



Vol. 2, No. 1, 31-40, 2009
ISSN 0718-378X

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA ESTABILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO, TÉRMICA E/OU QUÍMICA, OBJETIVANDO A RECICLAGEM AGRÍCOLA

Reginaldo Ramos¹
Alessandra Pereira Ribeiro da Silva²
Daniel Pereira Oliveira³
Luciana Silva dos Santos⁴
Sheila Barbosa Martins⁵

*Evaluation of the effectiveness of the stabilization of
sewage sludge, thermal and / or chemistry, aiming at the
agricultural recycling*

ABSTRACT

The final disposal of sewage sludge is a major environmental problem, mainly in urban centers. There are several alternatives for final disposal of sewage sludge, but in all these the sludge needs to be treated fairly, which includes relevant investments. This study is devoted to assess the efficiency of liming as a method of chemical stabilization, drying method and thermal and physical association of both the search for greater efficiency and lower cost. The goals of quality of the final sewage sludge were based on the requirement for agricultural recycling of the sludge for presenting more restrictive parameters in relation to the sanitary and environmental safety. Tests on plant (scale) accompanied by quality control laboratories of the Department of Quality Control of Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE). The results inform the excellent health and environmental quality of sewage sludge produced in sewage treatment plants (ETE's) of CEDAE, which have low concentration of heavy metals and low density of thermotolerant coliforms. These results together with preliminary assessment of the agronomic potential of the sludge, indicate that the sewage sludge studied have high value for the agricultural recycling. The study of thermal stabilization by drying pointed to the need for the drying temperature in less than 100 ° C for 2 hours. Furthermore, we observed that the use of temperatures below 100 ° C can be implemented with the combined use of quicklime.

Keywords: Sewage sludge, Chemical Stabilization, Thermal drying, Agricultural Recycling.

¹ Mestre em química analítica e licenciado em química pela UFRJ, especializado em Water Pollution Control pela Japan International Cooperation Agency, Chefe de Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos, Presidente do grupo de trabalho de gestão para excelência e Gerente da Qualidade do Sistema de Gestão da Qualidade da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE, Coordenador geral do Programa de ensaios de proficiência para laboratórios de águas, esgotos e áreas afins PEP CEDAE.

² Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, Técnica em Saneamento pelo Centro Federal de Educação Tecnológico de Química - CEFETEQ Unidade Nilópolis, Coordenadora de Controle de Qualidade de Esgotos de Sarapuí e Ilha do Governador CEDAE.

³ Graduando em Biologia pela Universidade Estácio de Sá, Coordenador da Operação da Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE.

⁴ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Técnica em Controle Ambiental pelo Centro Federal de Educação Tecnológico de Química - CEFETEQ Unidade Nilópolis e Operadora da Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna da - CEDAE.

⁵ Licencianda em química pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Técnica de Química pela Escola Técnica Federal de Química - RJ, Técnica de Laboratório do Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos da CEDAE.

AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA ESTABILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO, TÉRMICA E/OU QUÍMICA, OBJETIVANDO A RECICLAGEM AGRÍCOLA

Reginaldo Ramos¹

Alessandra Pereira Ribeiro da Silva²

Daniel Pereira Oliveira³

Luciana Silva dos Santos⁴

Sheila Barbosa Martins⁵

¹ Mestre em química analítica e licenciado em química pela UFRJ, especializado em *Water Pollution Control* pela *Japan International Cooperation Agency*, Chefe de Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos, Presidente do grupo de trabalho de gestão para excelência e Gerente da Qualidade do Sistema de Gestão da Qualidade da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE, Coordenador geral do Programa de ensaios de proficiência para laboratórios de águas, esgotos e áreas afins PEP CEDAE.

² Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, Técnica em Saneamento pelo Centro Federal de Educação Tecnológico de Química – CEFETEQ Unidade Nilópolis, Coordenadora de Controle de Qualidade de Esgotos de Sarapuí e Ilha do Governador CEDAE.

³ Graduando em Biologia pela Universidade Estácio de Sá, Coordenador da Operação da Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE.

⁴ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Técnica em Controle Ambiental pelo Centro Federal de Educação Tecnológico de Química – CEFETEQ Unidade Nilópolis e Operadora da Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna da – CEDAE.

⁵ Licencianda em química pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Técnica de Química pela Escola Técnica Federal de Química – RJ, Técnica de Laboratório do Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos da CEDAE.

Endereço: Rua Suzano 200, casa 42 - Freguesia - Jacarepaguá – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22763-195 - Brasil - Tel: +55 (21)3327-1321 - e-mail: reginaldocedae@uol.com.br

Resumo

A disposição final do lodo de esgoto é um grande problema ambiental, principalmente, nos grandes centros urbanos. Há diversas alternativas de disposição final do lodo de esgoto, entretanto em todas estas o lodo necessita ser tratado adequadamente, o que envolve investimentos relevantes.

Este estudo dedicou-se a avaliar a eficiência da calagem como método químico de estabilização, a secagem térmica como método físico e a associação de ambas na busca de maior eficácia e menor custo. Como norteador das metas de estabilização e desinfecção foi focada a reciclagem agrícola do lodo por ser o parâmetro mais restritivo em termos de qualidade sanitária e ambiental.

Foram realizados testes em planta (escala real) acompanhados pelos laboratórios de controle de qualidade do Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos da Companhia Estadual de Água e Esgotos (CEDAE).

Os resultados informam a excelente qualidade sanitária e ambiental dos lodos de esgotos produzidos nas estações de tratamento de esgotos (ETE's) da CEDAE, os quais apresentam baixa concentração de metais pesados e baixa densidade de coliformes termotolerantes. Tais resultados unidos à avaliação preliminar do potencial agrônômica do lodo, indicam que os lodos de esgotos estudados apresentam alto valor para a reciclagem agrícola.

O estudo de estabilização por secagem térmica apontou para a necessidade de realizar o processo de secagem em temperatura igual ou superior a 100°C por 2 horas. Além disso, observou-se que o uso de temperaturas abaixo de 100°C podem ser aplicadas com o uso combinado de cal.

Palavras-chave: Lodo de Esgoto, Estabilização Química, Secagem Térmica, Reciclagem Agrícola.

Introdução

Atualmente há consenso que o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos produzidos em uma ETE merecem especial atenção desde a fase de projeto, assim como durante a operação. Além disso, a busca constante de aperfeiçoamento com o objetivo de minimizar custo e impacto sanitário-ambiental, deve ser o alvo dos gestores e técnicos envolvidos com o tratamento de esgotos.

Em relação à possibilidade da presença de metais pesados e orgânicos persistentes, em concentrações acima do estabelecido na legislação, nos lodos de esgotos produzidos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, vale ressaltar que a legislação ambiental estadual não permite o lançamento de efluentes industriais, sem prévio tratamento, na rede coletora de esgotos sanitários como ocorre em outros estados da federação. Isto indica que os efluentes tratados

nas ETE's bem como o lodo gerado por este tratamento devem apresentar baixa concentração de metais pesados e de substâncias orgânicas persistentes.

No âmbito do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) e do Programa de Saneamento da Barra da Tijuca e Jacarepaguá (PSBJ) estão previstos secadores de lodos para todo o lodo de esgoto produzido na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o que proporciona um lodo higienizado do ponto de vista microbiológico. Atualmente já estão instalados e operando os secadores de lodo das ETE's Pavuna, Sarapuí e Ilha do Governador.

O objetivo deste trabalho é o de avaliar as características do lodo de esgoto estabilizado quimicamente (calagem), estabilizado fisicamente (secagem térmica) ou por ambos processos, sob a ótica da maior eficiência e da reciclagem agrícola. Nas ETE's Pavuna e Sarapuí, unidades nas quais este trabalho foi desenvolvido, o tratamento do lodo contempla centrifugação, calagem e secagem térmica.

O termo estabilização tenta expressar a condição do lodo na qual este não sofre biodigestão em proporções tais que gere gases, odor e atraia vetores. A discussão sobre a definição do termo ainda é grande pois parte dos técnicos da área defendem que estabilizar estaria mais atrelado a digerir a matéria biodegradável e não em minimizar a quantidade de microorganismos. Neste trabalho definimos lodo estabilizado como sendo aquele que não gera gases, odores e não atrai vetores.

A estabilização química vem ganhando campo nos últimos anos, pois o custo de implementação é menor quando comparado ao sistema de estabilização biológica através de digestores anaeróbios. Apesar disto é importante esclarecer que o custo operacional é maior que o da biodigestão anaeróbia e que a quantidade final de lodo aumenta.

Materiais e métodos

Os testes foram realizados na Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna (ETE Pavuna), localizada em Vigário Geral no Município do Rio de Janeiro e na Estação de Tratamento de Esgotos de Sarapuí, localizada no Jardim Gláucia no município de Belford Roxo. As ETE's Pavuna e Sarapuí possuem projetos idênticos quanto à concepção e dimensão, e foram implantadas no âmbito do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) da CEDAE.

O princípio de tratamento de esgotos utilizados, atualmente, nestas ETE's é o tratamento preliminar e primário simples seguido de tratamento secundário por lodos ativados. O lodo de esgoto gerado tanto na fase primária quanto na secundária passa por processos de adensamento mecânico, desidratação em centrífugas, estabilização química e secagem térmica.

A estabilização é realizada quimicamente por adição de cal e depois o lodo calado é encaminhado para o secador térmico onde é submetido à temperatura que varia de 90 a 130°C objetivando, inicialmente, a redução do volume de lodo final a ser encaminhado para o aterro sanitário.

A caracterização dos lodos foi realizada através dos seguintes aspectos:

- substâncias inorgânicas potencialmente tóxicas;
- indicadores microbiológicos (patogênicos);
- odor e atratividade de vetores

A caracterização química do lodo de esgoto quanto a presença de substâncias inorgânicas, foi realizada pela determinação dos seguintes elementos químicos: arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio e zinco. Quanto à presença de agentes patogênicos a avaliação foi realizada pela determinação do indicador coliformes termotolerantes. E quanto à estabilidade, o lodo de esgoto foi avaliado pelo potencial gerador de odor e atração de vetores.

Para análises físico-químicas foram realizadas coletas compostas, com amostrador para montes e pilhas, em cada ponto foram retiradas 3 alíquotas contendo em torno de 400g cada. As alíquotas são retiradas do topo, do meio e da base, igualmente afastadas entre si. As alíquotas foram homogeneizadas e preservadas sob refrigeração a 4°C até o momento da análise. As amostras para análises microbiológicas foram compostas de 10 alíquotas de 200g coletadas nas camadas superficial e mediana utilizando pá ou espátula. As alíquotas foram acondicionadas em sacos plásticos autoclaváveis, homogeneizadas e preservadas sob refrigeração a 4°C por no máximo 4 horas.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Sarapuí, no Laboratório de Controle de Qualidade de Pavuna e no Laboratório de Controle Físico-químico da Tijuca.

As metodologia utilizadas foram as seguintes:

- Determinação de pH: potenciometria
- Determinação de sólidos voláteis e totais: gravimetria
- Determinação do teor de sólidos e umidade: gravimetria em determinador de umidade
- Determinação de metais: espectrometria de absorção atômica após digestão ácida.
- Coliformes termotolerantes: técnica dos tubos múltiplos.

Resultados

Na tabela 1 estão apresentados os dados relativos ao teor de sólidos e umidade do lodo centrifugado, os quais demonstram que o sistema de centrifugação produz um lodo com teor de sólidos médio de 30%.

Tabela 1: Avaliação de umidade e teor de sólidos do lodo centrifugado.

Data do teste		Teste	Lodo centrifugado	
			Umidade %	Teor de sólidos %
mar/07	16/3/2007	1	63,35	36,65
	19/3/2007	2	59,62	40,38
	27/3/2007	3	67,26	32,74
dez/06	20/12/2006	4	71,27	28,73
	21/12/2006	5	69,31	30,69
nov/06	9/11/2006	6	69,07	30,93
set/06	1/9/2006	7	77,66	22,34
	4/9/2006	8	76,30	23,70
	5/9/2006	9	70,76	29,24
	6/9/2006	10	74,69	25,31
ago/06	2/8/2006	11	77,68	22,32
	7/8/2006	12	62,54	37,46
	8/8/2006	13	62,61	37,39
	10/8/2006	14	60,53	39,47
	11/8/2006	15	65,81	34,19
	14/8/2007	16	66,57	33,43
	17/8/2006	17	64,59	35,41
	21/8/2006	18	65,74	34,26
	22/8/2006	19	67,52	32,48
	23/8/2006	20	64,30	35,70
	24/8/2006	21	65,05	34,95
	28/8/2006	22	64,31	35,69
	29/8/2006	23	71,40	28,60
	31/8/2006	24	75,20	24,80
jul/06	4/7/2006	25	70,77	29,23
	26/7/2006	26	75,17	24,83
	27/7/2006	27	72,67	27,33
	28/7/2006	28	77,03	22,97
	31/7/2006	29	75,46	24,54
MÉDIA			70,39	29,62
MÁXIMO			77,03	35,7
MÍNIMO			64,3	22,97
Desvio padrão			5,46	5,46

Tabela 2: Avaliação de pH, umidade e teor de sólidos do lodo centrifugado e calado.

Data do Teste		TESTE	Lodo calado		
			pH	Umidade %	Teor de sólidos %
mar/07	19/03/07	1	12,22	51,09	48,91
	20/03/07	2	11,96	59,22	40,78
	27/03/07	3	12,38	59,78	40,22
dez/06	20/12/06	4	12,85	58,69	41,31
	21/12/06	5	12,89	51,12	48,88
nov/06	13/11/06	6	12,51	59,17	40,83
jul/06	04/07/06	7	12,56	47,54	52,46
	11/07/06	8	12,14	40,27	59,73
	26/07/06	9	11,30	72,92	26,08
	27/07/06	10	11,39	69,99	30,01
	28/07/06	11	12,47	55,55	44,45
	31/07/06	12	12,26	69,41	30,59
MÉDIA			12,24	57,90	42,02
MÁXIMO			12,89	72,92	59,73
MÍNIMO			11,3	40,27	26,08
Desvio padrão			0,50	9,67	9,810665

Na tabela 2 estão apresentado os dados de pH, umidade e teor de sólidos do lodo centrifugado e calado. Pode-se verificar que o teor de umidade e o pH estiveram abaixo do ideal por 2 vezes durante os testes, o que colocaria em questão a estabilização do lodo. Caso não fosse possível a secagem térmica subsequente, seria necessário retornar o lodo ao processo de calagem para que o mesmo fosse devidamente enquadrado nos parâmetros de qualidade exigidos pelo órgão ambiental.

Na tabela 3 são apresentados os resultados de pH, teor de sólidos e coliformes termotolerantes no lodo centrifugado, calado e seco termicamente. Como é possível observar, o teor de sólidos não foi menor que 91% e alcançou o teto de 97%, conforme expresso na figura 3.

Outra verificação importante é que a densidade de coliformes termotolerantes em nenhum momento foi maior que 20 NMP/g, e não foi possível baixar este limite de detecção por características do método analítico disponível. Nestes testes também foi possível verificar que o lodo se manteve com pH superior a 12 garantindo um meio seguro e impróprio para a proliferação microbiológica.

Tabela 3. Avaliação de pH, umidade, teor de sólidos e coliformes termotolerantes no lodo centrifugado, calado e seco termicamente.

Data do teste		Teste	Lodo centrifugado, calado e seco termicamente			
			pH	Umidade %	Teor de sólidos %	Coliformes termotolerantes NMP/g
mar/07	15/3/2007	1	12,55	5,15	94,85	<20
	16/3/2007	2	12,48	6,75	93,25	<20
	19/3/2007	3	12,02	3,28	96,72	<20
	20/3/2007	4	11,91	2,8	97,20	<20
ago/06	2/8/2006	5	12,22	3,55	96,45	<20
	7/8/2006	6	12,68	3,17	96,83	<20
jul/06	26/7/2006	7	12,49	7,16	92,84	<20
	27/7/2006	8	12,81	5,11	94,89	<20
	28/7/2006	9	12,77	7,07	92,93	<20
	31/7/2006	10	12,49	8,88	91,12	<20
MEDIA			12,44	5,29	94,71	<20
MÁXIMO			12,81	8,88	97,2	
MÍNIMO			11,91	2,8	91,12	
Desvio padrão			0,30	2,09	2,09	

Na tabela 4 estão expressos os resultados de pH, umidade, teor de sólidos, odor e atração de vetores do lodo sem cal e seco termicamente em 3 temperaturas diferentes (90°C, 100°C e 110°C). Nestes testes foi mantido o tempo de secagem, isto é, tempo de retenção do lodo dentro do tambor rotativo aquecido do secador, em 2h.

Observou-se que mantendo-se a temperatura de 90°C no secador e mesmo com lodos com teor de sólidos maior que 90%, como preconizado na norma Cetesb e na EPA 503, ainda assim ocorreu a geração de odor e atração de vetores. Os vetores observados foram moscas em quantidade proporcional ao odor produzido. Os lodos secos acima de 100°C não apresentaram

odor objetável mesmo após 72 h da secagem, demonstrando que lodos não calados devem ser submetidos à temperaturas acima de 100°C para que sejam enquadrados como estabilizados.

Tabela 4: Avaliação de pH, umidade, teor de sólidos, odor e atração de vetores no lodo centrifugado e seco termicamente em temperaturas variadas

Teste	Lodo centrifugado e seco termicamente sem cal							
	pH	Temperatura do secador	Umidade %	Teor de sólidos %	ODOR APÓS 24H	ODOR APÓS 48H	ODOR APÓS 72H	Atração de Vetores (72h)
2	7,84	90°	8,81	91,19	leve	médio	médio	sim
3	8,13	90°	7,08	92,92	leve	leve	leve	não
5	6,65	90°	12,44	87,56	leve	médio	médio	sim
6	6,89	90°	10,33	89,67	leve	médio	médio	sim
7	6,83	90°	8,38	91,62	leve	médio	médio	sim
11	6,68	90°	8,00	92,00	leve	médio	médio	sim
15	7,00	90°	10,17	89,83	leve	médio	médio	sim
9	7,17	100°C	3,79	96,21	não objetável	não objetável	leve	não
10	6,91	100°C	3,53	96,47	não objetável	não objetável	leve	não
12	7,06	100°C	4,09	95,91	não objetável	não objetável	leve	não
14	6,87	100°C	4,05	95,95	não objetável	não objetável	leve	não
20	7,63	100°C	4,53	95,47	não objetável	não objetável	leve	não
1	7,80	110°C	2,43	97,57	não objetável	não objetável	não objetável	não
8	7,08	110°C	2,22	97,98	não objetável	não objetável	não objetável	não
16	7,17	110°C	2,90	97,10	não objetável	não objetável	não objetável	não
17	6,17	110°C	2,39	97,61	não objetável	não objetável	não objetável	não
18	7,04	110°C	2,86	97,14	não objetável	não objetável	não objetável	não
19	6,65	110°C	1,44	98,56	não objetável	não objetável	não objetável	não

Resultados relativos à metais pesados

Na tabela 5 estão apresentados os dados relativos ao teor mercúrio, arsênio, cádmio, zinco, cobre, cromo e bário em amostras de lodo centrifugado, calado e seco termicamente. Pode-se observar que para todos os metais avaliados as concentrações estão muito abaixo do limite preconizado na Resolução CONAMA 375/2006.

Tabela 5. Concentração de metais obtidas em análises preliminares do lodo caledado e seco termicamente

Amostra	BÁRIO	ZINCO	CROMIO	NÍQUEL	CHUMBO	ARSÊNIO	CÁDMIO	COBRE	SELÊNIO	MERCÚRIO
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
1	288	344	20,8	20,1	50,8	1,5	1,4	102	0,7	1,2
2	190	518	23,3	27,3	40,6	3,1	2,5	69	0,7	0,7
3	171	366	20,8	32,2	33,8	3,7	3,0	66	0,6	1,9
4	326	562	23,9	25,1	57,8	1,4	3,0	101	1,7	1,0
5	206	256	19,3	25,4	38,8	1,9	3,2	58	0,6	0,9
6	280	419	26,4	28,0	48,2	2,2	3,6	85	0,6	0,4
7	399	181	14,7	18,3	42,6	0,5	2,1	119	0,9	1,6
8	247	114	7,4	24,7	26,7	1,2	3,3	64	0,9	0,9
9	282	63	12,4	29,0	35,3	1,2	3,8	78	2,0	1,1
10	382	107	16,6	18,9	42,3	0,7	2,3	116	2,7	1,0
11	297	66	12,4	25,3	31,1	1,2	3,4	79	2,5	1,1
12	333	83	14,1	27,1	35,5	1,1	3,8	84	2,6	0,9
Média	283	257	17,7	25,1	40,3	1,7	2,9	85	1,4	1,1
Desvio padrão	72	181	5,7	4,2	8,8	1,0	0,7	20	0,9	0,4
RESOLUÇÃO 375/2006	1300	2800	1000	420	300	41	39	1500	100	17

Conclusões

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- Os lodos de esgotos oriundos das ETE's CEDAE na RMRJ possuem baixa concentração de metais pesados, estando todos abaixo dos limites impostos pela Resolução CONAMA 375/2006.
- Os lodos de esgotos oriundos das ETE's da CEDAE na RMRJ são extremamente seguros do ponto de vista ambiental e sanitários, sendo possível sua aplicação da agricultura dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 375/2006.
- Lodos secos termicamente em temperaturas menores de 100°C, nas condições do teste, apesar de sua baixa umidade, não podem ser classificados como estabilizados. Isto porque a geração de odor e atração de vetores foi verificada após 48h da secagem destes lodos.
- Para estabilizar o lodo de esgoto utilizando temperaturas menores que 100°C deve-se combinar com a adição de cal.
- Em relação ao potencial agrônomo o lodo CEDAE possui umidade menor que 10% indicando que a aplicação desse material no campo poderá ser de forma mecanizada e, dessa forma, com uma distribuição mais uniforme por toda a área.
- A caleação empregada apresentou-se estável mesmo após 22 horas.

- Em relação à secagem térmica, a mesma apresentou-se eficaz na higienização com temperaturas entre 90 e 110°C, mas em relação a atração de vetores somente acima de 110 °C.
- Em relação à economicidade:
 - Para lodos calados não há necessidade de temperaturas superiores a 90°C
 - Há possibilidade de redução da dose de cal
 - Em relação à Resolução Conama 375/2006
 - O art. 7º, § 6º (estabilidade) - Relação SV/ST < 0,7 – não é suficiente para garantir a estabilidade do lodo pois houve geração de odor.
 - O teor de sólidos exigido para secagem térmica > 90% é muito restritiva, uma vez que os testes com 110°C obtiveram bons resultados com teor de sólidos de aproximadamente 80%.

Referências bibliográficas

- Andreoli, C.V.; Lara, A. I., Vernandes, F. Reciclagem de Biossólidos Transformando Problemas em soluções. Curitiba: Sanepar, Finep, 2001.
- Jordão, E. P.; Pessoa, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. ABES 4ª edição, Rio de Janeiro – 2005.
- Rocha, M. T; Shiota, R. Disposição final de lodos de esgoto. Revista de estudos ambientais, v.1, n.3, sete/dez, 1999.
- Silva, F.C. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Solos 1999.
- Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA nº375 de 29 de agosto de 2006
- Standards for the use or disposal of sewage sludge: 40 CFR Parts 403 and 503. Washington, 1995
- Metcalf, Eddy. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 3 ed,. New York, McGraw Hill.