

II-148 - LEVANTAMENTO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE LODOS DE ETES EXECUTADOS PELOS PRESTADORES DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO NO BRASIL

Anaxsandra da Costa Lima Duarte⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professora do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFRB. Doutoranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos na Universidade de Brasília-UNB.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Campus Universitário de Cruz das Almas Centro 44380-000 - Cruz das Almas, BA – Brasil. e-mail: anaxsandra@gmail.com

RESUMO

Os sistemas de tratamento de esgotos geram inúmeros impactos positivos, entre eles o aumento da qualidade de vida da população. Contudo, se a gestão do lodo de esgoto for mal executada pode comprometer tais benefícios. O objetivo do presente trabalho é apresentar um levantamento dos sistemas de gestão de lodos de ETES empregados no Brasil, observando a consolidação da base legal e avaliando a compatibilidade desses sistemas em relação aos critérios de sustentabilidade. Sob o ponto de vista da sustentabilidade, a análise dos sistemas de gestão deve ter os seguintes objetivos: diminuição da produção, produção de lodo de melhor qualidade, utilização máxima do lodo produzido e minimização dos impactos ambientais no processamento do lodo; dessa forma foi elaborado um índice que represente, qualitativamente, o desempenho de cada ETE em relação a essas questões. A partir do levantamento feito para a realização do presente trabalho pode-se perceber a deficiência na produção e/ou divulgação dos dados referentes ao processamento do lodo. Somente algumas das legislações estaduais apresentadas são facilmente localizadas nos órgãos de meio ambiente. Tal quadro mostra a urgente necessidade brasileira de um diagnóstico da situação do lodo, principalmente no tocante à quantidade produzida, etapas de processamento e caracterização físico-química e biológica.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, Gestão de lodo, Índice de Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

De acordo com Cassini et al. (2003), os sistemas de tratamento de esgotos geram inúmeros impactos positivos, entre eles o aumento da qualidade de vida da população; contudo ressalta-se que é fundamental para essa avaliação promissora a inclusão da gestão adequada dos resíduos produzidos na estação.

A gestão do lodo de esgoto é uma atividade de grande complexidade e alto custo que, se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados do sistema de tratamento. Turovskiy e Mathai (2006) estimam que a gestão do lodo comprometa de 40 a 50% do custo de operação de uma ETE.

Vários são os fatores que influenciam a produção e a gestão do lodo ao longo dos anos. O aumento da eficiência das tecnologias de tratamento de esgoto e do lodo, os programas e políticas de prevenção à poluição e o crescimento populacional têm resultado em um aumento do volume e também da qualidade do lodo (USEPA, 1999).

Os componentes de um sistema de gestão estão apresentados na Figura 1. A relevância de cada um deles é descrita a seguir:

1. Produção: o lodo é produzido durante o processo de tratamento do esgoto, e é na fase de concepção da ETE que devem ser planejadas as ações visando à minimização e a produção de um lodo com as características compatíveis com o tipo de destinação final que será adotada.
2. Processamento: o lodo deve passar por diversas etapas, a fim de diminuir as suas características indesejáveis.
3. Armazenamento: a área de armazenamento deve ser dimensionada com base nos tempos médios de estocagem para os volumes previstos e nas características mecânicas do lodo.
4. Gerenciamento: é necessário o controle e o monitoramento de todas as operações realizadas, no intuito de permitir a percepção de possíveis falhas ou formas de melhorar a eficiência do processo.

5. Transporte: o tipo de transporte a ser utilizado é função do teor de sólidos: lodos líquidos podem ser bombeados ou transportados em caminhões-tanque, enquanto lodos pastosos e sólidos podem ser transportados por caminhões do tipo basculante.

6. Destinação: devem ser avaliadas as possíveis opções, levando em consideração as restrições legais e a disponibilidades dos empreendimentos locais em incorporar o lodo em seu fluxograma de produção.

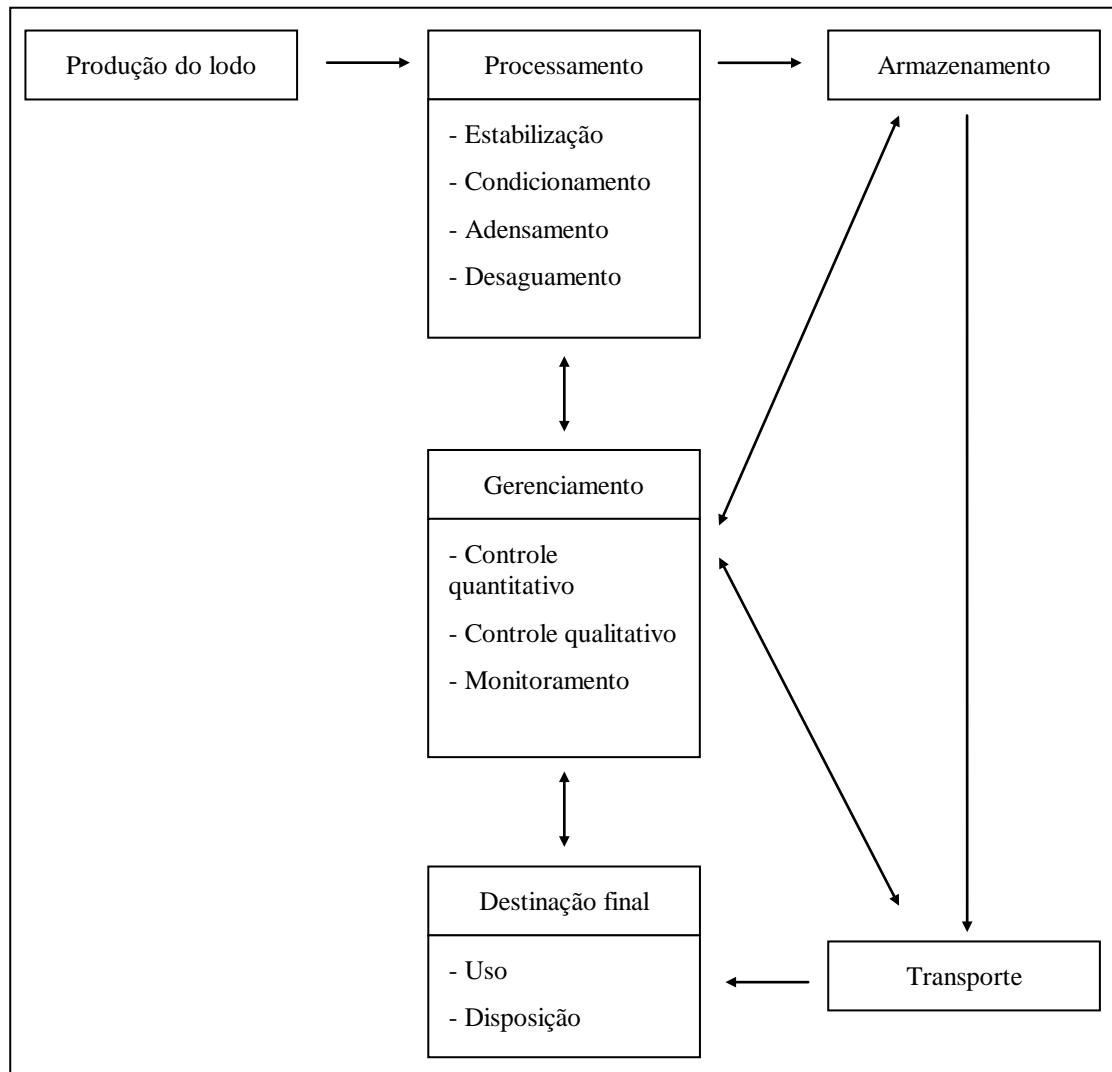


Figura 1 - Componentes de um sistema de gestão de lodo. (modificado - Andreoli *et al.*, 2001).

A uma década, de acordo com Além Sobrinho (2000), a tendência brasileira de tratamento de esgotos domésticos foi a utilização da combinação de processos anaeróbios e aeróbios. Algumas concepções de ETEs por lodos ativados de alta taxa não fazem uso nem de decantador primário nem de estabilização biológica do lodo, uma vez que está prevista a estabilização do lodo desaguado com cal, para a qual se requer uma quantidade de cerca de 35% de cal, em relação ao peso do lodo seco. Essas concepções visam minimizar o investimento na implantação da ETE, porém resultam em uma produção de lodo para disposição final bem mais elevado e que requer maiores cuidados, pois a lixiviação da cal pode resultar num lodo outra vez não estabilizado.

Em termos de produção de lodo e quantidade de sólidos produzidos em uma ETE, os valores per capita podem ser úteis aos técnicos envolvidos com o gerenciamento do lodo. Além desse, o teor de sólidos é outro parâmetro importante, e depende fundamentalmente do tipo de estabilização utilizado (biológica anaeróbia ou aeróbia, ou química) e do tipo de equipamento utilizado, como mostra o Quadro 1:

Quadro 1 - Teor de Sólidos dos lodos, segundo o tipo de processamento.

Tipo	Teor de sólidos (%)
Lodos digeridos anaerobiamente, desaguados por:	
Filtro prensa	30 a 40
Prensa desaguadora	16 a 25
Centrífugas	25 a 30
Leitos de secagem	20 a 30
Lodos digeridos aerobiamente, desaguados por:	
Filtro prensa de placas	25 a 35
Prensa desaguadora	13 a 18
Centrífugas	20 a 25
Leitos de secagem	20 a 30

FONTE: Adaptado de Além Sobrinho, 2000.

Além da variação no teor de sólidos obtidos, os diversos processos de desaguamento apresentam características que causam impactos no meio ambiente natural e urbano (Quadro 2):

Quadro 2 - Impactos dos diversos tipos de desaguamento.

Características	Prensa desaguadora	Filtro prensa	Centrífugas	Leitos de secagem*
Demanda de área	+	+	+	+++
Demanda de energia	++	+++	++	-
Produtos químicos	+++	+++	+++	+
Odores e vetores	+	+	+	++
Ruídos e vibrações	++	++	+++	-
Contaminação do lençol freático	+	+	+	++

FONTE: Andreoli, 2001

+ pouco, reduzido; +++ grande, elevado, muito

* ciclo de desaguamento de 30 dias

OBJETIVOS

Dentro do contexto apresentado, o objetivo do presente trabalho é apresentar um levantamento dos sistemas de gestão de lodos de ETEs empregados no Brasil, observando a consolidação da base legal necessária e o manejo dos lodos produzidos pelas ETEs, desde o tratamento até à destinação final.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a legislação estadual pertinente à destinação (disposição final e uso) dos lodos produzidos em ETEs;
- Avaliar a compatibilidade dos sistemas de gestão dos lodos em relação aos critérios de sustentabilidade;
- Sistematizar os dados, identificando as principais tendências de gestão do lodo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o levantamento dos sistemas brasileiros de gestão de lodo, a metodologia utilizada no presente trabalho foi composta das seguintes etapas:

PRIMEIRA ETAPA: LEVANTAMENTO DO PANORAMA BRASILEIRO ATUAL DA GESTÃO DO LODO DE ESGOTO.

As informações sobre os tipos de ETEs e de sistemas de manejo de lodo existentes no país serão obtidas nos sítios eletrônicos das empresas prestadoras de serviços de saneamento (locais, privadas e regionais) cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (MCIDADES, SNIS, 2009). A identificação da legislação específica que trata do tema será feita nos sítios eletrônicos dos respectivos órgãos de meio ambiente.

SEGUNDA ETAPA: AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE GESTÃO.

Sob o ponto de vista da sustentabilidade, a análise dos sistemas de gestão deve ter os seguintes objetivos: diminuição da produção, produção de lodo de melhor qualidade, utilização máxima do lodo produzido e minimização dos impactos ambientais no processamento do lodo.

Foi elaborado um índice que represente, qualitativamente, o desempenho de cada ETE em relação às questões anteriormente citadas. Neste índice, a ETE com maior sustentabilidade obterá a pontuação máxima de, onze pontos. O Quadro 3 apresenta a composição do Índice de Sustentabilidade (IS).

Quadro 3 - Critérios de sustentabilidade e sua pontuação para a composição do IS.

SUSTENTABILIDADE		PONTUAÇÃO
Objetivo	Critério	
Diminuição da produção do lodo	Quantidade do lodo inferior ao encontrado na literatura	Sim = 3; Semelhante (até 10% maior) = 1; Não = 0
Produção de lodo de melhor qualidade	Realização de caracterização do lodo	Sim = 1; Não = 0
Utilização máxima do lodo	Relação entre quantidade utilizada e produzida	>70% = 3; entre 50 e 70% = 2; entre 50 e 10% = 1; inferior a 10% = 0
Minimização dos impactos no processamento do lodo	Somatório dos impactos das características de desaguamento	< 10 = 2; > 10=1; se não houver desaguamento = 0
	Diminuição de gastos com transporte	Teor de sólidos >25% = 2; Teor de sólidos < =25 = 1; se não houver desaguamento = 0

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

1. Situação geral da produção de lodo no Brasil, de 2001 a 2007

Machado (2001) afirmou que a maioria das empresas de saneamento do Brasil não produz, de forma sistemática, informações referentes ao lodo, pois dão enfoque apenas à publicação dos dados do efluente tratado. A autora retrata a produção de lodo de esgoto de cada estado brasileiro, com dados obtidos tanto das quantidades informadas pelas empresas de saneamento quanto por meio de valores teóricos. O Quadro 4 apresenta um resumo da produção de lodo, por região administrativa.

Quadro 4 - Produção de lodo nas regiões brasileiras

Região	Nº de ETEs	Vazão de esgoto tratado (m³/dia)	Produção informada de lodo úmido (ton/ano)
Norte	03	12.183,00	0
Nordeste	66	228.056,57	0
Centro-oeste	66	324.776,12	11.385,56
Sudeste	48	1.033.307,60	274.718,46
Sul	92	279.294,96	22.529,23
BRASIL	275	1.877.618,25	308.633,25

FONTE: Machado, 2001

Pode-se observar que a região Sudeste é maior geradora de lodo entre as regiões do Brasil. Isso se deve à concentração das ETEs de maior porte do País. Em se tratando da destinação final dos lodos de esgoto, a maior parte das empresas que operam as ETEs, no Brasil, adotaram a disposição em aterros sanitários, conforme pode ser constatado no Quadro 5. A adoção dessa alternativa, porém, enfrenta críticas fortes:

- a. Quanto ao desempenho econômico: o crescente aumento dos custos de transporte (alocação dos aterros em sítios distantes da mancha urbana) e a sobretaxação do recebimento de lodo (evitar diminuição da vida útil do aterro).
- b. Quanto ao desempenho ambiental: o confinamento do lodo em aterros diminui a vida útil do aterro e despreza os benefícios decorrentes das alternativas de uso.

Quadro 5- Alternativas de destinação final do lodo adotada no Brasil.

Destino final	Quantidade informada (t/ano)	Quantidade informada (%)	Quantidade estimada (t/ano)	Quantidade estimada (%)
Aterro Sanitário	138.418,35	44,8	75.844,25	50,0
Agricultura	17.332,50	5,6	22.973,25	15,1
Indefinido	152.882,40	49,5	52.907,00	34,9

FONTE: Machado, 2001

De acordo com Faustino *et al.* (2007), o Brasil está mudando de perspectiva e vem seguindo a tendência mundial de adoção da reciclagem agrícola como opção de destinação final para o lodo de esgoto. Esses autores ressaltam a criação de normas, baseadas em critérios restritivos, que procuraram atender a duas demandas: não avaliar um gerenciamento desorientado da operação, garantindo a saúde da população e a estabilidade do meio ambiente, e simultaneamente não propor critérios excessivamente restritivos que inviabilizem a alternativa e estimulem outras opções de disposição, menos adequadas e prejudiciais ao meio ambiente e à saúde. Segundo os mesmos autores, a opção pelo destino agrícola, redundará, ainda, na regularização, otimização e monitoramento da operação dos sistemas de tratamento, um problema real e de proporções significativas no quadro operacional das companhias de saneamento.

2. Diagnóstico da gestão do lodo de ETE no Brasil, na atualidade

Atualmente, a publicação dos dados sobre o lodo permanece deficiente. O SNIS tem publicado dados valiosos sobre distribuição de água, coleta de esgotos e sobre o sistema de limpeza urbana; contudo permanece carente de informações sobre os resíduos dos sistemas de tratamento tanto de água quanto de esgoto.

Apesar das dificuldades de obtenção de dados mais atuais e confiáveis, a revisão da bibliografia disponível permitiu uma percepção mais acurada sobre a realidade brasileira no que tange à gestão do lodo.

Uma primeira informação consiste em um quadro-resumo (Quadro 6) onde estão apresentados os exemplos de legislações estaduais e do Distrito Federal que enfocam a gestão de lodo de ETE.

Quadro 6 - Legislações por estados brasileiros

Região	Estado/DF	Legislação	Data	Enfoque
Centro-oeste	Distrito Federal	Lei nº 3.581	12 de abril de 2005	Define lodo, determina o gerenciamento do tratamento e da disposição final de lodo de esgoto.
		Resolução nº 03/06	18 de julho de 2006	Estabelece normas, padrões e procedimentos para distribuição e uso de lodo de esgoto na agricultura, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, processamento e pesquisa.
Sudeste	Minas Gerais	Deliberação normativa COPAM nº 009/93	26 de janeiro de 1993	Estabelece que o projeto de ETEs deva informar a quantidade e a destinação final do lodo e de outros resíduos gerados na(s) unidade(s) de tratamento.
	Rio de Janeiro	Lei 4.191	30 de setembro de 2003	Define como resíduo sólido o lodo proveniente de ETAs e gerados em instalações de controle de poluição.
	São Paulo	Norma CETESB P4.230/99	Agosto de 1999	Define os critérios para projeto e operação da aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas.
Sul	Paraná	Lei nº 12.493	22 de janeiro de 1999	Dispõe sobre as obrigações e responsabilidades na disposição de resíduos.
	Rio Grande do Sul	Lei nº 9.921	27 de julho de 1993	Considera como resíduos sólidos aqueles lodos provenientes equipamentos e instalações de controle de poluição.

Pode perceber que os estados tendem a considerar o lodo como resíduo sólido, dentro da concepção de bem econômico, o qual pode ser utilizado e não apenas aterrado. Os estados de São Paulo e Paraná são pioneiros da definição de critérios legais para a utilização do lodo na agricultura.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

O levantamento dos sistemas de gestão de lodo permitiu a construção do Índice de Sustentabilidade das ETEs. Porém, devido à escassez de dados, apenas alguns exemplos serão citados no presente trabalho.

As Figuras 2 a 4 apresentam apenas os resultados obtidos no pequeno número de ETEs cujas informações estavam disponíveis em rede mundial de computadores. Não foi possível a obtenção dos dados da ETEs das regiões Norte e Nordeste.

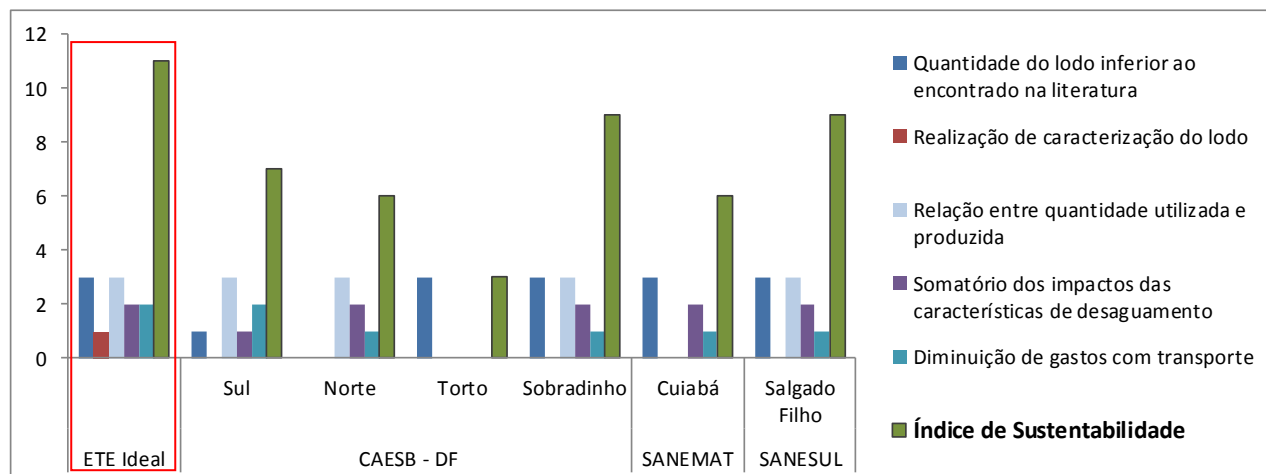


Figura 2 - Índice de Sustentabilidade de algumas ETEs do Centro-Oeste

As ETEs do Centro-oeste apresentaram um bom desempenho, com valores de IS bem próximos ao ideal. A deficiência, em todas as ETEs apresentadas, consiste principalmente na falta de informações (ou divulgação delas) sobre a caracterização dos lodos. Entre elas a CAESB já iniciou um monitoramento mais extenso nas diversas unidades de tratamento de esgoto.

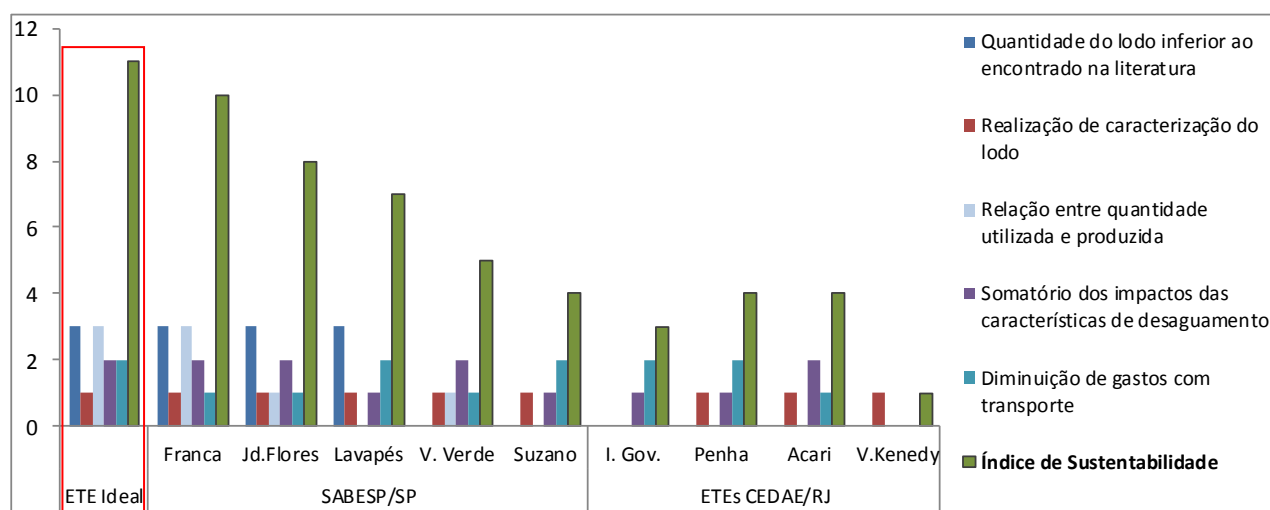


Figura 3 - Índice de Sustentabilidade de algumas ETEs do Sudeste

De maneira geral, as ETEs operadas no estado de São Paulo apresentaram melhor desempenho do que aquelas do Rio de Janeiro. A ETE Franca obteve o maior IS de todas as unidades analisadas: o único item que não recebeu nota máxima trata sobre os gastos com transporte de lodo, diretamente ligado ao tipo de desaguamento do lodo, que nesse caso são utilizadas Prensas Desaguadoras, o que resulta em lodos com Teor de Sólidos de 20%.

As ETEs Vista Verde e Suzano tiveram os piores desempenhos entre as ETEs paulista, principalmente devido ao fato de produzirem uma quantidade de lodo maior do que a apresentada na literatura. O desempenho das ETEs do Rio de Janeiro também foi afetado pelos baixos valores nesse item.

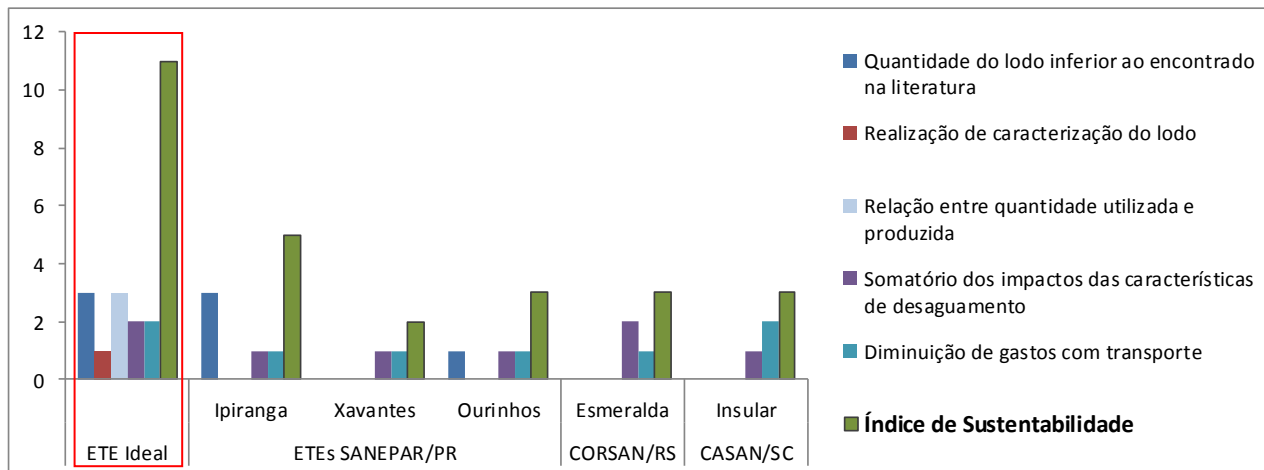


Figura 4 - Índice de Sustentabilidade de algumas ETEs do Sul

Apesar de ser um dos Estados pioneiros da gestão do lodo de esgoto, principalmente no que se refere ao uso agrícola, a prestadora de serviços de saneamento no Paraná, a Sanepar, não divulga, em seu sítio eletrônico, os dados quantitativos sobre a destinação final do lodo. Na realidade, com a inserção de todos os dados, a perspectiva seria da elevação dos valores dos IS das ETEs/Sanepar.

CONCLUSÕES

Vários são os fatores que têm resultado em um aumento do volume e também da qualidade do lodo: o aumento da eficiência das tecnologias de tratamento de águas residuárias e de lodo, os programas e políticas de prevenção à poluição e o crescimento populacional.

Seguindo a tendência mundial, no Brasil adotou-se a reciclagem agrícola como opção de disposição final para o lodo de esgoto, e, para tanto criou critérios restritivos.

Em termos de pesquisa, a experiência brasileira apresenta êxito na utilização de lodo em diversas áreas, como uso agrícola, recuperação de áreas degradadas e na fabricação de materiais da construção civil.

A partir do levantamento feito para a realização do presente trabalho pode-se perceber a deficiência na produção e/ou divulgação dos dados referentes ao processamento do lodo. Nos sítios eletrônicos das grandes ETEs, por exemplo, o nível de detalhamento em relação ao esgoto chega ao ponto de especificar todos os componentes do tratamento da fase líquida; contudo apenas algumas detalham o tratamento da fase sólida e sua destinação final. A situação é ainda mais preocupante em termos quantitativos ao tratamento da fase líquida: nem os sítios eletrônicos das ETEs nem o SNIS apresenta os números de produção e destinação do lodo de esgoto!

Os resultados apresentados no presente trabalho foram, em quase totalidade, extraídos de trabalhos científicos (livros (PROSAB e EMBRAPA) e dissertações de mestrado). Somente algumas das legislações estaduais apresentadas são facilmente localizadas nos órgãos de meio ambiente. Tal quadro mostra a urgente necessidade brasileira de um diagnóstico da situação do lodo, principalmente no tocante à quantidade produzida, etapas de processamento e caracterização físico-química e biológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALÉM SOBRINHO, P. Tratamento de esgoto e geração de lodo. 11-24 pp. In: BETTIOL, W, CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312 p.
2. ANDREOLI, C. V.; von SPERLING, M.; FERNANDES, F. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 6. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2001. 484 p.
3. CASSINI, S.T.A. (Org.). Digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos com aproveitamento do biogás. v.1. 1. ed. São Carlos: Rima Editora/ABES-Finep-Prosab, 2003.
4. FAUSTINO, R.; TAKAYUKI, M.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Proposta de Gestão do Lodo de Esgoto da ETE Mangueira para Reciclagem Agrícola, XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2007. Anais. Belo Horizonte MG, 2007.
5. MACHADO, M. F. S. A situação brasileira dos bio sólidos. Campinas. 2001. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas 2001.
6. MCIDADES - Ministério das Cidades. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2007. - Brasília: MCIDADES, SNSA. 445 p. 2009.
7. TUROVSKIY, I. S.; MATAHI, P. K. Wastewater sludge processing. New Jersey: Wiley and Sons. 354 p. 2006.
8. UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. 75 p. 1999. Disponível em <http://www.biosolids.org/docs/18941.pdf>. Acessado em 16 de novembro de 2009.