



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CÂNDIDA BEATRIZ SANTOS BATISTA

**PANORAMA DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO  
BÁSICO NO BRASIL**

NATAL – RN  
2018

CÂNDIDA BEATRIZ SANTOS BATISTA

**PANORAMA DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO  
BÁSICO NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
grau de Engenheira Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Débora Machado de  
Oliveira Medina  
Coorientador: Dr. Djalma Mariz Medeiros

NATAL – RN  
2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Batista, Cândida Beatriz Santos.

Panorama dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil / Cândida Beatriz Santos Batista. - 2018.  
39f.: il.

Monografia (Graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Graduação em Engenharia Ambiental, Natal, 2018.

Orientadora: Débora Machado de Oliveira Medina.

Coorientador: Djalma Mariz Medeiros.

1. Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico - Monografia. 2. Gestão - Monografia. 3. Planos Estaduais de Resíduos Sólidos - Monografia. 4. Aproveitamento energético - Monografia. I. Medina, Débora Machado de Oliveira. II. Medeiros, Djalma Mariz. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 502/504

**CÂNDIDA BEATRIZ SANTOS BATISTA**

**PANORAMA DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO  
BÁSICO NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 06/12/2018 como requisito para  
obtenção do título de Engenheira Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade  
Federal do Rio Grande do Norte.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Débora Machado de Oliveira Medina – UFRN  
(Orientadora)

---

Dr. Djalma Mariz Medeiros – INCIBRA  
(Coorientador)

---

Ma. Larissa Caroline Saraiva Ferreira – UFRN  
(Examinadora Interna)

---

Me. Daniel Dantas Viana Medeiros – CAERN  
(Examinador Externo)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me dado o dom da vida, e a minha mãe, Lêda, que sempre me incentivou e dedicou sua vida para a realização dos meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela minha vida, pela força e fé que nunca me deixaram desistir dos meus objetivos nessa longa jornada, principalmente no ano em que morei sozinha, porque sempre me fortalecia sentir que existia um propósito por trás de cada obstáculo.

Aos meus pais Lêda e Aauto, obrigada pela minha vida e pelo empenho e dedicação em minha educação, nos valores ensinados. Cada conquista minha é mérito de vocês.

A minha tia Aparecida, por ser uma segunda mãe e sempre ter me acompanhado e apoiado. Aos meus familiares, em especial a Lúcio, Rômulo, Juliana e Andrielly, pelos conselhos e por toda a torcida nesse caminho.

Aos meus amigos, que compartilharam comigo a trajetória da graduação, seja nos intensivos na sala de estudos ou aqueles que compreendiam a minha ausência em momentos comemorativos. Em especial, agradeço a Andreza, pela amizade que se converteu em irmandade, e Ana Beatriz obrigada por todos os conselhos, até mesmo os mais duros.

Ao meu namorado Francemberg, pelo carinho, compreensão e muita paciência, passamos por muitos obstáculos juntos, você sempre foi a razão que me mantia firme e me dava forças para continuar e conseguir todos os meus objetivos.

A empresa Incibra por me dar a oportunidade de crescimento profissional e a todos os meus colegas de trabalho, pelos ensinamentos e bons momentos compartilhados. Em especial a Maynara, pela paciência e dedicação, para mim é uma inspiração como pessoa e profissional.

À minha orientadora Débora e o meu coorientador Djalma, por aceitarem o meu convite e acreditarem em meu trabalho. Por todos os ensinamentos, paciência, disponibilidade e dedicação.

Aos avaliadores do trabalho, Larissa e Daniel, obrigada pelas contribuições e por terem aceitado o convite.

A todos os meus colegas e professores da graduação, que dividiram comigo o cotidiano das salas de aula, obrigada por todos os conselhos e conhecimentos. Às funcionárias da coordenação da Engenharia Ambiental, por todo o suporte e carinho no dia a dia.

Aos amigos do intercâmbio, que vivenciaram comigo a oportunidade de deixar minha realidade e viver um sonho castelhano, principalmente a Bianca que dividiu comigo todas as angústias e alegrias vividas.

*Que os nossos esforços desafiem as  
impossibilidades. Lembrai-vos que as grandes  
proezas da história foram conquistas daquilo  
que parecia impossível.*  
**(Charles Chaplin)**

## RESUMO

Com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que criou diretrizes e instrumentos para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, foram definidos os Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico (RSB). A expansão do setor do saneamento estimulou o crescimento das principais atividades geradoras desses resíduos, constituídas principalmente pelos prestadores de serviços que atuam nos setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Tais resíduos podem ser potencialmente poluidores se não geridos de forma adequada, causando a degradação do meio ambiente e afetando a saúde dos seres vivos. A avaliação da situação atual da gestão desses resíduos no Brasil foi desenvolvida por meio de pesquisa documental e bibliográfica nas principais bases de informações junto aos órgãos com atuação no tema e em publicações técnicas o levantamento dos dados referente aos RSB. Após a organização das informações foi possível verificar a carência de dados consolidados nos principais sistemas nacionais sobre essa tipologia, revelando os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos como a principal fonte de dados sobre os RSB. Isso indica a falta de controle das variáveis e de planejamento no âmbito público, resultando em políticas públicas deficitárias e em falhas nos sistemas de gestão. Apesar dos déficits de dados, foram identificadas iniciativas pontuais no país com relação a utilização dos RSB em processos produtivos, como a compostagem e o aproveitamento energético.

Palavras-chave: Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico. Gestão. Planos Estaduais de Resíduos Sólidos. Aproveitamento energético.



## **ABSTRACT**

With the publication of the National Solid Waste Policy, which created guidelines and instruments for the management of solid waste, the waste from the Public sanitation Services (RSB) was defined. The expansion of the sanitation sector stimulated the growth of the main activities that generate these residues, mainly constituted by service providers working in the water supply and sanitary sewage sectors. Such residues can potentially be polluters if not adequately managed, causing environmental degradation and affecting the health of living beings. The evaluation of the current situation of the management of these residues in Brazil was developed through documental and bibliographic research in the main information bases with the organs acting on the topic and in technical publications the survey of the data Related to the RSB. After the organization of the information it was possible to verify the lack of consolidated data in the main national systems on this typology, revealing the state plans of solid waste as the main source of data on the RSB. This indicates the lack of control of variables and planning in the public sphere, resulting in deficient public policies and failures in management systems. Despite data deficits, specific initiatives were identified in the country regarding the use of RSB in productive processes, such as composting and energy utilization.

**Keywords:** Waste from Public Services of Basic Sanitation. Management. State Plans of Solid Waste. Harnessing Energy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da situação atual de elaboração dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos e do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e da presença dos RSB nos planos .....	19
Figura 3 – Volume de água tratada em ETAs no Brasil .....	29
Figura 4 – Volume de esgotos tratado no Brasil .....	29

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Geração e metodologia de quantificação dos RSB nos PERS .....	21
Quadro 2 – Tratamento e Disposição final dos RSB nos PERS.....	25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Natureza jurídica dos prestadores de serviços dos municípios declarantes ao SNIS - AE (2016) .....	28
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras dos Recursos Ambientais
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
COSAMA	Companhia de Saneamento do Amazonas
CTF	Cadastro Técnico Federal
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgotos
DMLU	Departamento Municipal de Limpeza Urbana
EPBL	Estação de Processamento de Biogás e Lodo
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCIBRA	Inovação Civil Brasileira
LDNSB	Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico
MCIDADES	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PDGIRS	Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PERS	Planos Estaduais de Resíduos Sólidos
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROBIOGÁS	Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
RSB	Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SINESP	Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos
SINFAT	Sistema de Informações Ambientais
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIS - AE	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Água e Esgoto
UASB	<i>Up flow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UGL	Unidade de Gerenciamento de Lodo
VERUS	Projeto de Valorização Energética de Resíduos Urbanos e Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Resíduos de dragagem .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Resíduos provenientes de ETA e ETE.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Iniciativas da destinação de RSB no Brasil.....</b>	<b>30</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, com a publicação da Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), instituída pela Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), considerada o marco regulatório do saneamento básico no país, foram estabelecidos instrumentos de gestão para o desenvolvimento do setor de saneamento e ao alcance dos princípios trazidos na lei. Entre seus instrumentos, está o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), documento que estabelece metas de universalização dos serviços em seus quatro eixos: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais.

No tocante aos resíduos sólidos, com a entrada em vigor da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), são estabelecidos diretrizes e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Entre as tipologias de resíduos sólidos definidas na lei, estão os Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico (RSB), que são aqueles constituídos pelos resíduos gerados no conjunto de serviços de infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem (exceto os resíduos de limpeza urbana já incluídos nos Resíduos Sólidos Urbanos), os quais constituem principalmente de lodos dos decantadores das Estações de Tratamento de Água (ETA), dos sólidos grosseiros retidos nas grades, sólidos sedimentáveis removidos nos desarenadores e lodos dos decantadores em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), além dos resíduos de dragagem de corpos d'água.

O Plansab estimulou o crescimento das principais atividades geradoras dos RSB com a expansão do saneamento básico no país, constituídas principalmente pelos prestadores de serviços que atuam nos setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios brasileiros, sendo imprescindível o conhecimento da gestão dos resíduos oriundos dessas atividades.

Para uma gestão e gerenciamento adequado dos resíduos foi instituído pela PNRS instrumentos como os Planos de Resíduos Sólidos (PRS), com destaque para os planos desenvolvidos na esfera estadual, os PERS, que devem ser elaborados por todos os Estados e servem de subsídio na gestão dos resíduos sólidos, na elaboração de políticas públicas e no acesso de recursos da União para o setor, e o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGIRS) no âmbito do Distrito Federal. Os PERS devem incluir o conteúdo mínimo estabelecido pela PNRS em seu art. 17, cujo inciso I estabelece que os diagnósticos devem apresentar os principais fluxos de resíduos, abrangendo também os RSB.



Os RSB são gerados em grandes quantidades e representam elevado custo para as ETA e ETE, o que corresponde entre 20% e 60% do custo operacional do gerenciamento desse resíduo nas estações (VON SPERLING et al., 2014).

Os resíduos provenientes das estações possuem uma composição que varia de acordo com a característica da localidade e são constituídos por substâncias que podem ser aproveitadas na cadeia produtiva como matéria prima, porém detém outros elementos que podem representar perigo se não tratados e dispostos adequadamente, como metais pesados e patógenos, tornando-se fundamental seu manejo adequado para evitar que se formem passivos ambientais.

Dessa forma, entender sobre a gestão desses resíduos é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas que atendam ao disposto na LDNSB e ao mesmo tempo as diretrizes da PNRS, que determina em seu gerenciamento a recuperação e o aproveitamento energético como formas de destinação final ambientalmente adequadas, além de incentivar o uso de sistemas de gestão que reaproveitem os resíduos, sendo primordial para que haja o estímulo às atividades ligadas ao aproveitamento da biomassa, representando um setor promissor para a economia brasileira.

Por conseguinte, o trabalho teve como objetivo avaliar a situação atual dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil, abordando algumas iniciativas de projetos relacionadas ao setor, ressaltando as ligadas ao aproveitamento energético, e quais são as maiores dificuldades e lacunas na gestão dos RSB.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento das atividades deste trabalho foi realizado primeiramente um levantamento das legislações específicas, dos principais bancos de dados e de publicações sobre o tema. Foram utilizadas também informações contidas no banco de dados mantido pela empresa Incibra - Inovação Civil Brasileira, empresa de consultoria independente, responsável pela “*Elaboração dos Documentos Técnicos que visaram Subsidiar o Processo de Revisão do Plano Nacional de Resíduos Sólidos*”, documentos estes construídos com base em dados secundários oriundos de bases do governo federal e de entidades do setor.

As informações foram estruturadas por meio de pesquisa bibliográfica e documental, recolhendo dados junto aos órgãos com atuação no tema, tais como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério das Cidades (MCidades), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e consultando os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS), o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGRIS), dentre outras fontes.

Por meio do site do MMA e das secretarias de cada estado responsável pela elaboração do plano, foi realizado o *download* dos PERS disponíveis, cujas informações existentes sobre os RSB foram organizadas por geração, metodologia de quantificação, tratamento e disposição final; além de outras iniciativas que mereceram destaque em cada plano, e analisadas em seu conjunto para a elaboração do panorama sobre a sua gestão. Os estados da Paraíba e do Mato Grosso do Sul possuem apenas versões preliminares do PERS, e o Rio Grande do Norte possui o Produto 2 do PERS, que consiste no Panorama dos resíduos sólidos no estado do Rio Grande do Norte; todos foram sintetizados para a avaliação da situação atual dessa tipologia. Outro ente federado analisado foi o Distrito Federal por meio do PDGIRS, obtido no site da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos do Distrito Federal.

O MCidades é o responsável pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que constitui a principal base de dados que disponibiliza informações referentes ao saneamento básico no Brasil. Foram consultados os glossários das informações e dos indicadores sobre os serviços de água e esgoto e de resíduos sólidos presentes no sistema, buscando as variáveis de interesse para os RSB. Por meio da série história do SNIS, no que se refere aos componentes água e esgoto, foram selecionados nos indicadores agregados as variáveis AG007 - Volume de água tratada em ETAs (1.000 m<sup>3</sup>/ano) e ES006 - Volume de esgotos tratado (1.000 m<sup>3</sup>/ano) de 2010 a 2016 para a construção do aumento da demanda de água e esgoto tratado, e somente para o ano de 2016 foram contabilizadas as naturezas jurídicas

dos prestadores de serviços dos 1.641 municípios declarantes.

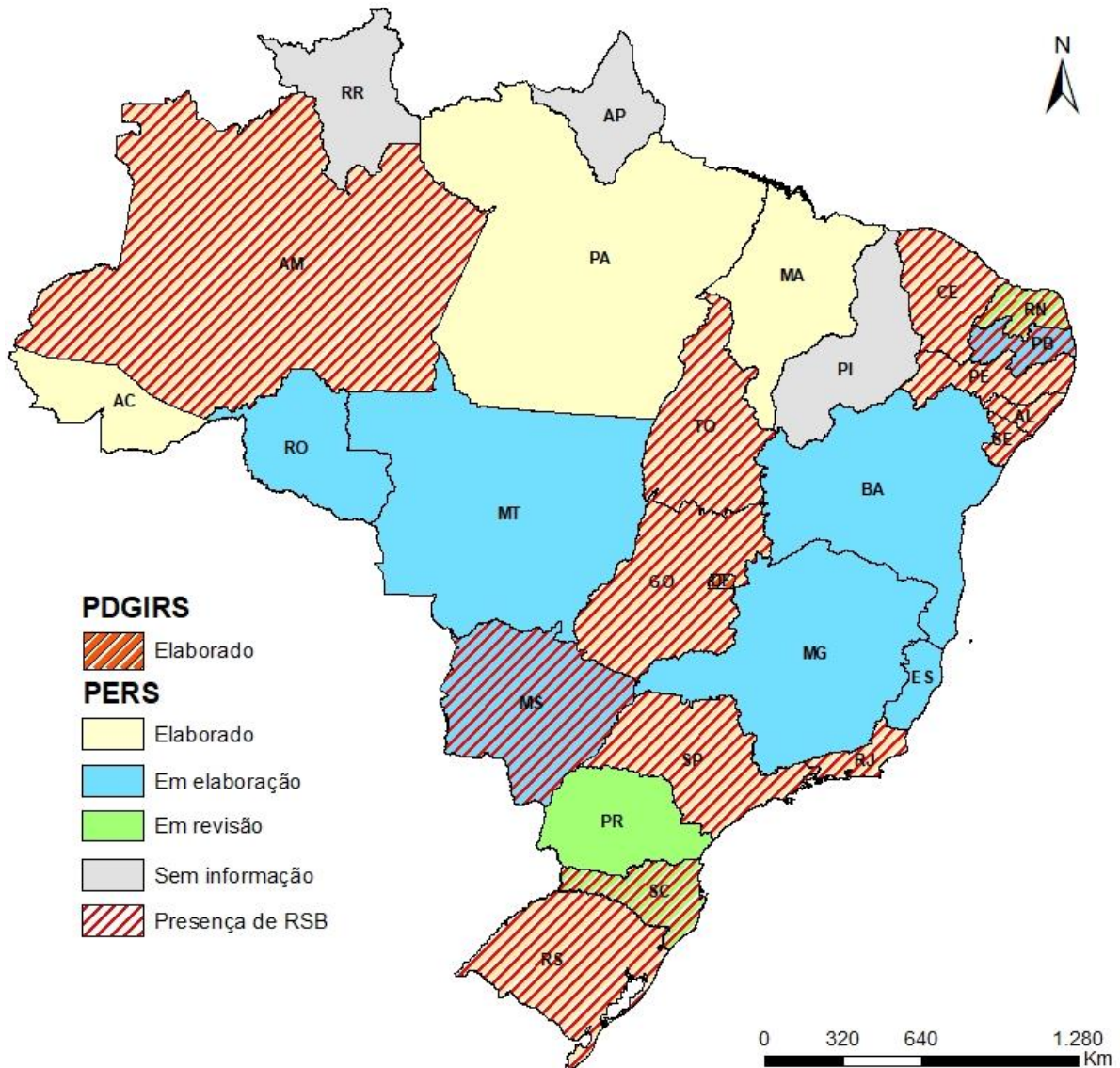
Através do site do Ibama, que administra o Cadastro Técnico Federal das Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras dos Recursos Ambientais (CTF/APP), foi consultada a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos e selecionadas as informações referentes ao RSB no banco de dados da empresa referente ao CTF, classificadas na Categoria 17 – Serviços de Utilidade, a atividade de Dragagem e derrocamentos em corpos d'água (17-5). O tipo de resíduos cadastrados nessa atividade foi levantado de acordo com a Lista do Ibama com o código 17 05 06 – Lodos de dragagem não abrangidas em 17 05 05 (Lodos de dragagem contendo substâncias perigosas); embora encontrem-se outros resíduos relacionados com os RSB na Lista do Ibama, estes não apresentam informações que possibilitem um panorama no CTF. Foram levantados os principais quantitativos de geração e destinação dessa atividade.

Além das bases de dados, foram consultadas publicações referentes as iniciativas de aproveitamento energético e compostagem no país, e sobre os principais impactos ambientais relacionados ao RSB.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se com base nos PERS e no PDGIRS que no território brasileiro 69% dos estados possuem seus planos elaborados (Figura 1) e 14 abordam sobre a tipologia dos RSB, o que corresponde a 54% dos estados do país.

**Figura 1 – Mapa da situação atual de elaboração dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos e do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e da presença dos RSB nos planos**



Fonte: PERS e BRASÍLIA (2018).

#### 3.1. Resíduos de dragagem

Os resíduos de macrodrenagem estão classificados no CTF/APP na Categoria 17 – Serviços de Utilidade, sendo, portanto, a única base que contém informações dos resíduos de drenagem que compõem os RSB. Nessa categoria somente quatro empresas declarantes

estavam ativas no ano de 2016, e apenas o Estado de Minas Gerais declarou quantitativo dos resíduos de macrodrenagem destinados, com 5.000 t/ano, apresentando, assim, uma baixa representatividade dos entes federados, não permitindo que se possa desenvolver um diagnóstico nacional com os dados declarados, dificultando a quantificação dessa tipologia.

Com relação aos PERS, a maioria não dispõe de nenhum dado sobre gestão e gerenciamento dos resíduos de drenagem, somente dois estados contêm informações sobre a geração e/ou disposição final. No PERS/SC (2017), através do Sistema de Informações Ambientais (SINFAT) da Fundação do Meio Ambiente (FATMA), no ano de 2017, estavam disponíveis dados sobre o volume autorizado pelas licenças ambientais a ser dragado por município, totalizando 77.799,04 m<sup>3</sup>, os quais são dispostos em áreas de bota-fora ou nas margens dos corpos hídricos. O PERS/RS (2014) apresentou informações apenas sobre a disposição final, sendo o aterro como principal forma de destinação no estado, conforme a classificação do lodo.

### **3.2. Resíduos provenientes de ETA e ETE**

A respeito do CTF, a Instrução Normativa nº 06/2013 do Ibama em seu Anexo I que regulamenta o CTF, estabelece que as ETA, ETE, os emissários e interceptadores não são obrigados a declarar informações anuais ao CTF. Com relação ao tratamento e a disposição final dos RSB não há uma solução definida, devendo-se analisar cada caso, bem como não há um controle eficiente e adequado do tratamento e a disposição final.

No que corresponde as informações sobre a geração em ETA e ETE nos PRS, oito estados e o Distrito Federal quantificam seus resíduos, e referente a metodologia para a quantificação não há uma padronização, sendo adotados diferentes referenciais teóricos, fórmulas empíricas ou dados de companhias e autarquias que fazem este controle (Quadro 1).

Quadro 1 - Geração e metodologia de quantificação dos RSB nos PERS

MACRORREGIÃO	UF	ANO	GERAÇÃO		METODOLOGIA DE GERAÇÃO	
			ETA	ETE	ETA	ETE
Norte	AM	2017	Cosama - 7 t/mês (base não informada)	Manaus Ambiental - 160 m <sup>3</sup> /ano (base não informada)	-	-
	TO	2017	30 m <sup>3</sup> /mês (base não informada)	69,5 t/mês (base não informada) para 6 municípios	Foi considerado que a geração de lodo atinge 0,83% do volume da água tratada nas ETA do Estado	-
Nordeste	AL	2016	-	-	-	-
	CE	2015	-	-	-	-
	PB	2014	-	-	-	-
	PE	2012	-	-	Na Região Metropolitana do Recife o lodo corresponde a 5,6% do volume tratado nas ETA's Alto do Céu, Botafogo, Caixa d'água, Gurjaú, Suape e Tapacurá. Sendo que 4% correspondem ao lodo gerado nos decantadores e 1,6% as águas de lavagem dos filtros.	-
	RN	2015	-	-	-	-
	SE	2014	126 t/dia (base seca)	6 t/dia de lodo nas lagoas e 3 t/dia nos reatores anaeróbios e aeróbios, 0,5 t/dia de material grosseiro e 3,5 t/dia de areia	A partir do 9.000 m <sup>3</sup> /dia gerados de lodo proveniente dos decantadores e filtros nas ETAs de ciclo completo no Estado com base em dados de Carvalho (2000) <sup>1</sup> , adotou-se a umidade média de lodos de	Para o lodo, não foi informado. Para materiais grosseiros e areia, foi construída base em dados da literatura e valores da vazão das ETES.

<sup>1</sup>CARVALHO, E. H. **Disposição de resíduos gerados nas estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto com decantação primária.** Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos/SP. 2000.

MACRORREGIÃO	UF	ANO	GERAÇÃO		METODOLOGIA DE GERAÇÃO	
			ETA	ETE	ETA	ETE
					ETAs da Região Metropolitana de São Paulo (Tsutiya; Hirata, 2001 <sup>2</sup> ), igual a 98,6%, o que resultou no lodo na base seca em 126 t/dia	
Sudeste	RJ	2013	139,55 t/dia (base não informada)	765,40 t/dia (base não informada)	Almeida <i>et al.</i> (2010) <sup>3</sup> produção de lodo per capita de 10 g/hab.dia	Sobrinho (2001) <sup>4</sup> produção de lodo centrifugado de 150 g/hab.dia
	SP	2014	152.039,82 t/ano (base seca)	150.834 t/ano (base seca)	Método da AWWA	Prestadores de serviços e outras fontes
Sul	RS	2014	41.150 t/ano (base seca)	65.746 t/ano (base seca)	Estimados a partir dos dados da Corsan e replicados para os demais municípios que não são atendidos pela companhia	Corsan (2014), Planos Municipais de Saneamento Básico (entre 2008 e 2014) e SNIS (2011) e consulta direta (2014)
	SC	2017	47.735 t/ano (base não informada)		Adotando a concentração de 0,03 kg/m <sup>3</sup> de lodo por metro cúbico de água tratada, conforme Reali (1999) <sup>5</sup> e SNIS.	Adoção de uma taxa por tipo de tratamento e SNIS.
Centro-Oeste	GO	2017	1.500 t/dia (lodo fresco)	133,62 t/dia	Metodologia proposta por Richter (2001) <sup>6</sup> e Carvalho (2000)	Monitoramento - Sistema de lagoas e valores de conversão para volume em massa de

<sup>2</sup>TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do Estado de São Paulo. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Paraíba, 2001. **Anais...** ABES: João Pessoa, 2001.

<sup>3</sup>ALMEIDA, A.P.; DE CARVALHO, K.Q.; PASSIG; F.H. Caracterização Quantitativa de Lodo Gerado na Estação de Tratamento de Água de Campo Mourão PR. In: **Revista Técnico Científica** do IF-SC V.1 N.1, 2010.

<sup>4</sup>ALEM SOBRINHO, P. **Tratamento de esgoto e produção de lodo**. In: *Biossólidos na agricultura*. São Paulo: SABESP, 2001. p. 7 – 40.

<sup>5</sup>REALI, M.A.P. (coordenador). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 250p. 1999.

<sup>6</sup>RICHTER, C. A. **Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. 2001.

MACRORREGIÃO	UF	ANO	GERAÇÃO		METODOLOGIA DE GERAÇÃO	
			ETA	ETE	ETA	ETE
						acordo com Pereira (2007) <sup>7</sup> e Von Sperling (2005) <sup>8</sup>
	MS	2017	-	-	-	-
	DF	2018	Caesb: 387 t/mês (base não informada)	Caesb: 136.002 t/ano (base não informada)	-	-

<sup>7</sup>PEREIRA, C. R. **Gerenciamento de resíduos sólidos gerados na estação de tratamento de esgoto de Anápolis, GO.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás (EEC/UFG). Goiânia, 2007.

<sup>8</sup>VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Vol. I, 3 Ed. ABES, Rio de Janeiro. 2005.



Cabe ressaltar que os dados apresentados sobre os RSB não correspondem ao que é gerado na totalidade dos municípios do Estado em muitos casos. Em alguns PERS a geração foi calculada apenas em função dos municípios atendidos pelas operadoras do sistema, ou foram estimados a partir dos dados da prestadora e replicado para os demais municípios, a exemplo Estado do Rio Grande do Sul. Isso dificulta a realização de uma avaliação concreta para comparar a realidade entre os estados, visto que não se tem informações a que população esses dados correspondem.

É necessário destacar que somente oito PERS explicitam qual a metodologia de cálculo da geração utilizada em ETA e seis para ETE, o que corrobora com os entraves para a realização de um panorama nacional, tendo em vista a ausência de controle dos prestadores de serviços.

Quanto as formas de tratamento dada aos resíduos de ETA, sete estados apresentam informações, cujas principais formas são o desaguamento, decantação e desidratação; e somente o Estado de Sergipe informa que não realiza nenhum tipo de tratamento para os seus lodos. No tocante aos resíduos oriundos das ETE, sete planos contêm dados sobre os tratamentos aplicados, com destaque aos processos de secagem, e apenas o Estado do Tocantins não realiza nenhum tratamento (Quadro 2).

Sobre a disposição final, 11 planos que abordam a tipologia elencam as formas de disposição dos resíduos das ETA, sendo os corpos hídricos e o aterro sanitário como a destinação mais comum (presente em 7 e 6 planos, respectivamente), e 12 planos mencionam para as ETE, sendo o aterro sanitário relatado em 10 planos, o que corresponde a 83% das formas mencionadas de destinação final para esses resíduos. Os lixões também são citados tanto na disposição dos resíduos de ETA como em ETE, e mesmo sendo proibidos por lei muitos municípios brasileiros ainda recorrem a este tipo de disposição, o que gera a degradação do meio ambiente e a contaminação dos recursos naturais, como o solo e a água.

Quanto ao PDGIRS (2018), há o diagnóstico dos RSB em relação a água e ao esgoto, tendo como principal fonte de dados a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), a qual informa que existe dez ETAs, mas apenas três dispõem de tratamento dos lodos gerados. Com base nos dados de geração de 2015 da Caesb e da população, foi projetado uma estimativa de geração de lodo da ETA e de ETE no Distrito Federal nos anos de 2017 a 2037, podendo atingir 6,4 mil toneladas no ano de 2037 para os lodos de ETA. No que se refere ao esgoto, três ETEs têm em sua concepção as lagoas de estabilização, as quais não realizaram o descarte desse lodo até o presente ano. A estimativa de geração de lodo de ETEs é de 190 mil toneladas no ano de 2037.

Quadro 2 – Tratamento e Disposição final dos RSB nos PERS

MACRORREGIÃO	UF	ANO	TRATAMENTO		DISPOSIÇÃO FINAL	
			ETA	ETE	ETA	ETE
Norte	AM	2017	-	-	Manaus Ambiental - descarte no Rio Negro; Cosama - Sem destino	Descarte na estação da empresa Presgel
	TO	2017	-	Sem tratamento	Permanecem nas ETAs	Aterro sanitário
Nordeste	AL	2016	Adensador e bags	Leitos de secagem	ETE Benedito Bentes: lagoa de acúmulo de lodos, Descarte em canal, Descarte no Rio Paraíba	ETE Benedito Bentes, Aterro Sanitário de Maceió, Lixões, ETE Messias
	CE	2015	-	-	Aterro sanitário	Aterro sanitário
	PB	2014	-	-	-	-
	PE	2012	-	-	Corpo d'água mais próximo	-
	RN	2015	-	-	Região Metropolitana de Natal: aterro sanitário de Ceará-Mirim Mossoró: aterro sanitário de Mossoró Demais regiões: solo e lixões	
	SE	2014	Não realiza tratamento.	Em algumas unidades o lodo é desidratado em leitos de secagem e desinfetado com cal.	Rios, terrenos	Os materiais do gradeamento são encaminhados junto com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município e levados ao lixão ou aterro sanitário. A Areia é destinada ao terreno da própria ETE, lixões, valas. O lodo já foi disposto em áreas verdes próximas as lagoas após adição de cal sem controle técnico, mas geralmente é mantido nas lagoas por um longo período.
Sudeste	RJ	2013	-	-	-	Aterro sanitário ou lixões

MACRORREGIÃO	UF	ANO	TRATAMENTO		DISPOSIÇÃO FINAL	
			ETA	ETE	ETA	ETE
	SP	2014	Tratados na própria estação, desaguamento	Leitos de secagem, centrifugas, compostagem, filtros-prensa e algumas outras sem tratamento	Encaminhados à ETE, aos aterros sanitários e aterros exclusivos; para estes, após o devido desaguamento.	Aterro sanitário e outras com disposição oceânica sem o tratamento prévio
Sul	RS	2014	Na maioria das ETA e ETE do Estado, o lodo gerado não recebe tratamento prévio à disposição final; quando existente, consiste no processo de desidratação, para a redução de volumes, dos custos de transporte e de disposição final. Compostagem		Rede coletora de esgoto, corpos hídricos, armazenamento (por tempo indeterminado) na própria Estação de Tratamento, aterro sanitário	Armazenamento (por tempo indeterminado) na própria Estação de Tratamento, envio para aterro conforme a classificação do lodo, disposição em solo
	SC	2017	A maioria não apresenta tratamento; algumas realizam desaguamento decantação, desidratação.	Tratamento biológico, leitos de secagem, compostagem, desidratação e Campo Agrícola, adensamento e desaguamento, vala de decantação.	Aterro industrial classe I, aterro sanitário, despejo em corpos hídricos, dispostos na rede de drenagem pluvial, uso agrícola.	Aterro sanitário, agricultura
Centro-Oeste	GO	2017	Tratamento na ETA-Meia Ponte, em Goiânia, e da ETA-Rio Verde	Tratamento na ETE Hélio Seixo de Brito	Corpos hídricos	Feita “ <i>in loco</i> ”, aterrados em valas rasas, de 1,0 a 2,0 m de profundidade, acrescidos de cal, ou na área de disposição final dos RSU do município. Lodos desaguados são dispostos nas áreas de disposição final dos RSU dos municípios e, em particular, o lodo da

MACRORREGIÃO	UF	ANO	TRATAMENTO		DISPOSIÇÃO FINAL	
			ETA	ETE	ETA	ETE
						ETE – Hélio Seixo de Brito, após higienização com cal, tem parte do seu volume, cerca de 90%, aplicado, sob o devido licenciamento, na recuperação de áreas degradadas, com plantação de eucaliptos.
	MS	2017	-	-	-	Aterro sanitário
	DF	2018	Adensamento	-	Lodos da ETA-Brazlândia: Lançado na rede de esgotos. Nas ETAs Brasília, Rio Descoberto e Pípiripau o lodo coletado segue para cascalheiras desativadas no Distrito Federal	Projetos de recuperação de áreas degradadas e o restante encontra-se armazenado nas estruturas das ETEs ou na Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL) localizada na ETE Melchior, aguardando destinação adequada

No que se refere ao SNIS, o sistema coleta informações através da autodeclaração pelos prestadores de serviços/município, e não possui uma etapa de auditoria/certificação, o que vem acarretando lacunas nos dados (FREITAS, 2018). Algumas informações não são respondidas ou são preenchidas incorretamente, decorrente em muitos casos pela falta de controle sobre os dados pelos próprios prestadores ou pela falta de capacitação dos responsáveis pelo preenchimento do sistema, resultando em possíveis inconsistências nos dados declarados.

Em 2016, dos 1.641 municípios que responderam ao SNIS-AE as informações AG007 e ES006, 66% tem prestadores de serviços geridos por administrações públicas diretas, seguido de autarquias (26%). Entender as formas de gestão é importante para identificar os principais erros e em quais aspectos são mais carentes e necessitam de melhorias dos serviços, como ampliação de infraestrutura, controle de dados e capacitação dos responsáveis pelo preenchimento do sistema (Tabela 1).

**Tabela 1 – Natureza jurídica dos prestadores de serviços dos municípios declarantes ao SNIS - AE (2016)**

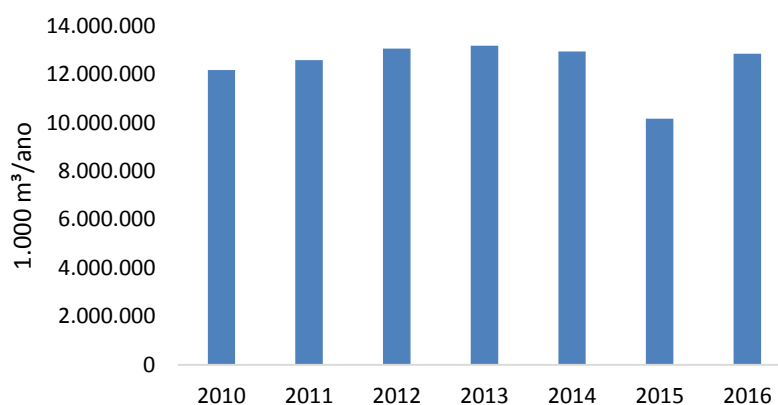
NATUREZA JURÍDICA	MACRORREGIÃO					BRASIL
	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO-OESTE	
<b>Local</b>						
Administração pública direta	52	227	498	235	76	<b>1088</b>
Autarquia	22	82	199	79	30	<b>412</b>
Empresa Privada	9	2	39	10	35	<b>95</b>
Empresa Pública	0	1	2	0	0	<b>3</b>
Organização social	0	0	0	2	0	<b>2</b>
Sociedade de economia mista com administração pública	0	2	4	1	0	<b>7</b>
Sociedade de economia mista com administração privada	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>314</b>	<b>742</b>	<b>327</b>	<b>141</b>	<b>1607</b>
<b>Microrregional</b>						
Autarquia	0	0	1	2	0	<b>3</b>
Empresa Privada	0	0	2	0	1	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
<b>Regional</b>						
Autarquia	2	0	0	0	0	<b>2</b>
Empresa Privada	1	0	0	0	0	<b>1</b>
Empresa Pública	0	0	1	0	0	<b>1</b>
Sociedade de economia mista com administração privada	0	0	0	1	0	<b>1</b>
Sociedade de economia mista com administração pública	5	9	4	2	3	<b>23</b>
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>28</b>
<b>Total por macrorregião</b>	<b>91</b>	<b>323</b>	<b>750</b>	<b>332</b>	<b>145</b>	<b>1641</b>

Fonte: BRASIL (2016).

Quanto às informações e aos indicadores sobre a geração, tratamento e a disposição final dos RSB, não há nenhuma variável referente a essa tipologia no SNIS, sendo uma das alternativas possíveis estimar a produção com base em referenciais teóricos, em conjunto com as informações do sistema referentes aos volumes tratados de água e esgoto, solução recorrida, por exemplo, pelo Estado de São Paulo na elaboração do seu PERS.

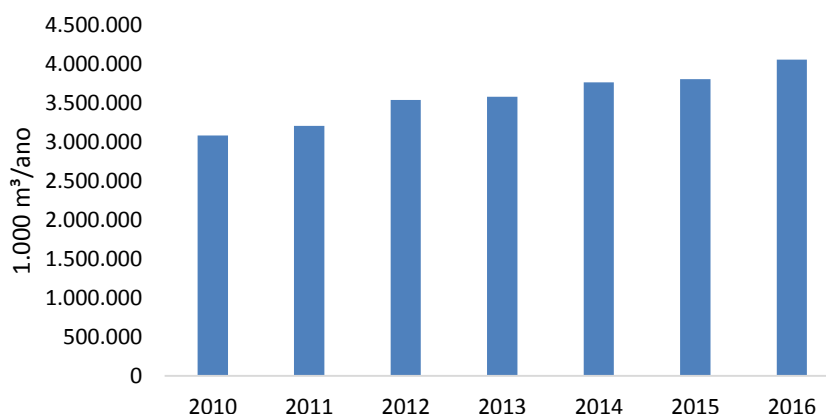
Observa-se com base na Série Histórica do SNIS – AE que entre os anos de 2010 a 2016 há um aumento tanto no volume de água tratada (Figura 2) como no volume de esgoto tratado (Figura 3), o que evidencia a expansão do setor de saneamento no país, principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário, onde muitos municípios realizam a coleta mas não o tratamento das suas águas residuais. No ano de 2016, foram coletados 5.473.894.600 m<sup>3</sup> de esgoto no país, porém só foram tratados 74% desse volume.

**Figura 2 – Volume de água tratada em ETAs no Brasil**



Fonte: Série Histórica SNIS – AE (2010 a 2016). Número de municípios declarantes para a informação AG007 a cada ano: 2010 – 901, 2011 – 971, 2012 – 1.106, 2013 – 1.035, 2014 – 1.152, 2015 – 1.087, 2016 – 1.178.

**Figura 3 – Volume de esgotos tratado no Brasil**



Fonte: Série Histórica SNIS – AE (2010 a 2016). Número de municípios declarantes para a informação ES006 a cada ano: 2010 – 694, 2011 – 800, 2012 – 1.036, 2013 – 982, 2014 – 1.071, 2015 – 1.025, 2016 – 1.182.

A tendência de crescimento dos volumes tratados de água e esgoto refletem diretamente no aumento da geração dos RSB, sendo necessária a busca por soluções que incorporem esses resíduos em processos produtivos, tendo em vista que sua disposição inadequada apresenta potenciais impactos ambientais negativos ao meio ambiente, como a poluição da água, do ar, do solo, o favorecimento de transmissão de doenças por meio dos organismos patogênicos, além da produção de odores por sua decomposição e os impactos estéticos e sociais causados nas áreas onde são dispostos (VON SPERLING, 2014).

Tanto os lodos provenientes de ETA como os de ETE podem ser destinados a diversas atividades, e ao passarem por alguns tratamentos terão o seu volume reduzido, como nos processos de secagem, facilitando assim o armazenamento e transporte, onde poderão ser destinados ao uso agrícola, indústria ceramista, aproveitamento energético e compostagem. Porém, os lodos de ETE apresentam particularidades em sua composição, principalmente porque podem ser um risco sanitário e ambiental, devendo assim ter sua patogenicidade tratada por meio de alternativas de desinfecção dos lodos (VON SPERLING, 2014).

### **3.3. Iniciativas da destinação de RSB no Brasil**

No tocante ao aproveitamento energético o Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a LNDSB, garante o aproveitamento de biomassa na produção de energia. No Brasil já há ações voltadas para essa destinação, como a da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) na implantação do projeto *Waste to Energy Barueri*, o qual contém uma Estação de Processamento de Biogás e Lodo (EPBL). O Estado Paraná apresenta na publicação Eficiência Energética no Saneamento (2017) a produção de energia renovável em ETE com a utilização do lodo excedente de reatores UASB (*Up flow Anaerobic Sludge Blanket*).

O PERS/PE (2012) relata a existência de Programas Estaduais de valorização energética, englobando as energias elétrica, térmica e biocombustível. Nesse âmbito, há um destaque para o Projeto de Valorização Energética de Resíduos Urbanos e Saneamento (VERUS), que apresenta objetivos para o diagnóstico, elaboração de planos de negócios, estratégias, implantação de projetos piloto e implantação de unidades comerciais.

Em relação ao uso agrícola e a compostagem deve-se respeitar as normas da Resolução Conama nº 375/2006, que estabelece critérios, procedimentos e providências para o uso agrícola de lodo gerado em estações de tratamento de esgotos sanitários, bem como seus produtos derivados tendo em vista a proteção à saúde do homem e do meio ambiente; e a Resolução Conama nº 481/2017 que estabelece os critérios e procedimentos para garantir o controle e a

qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.

Os lodos são submetidos a processos para tratar sua patogenicidade e poderem ser utilizados na agricultura, a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) entregou 352 toneladas de lodo tratado de ETE para a agricultura no município de Tibagi/PR em 2017 (SANEPAR, 2017). No Plano de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (2017) a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) já possui projetos e programas de destinação dos lodos de ETEs através da sua inclusão ao solo agricultável.

Quanto a compostagem, é apresentada no PERS/RS (2014) que em sua capital, Porto Alegre, ocorre a prática de compostagem a partir dos lodos da ETE São João/Navegantes do Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), sendo produzidos entre 4 e 8 m<sup>3</sup>/dia que são estabilizados e posteriormente encaminhados para a central de compostagem do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU).

A nível internacional, uma iniciativa que merece destaque é o Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil (PROBIOGÁS), que foi implantado no ano de 2013, entre a cooperação técnica da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do MCidades, e o Governo Alemão, através da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), tendo como principal objetivo o estímulo do aproveitamento energético a partir do uso biogás gerado no tratamento anaeróbio dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos urbanos, agropecuários e dos efluentes agroindustriais (MCIDADES, 2015).



#### 4. CONCLUSÕES

As principais constatações sobre a gestão e o gerenciamento dos RSB permitem concluir que:

- Nos PERS estão as principais informações disponíveis sobre essa tipologia, porém não apresentam dados sobre os RSB de forma completa, principalmente no que refere as informações sobre a geração. Foi possível verificar que apenas os Estados de São Paulo, Goiás, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Sergipe possuem informações mais detalhadas para essa tipologia.
- O SNIS não possui informações e indicadores específicos para os RSB. Além disso, a falta de um processo de auditoria e certificação das informações declaradas no sistema constitui um dos fatores que fragiliza a base de dados, cujas informações deveriam ser preenchidas por profissionais capacitados e que possuam o controle de todas as variáveis declaradas.
- Os dados do CTF/APP não possibilitam a realização dessa quantificação a nível nacional, em razão de um pequeno número de empresas cadastradas e ativas, não sendo representativo para todo o país, bem como há informações declaradas para somente uma parcela dos RSB.
- A quantificação dos RSB a partir de metodologias que utilizam os volumes de água e esgoto tratado nas estações que são declarados no SNIS é umas das alternativas possíveis, porém é incerto se este método reflete a realidade de geração dos municípios, tendo em vista que não se tem informações disponíveis sobre as tecnologias de tratamento utilizadas pelos principais prestadores de serviços na base de dados e as informações sobre os volumes tratados devem apresentar uma maior confiabilidade.
- A ausência de dados consolidados sobre os RSB nos sistemas de informações e nos planos de resíduos sólidos, reflete diretamente em falhas na elaboração de políticas públicas nesse setor, pois se os entes federados não possuem dados sobre o fluxo desses resíduos não há como planejar ações que incorporem a realidade e sejam eficazes.
- A disposição final dos RSB em lixões, terrenos ou corpos hídricos constitui uma disposição inadequada, porém ainda é uma solução recorrente no país.
- Mesmo diante da falta de informações sobre os RSB são constatadas ações pontuais no tratamento e disposição final desses resíduos, com destaque as atividades direcionadas ao aproveitamento energético e reintrodução na cadeia produtiva.

- É imprescindível o fortalecimento das bases de dados e a elaboração de PERS que apresentem uma caracterização detalhada das atividades do estado, para que a partir de informações consolidadas possa haver subsídios para a construção de um cenário nacional e desenvolvidas melhorias no processo de gestão. Além disso, ser estabelecidos parâmetros de controle para preenchimento das informações, para que sejam apresentadas em cada plano dados que possam ser comparados facilmente, como a mesma unidade.
- Não há no Brasil legislação que regule o reuso desses resíduos, embora haja estudos de tratamento e destinação dos RSB, como os desenvolvidos no Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB).
- É necessário o desenvolvimento de projetos no setor de aproveitamento energético, por meio de programas do Governo e parcerias público-privado a nível nacional e internacional, estimulando o crescimento da matriz energética brasileira e a expansão do setor do saneamento no país.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Alagoas**. Maceió: 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

ALEM SOBRINHO, P. **Tratamento de esgoto e produção de lodo**. In: *Biossólidos na agricultura*. São Paulo: SABESP, 2001. p. 7 – 40.

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Meio ambiente. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas**. Manaus: 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>. Acesso em: 05 out. 2018.

AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. (1999) **Water quality and treatment: a handbook of community water supplies**. New York: McGraw-Hill.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Lei 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 481, de 03 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Ministério de Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. **Lista Brasileira de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ibama, 2012. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/44553091/dou-secao-1-20-12-2012-pg->

200?ref=goto>. Acesso em: 25 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Probiogás**. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/probiogás>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília: Ministério das Cidades, 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 220 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 164 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2011**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2013. 432 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2010**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2012. 448 p.

BRASÍLIA. GOVERNO DE BRASÍLIA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Plano Distrital de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Tomo VI - Produto 2 (Diagnóstico Situacional - Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos)**. 2017. Disponível em: <[http://www.adasa.df.gov.br/images/Produtos-PDSB/Produto\\_2/1\\_PDSB\\_DF\\_Tomo\\_VI\\_Residuos\\_Solidos\\_Produto\\_2\\_0217\\_R8.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/Produtos-PDSB/Produto_2/1_PDSB_DF_Tomo_VI_Residuos_Solidos_Produto_2_0217_R8.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. GOVERNO DE BRASÍLIA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Brasília: 2018. 797 p. Disponível em: <<http://www.sinesp.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará**. Fortaleza: 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ – SANEPAR (Paraná). **352 toneladas de lodo de esgoto vão para a agricultura em Tibagi**. 2017. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/noticias/352-toneladas-de-lodo-de-esgoto-va-para-agricultura-em-tibagi>>. Acesso em: 18 out. 2018.

FREITAS, R. M. S et al. Centro de Estudos de Regulação e Infraestrutura (CERI). **Medindo o saneamento: Potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros**. Rio de Janeiro: FGV, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10438/23000>>. Acesso em: 20 out. 2018.

GOIÁS. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Goiás**. Goiânia: 2017. Disponível: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução normativa nº 10, de 27 de maio de 2013**. Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução normativa nº 6 de 15 de março de 2013**. Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais. Diário Oficial

[da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/persmsdmtr/downloads>>. Acesso em: 10 out. 2018.

PARAÍBA. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba**. João Pessoa: 2014. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2013/01/PLANO-ESTADUAL-VERSAO-PRELIMINAR.pdf>>.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco**. Recife: 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado do Ambiente. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte**. Natal: 2015. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=152889&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Programas>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034**. Rio Grande do Sul, 2014. 559 p.

ROCHA, M. E. S. **Considerações sobre o uso de novas variáveis no IQR em terrenos cársticos da região do Mato Grande/RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. 82 p. Disponível em: <<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3440/1/considera%C3%A7%C3%B5es-uso-novas-ROCHA-Monografia.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2014. 352 p.

SABESP. *Waste to Energy Barueri*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2016. 31

slides, color. Disponível em: <[http://sabesp-info18.sabesp.com.br/licita/cpublica.nsf/4.2.V/C5065FFA8E064A2F832580A0005C6484/\\$File/WTE BARUERI - AUDIÊNCIA PÚBLICA-19-12-16.pdf](http://sabesp-info18.sabesp.com.br/licita/cpublica.nsf/4.2.V/C5065FFA8E064A2F832580A0005C6484/$File/WTE%20BARUERI%20-%20AUDI%C3%89NCIA%20P%C3%9BLICA-19-12-16.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Eficiência energética no saneamento.** Trabalhos contemplados no Prêmio Sanepar de Tecnologias Sustentáveis e no Prêmio Inova Sanepar – Edição 2016. Organizadores Bárbara Zanicotti Leite Ross, Charles Carneiro, Gustavo Rafael Collere Possetti. Curitiba, PR, 2017. 130 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina.** Florianópolis: 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

SERGIPE. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Sergipe.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS%20SE%202014dez.pdf>. Acesso em 20 set. 2017.

TOCANTINS. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Tocantins.** Palmas: 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>>.

VON SPERLING, M.; ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F. (Ed.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 444 p.