência de ferro.

A disposição final para o lodo de uma ETAs é uma das tarefas mais difíceis para o administrador do serviço de água, envolvendo custos das tarefas de transporte e restrições do meio ambiente. Há algumas opções possíveis de disposição a serem adotadas, dependendo da análise da viabilidade técnica e econômica, além das restrições ambientais para cada caso (TSUTIYA & HIRATA, 2001).

Disposição em aterro sanitário

Para ser adotada esta opção, quando se tem lodo gerado a partir da coagulação química com sulfato de alumínio, é usualmente recomendável que a torta final tenha concentração de sólidos acima de 25% (REALI *et al.* 1999).

Co-disposição com biossólidos

O produto da mistura entre lodo de ETAs e biossólidos gerados em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) costuma apresentar menores teores de metais, tornando o produto mais facilmente comerciável. É recomendável que a torta final tenha concentração entre 1 a 8% para considerar este tipo de disposição. Esta mistura pode ser disposta diretamente em solos ou utilizada no preparo de compostos fertilizantes (RICHTER, 2001).

Incineração dos resíduos

Normalmente, os custos inerentes a essa opção são bastante elevados, além de resultarem na geração de cinzas, as quais também necessitam de disposição final adequada, ou incorporação em algum tipo de produto.

Disposição em estações de tratamento de esgoto

Além das utilizações benéficas citadas, muitas vantagens tem sido observadas, quando os lodos de ETAs são lançados em redes coletoras de esgotos e encaminhados para as ETEs. Essa disposição tem por objetivo a eliminação da implantação de sistemas de tratamento de resíduos nas ETAs, visando a redução do custo.

CONCLUSÃO

A elevada quantidade de sólidos, a alta turbidez, as altas concentrações de metais, a alta DQO são os principais parâmetros que comprometem o lançamento dos lodos das ETAs nos corpos receptores. Os lançamentos destes efluentes contribuem para aumentar a degradação dos corpos d'água e desrespeitam a Resolução nº 20 do CONAMA de 18 de junho de 1986, e ainda a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9605 de 12/02/98).

Desta forma, o conhecimento dos aspectos legais que regem a disposição dos resíduos de ETAs, assim como, a visão integrada do problema, tornam-se fundamentais para definição de estratégias gerenciais que objetivem a minimização de resíduos gerados e o aproveitamento e disposição destes, sem o detrimento da qualidade dos corpos receptores.

Os responsáveis pelas ETAs e os órgãos de controle ambientais devem ser profissionais e responsáveis, de modo a garantir, tanto a saúde da população, como a distribuição de água de qualidade, quanto à preservação do meio ambiente,

evitando o lançamento destes resíduos, que prejudicam a biota aquática e degradam ainda mais a qualidade da água e sedimento dos corpos receptores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Professor Marcelo Pereira de Sousa responsável pela Disciplina “Impactos Ambientais e os Recursos Hídricos” do curso de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 10.004 de setembro de 1987. Dispõe sobre a definição e classificação de resíduos sólidos.
- BARBOSA, R. M. (2000). Avaliação do impacto de efluentes (lodos) de Estações de Tratamento de Água à biota aquática através de testes de toxicidade. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- BARROSO, M. M. (2002). Problemática dos metais e sólidos no tratamento de água (Estação Convencional de Ciclo Completo) e nos resíduos gerados. São Carlos. 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente: Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- BRASIL. Crimes Ambientais: Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.
- BRASIL. Política Nacional dos Recursos Hídricos: Lei nº 9.433, 8 de janeiro de 1997.
- BROST, R. (1994). Survey of 12 land-applied WTP residual. Unpublished data, U. S., Environmental Protection Agency Region 8. Denver, CO.
- CETESB: Legislação Estadual: Controle da Poluição Ambiental (Atualizado até fevereiro de 1993). São Paulo. 24
- CORDEIRO, J. S. (1993). O problema dos lodos gerados em decantadores de Estações de Tratamento de Água. São Carlos. 343p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- REALI et al. (1999). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 250p.
- RESOLUÇÃO CONAMA, nº. 20 de 18 de junho de 1986. Estabelecimento de classificação de águas doces, salobras e salinas do território nacional. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de julho. Seção I, p. 113356-60.
- RICHTER, C. A. (2001). Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 102p.
- SOUZA, M. P. (2000). Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática. São Carlos. Editora Riani Costa, 2000. 112p.
- TSUTIYA, M. T. & HIRATA, A. Y. (2001). Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do Estado de São Paulo – XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES – 9p. – Rio de Janeiro – RJ.

ABSTRACT

In Stations of Water Treatment of Complete Cycle, the sludge of decanters, normally launched in rivers, must be made use adequately by possessing bigger solid concentration that 2.5%, being classified for the series of norms NBR 10,004 (1987) as solid residues, not being allowed to its launching in nature in superficial waters. The study of Environmental Impact of residues generated in station of water treatment must present an environment and economic viability in the phases of project, implantation and operation, enclosing: the diagnosis of the supplying source, the identification of environment impacts, alternatives of treatment and management of this residues and finally to consider mitigated actions. This research had as purpose to present the generation and management of residues generated in stations of water treatment, the consequent environment impacts and mitigated actions. Net of interaction was used, where if it could observe that these residues, due to presence of iron and aluminum, affect environment quality and interfere economically and socially in the life of the population the benefit of this environment resource. In turn, the sludge can de used in the manufactured cement or bricks, in the culture of commercial gram and the plantation of citric or being made use in sanitary embankment or stations of sewer treatment, co-made use bio-solid or incinerated.

Key-words: Sludge; Water Treatment; Environment Impact; Net of Interaction.