

I-045 - ESTUDO DA GERAÇÃO DE LODO NAS ETA's DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Rosangela Gomes Tavares⁽¹⁾

Bacharel e Engenheira Química pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia Civil - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco (CTG/UFPE). Professora Assistente da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE). Doutoranda em Engenharia Civil - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco (CTG/UFPE) com sanduíche na Universidade do Minho, Portugal.

Valmir Cristiano Marques de Arruda

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestre e Doutor em Engenharia Civil - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco (CTG/UFPE). Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE). Pós-doutorado em Biotecnologia Ambiental no BRIDGE - Bioresources, bioremediation, biorefinery Group na Universidade do Minho, Portugal (DEB/UMinho).

Marcus Metri Correea

Agrônomo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2001). Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Maurício Alves da Motta Sobrinho

Engenheiro Química pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutor em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine. Professor Associado do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52.171-900 - Recife/PE - Brasil - Tel: (81) 3320.6261 - e-mail: rosangelatavares@dtr.ufrpe.br

RESUMO

A estação de tratamento de água de ciclo completo ou convencional tem o objetivo de remoção da cor, turbidez e microrganismos da água e usam o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio (PAC) como coagulante. A rota de formação de lodo, neste tipo de ETA, faz com que os flocos sedimentem no fundo dos decantadores de onde são eliminados, quando sobrecarregados. O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e documental, que levaram a interpretação de dados secundários com o objetivo avaliar a produção de lodo de estações de tratamento de água no estado de Pernambuco. De acordo com o estudo realizado, existem em Pernambuco 239 estações, sendo 68 ETA's convencionais, que geram resíduos nos decantadores e filtros, 171 ETA's não convencionais. Dessas, 170 são do tipo compacta que geram resíduos apenas durante as lavagens dos filtros e 01 sistema de dessalinização, utiliza como fonte água do mar e os resíduos gerados tem como destino o oceano. Uma característica que impõe a necessidade de desidratação do lodo de ETA's, antes de dispô-lo adequadamente ou reutiliza-lo, é o elevado teor de umidade. O lodo gerado no decantador possui a maior parcela de sólido e menor teor de umidade, quando comparado com parte retida nos filtros. O lodo da ETA Botafogo, caracterizado nessa pesquisa apresentou 96,7% de umidade e 733 mg/L de alumínio. Os decantadores do estado geram 358,00 ton /dia de lodos, onde a maior carga de lodo concentra-se na RMR e são descartados nos corpos hídricos. Os resultados enfatizam a necessidade do devido tratamento de esgoto do lodo, objetivando o reuso do considerável volume de água e o destino final de uma menor quantidade de resíduo sólido.

PALAVRAS-CHAVE: ETA, Lodo, Alumínio.

INTRODUÇÃO

Uma estação de tratamento de água (ETA) envolve unidades que contemplam as operações e processos unitários, cujo fim é remover cor, turbidez e microrganismos presentes na água bruta. Para Sabogal Paz (2007),

existem dois grupos de ETA's, aquelas que fazem uso da coagulação química e as que não utilizam o processo de coagulação, ambas com o processo de desinfecção.

Segundo Botero (2009), uma ETA que adota o tratamento de ciclo completo ou convencional é constituída das seguintes operações unitárias: Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Correção do pH, Desinfecção e Fluoretação. Cordeiro (1999), afirma que o tratamento convencional é o mais utilizado no Brasil, e segundo levantamento do IBGE (2010), 69,2% do volume de água tratada e distribuída no país recebia tratamento convencional, com objetivo de remoção da cor, turbidez e microrganismos.

Di Bernardi e Sabogal (2008), afirmaram que as barreiras de natureza eletrostática impedem que as partículas se aglutinem e formem flocos que possam ser posteriormente separados por operação física. Logo, coagular significa desestabilizar as partículas coloidais, por meio da diminuição das barreiras eletrostáticas entre partículas, por meio do uso de coagulantes, compostos químicos com carga elétrica positiva positivas.

No estado de Pernambuco as ETA's convencionais e não convencionais, que fazem uso do coagulante, usam o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio (PAC). Ambos, com efeito, porém o PAC vem apresentado como vantagem frente ao sulfato de alumínio.

Os hidróxidos metálicos formados na coagulação são bastante insolúveis e precipitam-se de forma polimerizada, formando moléculas de peso molecular elevado e com carga positiva, adsorvendo e neutralizando cargas, ou simplesmente aprisionando partículas coloidais que sedimentam conjuntamente, denominado floculação por varredura (VERMA et al., 2011).

A etapa da floculação, chamada de mistura lenta, ocorre com o fornecimento adequado de energia que permite a formação de flocos grandes e densos. Tavares (2003) resumiu a rota de formação de lodo de uma ETA convencional da seguinte forma: nas etapas de coagulação e floculação o coagulante faz com que as partículas presentes tornem-se flocos, que sedimentam ao fundo dos decantadores. Quando esses ficam sobrecarregados dessas partículas é necessário lavá-los, eliminando os flocos sedimentados. Com a passagem da água nos filtros, partículas pequenas que não se depositaram no decantador são retidas, e ao longo de seu funcionamento, os filtros acabam retendo estas partículas e após certo período de funcionamento, a depender da carreira de filtração, em geral 48h, os filtros ficam sobrecarregados, devendo assim, serem lavados para a retirada dessas partículas acumuladas. Segundo Hoppen et al. (2006), 60 a 95% da quantidade total de lodo gerado nas estações de tratamento de água convencional são acumulados nos decantadores e nos filtros de 5 a 40%.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a produção de lodo de estações de tratamento de efluentes no estado de Pernambuco, por tipo de tratamento, estudando os destinos e estimando a produção a partir de equações empíricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e documental, embasado principalmente na coleta, sistematização e interpretação de informações secundárias. A base dos dados utilizada teve como fonte a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), a Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos - SRHE/PE, Agência de Regulação de Pernambuco (ARPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

A área de estudo foi o Estado de Pernambuco, localizado geograficamente na região Nordeste do Brasil, coordenadas 08° 04' S 37° 15' W. Limitado pelos estados da Paraíba (Norte), Ceará (Nordeste), Alagoas (Sudeste), Bahia (Sul) Piauí (Oeste) e o Oceano Atlântico (Leste). O clima predominante no Estado é do tipo tropical atlântico no litoral e semiárido no interior. O período chuvoso apresenta irregularidade espacial e temporal, com regime de chuvas diretamente relacionado com as configurações da circulação atmosférica e oceânica nos trópicos produzindo chuvas fracas a moderadas em todo o ano, porém, mais observadas no outono/inverno.

O estado de Pernambuco possui 184 municípios mais o arquipélago de Fernando de Noronha, com uma população total de 9.208.550 em uma área de 98.937,84 km², que corresponde a 1,2% do território brasileiro (IBGE, 2013). As características geológicas tem uma predominância de rochas cristalinas, em 84% da sua área e 4,4% na bacia sedimentar. Segundo o PERH (1998), Pernambuco é composto por 13 Bacias hidrográficas, 06 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos, 09 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores e uma bacia de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha todos vertentes das bacias do rio São Francisco e do Oceano Atlântico Oriental.

Para caracterizar e quantificar as fontes geradoras de lodos provenientes do tratamento de água e as formas de disposição final, foram analisados os relatórios técnicos de monitoramento da COMPESA e de fiscalização da ARPE, no período de 2009 a 2013. O número de estação em operação no estado, de acordo com a tecnologia de tratamento, foi quantificado por meio do índice, aleatoriamente chamado de i_t , índice de tratamento, que representa:

$$i_t = \frac{NA}{NEO} \quad \text{Eq. 1}$$

i_t - Índice de tratamento
NA - Número de ETA's avaliadas
NEO - Número de ETAs existentes em operação

A caracterização físico-química do lodo foi realizada apenas na ETA Botafogo, responsável pela geração de 17% do volume de água distribuído na Região Metropolitana do Recife, abrangendo parte de Igarassu e os municípios de Abreu e Lima, Paulista, Olinda e as praias da Zona Norte (COMPESA, 2013). Essa estação tem como fonte de captação os mananciais Rios Catucá, Cumbe, Pilão, Arataca, Pitanga, Utinga e poços de Monjope. A Figura 1, mostra uma foto aérea da ETA Botafogo, a qual está localizada no município de Igarassu-PE, com georeferenciamento 7°51'44"S e 34°55'4"W, e uma visão dos floculadores, decantadores e filtros da ETA.

Figura 1. Fotos da ETA Botafogo.



Fonte: googlemaps (2014); autor.

A ETA é do tipo convencional, com capacidade de tratamento para 2,2m³/s e seus principais constituintes são: uma Calha Parshall; três floculadores mecanizados; três decantadores com módulos tubulares; seja filtros rápidos com leito de antracito/areia e um reservatório de 25.000 m³. Utiliza como coagulante o sulfato de alumínio líquido e o lodo gerado nos filtros e decantadores seguem para um tanque equalização, onde recebe a adição de polímeros e passam pelo processo de desidratação nos dispositivos tubulares de geotêxtil.

Para caracterização do lodo dessa estação foram realizadas 15 coletas, no ponto de descarga de fundo do decantador (Figura 2), no intervalo de 15 dias, no período de março a outubro de 2013.

Figura 2. Ponto de coleta do lodo.



Fonte: autor

As análises realizadas para caracterização do lodo foram: condutividade elétrica – (dS/cm), turbidez (uT), sólidos totais (mg/l), Sólidos Totais fixos (mg/l), sólidos totais voláteis, DQO (mg/L), Al(mg/l de Al), Ferro total (mg/l de Fe), Manganês (mg/l de Mn), Cobre (mg/l de Cu), Chumbo (mg/l de Pb) e Zinco (mg/l de Zn).

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório do Grupo de Processos e Tecnologias Ambientais (GPTA – DEQ/ UFPE), nos Laboratórios de Análises Ambientais do CRCN (Comissão Regional de Ciências Nucleares) e de Fertilidade do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A quantificação dos lodos gerados nos decantadores das ETA's convencionais do estado de Pernambuco foi estimada por meio de equações descritas por AWWA (1978), AFEE (1982), AFEE (1982), CETESB, Cornwell e Kawamura (1991). Essas equações foram escolhidas pelo fato de trabalharem com o parâmetro turbidez, obtidos no monitoramento diário da água bruta e tratada em todas as ETA's operadas pela COMPESA, no período de janeiro a dezembro do ano de 2013.

O tratamento estatístico dos dados apresentados nos seis modelos foi a estatística descritiva, com a verificação do intervalo de confiança. Foi adotado para o valor de α , 1% de erro.

A pesquisa contou com o apoio de um Sistema de Informações Geográficas-SIG estruturado com informações relevantes e primordiais para o desenvolvimento do trabalho. As coordenadas geográficas das ETAs foram obtidas de relatórios técnicos da COMPESA, da ARPE e através do *Google Earth* e, juntamente com as respectivas características (tipo, nome, município, origem e disposição do resíduo, média anual de turbidez, média anual de cor, dosagem de coagulante, vazão, carga de resíduo), foram organizadas em planilhas eletrônicas e posteriormente adicionadas ao SIG.

RESULTADOS

Tecnologias de tratamento de água que produzem resíduos

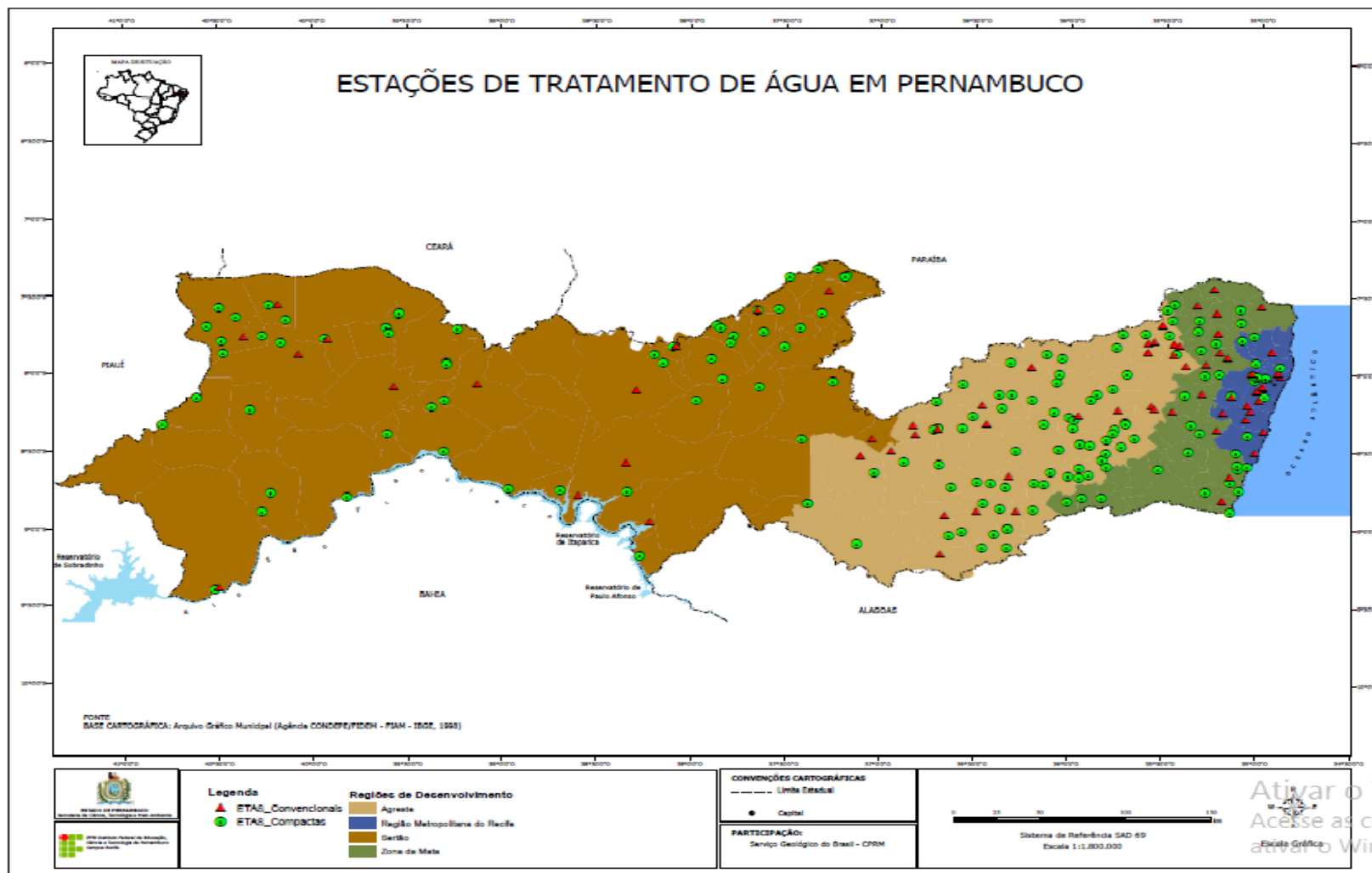
De acordo com o estudo realizado, existem em Pernambuco 239 estações, sendo 68 ETA's convencionais, que geram resíduos nos decantadores e filtros, 171 ETA's não convencionais. Dessas, 170 são do tipo compacta que geram resíduos apenas durante as lavagens dos filtros e 01 sistema de dessalinização, utiliza como fonte água do mar e os resíduos gerados tem como destino o oceano. Existem ainda, as ETA's que tratam água de fonte subterrânea, utilizando apenas a desinfecção, nessas não há geração de resíduo. A Tabela 1. mostra a distribuição das ETA's por região de desenvolvimento no estado de Pernambuco.

Tabela 1. Número de ETA's em operação no estado de Pernambuco.

Região de desenvolvimento	Estações de Tratamento	
	Convencional	Não Convencional
RMR	15	12
Zona da Mata	13	26
Agreste	25	73
Sertão	15	58
Fernando de Noronha	-	2
Total	68	171

A Figura 3 representa o mapa do estado de Pernambuco com localização das ETA's existentes e em operação, mostrando que com a interiorização destacam-se as ETA's compactas. Essas têm como características tratar pequenas vazões e águas com turbidez relativamente baixas. Segundo Libânio (2005), a alternativa de utilização de um Sistema de Tratamento de Água Compacta com uso do filtro rápido ou de filtro lento é uma opção para tratar água com turbidez, de no máximo 100 UNT, onde não há grandes espaços para sua instalação e com menor custo de implantação, até 50% do custo de uma convencional.

Figura 3. Localização Regional das ETA's no Estado de Pernambuco.



Os tipos de ETAs em operação no Estado de Pernambuco esta descrito na tabela 2, que mostra o índice por tipo de tratamento adotado no estado.

Tabela 2. Tipos de tratamento, características e índice de adoção no estado de PE.

Tipo de Tratamento	Características	Índice (i_t) em Pernambuco (%)	Total
CC - Convencional	Abrangem os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção antes de ser distribuída.	28,5	28,5
FDA - Não Convencional (Compacta) – tipo Filtração Direta Ascendente .	Coagulação por adsorção-neutralização de cargas e filtração de fluxo ascendente.	17,2%	71,0
FDD - Não Convencional (Compacta) – tipo Filtração Direta Descendente .	Coagulação por adsorção-neutralização de cargas e filtração de fluxo descendente	21,7%	
DF - Não Convencional (Compacta) – tipo Dupla Filtração .	Coagulação por adsorção-neutralização de cargas e dupla filtração, um de fluxo ascendente e outro de fluxo descendente.	32,1%	
SM - Não Convencional (Compacta) – tipo Separação por Membrana *(MF, UF, NF, OR, D, ED e PV).	Processo físico-químico de retirada de sais da água por meio de membranas osmóticas sintéticas.	0,5%	0,5

Fonte: adaptado pelo autor

Legenda: * MF – microfiltração; UF – Ultrafiltração; NF – Nanofiltração; OR – Osmose reversa; D –Diálise; ED – Eletrodialise e PV- Pervaporação.

Características Qualitativas dos resíduos de ETA

O lodo formado nos decantadores das ETA's tem a mesma composição química dos sedimentos carreados pelas águas dos mananciais de captação acrescido dos cátions utilizados no processo de floculação. No caso das estações do Estado de Pernambuco encontramos o alumínio em grande quantidade, devido ao uso do sulfato de alumínio como coagulante. A Tabela 3 mostra os resultados da caracterização realizada por Tavares (2003) e Araújo (2006) em 07 ETA's, sendo 5 convencionais, localizadas na Região Metropolitana do Recife, e 2 Compactas, localizadas Zona da Mata de Pernambuco.

Tabela 3. Caracterização do Lodo de sistemas Convencionais e Compactos.

Parâmetros	ETAs Convencionais					ETAs Compactas	
	AC*	B*	G*	S*	T*	RF**	Td**
	D	D	D	D	D	F	F
Q (l/s)	1.100,00	1.600,00	1.600,00	7800,00	4200,00	36,00	44,40
Turbidez AB	100,00	120,00	240,00	80,00	200,00	42,00	25,00
DQO(mg/l)	12.039,50	11.626,60	48.940,70	51.109,1	49.128,10	138,00	403,30
Sólidos Totais(mg/l)	77.166,90	31.932,10	20.1845,00	52.690,30	38.265,60	410,50	361,50
Sólidos Fixos(mg/l)	61.141,50	24.367,20	165.819,00	42.207,40	24.084,30	297,00	248,50
Sólidos Voláteis(mg/l)	16.025,40	8.204,1	37.904,6	10.482,80	14.181,30	112,50	101,50
Al (mg/l)	1.237,00	1.706,20	1.582,00	1.124,7	2.404,60	24,60	18,10
Fe (mg/l)	1.397,90	530,80	104,10	491,70	247,80	25,10	21,20

Legenda: AC - Sistema Alto do Céu; B - Sistema Botafogo; G – Sistema Gurjaú; S – Sistema Suape; T- Sistema Tapacurá; RF – Sistema Rio Formoso; Td – Sistema Tamandaré.

* - dados de Tavares (2003);

** - dados de Araújo (2006).

As características do lodo, que variam em função da vazão e da turbidez da água bruta, que representa a matéria em suspensão e coloidal da água. A concentração de Al presente no lodo varia em função da dosagem do coagulante, que por sua vez segue a proporcionalidade das vazões e turbidez da água bruta.

A caracterização do lodo da ETA Botafogo, no presente trabalho, está descrita na Tabela 4 mostra uma relação significativa entre os resultados da condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis, devido à presença de íons de sais. Relação que se confirma pela elevada concentração de Al, Fe e Mn, oriundos do coagulante usado, sulfato de alumínio, e da própria característica da água bruta, onde todos os metais presente no lodo tiveram sua origem.

Tabela 4. Caracterização do lodo do decantador da ETA Botafogo.

PARÂMETROS	ETA Botafogo		Coagulante
	Água bruta	Lodo	Sulfato de alumínio
CE (µS/cm)	81,25	155,07	-
Turbidez (uT)	68,0	5332,65	-
DQO (mg/L)	167,51	15120,2	-
Teor de Umidade (%)	-	96,7	-
ST (mg/L)	119,2	10699,53	-
STF (mg/L)	85,93	5733,68	-
STV (mg/L)	33,3	4965,87	-
Cu (mg/L)	0,01	0,2	-
Fe (mg/L)	1,38	749,4	2-2,5% (Fe ₂ O ₃)
Mn (mg/L)	0,38	9,66	-
Zn (mg/L)	0,11	0,92	-
Pb(mg/L)	0,012	0,2	-
Al (mg/L)	0,87	733,08	50%(Al ₂ (SO ₄) ₃)

Uma característica que impõe a necessidade de desidratação do lodo de ETA's, antes de dispô-lo adequadamente ou reutiliza-lo, é o elevado teor de umidade. O lodo gerado no decantador possui a maior parcela de sólido e menor teor de umidade, quando comparado com parte retida nos filtros. O lodo da ETA Botafogo possui 96,7% de umidade, mostrado na tabela supracitada, confirmando os resultados de Tavares (2003), quando o autor monitorou seis ETA's da Região Metropolitana do Recife, inclusive a ETA Botafogo. Machado *et al*, (2002) no seu estudo de caracterização do lodo do decantador da ETA Bolonha em Belém-PA, verificou que dos resíduos gerados, 85% eram de água e 15% de resíduo sólido.

Características Quantitativas dos resíduos de ETA

A quantidade de lodo que é produzida depende do tipo de captação existente, do processo de tratamento de água utilizado, da qualidade da água bruta, dos tipos de coagulantes utilizados, da sazonalidade, da dureza e da qualidade final desejada. Em Pernambuco 68 ETA's geram resíduos nos decantadores e filtros, 170 apenas durante as lavagens dos filtros.

A quantificação do lodo gerado, em grama de lodo/m³ de água tratada, nos decantadores das ETA's convencionais foi realizada utilizando os modelos empíricos segundo AWWA (1978) - Eq.02, WCR/AFEE(1982) - Eq.03, AFEE (1983) - Eq.04, CETESB (1987) - Eq.05, CORNWELL (1991) - Eq.06 e KAWAMURA (1991) - Eq.07 apresentaram os valores de média, desvio padrão, variância e coeficiente de variação conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5. Estatística descritiva de seis variáveis.

Variáveis	Eq.02	Eq.03	Eq.04	Eq.05	Eq.06	Eq.07
M	133,56	500,14	34,49	392,74	410,17	393,57
m	3,54	9,00	5,35	4,98	6,13	5,03
x	44,52	121,34	84,83	92,23	101,47	92,67
dp	29,39	99,09	95,90	84,58	88,88	84,76
V.	863,53	9.818,55	5.760,90	7.153,95	7.999,74	7.183,58
C. V.	0,66	0,82	0,89	0,92	0,88	0,91
I.C. (95%)	37,54 -51,54	97,79 -144,90	97,79 -144,90	72,13 - 112,34	80,34 - 122,59	72,53 - 112,82

Eq.02 – $P = 3.5 * T^{0.66}$; Eq.03 – $P = 1.2 * T + 0.07 * C + D + A$; Eq.04 – $P = 1.2 * T + 0.07 * C + 0.17 * D + A$; Eq.05 – $P = 0.23 * D + 1.5 * T$; Eq.06 – $P = 0.44 * D + 1.5 * T + A$; Eq.07 – $P = (D * Fe1) + (T * Fe2)$

O coeficiente de variação da Tabela 5 mostra que os resultados de todas as equações são homogêneos. A equação 02, apresentou o menor coeficiente de variação logo é o modelo em que os resultados apresentaram um menor grau de dispersão, se mostrando eficiente para baixa produção de lodo. No entanto, o modelo é falho por não considerar a remoção da cor e a dosagem de coagulante.

$$P = 3.5 * T^{0.66} \quad (\text{Eq. 02})$$

Entre os modelos representados pelas equações 03 e 04, que avaliam a produção de lodo em função do coagulante usado, remoção da turbidez e cor da água bruta, o modelo da equação 03 detectou maior produção de lodo por ser mais sensível a dosagem de polímero.

$$P = 1.2 * T + 0.07 * C + D + A \quad (\text{Eq.03})$$

$$P = 1.2 * T + 0.07 * C + 0.17 * D + A \quad (\text{Eq.04})$$

Os modelos representados pelas equações 05, 06 e 07 avaliam a produção de lodo em função da dosagem de coagulante e remoção de turbidez da água bruta. O modelo da equação 06 de turbidez e dosagem de polímero e apresentou grau de dispersão semelhante aos modelos 04 e 06.

$$P = 0.23 * D + 1.5 * T \quad (\text{Eq.05})$$

$$P = 0.44 * D + 1.5 * T + A \quad (\text{Eq.06})$$

$$P = (D * Fe1) + (T * Fe2) \quad (\text{Eq.07})$$

Considerando que as águas naturais, oriundos de mananciais superficiais tratadas nas ETA's de Pernambuco apresentam em média cor com valores superior a 100 uC, principalmente devido a presença de Fe e Mn, neste trabalho a produção de lodo foi estimada pelo modelo exposto por Water Research Center – WCR (1979, modificado por AFEE (1982).

Diante do estudo realizado em Pernambuco 68 estações geram em seus decantadores 358,00 ton /dia de lodos, que considerando uma média de 90% de umidade são de fato 322 m³/dia de água e 27ton/dia de resíduo sólido, descartados nos corpos hídricos e no solo do estado. Quando comparamos esse volume com a produção diária do sistema Pirapama e Tapacurá, que produzem em torno de 400.000 e 300.000 m³/d, respectivamente, esse volume corresponde a menos de 1% da produção. No entanto, o sistema Solidão, localizado no Sertão de Pernambuco, tem produção diária em torno de 50% do volume descartado. A Tabela 6 mostra a produção de lodo em ETA's convencionais por região de desenvolvimento (RD) do Estado. Onde é possível observar que a maior carga de lodo concentra-se na RMR.

Tabela 6. Produção de Lodo em decantadores.

RD	Nº. de ETA's convencionais	Produção de Lodo t/dia
RMR	15	307,56
Zona da Mata	13	5,88
Agreste	25	29,06
Sertão	15	15,35
Total	68	358,00

Disposição final

A prática de descarte do lodo de ETA no meio ambiente, seja no corpo hídrico ou no solo, precisa ser modificada, em função da poluição que acarreta ao destino final e do desperdício de água que são descartados junto com a menor parcela, o resíduo sólido, em tempos de escassez hídrica.

Aterros sanitários, aterros exclusivos, gerenciamento em conjunto com o lodo de estações de tratamento de esgoto, co-disposição com biossólido, aplicação controlada no solo destinado a recuperação de áreas degradadas e por fim o reuso em diversas indústrias, com destaque no ramo da construção civil são viabilidades vastamente exploradas na literatura. A Tabela 6 mostra o número de ETA's que descartam seus resíduos no corpo hídrico e no solo, como também o número de estação que tem algum tipo de tratamento de deságue dos lodos dos decantadores e filtros.

Tabela 6. Disposição final dos resíduos de ETA's no Estado de Pernambuco.

ETA's	Descarte no Corpo Hídrico	Descarte no Solo	Processo de Deságue
Convencionais	48	15	5
Não Convencionais	133	34	4
Total	181	49	9

As ETA's que possuem tratamento de deságue, sendo do tipo filtro prensa (01 ETA), lagoa de decantação (06) e dispositivos tubulares de geotêxtil (bags) (02), recirculam a água separada. Porém, os resíduos sólidos continuam sem o destino adequado. Com exceção as duas estações que usam bags como forma de deságue, as demais dispõem o resíduo sólido no terreno próximo a estação. As ETA's Gurjaú e Botafogo, ambas localizadas na RMR, ainda retém seus lodos nos bags.

Segundo Reis (2006), o lançamento do lodo diretamente em corpos hídricos leva ao aumento da concentração de alguns elementos, como Al, Ca, Fe, K, Mn, Mg e Na, incorporados ao lodo pela ocorrência natural na água bruta e pela presença nos produtos químicos incorporados durante o tratamento. Outro ponto levantado por Reis (2006) foi quanto às alterações no sedimento, segundo o autor a maioria dos elementos encontrado no sedimento são de origem natural, exceto o Al que foi encontrado em concentrações elevadas no sedimento coletado em pontos a jusante do ponto de lançamento da ETA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível observar a importância ambiental para a caracterização qualitativa e quantitativa dos lodos de ETA. A necessidade do devido tratamento de deságue do lodo, objetivando o reuso do considerável volume de água e o destino final de uma menor quantidade de resíduo sólido.

A identificação do posicionamento das ETA's no estado mostrou que a maior concentração de ETA's encontra-se no agreste, porém em contrapartida predominam as do tipo compactas, que tratam menor volume de água e com turbidez relativamente baixa, logo geram menor carga de lodo. As ETA's convencionais de grande porte encontram-se na RMR, onde concentra a maior carga de lodo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON C.L.; BARROSO M.M.; CORDEIRO J.S. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Eng. Sanit Ambient. v.18 n.2. pag. 115-122. abr/jun 2013.
2. AWWA-AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION . **Control de Calidad y Tratamiento de Agua**. Madrid, 1975.
3. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas**. Brasília, DF, 2005. p. 33.
4. CORDEIRO, J.S. **Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs**. In: REALI, M.A.P., coord. **Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
5. CORNWELL, D. A. **Water treatment residuals engineering**. Denver: AWWA Research Foundation and American Water Works Association, 2006.
6. DI BERNARDO, L. ; SABOGAL PAZ. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. São Carlos: LDiBe, 2008.
7. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos: Rima, 2005.
8. DOS REIS, E. L. T.; COTRIM, M E. B.; RODRIGUE, C.; PIRES, M. A. F., BELTRAME FILHO, O.; ROCHA, S. M.; Cutolo, S. A. **Identificação da influência do descarte de lodo de estações de tratamento de água**. Quim. Nova, Vol. 30, No. 4, 865-872, 2007.
9. HOPPEN, C.; PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; TRINDADE, E. M. **Uso de lodo de estação de tratamento de água centrifugado em matriz de concreto de cimento Portland para reduzir o impacto ambiental**. Revista Química Nova, v. 29, n. 1, p. 79-84, 2006.
10. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010.
11. KATAYAMA, V. T. **Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. São Paulo, 2012. 139 p.
12. MATTOS, M. R. U. e GIRARD, L. **Caracterização físico-química e ensaios de adensamento em coluna do lodo produzido em uma Estação de Tratamento de Água de grande porte**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 28 – junho de 2013 34 ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478. 2013.
13. SOTERO-SANTOS, Rosana B. et al. **Toxicity of ferric chloride sludge to aquatic organisms**. Chemosphere. Elsevier, v. 68, p. 628-636, 2007.
14. TAVARES, R. G. **Problemas operacionais da indústria da água: consumo excessivo de cloro na linha**

tronco de distribuição do sistema Gurjaú e lodos gerados pelas 6 maiores estações de tratamento de água da Região Metropolitana do Recife. 2003. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003