

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO
MBA em Saneamento Ambiental

Edilson Pereira da Silva

A gestão de resíduos em uma estação de tratamento de água: análise do impacto da
ISO14.001/2015 na ETA Vargem Grande

São Paulo
2021

Edilson Pereira da Silva

A gestão de resíduos em uma estação de tratamento de água: análise do impacto da
ISO14.001/2015 na ETA Vargem Grande

Artigo científico aplicado apresentado à
Faculdade de Ensino Superior da Fundação
Escola de Sociologia e Política de São
Paulo, como exigência parcial para
obtenção do título de MBA em Saneamento
Ambiental, sob orientação da Professora
Mestra Luciana Silveira

São Paulo
2021

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca FESPSP

628.445

S586g Silva, Edilson Pereira da.

A gestão de resíduos em uma estação de tratamento de água :
análise do impacto da ISO14.001/2015 na ETA Vargem Grande /
Edilson Pereira da Silva. – 2021.

49 p. : il., tab. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Mestra Luciana Silveira.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização: MBA em
Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política
de São Paulo.

Bibliografia: p. 44-49.

1. Resíduos sólidos. 2. Tratamento de água. 3. Gestão de
resíduos. I. Silveira, Luciana. II. Título.

Edilson Pereira da Silva

A gestão de resíduos em uma estação de tratamento de água: análise do impacto da ISO14.001/2015 na ETA Vargem Grande

Artigo científico aplicado apresentado à Faculdade de Ensino Superior da Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MBA em Saneamento Ambiental, sob orientação da Professora Mestra Luciana Silveira

Data de aprovação:

____/____/____

Banca Examinadora:

Nome

Nome

Dedico este trabalho a todas as pessoas que de alguma maneira me auxiliaram a
vencer mais esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus por, ao longo deste processo complicado e desgastante, me ter feito ver o caminho nos momentos em que pensei em desistir. Não posso deixar de agradecer a FESPSP por ser um espaço que privilegia o conhecimento e onde todas as ideias são bem recebidas. Deixo também um agradecimento especial aos meus professores, pois sem eles esta monografia não teria sido possível. Aos meus pais (*in memoriam*), eu devo a vida e todas as oportunidades que nela tive.

Agradeço ainda aos meus amigos e familiares, em especial a minha esposa Ana, que ao longo desta etapa me encorajaram e me apoiaram, fazendo com que esta fosse uma das melhores fases da minha vida.

“Vencer a si próprio é a maior de todas as vitórias”

Platão

RESUMO

As questões que envolvem a gestão dos resíduos sólidos têm enfoque central no cumprimento de políticas públicas, principalmente com a implementação efetiva da Política Nacional de Resíduos Sólidos. No Brasil, a promulgação da Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e impôs formas ambientalmente corretas de destinação e gerenciamento destes resíduos. A Estação de Tratamento de Água Vargem Grande (ETA Vargem Grande), situada no município de Vargem Grande Paulista (SP), recebeu a certificação ISO 14.001/2015 e com isso os resíduos sólidos gerados nas diferentes etapas do processo de tratamento de água e nas atividades administrativas ou laboratoriais passaram a ser monitorados e controlados, de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, elaborado como parte integrante da certificação ISO 14.001. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos busca o acompanhamento da geração e destinação dos resíduos sólidos, fazendo com que a ETA Vargem Grande se adeque a Lei 12.305/2010. O objetivo deste trabalho foi apresentar o sistema de controle e destinação dos resíduos sólidos gerados na ETA, demonstrando como uma gestão eficiente auxilia no cumprimento dos quesitos da norma ISO 14001/2015 e da Lei nº 12.305/2010.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Tratamento de água. Gestão de resíduos.

ABSTRACT

The issues that involve solid waste management have a central focus on the fulfillment of public policies, mainly with the effective implementation of the National Solid Waste Policy. In Brazil, the enactment of Law No. 12,305 / 2010 instituted the National Solid Waste Policy and imposed environmentally correct ways of disposing and managing this waste. The Vargem Grande Water Treatment Plant (ETA Vargem Grande), located in the municipality of Vargem Grande Paulista (SP), received the ISO 14.001 / 2015 certification and with that the solid waste generated in the different stages of the water treatment process and in the administrative or laboratory activities started to be monitored and controlled, according to the Solid Waste Management Plan, prepared as an integral part of the ISO 14.001 certification. The Solid Waste Management Plan seeks to monitor the generation and destination of solid waste, making ETA Vargem Grande compliant with Law 12.305 / 2010. The objective of this work was to present the control and disposal system for solid waste generated at ETA, demonstrating how efficient management helps in complying with the requirements of ISO 14001/2015 and Law No. 12,305 / 2010.

Keywords: Solid waste. Water treatment. Waste management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Etapas metodológicas.....	16
Figura 2- Mapa de localização da ETA Vagem Grande	28
Figura 3- Sistema de recuperação da água de lavagem dos filtros.....	30
Figura 4- Tanque de lodo concentrado	30
Figura 5- Sistema de coleta e transporte do lodo desidratado	33
Figura 6- Aterro sanitário para onde é encaminhado o solo desidratado	33
Figura 7- Central de coleta de resíduos	34
Figura 8- Galpão da cooperativa de catadores de material reciclável.....	34
Figura 9- Gráfico de movimentação de lodo para o aterro sanitário.....	37
Figura 10- Gráficos de coleta e destinação dos resíduos na ETA Vagem Grande ..	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Características dos resíduos sólidos e da sua gestão	19
Quadro 2- Classificação dos resíduos sólidos conforme NBR 10.004/2004	21
Quadro 3- Origem dos resíduos sólidos conforme a PNRS	21
Quadro 4- Estudos de utilização do lodo de ETAS	24
Quadro 5- A série ISO 14.000	26
Quadro 6- Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados	31
Quadro 7- Coleta, acondicionamento e armazenamento dos resíduos.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Levantamento mensal dos resíduos gerados na ETA Vargem Grande	39
--	----

LISTA DE SIGLAS

ETA - Estação de tratamento de água

CADRI - Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental

INMETRO - Instituto Brasileiro de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ISO - *International Organization for Standardization*

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPP - Parceria Pública Privada

PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PMGIRSU - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Urbanos

PMA - Programa Metropolitano de Água

RIMA- Relatório de Impacto Ambiental

SABESP - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

SADL - Sistema de Adensamento e Desidratação do Lodo

SGA - Sistemas de Gestão Ambiental

SPSL - Sistema Produtor São Lourenço

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SRAL - Sistema de Recuperação de Água de Lavagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. DESENVOLVIMENTO	18
2.1. Referencial teórico	18
2.1.1. <i>Resíduos sólidos</i>	<i>18</i>
2.1.2. <i>Resíduos proveniente do tratamento de água</i>	<i>23</i>
2.1.3. <i>A ISO 14.000/2015</i>	<i>25</i>
2.2. Área de estudo	27
2.3. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da ETA Vargem Grande	29
2.4. Resultados obtidos	35
3. CONCLUSÃO	43
Referências Bibliográficas	44

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna se defronta cada vez mais com um crescente desafio, o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A preocupação mundial em relação a estes resíduos tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas para a disposição final. A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos podem causar diversos impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos hídricos, intensificação de enchentes e proliferação de vetores sanitários nas ruas e áreas de disposição final (ANDRADE; FERREIRA, 2011; JACOB; BESEN, 2011; MAIELLO *et al.*, 2018).

Os impactos gerados pelos resíduos provenientes de uma estação de tratamento de água (ETA) estão diretamente associados a composição do lodo, que varia de acordo com as características da água bruta, da quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento, de possíveis contaminantes contidos nesses produtos químicos, tempo de detenção do lodo nos decantadores, dentre outros fatores (PAIXÃO *et al.*, 2008). Devido à adição de sais de alumínio ou de ferro para provocar a coagulação dos resíduos existentes na água bruta, os hidróxidos desses sais passam a ser os principais componentes químicos do lodo. Na ausência de algas e outros materiais orgânicos no manancial, a fração orgânica do lodo torna-se desprezível e o lodo passa a ter características de estabilidade química, sendo composto principalmente de areias finas, limos e argilas (LIBÂNIO, 2010, 302).

De acordo com Pereira (2011), o lançamento dos resíduos provenientes do processo de tratamento de água diretamente nos corpos hídricos, ou nas redes de água pluviais próximos a ETA é uma prática comum à maioria das empresas responsáveis pelo tratamento da água. O lançamento destes resíduos *in natura* pode causar a degradação do corpo hídrico, podendo ocasionar a formação de banco de lodo, assoreamento, alteração na cor e turbidez, além de alteração da composição química e biológica do corpo receptor (PEREIRA *et al.*, 2016; RIBEIRO, 2007).

Com o objetivo de promover a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, foi promulgada a Lei nº 12.305/2010, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a partir de então, o país passou a contar um marco regulatório na

área dos resíduos sólidos, trazendo alento e respaldo à luta pela sustentabilidade e prevendo mecanismos para o equilíbrio entre o desenvolvimento social, econômico e ambiental (RAUBER, 2011).

Segundo Heber e Silva (2014), a PNRS, apresenta diferentes dificuldades para a sua efetiva aplicação, podendo ser destacado, a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, principalmente os de pequeno porte, como no caso do município de Vargem Grande Paulista. Para contornar estas dificuldades, a Lei estabelece diretrizes de gestão compartilhada para o gerenciamento dos resíduos sólidos, além disso, há a definição da proteção à saúde humana e a sustentabilidade como princípios norteadores de todas as ações para gestão destes resíduos (MAIELLO *et al.*, 2018).

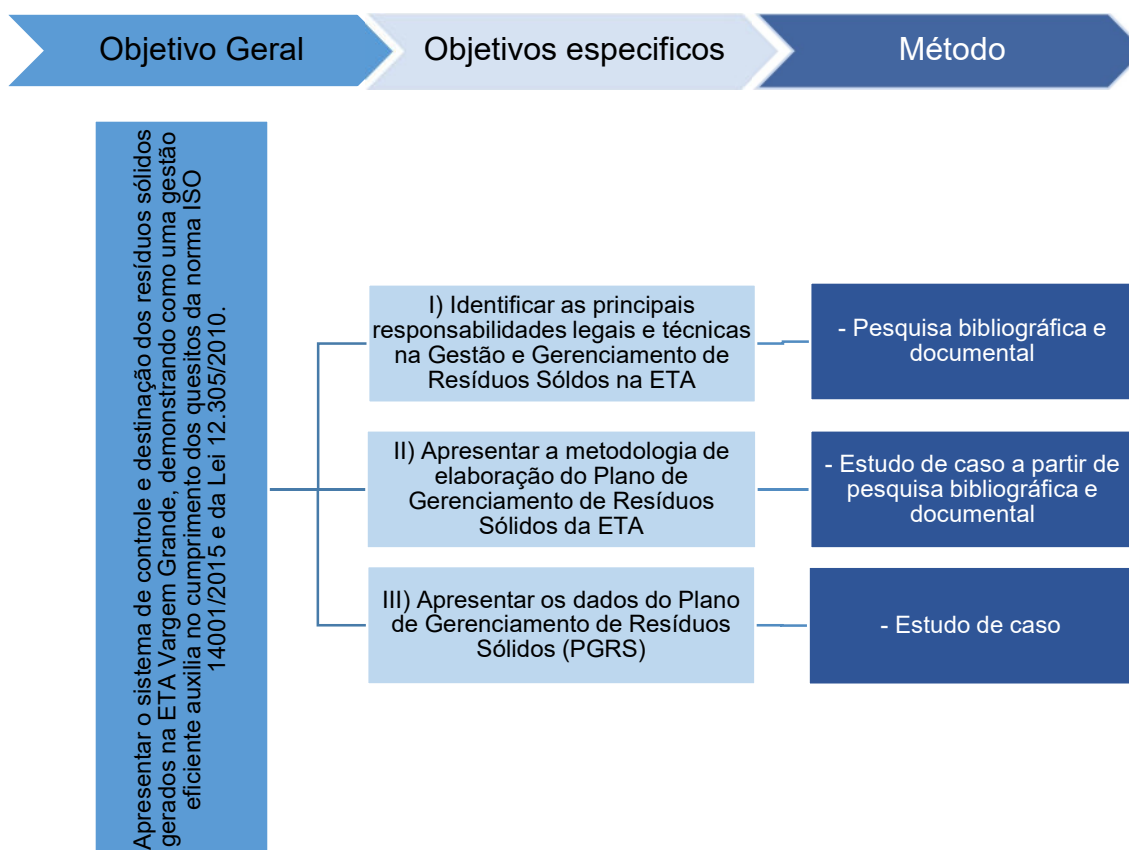
Para a adequação da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos é essencial a elaboração e implantação dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos, instrumento este previsto na PNRS, que deve ser construído em diferentes escalas, seja ela municipal, estadual e federal. Adicionalmente, também estão obrigados a elaborar seus planos de gerenciamento os grandes geradores ou então geradores de resíduos que necessitem de algum gerenciamento específico, com o caso do lodo produzido no processo de tratamento de água na Estação de Tratamento de Água Vargem Grande.

A ETA Vargem Grande entrou em operação em 2018, fruto de uma Parceria Pública Privada (PPP) entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e a empresa Sistema Produtor São Lourenço (SPSL). Com a certificação ISO 14.001/2015, o controle do descarte de todo o resíduo gerado na Estação, sejam eles os resíduos de sólidos das áreas administrativas ou operacionais e também do processo de tratamento de água, foram readequados para atendimento dos quesitos da norma e também da Lei nº 12.305/2010, buscando sempre o equilíbrio sócio ambiental das operações. Com este controle, foi possível realizar o levantamento quantitativo da disposição destes resíduos nos diversos locais e sua destinação final, podendo ter assim, o controle de finalização da vida útil dos materiais que foram gerados no processo de tratamento, contribuindo para seu ciclo final ou reutilização. O foco principal destes levantamentos é monitorar e evitar a destinação

inadequada dos resíduos gerados, tendo assim diferencial em relação a geração, armazenagem e destinação do resíduo produzido na estação de tratamento.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar o sistema de controle e destinação dos resíduos sólidos gerados na ETA Vargem Grande, demonstrando como uma gestão eficiente auxilia no cumprimento dos quesitos da norma ISO 14.001/2015 e da Lei nº 12.305/2010. Para o entendimento dos caminhos percorridos neste trabalho, é apresentado na Figura 1 o fluxograma das etapas metodológicas adotadas. Para atender o objetivo proposto, foram definidos três objetivos específicos, e para cada um destes, foi aplicado um método de pesquisa.

Figura 1 - Etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Gil (2008, 147), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, onde o pesquisador tem a vantagem de cobrir uma gama muito mais ampla de fenômenos, principalmente quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Já a pesquisa documental, de acordo o mesmo autor, se assemelha bastante

com a pesquisa bibliográfica, onde a única diferença entre ambas está na natureza das fontes, que podem ser relatórios de empresas, tabelas estatísticas, documentos oficiais, fotos, dentre outros (GIL, 2008,147).

O estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, sendo utilizada várias fontes de evidências (YIN, 2005, 103). A tipologia do estudo de caso adotada neste trabalho é descritiva, pois descreve os fatos e fenômenos da realidade da ETA Vargem Grande com a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial teórico

2.1.1. Resíduos sólidos

Com a promulgação da PNRS, pela primeira vez na história brasileira, houve a publicação de uma lei voltada totalmente à problemática dos resíduos sólidos, salientando que a PNRS deve ser aplicada de forma integrada com as demais normas ambientais brasileiras, como a Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, a Lei nº 11.445/2007 que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, a Lei nº 9.795/1999 que dispõe sobre educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental e a Lei nº 10.257/2001 que estabelece normas de ordem pública e de interesse social, criando o Estatuto das Cidades (BRASIL, 2010a). Além disso, estão sujeitas à observância da PNRS as pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado, que sejam responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (MAIA *et al.*, 2014).

Para atender as exigências da Lei nº 12.305/2010, todos os estados, municípios e também as indústrias, devem elaborar planos para a gestão dos resíduos sólidos, consubstanciados na implementação da coleta seletiva, construção de aterros sanitários e realização da logística reversa. Em outras palavras, deve ser elaborado um conjunto de ações interligadas que propiciem o processo de coleta, transporte e destinação final dos resíduos gerados por cada fonte geradora (HEBER; SILVA, 2014). Impulsionada pela PNRS, a visão dos resíduos sólidos como materiais sem valor econômico vem sendo gradativamente modificada no país, isto pode ser verificado na própria definição dada aos resíduos e aos rejeitos no Art. 3º, inc. XV da Lei nº 12.305/2010:

[...] resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Os resíduos sólidos possuem várias denominações, fontes, origens diferenciadas, além de diversas composições. A gestão dos vários tipos de resíduos

tem responsabilidades definidas em legislações específicas e implica sistemas diferenciados de coleta, tratamento e disposição final, cabendo ao poder público, além de gerenciar adequadamente os próprios resíduos, deve disciplinar o fluxo dos resíduos do seu município (JACOBI; BESEN, 2006). O Quadro 1 apresenta as fontes geradoras, agentes responsáveis pela gestão, modalidades de tratamento e disposição final para os resíduos sólidos.

Quadro 1- Características dos resíduos sólidos e da sua gestão

Resíduo	Fonte geradora	Resíduo produzido	Responsável	Tratamento e disposição final
Domiciliar	Residências, edifícios, empresas, escolas	Sobras de alimentos, produtos deteriorados, lixo de banheiro, embalagens de papel, vidro, metal, plástico, isopor, longa vida, pilhas, eletrônicos, baterias, fraldas e outros.	Município	Aterro sanitário; Central de triagem de recicláveis; Compostagem
Comercial (Pequeno gerador)	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico, sobras de alimentos e outros.	Município define a quantidade	Aterro sanitário Central de triagem da coleta seletiva
Comercial (Grande gerador)	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico, sobras de alimentos e outros.	Gerador	Aterro sanitário Central de triagem de recicláveis
Público	Varrição e poda	Poeira, folhas, papéis e outros.	Município gerador e	Aterro sanitário; Compostagem
Serviços de saúde	Hospitais, clínicas, consultórios, laboratórios, outros	Grupo A – biológicos: sangue, tecidos, vísceras, resíduos de análises clínicas e outros. Grupo B – químicos: Lâmpadas medicamentos vencidos e interditados, termômetros, objetos cortantes e outros Grupo C – radioativos. Grupo D – comuns; não contaminados; papéis, plásticos, vidros, embalagens e outros.	Gerador	Incineração Aterro sanitário Vala séptica Micro-ondas Autoclave Central de triagem de recicláveis
Industrial	Industrial	Cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, escórias e outros.	Gerador	Aterro industrial
Portos, aeroportos, terminais	Portos, aeroportos, terminais	Resíduos sépticos, sobras de alimentos, material de higiene e asseio pessoal e outros.	Gerador	Incineração Aterro sanitário

Fonte: Jacobi e Bensen (2011), a partir de Normas e Resolução do CONAMA

Diminuir a elevada produção de resíduos sólidos pela população em geral é um desafio sem precedentes que envolve aspectos culturais, como os padrões de produção e consumo e o modelo de crescimento (RAZUK, 2014). De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a população brasileira está concentrada nos grandes centros urbanos e produzem uma quantidade cada vez mais volumosa de resíduos (SNIS, 2019), sendo que grande parte destes resíduos deixam de ser descartados em locais adequados, decorrente da baixa eficiência de grande parte dos municípios brasileiros, que por falta de recursos ou planejamento, não conseguem implementar soluções tecnológica e ambientalmente corretas (FREITAS, 2010).

Quando qualquer tipo de resíduo sólido é produzido e não coletado, normalmente é disposto de maneira irregular nas ruas, em rios e córregos ou em terrenos vazios, ocasionando muitas vezes o assoreamento dos corpos hídricos, entupimento de bueiros e consequente aumento da ocorrência de enchentes, degradação de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de vetores como moscas, baratas e ratos, que trazem juntos graves consequências diretas ou indiretas para a saúde pública (JACOB; BESEN, 2011; BESEN *et al.*, 2014).

O principal subproduto da decomposição dos resíduos sólidos, principalmente da sua fração orgânica, é o chorume, que quando não tratado e disposto de maneira adequada, acarreta uma das formas mais graves de poluição do solo, podendo contaminar o lençol freático e consequentemente os mananciais de águas subterrâneas (PIMENTEIRA, 2011). Da mesma forma, quando não gerenciados de forma correta, podem causar poluição atmosférica, seja pela decomposição anaeróbica da sua fração orgânica e liberação de gás metano, ou pela queima de materiais descartados sem o devido tratamento nos terrenos baldios pela população (GOUVEIA, 2012).

De acordo com Santaella *et al.*, (2014) e Campos *et al.*, (2017), a falta de gerenciamento dos resíduos sólidos acarreta desperdícios, afetando constantemente à saúde pública e agravando ainda mais a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida da população, especialmente nos centros urbanos. Devido a diversidade da sua composição, existem múltiplas formas de caracterização (BITENCOUT, 2014). A NBR 10.004/2004 classifica os resíduos sólidos quanto sua periculosidade e PNRS quanto a sua origem (Quadros 2 e 3).

Quadro 2- Classificação dos resíduos sólidos conforme NBR 10.004/2004

Classificação dos resíduos sólidos	
Classe I	Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe IIA	Resíduos Não Inertes: são os que podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Os resíduos domésticos são exemplo dessa classe
Classe IIB	Resíduos Inertes: são aqueles que, submetidos a um contato estático ou dinâmico com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não têm nenhum de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água

Fonte: ABNT (2004)

Quadro 3- Origem dos resíduos sólidos conforme a PNRS

Origem dos resíduos sólidos	
a) Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas.
b) Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
c) Resíduos sólidos urbanos	Estão englobados nas alíneas “a” e “b”.
d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”
e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:	Gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”.
f) Resíduos industriais:	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
g) Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento.
h) Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
i) Resíduos agrossilvopastoris:	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
j) Resíduos de serviços de transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
k) Resíduos de mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Fonte: BRASIL (2010a)

O decreto nº 7.404/2010, além de regulamentar a PNRS, criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, que tem como objetivo a redução, reutilização, tratamento, reciclagem e a disposição final dos resíduos sólidos (BRASIL 2010b). Juntos, os dois Comitês têm como objetivo principal fomentar programas e ações destinadas à gestão adequada dos resíduos sólidos, definindo o poder público,

sociedade e as empresas como responsáveis pela efetividade das ações do PNRS (RESENDE *et al.*, 2013).

De acordo Frankenberg *et al.* (2000, 48), a adoção do gerenciamento ambiental por uma organização traz o conhecimento da situação ambiental da área gerenciada, trazendo segurança no cumprimento da legislação, controle e tratamento das emissões para o meio ambiente, mecanismos e programas de melhoria contínua da atuação ambiental, melhoria na imagem e prestígio frente a colaboradores, administração e sociedade. Após a geração do resíduo, o gerenciamento do mesmo deve ser realizado da melhor maneira possível, pois alguns precisam de tratamento preliminar, outros podem ir para a reciclagem, muitos vão direto para o aterro (LIMA, 2002, 157).

Segundo Klunder *et al.* (2001, 85), a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos engloba diferentes aspectos, como a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva, preferencialmente com inclusão de catadores e a reciclagem. No Brasil, o serviço de coleta seletiva normalmente é operado pelos próprios municípios, de forma terceirizada, ou então em parceria com catadores organizados em cooperativas (CONKE; NASCIMENTO, 2018). De acordo com a Lei 12.305/2010, a definição de gestão integrada de resíduos sólidos é a seguinte:

[...] o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Já o gerenciamento de resíduos, de acordo com a mesma Lei, é definido como:

[...] conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

Um dos aspectos da PNRS é enfatizar em relação da gestão integrada dos resíduos sólidos com o protagonismo dos catadores de materiais recicláveis e cooperativas de coletas, destacando a necessidade de proteger essa categoria de trabalhadores e melhorar suas condições de trabalho. A inclusão dos catadores está

presente nos objetivos e nas metas fundamentais da PNRS, mais especificamente no Art. 7, inc. XII (BRASIL, 2010a). Porém, conforme afirma Razuk (2014), se por um lado, as leis reconhecem a relevância da coleta seletiva e da categoria dos catadores, por outro, elas não formalizam a questão de saúde, nem de dignidade humana, relacionadas com o trabalho do catador.

Com o objetivo de melhorar as condições de trabalho e também o retorno financeiro, surgiram as cooperativas de reciclagem, que são associações de pessoas com natureza jurídica constituídas para prestar serviços e alcançar objetivos na área econômica, social e cultural, que unidos possuem mais força de barganhar preço dos seus produtos, com sucateiros e indústrias de reciclagem (SOUZA; MELLO, 2015). Do ponto de vista jurídico, a cooperativa é uma forma associativista de organização, na qual os direitos e deveres dos associados são por eles entabulados no estatuto social, já do ponto de vista econômico, a cooperação é uma forma de elevar o ganho anual do cooperado (SILVA, 2006).

2.1.2. Resíduos proveniente do tratamento de água

O tratamento e potabilização da água proveniente de mananciais para o abastecimento são de suma importância para a população, no entanto, para que a água dos rios, lagos ou reservatórios possa se tornar adequada para o consumo humano, cumprindo os requisitos da Portaria GM/MS 888, ela passa por diversos processos físicos, químicos e biológicos nas estações de tratamento de água (COELHO *et al.*, 2015).

A adição de produtos químicos ocorre nas etapas iniciais do tratamento de água, com o objetivo separar as impurezas existentes no manancial, como a areia, o silte, a argila e também a matéria orgânica (LIBÂNIO, 2010, 35). Durante este processo, as partículas que ficam dispersas no meio líquido vão se aglomerando e formando flocos, que pela ação da gravidade sedimentam. Esse resíduo acumulado é denominado lodo e é obtido a partir da lavagem dos decantadores e também da lavagem dos filtros. O lodo originário da lavagem dos filtros possui características líquidas e com grande volume, necessitando de tratamento e disposição adequada (ACHON *et al.*, 2013; LUCENA *et al.*, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2006).

A disposição dos resíduos das estações de tratamento de água, de acordo com a Lei nº 9.605/1998 e a Resolução Conama 357, o lançamento de resíduos diretamente em corpos hídricos é considerado crime ambiental, devido aos efeitos deletérios causados ao corpo receptor e também a fauna aquática (BRASIL, 1998; CONAMA, 2005). Para as unidades de maior porte, mais recentemente, passou a se considerar o acondicionamento do lodo gerado e a perspectiva do reaproveitamento das águas de lavagem dos filtros como fatores a serem avaliados na definição da tecnologia e nos custos de implantação e operação da unidade de tratamento (LIBÂNIO, 2010, 336).

Apesar da Legislação não permitir tal prática, tradicionalmente, o destino dos lodos das estações de tratamento de águas tem sido os sistemas hídricos mais próximos das ETAs, porém, o aumento da consciência ambiental e as preocupações crescentes sobre a questão, envolveram uma nova sistematização para tentar mitigar tais impactos ambientais (LIBÂNIO, 2010, 346; PEREIRA, 2011; RICHTER, 2015, 12). Existem diversas pesquisas sobre métodos alternativos de uso do lodo de ETA, buscando evitar o seu envio a aterros sanitários. O Quadro 04 apresenta alguns estudos de caso da incorporação do lodo a diferentes materiais, visando a redução do impacto ambiental gerado pela disposição deste resíduo no meio ambiente.

Quadro 4-Estudos de utilização do lodo de ETAS

Autores	Título	Resultados
Tafarel <i>et al.</i> (2016)	Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água	Os resultados obtidos mostraram que a incorporação de 5% de lodo ao agregado de concreto apresentaram resultados satisfatórios de resistência a compressão axial quando comparados ao concreto de referência.
Coelho <i>et al.</i> (2015)	Uso de lodo de estação de tratamento de água na pavimentação rodoviária	Foi avaliada a viabilidade técnica da mistura de solo com o lodo da ETA Cafezal, em Londrina (PR), para uso como base, sub-base e subleito de pavimento de estrada. Os resultados dos testes concluíram que o lodo da ETA pode ser utilizado em camadas de pavimentos.
Paixão <i>et al.</i> (2008)	Efeito da incorporação de lodo de ETA contendo alto teor de ferro em cerâmica argilosa	Foram investigados os efeitos da adição do lodo de uma ETA nas características físicas e mecânicas de uma cerâmica preparada com massa argilosa. Esta adição causou a diminuição da resistência à flexão do corpo seco, devido à redução da retração linear de secagem.
Texeira <i>et al.</i> (2006)	Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural	Foram realizadas caracterizações, física, química e mineralógica do lodo, além de ensaios tecnológicos em corpos de prova, com a finalidade de avaliar a possibilidade de incorporação deste resíduo em massa cerâmica para produção de tijolos. Em geral, a adição destes materiais à massa cerâmica piorou suas propriedades, entretanto, os valores obtidos para as propriedades tecnológicas ainda permaneceram dentro dos valores limites aceitáveis para a

		produção de tijolos, dependendo da temperatura de queima e da concentração na mistura.
Bittencourt <i>et al.</i> (2012)	Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado	Foi avaliado o efeito da aplicação de lodo de ETA em solo degradado, com presença e ausência de lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE), na produtividade do milho e nas características de fertilidade desse solo. Concluiu-se que a aplicação de lodo de ETA não teve efeito sobre a produtividade de milho, tampouco sobre os teores dos elementos avaliados no solo. No entanto, na presença do lodo de esgoto, a sua aplicação foi favorável à dinâmica do nitrogênio do solo, além de neutralizar o alumínio trocável, elevar o pH, o cálcio, carbono, fósforo.

Fonte: Adaptado de Tafarel *et al.* (2016); Coelho *et al.* (2015); Texeira *et al.* (2006); Bittencourt *et al.* (2012)

2.1.3. A ISO 14.000/2015

A atual pressão de clientes e da sociedade têm levado as empresas dos mais diversos segmentos a desenvolver esforços e adequar seus processos produtivos, de forma a reduzir ou eliminar o impacto negativo de suas operações ao meio ambiente. Opções como produção mais limpa, sistemas de gestão ambiental e sistemas de controle da poluição têm sido utilizadas como ferramentas para atender a essas necessidades (CERVELINI; SOUZA, 2009; KLASSEN; WHYBARK, 1999).

Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs), dos quais a família de normas ISO 14.000 é um exemplo, tendem a mitigar e criar condições para operações sustentáveis, correspondendo às expectativas dos *stakeholders* e da sociedade em geral (CAGNO *et al.*, 1999; GAVRONSKI *et al.*, 2013). O crescente interesse em proteger o meio ambiente contra a poluição industrial significa que o SGA e as tecnologias relacionadas a operações sustentáveis são mais do que uma opção, tornando-se, na verdade, uma escolha inevitável (ALBERTI *et al.*, 2000).

Diversos estudos investigaram as principais razões para as empresas adotarem SGA e práticas de responsabilidade social corporativa (ALMEIDA *et al.*, 2000, 157; GAVRONSKI *et al.*, 2011; MASSOUD *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2010) e seus impactos no desempenho da empresa (ALMEIDA *et al.*, 2000, 208; HERAS-SAIZARBITORIA *et al.*, 2011; JACOBS *et al.*, 2010). No entanto, ainda existem lacunas sobre a relação entre motivação para implementação de SGA, práticas e resultados ambientais, especialmente em empresas localizadas em economias emergentes como o Brasil (GAVRONSKI *et al.*, 2013).

A *International Organization for Standardization* (ISO) desenvolveu a série de padrões ISO 14.000 (Quadro 5) com base nas necessidades expressas na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92). A ISO, sediada em Genebra, obteve um sucesso considerável em motivar as organizações a sistematicamente abordar e melhorar a qualidade do produto ou serviço com a série ISO 9.000. A ECO-92 imaginou um conjunto semelhante de padrões voluntários para encorajar a melhoria sistemática de qualidade ambiental, e em setembro de 1996, a primeira ISO a série 14.000, ISO 14.001, foi emitida (ALMEIDA *et al.*, 2000, 197; SOLEDADE, 2007).

Quadro 5-A série ISO 14.000

ISO	Título
14.001	Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso
14.004	Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio
14.010	Diretrizes para autoria ambiental – Princípios gerais
14.011	Diretrizes para autoria ambiental – Procedimentos de autoria – Auditoria de sistemas de gestão ambiental
14.012	Diretrizes para autoria ambiental – critérios de qualificação para auditores
14.015	Avaliação ambiental de locais e organizações
14.020	Rótulos e atestados ambientais – princípios gerais
14.021	Rótulos e atestados ambientais – queixas autodeclaradas. Termos e definições (antiga 14.021); Símbolos (antiga 14.022); Teste e verificação (antiga 14.023)
14.024	Rotulagens e atestados ambientais – rotulagem ambiental tipo I
14.025	Rotulagens e atestados ambientais – rotulagem ambiental tipo III
14.031	Avaliação de desempenho ambiental
14.032	Avaliação de desempenho ambiental – estudos de caso
14.040	Análise de ciclo de vida – princípios e diretrizes
14.041	Análise de ciclo de vida – definição de escopo e análise do inventário
14.042	Análise de ciclo de vida – avaliação de impacto
14.043	Análise de ciclo de vida – interpretação
14.050	Vocabulário de Gestão Ambiental
Guia 64	Guia para a inclusão de aspectos ambientais em normas sobre produtos
14.061	Guia para orientar organizações florestais no uso das normas ISO 14.001 e 14.004

Fonte: Harington e Knight (2001, 183).

A ISO 14.001 define os critérios para um SGA, com os requisitos para a estrutura, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos da organização, de modo que a gestão ambiental corporativa e responsável seja institucionalizada na organização. Atualmente, existem vários SGAs certificados, incluindo um padrão britânico (BS 7750), o padrão europeu (EMAS) e o padrão mundial (ISO 14.001) (MARTINS; SILVA, 2014). Para que haja sucesso na implementação da norma, é necessário que a mesma seja compreendida de maneira muito mais que satisfatória, em que todos os detalhes devem ser levados em consideração, uma vez que mudança de cultura e hábitos dentro de uma empresa não é uma tarefa simples (DONAIRE, 2009, 104).

Uma certificação NBR ISO 14.001 é baseada nos princípios de melhoria contínua: escopo, planejamento, implementação, verificação e correção. O primeiro passo para estabelecer tal sistema requer que uma empresa identifique todos os seus aspectos ambientais, que são definidos como interações entre a empresa e o meio ambiente, e as regulamentações ambientais pertinentes (GAVRONSKI *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Na segunda etapa, a empresa desenvolve um plano para mitigar seus impactos ambientais, isso requer que a empresa desenvolva uma política ambiental, estabeleça metas e objetivos, delegue responsabilidades, configure processos de documentação e mude suas estruturas e sistemas organizacionais para que a política possa ser aplicada e os objetivos e metas atingidos (GAVRONSKI *et al.*, 2011; MASSOUD *et al.*, 2010).

A terceira etapa requer que a empresa implemente sua política e trabalhe em prol de suas metas e objetivos. Isso significa que o SGA deve ser comunicado, os funcionários treinados e capacitados e os procedimentos documentados; depois de concluído, os impactos ambientais da empresa devem ser identificados e qualquer não conformidade com os objetivos deve ser tratada (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A quinta e última etapa exige que a empresa avalie o SGA por meio de um processo de análise crítica pela direção e faça as alterações que julgar necessárias (CERVELINI; SOUZA, 2009; KLASSEN; WHYBARK, 1999). De acordo com o Instituto Brasileiro de Metrologia (INMETRO), no Brasil, 966 empresas ou unidade de negócio foram certificadas com a NBR ISO 14.001/2015 (INMETRO, 2021).

2.2. Área de estudo

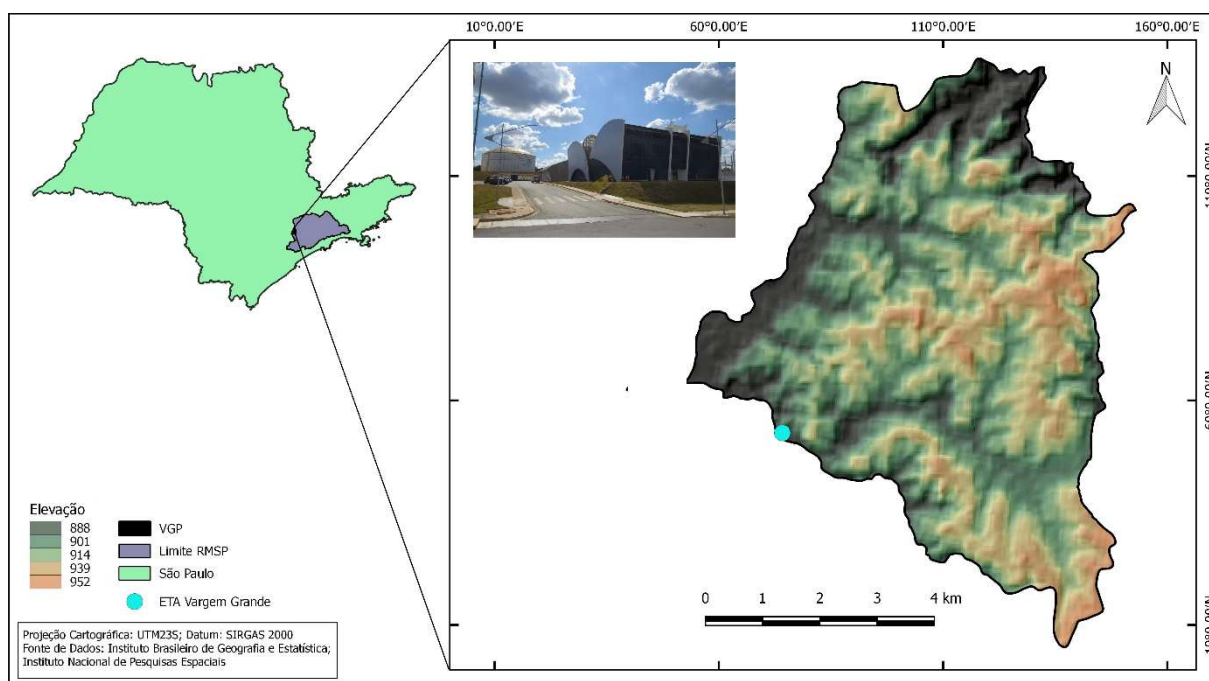
De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do SPSL, o Programa Metropolitano de Água da Sabesp (PMA) visa regularizar o abastecimento nos setores com índice de regularidade de abastecimento (IRA) deficiente e atender o crescimento esperado das demandas, já considerando o esforço de redução de perdas. Salientando que o IRA é um indicador que corresponde à porcentagem de horas do dia em que o setor teve abastecimento pleno, sendo calculado em base diária para cada setor de abastecimento, além de médias mensais e anuais. Este indicador permite verificar o estado da distribuição de água pela Sabesp e traduz as falhas operacionais e a ocorrência de déficit de água em cada setor de abastecimento

Antes do início das operações da ETA Vargem Grande, o déficit de suprimento de água potável estava concentrado principalmente nos municípios da zona oeste da RMSP (Região Metropolitana de São Paulo), onde a produção dos sistemas Alto e Baixo Cotia eram insuficiente e requeriam transferências dos sistemas Cantareira e Guarapiranga, os quais deixam de atender satisfatoriamente setores das suas próprias áreas de influência. Em virtude desta necessidade, O SPSL emergiu como a alternativa técnica, econômica e ambientalmente mais adequada para atender o déficit potencial atual e o crescimento das demandas de água, principalmente na zona Oeste da RMSP.

A ETA Vargem Grande está localizada no município de Vargem Grande Paulista na RMSP (Figura 2). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o município tem uma população estimada em 53.468 habitantes, distribuídos em 42,489 Km² de área territorial. A vazão de projeto da ETA está condicionada à vazão de reversão estipulada no Art. 5º do Decreto 96 de 27 de junho de 1996 da Presidência da República:

[...]Art. 5º Fica preservado o direito de derivação das águas do Alto Juquiá, com reversão de até 4,7 m³/s, para abastecimento público da Região Metropolitana da Cidade de São Paulo.

Figura 2- Mapa de localização da ETA Vagem Grande



Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda segundo o RIMA, a vazão de dimensionamento do sistema de água bruta foi estabelecida em 6 m³/s considerando a operação das elevatórias durante cerca de 18 horas por dia, fora do horário de pico de energia, de forma a poder aproveitar o valor reduzido da tarifa horosazonal de energia elétrica e com a retirada diária do mesmo volume de água bruta autorizado para fins de abastecimento da RMSP. A ETA foi dimensionada para a vazão média de diária de 5,0 m³/s, próxima à vazão autorizada de 4,7 m³/s (atualmente a outorga foi regularizada para 6,4 m³/s), e para a vazão máxima diária de 6,0 m³/s, considerando o coeficiente do dia de maior consumo igual a 1,2 (SABESP, 2011).

A ETA possui três reservatórios de água bruta que recebem água advinda da captação na Represa Cachoeira do França, localizada no município de Juquitiba, seguindo para uma estrutura de controle onde é aplicado o gás cloro, posteriormente, a água clorada recebe a adição de coagulante, alcalinizante e polímero, seguindo para os floculadores. A etapa de clarificação, posterior a coagulação e a floculação, é obtida nos decantadores de alta taxa que são providos de raspadores de lodo. Na sequência, a água é encaminhada aos filtros descendentes de camada dupla e, após a filtração, é adicionado cloro, ácido fluossilícico e alcalinizante. Após este processo a água é direcionada ao reservatório de água tratada e deste a água é bombeada para o sistema de abastecimento.

Após o processo de lavagem dos filtros, a água é encaminhada para o Sistema de Recuperação de Água de Lavagem (SRAL) (Figura 3) onde é recuperada, retornando para o início do processo e o lodo gerado é direcionado ao Sistema de Adensamento e Desidratação do Lodo (SADL). O lodo dos decantadores é encaminhado por recalque para o tanque de lodo concentrado (Figura 4), sendo posteriormente transferido para o SADL.

2.3. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da ETA Vargem Grande

A etapa inicial da elaboração do PGRS da ETA Vargem Grande foi a categorização dos resíduos gerados na estação de tratamento. A importância da categorização está em auxiliar o dimensionamento dos componentes do sistema de resíduos, da seleção de processos de tratamento até a definição das técnicas de disposição final que melhor se enquadrem a cada caso. Pelas características

operacionais, a ETA gera em suas atividades diversos resíduos sólidos, que são similares aos classificados pela PNRS como resíduos originados de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos sólidos urbanos e resíduos industriais.

Figura 3 - Sistema de recuperação da água de lavagem dos filtros



Fonte: Acervo pessoal

Figura 4- Tanque de lodo concentrado



Fonte: Acervo pessoal

Para adequar a classificação dos resíduos gerados, conforme as atividades que lhes dão origem, foi criada a categorização dos resíduos gerados na ETA Vargem Grande (Quadro 6). Esta categorização foi utilizada para o diagnóstico, elaboração de metas, proposição de ações e programas do PGRS da ETA.

O PGRS da ETA Vargem Grande foi elaborado tendo em vista o conteúdo mínimo para Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme previsto no Art. 21 da PNRS e também na Lei Ordinária nº 963/2017, que aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Urbanos do município de Vargem Grande Paulista (PMGIRSU).

Quadro 6-Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados

Tipo de resíduo	Origem	Classificação
Lodo bruto	Decantador	Classe IIA
Resíduo da extinção da Cal	Preparação de leite de Cal	Classe IIA
Areia/Antracito	Filtro	Classe IIB
Embalagens de polímero	Coagulação	Classe IIA
Cartuchos e toners	Administrativo	Classe I
Recicláveis	Administrativo	Classe IIA
EPIs usados	Administrativo	Classe IIA
Vidraria	Laboratório	Classe IIB
Eletroeletrônicos	Administrativo	Classe IIA
Móveis sucateados	Administrativo	Classe IIA
Resíduos sólidos orgânicos	Administrativo	Classe IIA

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pela Sabesp

A Lei 12.305/2010, no Art.21 inciso II, determina que o diagnóstico do local deve conter a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados (BRASIL, 2010a). Seguindo estes conceitos, para a construção do diagnóstico para o PGRS da ETA, foi feita a análise quali/quantitativa da situação dos resíduos gerados e os serviços associados a eles, com visitas na área operacional e nas unidades administrativas. Já o inc. III estabelece que o PGRS deverá conter a explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos e também a definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos responsabilidade do gerador. Outros incisos que definem também o conteúdo na parte de metas, ações e programas para um PGRS são:

IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

- VI- Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;
- VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII- medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos.

Para a elaboração do PGRS, também foi considerado a Lei nº 963/2017, mais especificamente o Art. 6º, que destaca os instrumentos utilizados para a efetivação da Política Municipal de Resíduos Sólidos, sendo eles: a fiscalização específica de caráter ambiental e sanitário exercida nas áreas urbanas; a criação de incentivos fiscais pertinentes a consecução dos objetivos do PMGIRSU; o Fundo Municipal do Meio Ambiente; o Conselho Municipal de Defesa do Meio ambiente e, no que couber, o Conselho Municipal de Saúde e o próprio PMGIRSU em questão. Para que os objetivos do PMGIRSU sejam alcançados, de acordo com o Art. 7º, cabe ao Poder Público Municipal em parceria com a iniciativa privada:

- I - Promover e assegurar ações de não geração, redução, reutilização, reciclagem, recuperação, coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos resíduos sólidos, com utilização racional dos recursos naturais; [...]
- III - Incentivar a implantação gradativa da segregação dos resíduos sólidos na origem, visando ao reaproveitamento otimizado dos materiais para os quais exista viabilidade técnica de reaproveitamento;
- IV - Implementar a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos, que, incentivando a formação de consórcios quando viável para tratamento, processamento e comercialização dos resíduos recicláveis, sem prejuízo do controle e fiscalização dos órgãos competentes; [...]
- VIII - Promover ações que conscientizem e sensibilizem os cidadãos para o adequado uso do sistema de coleta de resíduos sólidos e da logística reversa;

Baseado na PNRS e no PMGIRSU foi elaborado as etapas de gerenciamento, os locais de armazenamento a frequência de transporte dos resíduos sólidos gerados, conforme demonstra o Quadro 7.

Quadro 7- Coleta, acondicionamento e armazenamento dos resíduos

Tipo de resíduo	Acondicionamento	Local de armazenamento	Frequência
Lodo bruto	O lodo segue diretamente para o SADL por tubulação		
Resíduo da cal	Caçamba	Área dos extintores	Trimestral
Areia/Antracito	Caçamba	Área dos Filtros	Sob demanda
Embalagens de polímero	Própria embalagem	Área de preparo do polímero	Mensal
Cartuchos e toners	Própria embalagem	Prédio Administrativo	Sob demanda
Recicláveis	Sacos plásticos	Central de resíduos	Semanal
EPIs usados	Caixa de papelão	Prédio Administrativo	Sob demanda
Vidraría	Caixa de papelão	Central de resíduos	Sob demanda
Eletroeletrônicos	Granel	Prédio Administrativo	Sob demanda

Móveis sucateados
Resíduos orgânicos

Granel
Sacos plásticos

Prédio Administrativo
Central de resíduos

Sob demanda
Diário

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pela Sabesp

O lodo proveniente do SADL é encaminhado para as caçambas de coleta (Figura 5) e, por se tratar de resíduo Classe II, de acordo com a NBR 10.004/2004, o transporte do lodo para a destinação final necessita do Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI) para o envio ao Aterro Sanitário (Figura 6). Já os demais resíduos, são recolhidos na Central de Resíduos Recicláveis (Figura 7) e encaminhados para a cooperativa de catadores (Figura 8).

Figura 5 - Sistema de coleta e transporte do lodo desidratado



Fonte: Acervo pessoal

Figura 6- Vista parcial do aterro sanitário da empresa Essencis Soluções Ambientais localizado no município de Caieiras, para onde é encaminhado o solo desidratado.



Fonte: Acervo pessoal

Figura 7- Central de coleta de resíduos da ETA Vargem Grande



Fonte: Acervo pessoal

Figura 8 – Galpão da cooperativa Coopernova Cotia Recicla, para onde é enviado o material reciclável



Fonte: Acervo pessoal

Como ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidente, foi instalado nas áreas de armazenamento de resíduos sólidos bacias de contenção para contenção de líquidos livres e para contenção em eventuais derramamentos durante o manuseio. A ETA possui um Plano de Emergência com as ações a serem executadas quando da ocorrência de situações emergenciais, mitigando os impactos oriundos dos processos e instalações.

Os resíduos sólidos contaminados gerados no atendimento à emergência serão acondicionados, armazenados, transportados e destinados em conformidade com o procedimento de gerenciamento de resíduos sólidos.

2.4. Resultados obtidos

A norma NBR ISO 14.001 estabelece um conjunto de requisitos necessários para que um SGA possibilite o desenvolvimento de políticas e objetivos de acordo com os aspectos legais e ambientais. Como a NBR ISO 14.001 apresenta de forma genérica, instruções necessárias para o funcionamento de um SGA, não existem orientações específicas para a forma como rotinas devem ser formuladas, implantadas ou gerenciadas e, portanto, é uma tarefa importante no processo de certificação a sua interpretação e adaptação à realidade da estação de tratamento. Um dos méritos da norma NBR ISO 14.001, é a uniformização das rotinas e dos procedimentos necessários para a certificação ambiental, cumprindo um roteiro

padrão de exigências válido internacionalmente e que não substitui a legislação local vigente, mas a reforça ao exigir o seu cumprimento integral para que seja concedida a certificação.

No Brasil, a maioria das ETAs foram implantadas antes da Lei 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, da Lei 9.605/1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e a Resolução do CONAMA nº 237/1997 que exige o licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras. Portanto, raramente o sistema de destinação e disposição do final do lodo gerado nas ETAs era contemplado nos projetos das estações, agora, há uma exigência legal para novos projetos e ampliações.

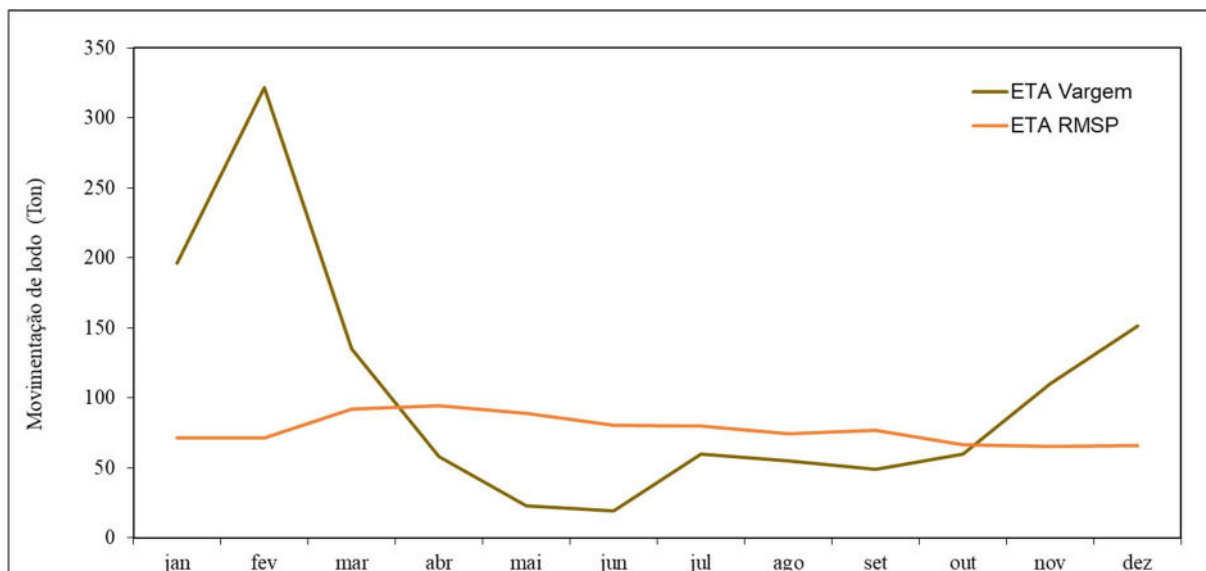
Diversas pesquisas e trabalhos científicos demonstram os riscos e o impacto ambiental que a disposição inadequada de lodo gerados em estações de tratamento podem causar no meio ambiente. A disposição do lodo em aterros Classe II é uma alternativa segura do ponto de vista da saúde pública e ambiental quando corretamente projetado e operado.

A Figura 9 apresenta o gráfico de movimentação do lodo, de acordo com a fórmula proposta pela *Water Research Center* (WRC), das ETAs Vargem Grande e outra estação de tratamento de água da Sabesp com capacidade nominal de tratamento semelhante. O principal responsável pela diferença no quantitativo de lodo gerado pelas duas ETAs é a qualidade da água do manancial, em especial ao parâmetro de turbidez. Segundo Magalhães Jr et al. (2020), a turbidez é um dos principais parâmetros de qualidade da água capaz de refletir as alterações na dinâmica hidrossedimentar em uma bacia hidrográfica, podendo variar, consideravelmente, em decorrência da dinâmica de uso e cobertura do solo, das fontes de poluição e dos eventos pluviométricos na área de drenagem da bacia.

Com o envio deste resíduo para um aterro sanitário cadastrado, foi evitado que este material possa contaminar o solo ou corpos hídricos se fosse descartado incorretamente, cumprindo com o Art. 7º da Lei 12.305/2010, que determina a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A implantação do PGRS na ETA Vargem Grande permitiu o acompanhamento do quantitativo de resíduos gerados pelos processos de tratamento e também das atividades administrativas e

operacionais, podendo deste modo, serem traçadas metas para futuros programas de redução.

Figura 9 - Gráfico comparativo de movimentação de lodo de duas estação de tratamento



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pela Sabesp.

Em relação aos demais resíduos gerados pelas atividades administrativas e operacionais da ETA, a implantação do PGRS e a certificação NBR ISO 14.001 promoveu a sensibilização da força de trabalho para a separação e coleta dos resíduos, favorecendo a coleta seletiva e a reciclagem dos materiais. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de resíduos coletados no ano de 2020 e a Figura 10 os gráficos de movimentação dos resíduos.

A coleta seletiva, separação na origem e a reciclagem são atividades que contribuem para a sustentabilidade urbana, produzindo reflexos na saúde ambiental e humana de determinada região. De acordo com Besen *et al.* (2014), o PNRS propunha a meta de inclusão de 600 mil catadores, dos quais 280 mil deveriam ser incluídos até 2015, por meio do Plano Brasil sem Miséria. Porém, de acordo com a PNRS, cabe aos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos definir como será a inclusão em seus respectivos territórios. Com o objetivo de promover um trabalho social, alinhado com a preservação do meio ambiente, todo resíduo reciclável é doado para cooperativa de reciclagem Coopernova Cotia Recicla e, em 2020 foram doadas 2,9 toneladas de resíduos plásticos, metais, vidros e papel/papelão.

Com o surgimento dos novos modelos de gerenciamento empresarial baseados na competitividade, a logística reversa têm se tornado um assunto de

prioridade. Deste modo, a logística reversa passou a ser estudada visando a sua adaptação em um mercado altamente competitivo, que além do aumento da eficiência e da competitividade, a mudança na cultura de consumo por parte dos clientes também tem incentivado a adoção da logística reversa, portanto, a prática da sustentabilidade tem sido percebida gradativamente como uma potencial fonte de vantagem competitiva estratégica.

Com foco na sustentabilidade, foi adotado a política de logística reversa para as lâmpadas fluorescente, toners e óleo usado, sendo recolhidos e encaminhados para empresas devidamente cadastradas e certificadas, 114,4 kg de lâmpadas fluorescentes queimadas, 22 toners de impressora e 900 litros de óleo lubrificante usado. Um dos pontos da Lei nº 12.305 foi a instituição da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos, no qual um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, são voltadas para minimizar o volume de resíduos gerados, bem como reduzir os impactos negativos causados à saúde humana e a qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

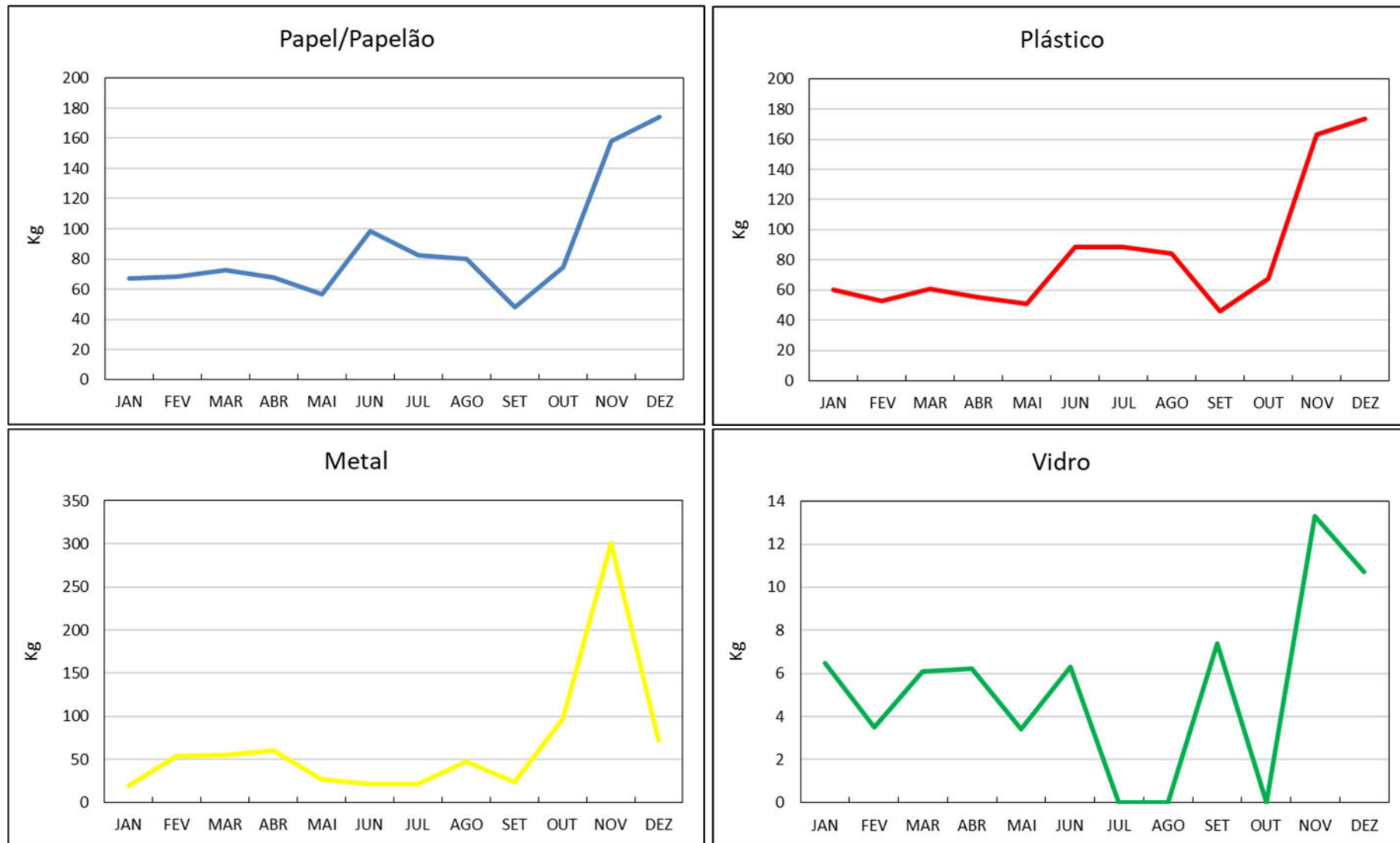
Tabela 1- Levantamento mensal dos resíduos gerados na ETA Vargem Grande

Tipo de resíduo	Mês												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barricas de papelão (Kg)	75,20	84,60	131,60	65,80	94,00	0	0	0	0	0	0	0	451,20
Toners usados (Unid.)	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Lâmpadas fluorescentes (Kg)	0	0	0	0	114,40	0	0	0	0	0	0	0	114,40
Entulho (Ton.)	0	0	3,50	0	3,43	0	0	3,69	5,13	5,77	55,17	28,03	104,72
Contaminados - Classe I (Kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	660,00	0	660,00
Óleo Usado (L)	0	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	900,00
Papel/papelão (Kg)	66,80	68,50	72,40	67,40	56,60	98,40	82,40	80,10	48,00	74,40	158,00	174,40	1047,40
Plástico (Kg)	59,90	52,60	60,50	55,50	50,80	88,40	88,20	84,18	46,20	67,30	163,10	173,30	989,98
Metal (Kg)	19,00	53,90	55,00	60,00	26,50	21,30	21,80	46,90	24,00	97,00	301,40	72,50	799,30
Vidro (Kg)	6,50	3,50	6,10	6,20	3,40	6,30	0,00	0,00	7,40	0,00	13,30	10,70	63,40
Resíduos eletrônicos (Kg)	29,00	0,00	80,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,00
Não reciclável (Kg)	227,20	216,70	233,90	221,00	210,00	147,60	237,10	214,00	220,40	232,62	341,50	308,00	2810,02
Total Resíduos no mês (Kg)*	483,60	479,80	639,50	500,90	441,30	362,00	429,50	425,18	346,00	471,32	977,30	738,90	5844,10

* Não são considerados os toners, lâmpadas, entulho, contaminados Classe I e o óleo usado no total de resíduos no mês.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pela Sabesp

Figura 10 –Gráficos de coleta e destinação dos resíduos na ETA Vargem Grande



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pela Sabesp

Em novembro de 2014 foi firmado um acordo setorial entre o Ministério do Meio Ambiente e a Associação Brasileira da Indústria da Iluminação e a Associação Brasileira de Fabricantes e/ou Importadores de Produtos de Iluminação, criando o acordo para Implementação do Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista, e com o envio das lâmpadas queimadas da ETA para um local de coleta devidamente cadastrado, contribui a diminuição do volume de lâmpadas descartada de maneira inadequada, que pode gerar a contaminação do solo e da água, além de causar danos à saúde humana, fauna e flora.

Um dos principais aspectos a serem geridos na busca pela sustentabilidade é a mitigação dos impactos ambientais e, isto pode ser alcançado pela da identificação dos danos ambientais atuais e potenciais, bem como da mensuração da pegada ecológica dos processos empregados, no caso da ETA Vargem Grande todas as etapas do tratamento da água. Ultimamente, a sociedade não se contenta apenas com a informação sobre os impactos negativos ao meio ambiente relacionado aos produtos nas fases de consumo e pós-consumo, também querem informações a respeito da origem da matéria-prima, das técnicas de processamento dos materiais envolvidos e as informações sobre os componentes da rede de suprimentos e como é realizada a mitigação ou redução dos impactos ambientais.

A pressão por uma gestão de resíduos mais ambientalmente correta, impeliu que a gestão de recursos e os processos logísticos fossem adequados para causar uma menor pegada ambiental, por meio do uso de conceitos como a reutilização, a reciclagem e de formas mais adequadas de disposição dos resíduos não reutilizáveis e não recicláveis, como no caso do lodo, das lâmpadas, do óleo usado, das lâmpadas fluorescente e os entulhos.

As demais estações de tratamento de água, bem com as estações de tratamento de esgoto da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo que ainda não possuem certificação ISO 14.001 estão em processo de implantação. Concomitante a esta certificação, desde 2008, a política ambiental da Companhia estabelece diretrizes para a gestão ambiental, podendo ser citado, atuar na prevenção da poluição hídrica e gestão dos resíduos sólidos; desenvolver as pessoas para promover a melhoria contínua dos produtos, processos e serviços, visando a qualidade ambiental; assegurar a conformidade com a legislação ambiental; adotar

critérios ambientais para a gestão de fornecedores; fomentar o desenvolvimento de tecnologias voltadas a proteção, conservação e recuperação do meio ambiente.

3. CONCLUSÃO

O manejo adequado dos resíduos sólidos requer o atendimento de diversas demandas, como a elaboração e cumprimento do PGRS e a busca constante pela destinação ambientalmente correta dos diferentes tipos de resíduos gerados na ETA Vargem Grande. Deste modo, foram elaborados diferentes modelos de gestão de resíduos, onde cada um foi adequado às suas especificidades e características.

Companhia de Saneamento Básico de São Paulo busca certificação ISO 14.001 em suas plantas de tratamento de água e esgoto e, além desta certificação, a Companhia possui um Sistema de Gestão Ambiental estruturado, que prepara outras unidades para futura certificação.

O descarte irregular do lodo proveniente do processo de tratamento de água é uma realidade que precisa ser corrigida no país, e neste ponto, a ETA Vargem Grande ocupa papel de destaque, pois existe o procedimento de disposição adequada e controlada do lodo, conforme determina a Legislação e também a NBR ISO 14.001. Ressalta-se também que todos os demais resíduos sólidos gerados na ETA, são dispostos em locais identificados e com tratamento posterior adequado. Diante do acima exposto, pode-se concluir que a gestão eficiente dos resíduos sólidos, auxiliado pela certificação NBR ISO 14.001 e a implantação do PGRS fez com que a ETA Vargem Grande se adequasse a Lei nº 12.305/10, proporcionando a quantificação e destinação correta dos diferentes tipos de resíduos, seja através de convênio com cooperativas de reciclagem, logística reversa ou encaminhamento para aterros sanitários certificados. Com isto, pode ser verificado que a ETA Vargem Grande, está de acordo com os requisitos da ISO 14001 e a Lei 12.305/2010 e com planejamento ambiental bem consistente.

Referências Bibliográficas

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 115-122, 2013.

ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica PRODEMA**, v. 6, n.1, p. 07-22, 2011.

ALMEIDA, J.; MELLO, R. C.; CAVALCANTI, YARA. S. **Gestão Ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação**. Rio de Janeiro: Thex, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001: Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro, ABNT, 2015.

_____. **NBR ISO 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

ALBERTI, M.; CAINI, L.; CALABRESE, A.; ROSSI, D. Evaluation of the costs and benefits of an environmental management system. **Int. Journal of Production Research**, v. 38, p. 4455-4466, 2000.

ALMEIDA, J. R.; CAVALCANTI, Y.; MELLO, C. S. **Gestão ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação**. Rio de Janeiro: Thex, 2000.

BESSEN, G. R.; RIBEIRO, H.; GÜNTHER W. M. R.; JACOBI, P. R. Coleta seletiva na Região Metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ambiente & sociedade**, v. 17, n. 3, p. 259-278, 2014.

BITENCOURT, S.; SERRAT, B. M. AISSE, M. M.; MARIN, L. M. K. S.; SIMÃO, C. C. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 17, n.3, p.325-324, 2012.

BRASIL. **Lei nº 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. Brasília: Casa Civil, 2010a.

_____, **Decreto nº 7.404, 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. Brasília: Casa Civil, 2010b.

_____, **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 1981.

_____, **Lei 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 1999.

_____, **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2001.

_____, **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2001**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.555, de 21 de junho de 1993 e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978 (Redação pela Lei nº 14,026 de 2020). Brasília: Casa Civil, 2001.

_____, **Decreto 96, de 27 de julho de 1996**. Outorga à Companhia Brasileira de Alumínio – CBA a concessão de uso de bem público para os aproveitamentos hidrelétricos no rio Juquiá-Guaçu, no Estado de São Paulo. Brasília: Casa Civil, 1996.

_____, **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Casa Civil, 1996.

_____, **Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2001.

_____, **Portaria 888 de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

CAMPOS, R.; BORGA, T.; SARTOREL, A. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos do município de Isômere/SC, através de uma análise quantitativa e qualitativa. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.11, n.1, p 64-74., 2017.

CAGNO, E.; GIULIO, A. D.; TRUCCO; P. A methodological framework for initial environmental review (ier) in EMS implementation. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v.1, p. 505-532, 1999.

CERVELINI, F. M; SOUZA, M.T.S. A contribution of the cleaner production program to the ISO 14001 management system: a case study in the metal-mechanic sector. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 2, p. 61-76, 2009.

COELHO, R. V.; TAHIRA, F. S.; FERNANDES, F.; FONTENELE, H. B.; TEIXEIRA, R. S. Uso de lodo de estação de tratamento de água na pavimentação rodoviária. **REEC**, v. 10, n, 2, p. 11-22, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Integra a atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, em conformidade com as respectivas competências.

_____, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Rev. Bras. Gest. Urbana**, v. 10, n. 1, p. 199-212, 2018.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo. Atlas S.A., 2009.

HEBER, F.; SILVA, E. M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Rev. Adm. Pública**, v. 48, n. 4, p. 913-937, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/vargem-grande-paulista.html>>. Acesso em: 25/04/2020.

INMETRO. Instituto Brasileiro de Metrologia. Sistema de Gerenciamento de Certificados – Certifiqu. Disponível em: <<https://certifiqu.inmetro.gov.br/Grafico/CertificadosValidosBrasil>>. Acesso em 05/05/2021

FRANKENBERG, C. L. C.; RODRIGUES, M. T. R.; CANTELLI, M. **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental**. 1 ed.; Porto Alegre: EDPUCRS, 2000.

FREITAS, V. P. Os resíduos sólidos na civilização de consumo. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 1, n. 1, p. 12-15, 2010.

GAVRONSKI, I.; KLASSEN, R. D.; VACHON, S.; NASCIMENTO, L. F. M. A resource-based view of green supply management. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 47, p. 872-885, 2011.

GAVRONSKI, I.; PAIVAB, E. L.; TEIXEIRA, R.; ANDRADE, M. C. F. ISO 14001 certified plants in Brazil – taxonomy and practices. **Journal of Cleaner Production**. v. 39, p. 32-41, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed.; São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

HARRINGTON, H.J.; KNIGHT, A. **A implementação da ISO 14000. Como atualizar o sistema de Gestão Ambiental com eficácia**. São Paulo: Atlas, 2001.

HERAS-SAIZARBITORIA, I.; MOLINA-AZORÍN, J.F.; DICK, G.P.M. ISO 14001 certification and financial performance: selection-effect versus treatment-effect. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 01-12, 2011.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JACOBS, B. W.; SINGHAL, V.R.; SUBRAMANIAN. R. An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm. **Journal of Operations Management**, v. 28, p. 430-441, 2010.

KLASSEN, R. D.; WHYBARK, D.C. Environmental management in operations: the selection of environmental Technologies. **Decision Sciences**, v. 30, p. 601-631, 1999.

KLUNDER, A.; ANSCHÜTZ, J.; SCHEINBERG, A. Concept of ISWM. **Gouda: WASTE**, 2001.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**. 3º ed., Editora Átomo, Campinas, 2010.

LIMA, G. F. C. Consumo e resíduos sólidos no Brasil: as contribuições da educação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 37, p. 47-57, 2015.

LUCENA, L. C. L.; SILVA, J. A.; MARINHO FILHO, P. G. T.; PORTELA, M. G. Monitoramento de parâmetros físicos e ambientais de camadas de solo estabilizadas com lodo de ETA e de ETE. **Revista Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, p. 873-890, 2017.

MAGALHÃES Jr, A. P.; BARROS, L. F. P; COTA, G. E. M. Classificação de sistemas fluviais. In: MAGALHÃES Jr, A. P; BARROS, L. F. P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1º ed. Rio de Janeiro, 2020, 417 p.

MAIA, H. J. L.; ALENCAR, L. D.; BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. Política nacional de resíduos sólidos: um marco na legislação ambiental brasileira. **Revista Polêm! ca**, v. 13, n. 1, p. 1070-1080, 2014.

MAIELLO, A.; BRITO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 24-51, 2018.

MARTINS, M. R. S.; SILVA, J. G. F. O sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14000: Importância do instrumento no caminho da sustentabilidade ambiental. **REGET**, v. 18, n. 4, p. 1460-1466, 2014.

MASSOUD, M. A.; FAYAD, R.; EL-FADEL, M.; KAMLEH, R. Drivers, barriers and incentives to implementing environmental management systems in the food industry: a case of Lebanon. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 200-209, 2010.

OLIVEIRA, O. J.; SERRA, J. R.; SALGADO, M. R. Does ISO 14001 work in Brazil? **Journal of Cleaner Production**, v.18, p. 1797-1806, 2010.

PAIXÃO, L. C. C.; YOSHIMURA, H. N.; ESPINOSA, D. C. R.; TENORIO J. A. S. Efeito da incorporação de lodo de ETA contendo alto teor de ferro em cerâmica argilosa. **Cerâmica**, v. 54, p. 63-76, 2008.

PEREIRA, S. L. M. **Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

PEREIRA, J. O.; SILVA, S. B. F.; FARIA, P. C.; COSTA, T. T.; PIRES, V. G. R. Impacto do consumo descontrolado de água na produção de resíduos em estação de tratamento de água. Estudo de caso: ETA-Itacolomi, Ouro Preto (MG). **RBCIAMB**, n. 9, p. 02-13, 2016.

PIMENTEIRA, C. A. P. **Gestão integrada de resíduos sólidos no Rio de Janeiro: impactos das decisões dos gestores nas políticas públicas**. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Coppe/Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

RAUBER, M. E. Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305, de 02/08/2010. **Revista Eletrônica Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.4, n.4, 2011.

RAZUK, N. P. C. Gerenciamento de resíduos sólidos e obrigações dos entes estatais frente à política nacional de resíduos sólidos. **Prisma Jur.**, v. 13, n. 1, p. 71-105, 2014.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T. M.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.1, p.01-08, 2013.

RIBEIRO, F. L. M. **Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito - MG**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2015.

SABESP. Companhia de Saneamento do estado de São Paulo. Estudo de concepção e projeto básico do Sistema Produtor São Lourenço. **Relatório de impacto ao meio ambiente** - RIMA. EMCIBRA S. A.; PRIME Engenharia, 189 f., 2011. Disponível em:< http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/ppp_sao_lourenco/estudo_concep%C3%A7%C3%A3o_SPSL.pdf>. Acesso em 05/05/2021.

SANTAELLA, S. T.; BRITO, A. E. R. M.; COSTA, F. A. P.; CASTILHO, N. M.; DE MIO, G. P.; LEITÃO, R. C.; SALEK, J. M. R. **Resíduos Sólidos e a Atual Política Ambiental Brasileira**. Fortaleza: LABOMAR/UFC. 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2018**. Brasília: SNIS, 2018.

SILVA, E. F. A **organização das cooperativas brasileiras e a negação do direito fundamental à livre associação**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOLEDADE, M. G. M.; NÁPRAVNIK FILHO, L. A. F. K.; SANTOS, J. N.; SILVA, M. A. M. ISO 14000 e a gestão ambiental: uma reflexão das práticas ambientais corporativas. *In: Anais [...]* Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 9. Curitiba, 2007.

SOUZA, M. C. B. M.; MELLO, I. S. Resíduos sólidos: coleta seletiva estímulo para o aumento da reciclagem e melhoria de renda dos catadores. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 06, n. 03, p. 2959-2981, 2015.

TAFAREL, N. F.; MACIOSKI, G.; CARVALHO, K. Q.; NAGALI, A.; FREITAS, D. C.; PASSIG, F. H. Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. **Revista Matéria**, v. 21, n. 04, p. 974-986, 2016.

TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, S. A.; SOUZA, N. R.; ALÉSSIO, P.; SANTOS, G. T. A Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. **Cerâmica** v. 52, p. 215-220, 2006.

VARGEM GRANDE PAULISTA. **Lei nº 963, de 09 de fevereiro de 2017**. Dispõe sobre a aprovação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Vargem Grande Paulista - PMGIRSU e dá outras providências. 2017.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers. **Journal of Environmental Management**, v. 85, p. 179-189, 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.