

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**WILLERSON RAPHAEL GIACOMITTI GAVINO**

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM ESTUDO DE CASO DA  
IMPLANTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RECICLAGEM NO  
MUNICÍPIO DE PINHÃO-PR**

**CURITIBA**

**2018**

WILLERSON RAPHAEL GIACOMITTI GAVINO

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM ESTUDO DE CASO DA  
IMPLANTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RECICLAGEM NO  
MUNICÍPIO DE PINHÃO-PR

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Gestão Pública no curso de Pós-Graduação em Gestão Pública, pelo Departamento de Administração Geral e Aplicada, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Tomas Sparano Martins

Curitiba

2018

## **RESUMO**

O presente estudo buscou avaliar a capacidade de políticas públicas em influenciar a participação popular em ações que beneficiam toda a comunidade. Tendo como objeto de estudo a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, a qual depende não somente de ações governamentais, mas também da participação da iniciativa privada, e principalmente da inclusão da população no ciclo de minimização da geração e destinação adequada dos resíduos. A Política Pública denominada Bufunfa foi implementada no município de Pinhão-PR, e se baseia em um incentivo fiscal para estimular a segregação de resíduos na fonte geradora, favorecendo e otimizando o processo de reciclagem.

Palavras-chave: Políticas Públicas. Gestão Ambiental. Resíduos Sólidos. Reciclagem.

## **ABSTRACT**

The present study intended to evaluate the capacity of public policies to influence popular participation in actions that benefit community as a whole. Seeking as object of study the integrated management of urban solid waste, this depends not only on governmental actions, but as well as participation of private initiative, and essentially the inclusion of population on the cycle of minimization of generation and properly destination of waste. The public policy referred as "Bufunfa" was implemented in the town of Pinhão-PR, and is based on tax incentive to stimulate the segregation of waste on the generation source, favoring and optimizing the recycle process.

Key-words: Public Policy. Environmental Management. Solid Waste. Recycling.

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PROPORÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS.....	19
GRÁFICO 2 – PROPORÇÃO DOS MATERIAIS PRESENTES NA PARCELA DE RESÍDUOS COM POTENCIAL RECICLÁVEL.....	20
GRÁFICO 3 – COMPARATIVO ENTRE OS VOLUMES DE RESÍDUOS GERADOS COM E SEM TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	25

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – DADOS SOBRE O MONTANTE DE RESÍDUOS GERADOS DURANTE OS 15 ANOS DE OPEAÇÃO DO ATERRO.....	20
--	----

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
2. <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
3. <b>DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA</b> .....	17
3.1 Dados do município.....	17
3.2 Dados dos resíduos gerados no município.....	18
3.3 Dados sobre a estimativa de volume necessário para aterrar os resíduos...20	
4. <b>PROPOSTA TÉCNICA PARA SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA</b> ....	22
4.1 Situação da gestão de resíduos no município.....	22
4.2 Dados sobre o terreno de implantação do aterro.....	23
4.3 Ferramentas necessárias.....	26
5. <b>CONCLUSÃO</b> .....	28
6. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

O maior problema urbano da atualidade está ligado não ao desenvolvimento em si de uma cidade, mas de que forma ela se desenvolve com sustentabilidade e atendendo as necessidades do saneamento básico.

Oferecer água potável e coleta de esgoto é um serviço que normalmente é compartilhado com empresas privadas de saneamento, isto porque demanda muito investimento, e estas empresas usam este investimento para lucrar durante várias décadas.

Quanto à gestão de resíduos sólidos, que também está integrada ao saneamento básico, acaba sendo negligenciada, pois o lixo é coletado pela gestão municipal, e a população não se interessa, ou não sabe qual sua destinação.

Devido a essa desinformação, ações que visam operacionalizar de forma inteligente os resíduos não surtem muito efeito eleitoral, ficando em segundo plano nas ações governamentais da gestão pública.

Todavia, as pressões da legislação e de órgãos ambientais fiscalizados vêm obrigando os gestores a resolver esses problemas de forma adequada, e que quando obrigados a contratarem serviços de destinação de resíduos se chocam com a realidade do elevado preço para tal finalidade.

A alternativa é gerir o próprio lixo, porém, para esta gestão ter efeitos duradouros e efetivos, deve-se contar com o apoio da população, de modo a otimizar a vida útil dos aterros sanitários.

Parte da população se interessa e tem bons hábitos como o de separar o lixo em casa, mas muitos se descontentam com a falta de participação da gestão pública, que não conta com uma coleta seletiva presente e eficiente.

Parte da gestão municipal não somente a coleta de lixo comum e lixo reciclável, mas também a educação ambiental para toda a população, bem como incentivos para a participação da população na gestão dos resíduos.

Uma adequada gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) deve ser baseada no princípio dos 3R's - Reduzir, Reutilizar e Reciclar - visando diminuir a demanda por recursos naturais e os impactos ambientais causados pelas extrações dos mesmos.



A extração de minério que dá origem aos metais é uma das formas extrativistas de maior potencialidade de impactos ambientais, o desperdício de materiais metálicos, sendo aterrados ou dispostos incorretamente, favorece uma maior demanda por extração de minérios.

Além disso, quando dispostos incorretamente, os metais são adsorvidos no solo e são drenados pela água da chuva, sendo absorvidos nos lençóis freáticos. A presença de metais pesados na água representa muitos riscos devido à sua associação com doenças cancerígenas e mutagênicas, bem como pela sua capacidade de bioacumulação.

A produção de plásticos além de ter como matéria-prima o petróleo, apresenta uma grande permanência no ambiente, e como é a base de embalagens em geral, é facilmente descartado em qualquer lugar, devido à carência na educação ambiental, causando diversos problemas com a drenagem pluvial quando dispostos no meio urbano, e várias adversidades com animais que tentam se alimentar ou ficam presos nesses plásticos.

A extração de árvores que dá origem aos papéis, celulose, papelões, madeira, borracha, demanda cada vez mais área de plantio para reflorestamento, ocupando também áreas nativas.

A produção de vidro demanda uma grande quantidade de energia para sua formação, e toda a forma de energia gasta, consome algum tipo de recurso natural.

O desperdício de matéria orgânica significa a extração de nutrientes naturais do solo, os quais são cada vez mais substituídos por adubos químicos durante os plantios em larga escala, essa forma de adubação química empobrece o solo, e diminui a vida útil de ciclos férteis.

Além disso, a matéria orgânica quando disposta incorretamente pode causar uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e quando acumulada pode comprometer a qualidade da água, já o excesso dos nutrientes da adubação química, pode ser drenado pela água da chuva e contaminar os lençóis freáticos.

E somente aquilo que não foi passível de reaproveitamento ou reciclagem, é chamado de rejeito, o qual deve ter uma destinação final adequada, seja incinerado para ser transformado em cinzas, ou a técnica mais

adaptada para a realidade brasileira que é o aterramento sob condições controladas, o chamado aterro sanitário.

Uma gestão adequada de RSU, portanto, envia para o aterro sanitário o mínimo de resíduos possível, tentando reaproveitar tudo o que for viável economicamente, e inserindo novamente na cadeia produtiva os resíduos para os transformar em matéria-prima.

Além deste retorno de matéria-prima para a cadeia produtiva, um menor volume de resíduos no aterro significa uma maior vida útil do mesmo, visto que, mesmo que seja uma alternativa ambientalmente correta, o aterro sanitário também provoca impactos ambientais, devido aos subprodutos gerados no processo de confinamento dos resíduos. Portanto, prolongar a vida útil do aterro corrobora para uma menor degradação ambiental, pois é capaz de receber um maior volume de rejeitos.

Na cidade de Pinhão-PR será implantado um aterro sustentável, que envia para as trincheiras os resíduos após um processo de triagem, que retira do lixo doméstico os materiais potencialmente recicláveis, e parte da matéria orgânica, a qual é destinada para uma leira de compostagem.

Além desta triagem realizada no aterro, que se apresenta como uma medida corretiva, por se tratar de um processo de retirada de materiais recicláveis após a mistura destes com materiais orgânicos, o município também estimula a população a separar o lixo em casa, através de incentivos fiscais, promovendo assim uma coleta seletiva mais eficiente, sendo esta uma medida de caráter preventivo, prevenindo a poluição e a extração de novos recursos.

Este trabalho visa, portanto, integrar a sociedade no processo de gestão de resíduos, através de políticas públicas de educação e incentivos fiscais para fomentar a segregação de resíduos em casa e operacionalizar a venda dos produtos recicláveis e orgânicos, visando não somente os benefícios ambientais, mas também os sociais associados aos catadores de recicláveis e aos feirantes da cidade.

Para tanto será implementada uma política pública denominada Bufunfa, que retorna para o cidadão a taxa de lixo inserida no IPTU em forma de crédito para ser gasto na Feira do Produtor local. Com essas medidas espera-se que a população participe e colabore para uma gestão ambientalmente correta e socialmente justa de resíduos sólidos urbanos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento populacional desenfreado, aliado aos novos padrões de vida, bem como a constante inovação tecnológica com obsolescência programada, associados com a propaganda em todos os meios de comunicação que incentiva o consumismo exagerado, provoca um aumento vertiginoso na geração de resíduos sólidos (SILVA *et al.*, 2016).

O desenvolvimento das cidades traz consigo uma gama variada de impactos ambientais, dentre eles, se destaca essa produção de resíduos sólidos urbanos, os quais demandam coleta, transporte, acondicionamento, tratamento e disposição final adequada, previstos em lei.

Todo esse volume de resíduos vem sendo gerado em uma velocidade que não acompanha uma adequada gestão dos mesmos. Sendo desperdiçado muito material não-renovável, como os metais, além de ser produzido um volume muito grande de materiais extremamente persistentes no meio, como os plásticos.

Grande parte deste volume é originado das embalagens, de alimentos, e de outros produtos em geral, sendo basicamente compostos de plástico. Grande parte deste volume é disposto incorretamente, sendo introduzido na natureza, e persistindo por séculos até sua degradação (RAGAERT *et al.*, 2017).

O manejo inadequado desses resíduos gera problemas sociais, ambientais, econômicos e afetam diretamente a saúde pública e qualidade de vida dos animais que habitam o meio afetado (OLIVEIRA e GALVÃO Jr, 2016).

Nos oceanos formam-se ilhas de resíduos que vão se acumulando devido ao movimento das marés, porém, o que não se acumula fica disperso no meio ambiente, causando diversos inconvenientes visuais, e que afetam a comunidade marinha, como os canudos e lacres de engradados de latas, que são mortais quando encontrados por tartarugas e outros animais que tentam se alimentar deles (ROBINSON e FIGGENER, 2015).

Segundo uma estimativa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), aproximadamente, 40% dos resíduos gerados no Brasil, em 2014, receberam destinação imprópria (ABRELPE, 2014).

Ainda segundo os dados da Abrelpe, a taxa de geração de resíduos está superando a taxa de crescimento populacional, e isso demonstra que o consumo está aumentando a cada ano no Brasil (ABRELPE, 2012).

Os países em desenvolvimento ainda apresentam grande dificuldade em gerir os seus resíduos, sendo grande parte destes depositados incorretamente em lixões e aterros controlados, e muito pouco destes, enviados a aterros sanitários, e uma parcela ainda menor reciclada (SANTOS *et al.*, 2017).

No Brasil a Lei nº 11.445/2007, chamada Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB), trouxe, entre outros componentes do saneamento básico, a limpeza urbana e o manejo de RSU como responsabilidades do município, exigindo a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e suas devidas atualizações (BRASIL, 2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, dispõem sobre seus princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Esta Lei hierarquizou a gestão de resíduos sólidos em seu Art. 9º em uma ordem de prioridade, tendo como primazia a não-geração e a redução desta produção sempre que possível, e quando o resíduo for gerado favorecer a reutilização do mesmo, e, quando não for possível reutilizá-lo prontamente, deve-se inserir o mesmo na cadeia produtiva novamente através de processos de reciclagem. E quando o resíduo não for passível de reaproveitamento, são chamados então de rejeitos, e os mesmos devem ser encaminhados para tratamento e disposição final adequados (BRASIL, 2010).

Segundo Oliveira e Galvão Jr (2016) a não-geração, a redução e a reutilização são objetivos que somente são alcançados em longo prazo, visto que dependem fortemente de componentes como a educação ambiental e a mudança comportamental da sociedade.

A educação ambiental e a mudança no comportamento da sociedade em relação à gestão adequada de resíduos sólidos influenciam diretamente também o processo de reciclagem dos resíduos, isto porque o resíduo potencialmente reciclável quando misturado aos resíduos orgânicos se tornam sujos, aderindo um menor valor comercial ao mesmo.

Portando, mesmo que haja políticas de reciclagem de resíduos em um município, a viabilidade deste processo depende da segregação destes resíduos na fonte geradora, ou seja, nas casas das pessoas, segmentando os resíduos recicláveis, sendo estes os resíduos secos, sem umidade e nem matéria orgânica, dos resíduos sujos os quais estariam em contato com restos de comida e outros componentes que deterioram a qualidade do material para venda.

Este tipo de ação constitui a principal característica do modelo de gestão proposto pela PNRS, onde a responsabilidade é compartilhada entre todos os atores envolvidos, o Estado, o Mercado, e principalmente a sociedade civil.

Esta colaboração mútua gera uma sinergia entre os atores capaz de atingir objetivos com um elevado grau de sucesso na gestão socioambiental dos resíduos, visto que, quando cada ator assume sua responsabilidade as etapas do desenvolvimento adequado da gestão fluem com maior dinamismo (CHARUVICHAIPONG E SAJOR, 2006).

Diversos estudos demonstram que a gestão compartilhada entre as esferas pública e privada, envolvendo a integração da sociedade no processo, contribui para um desenvolvimento sustentável, sendo possível atender aos objetivos propostos pelas políticas públicas (BENKLER; NZEADIBE; VOGT, 2015).

O Mercado, representando a esfera privada, tem assumido parte da responsabilidade através de políticas como a de Logística Reversa, recebendo de volta produtos e embalagens após o uso pelos consumidores, e assumindo o compromisso de reutilizá-los, reciclá-los ou de destiná-los de forma ambientalmente correta.

Visando um novo nicho de consumidores preocupados com as questões ambientais, muitas ações são promovidas por grandes corporações e empresas, como a incorporação de materiais recicláveis nas embalagens, redução no volume e quantidade de plásticos e outros materiais, e substituição por matérias-primas que comprometem menos o meio ambiente.

De modo a comprovar o interesse em manter um desenvolvimento de forma sustentável, as empresas vêm buscando cada vez mais formas de mostrar ao consumidor seus objetivos, metas, valores e a visão em prol de um meio ambiente equilibrado, capaz de suprir as demandas mercadológicas de

forma sustentável, dentre essas formas de demonstração ao público estão as certificações ambientais como as da série ISO 14.000, e os selos ambientais que variam de acordo com as características da empresa.

Quanto à esfera pública, o Governo se responsabiliza pela coleta e destinação final dos resíduos, e apesar das cobranças impostas pela PNRS, ainda há muita disposição inadequada de resíduos em vazadouros à céu aberto, os chamados lixões, devido à falta de fiscalização dos próprios órgãos públicos (JACOBI e BESEN, 2011).

Cabe aos órgãos ambientais a fiscalização deste tipo de ocorrência, bem como orientar as prefeituras quanto aos procedimentos adequados de destinação de resíduos. E cabe à esfera pública também a disseminação de informação, a educação ambiental, a criação de incentivos e métodos para se obter uma adequada aderência da população no processo de gestão de resíduos.

Quando bem informada e orientada, a população passa a participar e colaborar para um processo mais eficiente, separando os resíduos em casa, um maior volume de material reciclável e com maior qualidade para venda pode ser comercializado, aderindo um viés social aos catadores de recicláveis, além de diminuir o volume de resíduos que chega ao aterro sanitário.

Esta participação social é elemento fundamental em todas as etapas para o desenvolvimento de uma gestão ambiental e social adequada, promovendo uma integração entre os atores que cria um ciclo de responsabilidades que objetivam o mesmo resultado (POLAZ e TEIXEIRA, 2009).

A inclusão da sociedade com este papel fundamental para a gestão socioambiental dos resíduos tem sido amplamente avaliada nos processos de elaboração e implementação de políticas públicas, sendo publicados diversos estudos que apontam para a melhoria na qualidade dos resultados quando há o envolvimento dos cidadãos (HOUTZAGER, 2007; JOSHI, 2008).

A gestão de RSU deve estar alinhada com os princípios de saúde pública, economia, engenharia e preservação ambiental, sendo consideradas também as condicionantes sociais, que envolvem a população usuária do serviço, bem como a parcela que utiliza o processo como fonte de renda,

sendo este tipo de gestão de grande complexidade por haver uma demanda interdisciplinar para se obter os resultados satisfatórios (FERRAZ, 2008).

No Paraná a lei nº 12.493/1999 estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, bem como à destinação final adequada dos resíduos, e para se adequar à legislação nacional instituída pela Lei nº 12.305/2010, o Estado do Paraná criou o Programa Estadual de Resíduos Sólidos, denominado Paraná Resíduos e instituído pela Lei 19.261/2017, de modo a atender as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e estabelecer outras providências.

A Lei Estadual 12.493/99 em seu Art. 14 já previa a proibição de lançamento de resíduos in natura a céu aberto, e em 2010 a PNRS estabeleceu um prazo de 4 anos para adequação de todos os municípios do país. Visto que a maioria dos municípios do estado não se ajustou às demandas da legislação, o Programa Paraná Resíduos fomentou a criação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-PR) que visa uma gestão integrada de todos os tipos de resíduos gerados no estado, para garantir sua destinação adequada.

Atualmente, o procedimento mais simples e barato para confinar e tratar os resíduos sólidos urbanos (RSU) é o aterro sanitário. Muito difundido em países menos desenvolvidos, particularmente no Brasil, devido à sua grande disponibilidade de espaço.

De acordo com a NBR 8419/1992, o aterro sanitário é um método viável, no qual, baseando-se em princípios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura dos resíduos, no quesito controle da poluição (ABNT, 1992).

Apesar de o aterro sanitário propor uma solução segura para o tratamento dos resíduos, esta técnica gera subprodutos de relevante impacto ambiental, tais como o lixiviado e o biogás, os quais demandam drenagem, coleta, condução e tratamento adequados, de modo a mitigar, ou impedir danos ao solo, ar, águas subterrâneas e superficiais (LOPEZ *et al.*, 2004).

Os subprodutos formados no processo de confinamento dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários podem causar inúmeros impactos ambientais. Os efluentes gasosos gerados durante o processo de biodegradação dos resíduos apresentam elevada capacidade degenerativa

sobre o meio ambiente, principalmente no que se refere ao aquecimento global, tendo em vista que os principais gases gerados ( $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ) são os principais contribuintes para o fenômeno (SOUZA, 2005).

Outro subproduto de importância ambiental é decorrente da percolação da água da chuva que integra a umidade natural dos resíduos e forma o lixiviado, um efluente altamente tóxico que demanda um tratamento adequado, visando diminuir seus efeitos deletérios sobre o meio ambiente (RAUTENBACH e MELLIS, 1994).

O lixiviado, se disposto incorretamente sem tratamento, compromete a qualidade dos recursos hídricos, e, por conseguinte seus usos. Este efluente apresenta cor escura, odor desagradável, alta carga orgânica e inorgânica, além de composição química e microbiológica complexa (KJELDSEN et al, 2002).

Renou et al (2009) apontam que o lixiviado de aterro sanitário é um líquido de elevada carga orgânica, com presença de sais inorgânicos como cloretos, sulfetos, carbonatos, amônia, além de compostos halogenados e metais pesados.

As características físico-químicas do lixiviado estão diretamente ligadas às características do próprio local, sendo influenciadas pela natureza do aterro, balanço hídrico, operação e idade do aterro e principalmente pelo tipo de resíduos aterrados (LEMA et al, 1988).

A maior problemática envolvendo os subprodutos gerados parte do tipo de resíduos que são aterrados, sendo os resíduos de origem orgânica os maiores responsáveis pela geração de gases e lixiviados. Esta fração orgânica dos resíduos está submetida à biodegradação por microrganismos, os quais utilizam o carbono da matéria orgânica como fonte de energia, transformando essa matéria carbonácea em gases ( $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ), enquanto utilizam oxigênio para respiração em seu processo metabólico.

A respiração dos microrganismos no processo de síntese da matéria orgânica causa uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e estando os mesmos presentes no lixiviado, estes líquidos acabam, portanto, diminuindo a concentração de oxigênio na água, causando um grande dano ambiental quando em demasia.

A solução proposta por este trabalho, é, portanto, diminuir o volume de



resíduos orgânicos que chegam às trincheiras, e reaproveitá-lo através dos processos de triagem de resíduos recicláveis, e o processo de compostagem, o qual consiste na adesão deste volume orgânico ao solo, de forma à reaproveitar os nutrientes presentes nos resíduos, e utilizar este composto para recuperação de áreas degradadas, devido suas propriedades condicionantes de solo.

### 3. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

#### 3.1. Dados do município:

##### Localização:

O município de Pinhão fica localizado na região centro-sul do Paraná, a uma latitude de 25°41'44" sul e a uma longitude de 51°39'35" oeste, estando a uma altitude de 1041 metros.

##### População:

Os dados para projeção da população estimada para o período de funcionamento do aterro sanitário, bem como os dados populacionais atuais foram fundamentados no censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Censo 2010).

No ano de 2010 o censo realizado pelo instituto obteve um resultado demográfico de 30.208 pessoas, dentre as quais 50,7% vivem na zona urbana, e os outros 49,3% da população vivem na zona rural. Através da mesma plataforma, foi possível presumir o crescimento da população até o ano de 2018, cujo valor populacional estimado é de 32.645 pessoas. Tendo como base ambos os dados populacionais do censo, de 2010 e 2018, foi realizada uma interpolação linear a fim de prever a Taxa de Crescimento Populacional (TCP) para os anos subsequentes em que estará em operação o aterro sanitário.

Para o cálculo da projeção populacional referente aos anos em que o aterro estará em operação, será utilizada a Equação (1) a seguir.

$$Y_p = \frac{(P_{2018} \times 100 - 100)}{P_{2010}} \times (1/7) \quad (1)$$

Em que:

$Y_p$  = Taxa de Crescimento Populacional (TCP)

$P_{2010}$  = População no ano de 2010

$P_{2018}$  = Projeção da população pra o ano de 2018.

A interpolação resultou em um crescimento populacional de 1% ao ano. Todavia, apenas a parcela urbana do município é atendida, e segundo dados do Instituto Paranaense de Pesquisa e Desenvolvimento (IPARDES) a taxa de crescimento média prevista para o município é de 1,1% para a população urbana. Como o sistema de coleta e disposição final de resíduos atende a parcela urbana da população, será considerado para fins de cálculo os valores de crescimento urbano.

### 3.2. Dados sobre os resíduos gerados no município:

Atualmente o município vem gerando uma média de 13 toneladas de resíduos por dia, dos quais 2,5 toneladas estão sendo reciclados em uma unidade inserida nas imediações do aterro. Neste montante estão incluídos os resíduos comerciais, domiciliares e os resíduos gerados na varrição da cidade e podas de árvores.

Os resíduos de serviço de saúde (0,2 ton/dia) são coletados quinzenalmente por empresa terceirizada e especializada. Os resíduos de construção civil (2,8 ton/dia) são armazenados em caçambas estacionárias, e também destinados por empresas especializadas. Os resíduos industriais e perigosos (0,3 ton/dia) também são de responsabilidade do gerador, sendo os mesmos destinados em aterros industriais.

Para os cálculos dos volumes diários, mensais e anuais de resíduos que chegará ao aterro será utilizada a Equação (2) a seguir.

$$V = \frac{\text{Pat} \times q}{g} \quad (2)$$

Em que:

V = Volume de resíduos (m<sup>3</sup>)

Pat = População atendida pelo sistema de coleta de lixo (hab.)

q = Taxa de geração de lixo per capta (kg/hab.)

g = Taxa de compactação (kg/m<sup>3</sup>)

O método de Aterro Sanitário consiste na aplicação de técnicas de compactação diária dos resíduos, seguida do aterramento dos mesmos com solo do próprio local, ou ainda solo importado de outra jazida. Portanto, além do cálculo do volume de resíduos é necessário também considerar o volume de solo que será empregado no aterramento, e conseqüentemente ocupará um volume na trincheira também, sendo encontrado na literatura um volume mínimo de 10% do total de volume dos resíduos.

Para o cálculo do volume total requerido para a trincheira será utilizada a Equação (3) a seguir.

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{Resíduos}} \times 1,1 \quad (3)$$

De modo a se obter um conhecimento maior acerca dos resíduos que chegam ao aterro, e desta forma programar melhor a gestão destes resíduos, foi realizado um estudo gravimétrico, visando uma análise quantitativa dos tipos e proporções dos materiais contidos no lixo que chega ao aterro. Este trabalho

fez parte do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e foi capaz de determinar a composição do lixo gerado no município de Pinhão-PR.

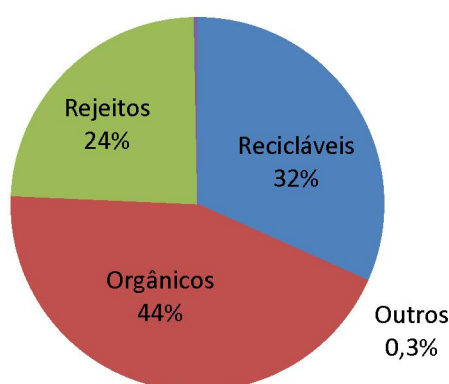
O resultado deste trabalho demonstra a viabilidade de expansão da coleta seletiva no município, e também o potencial de utilização da fração orgânica devido ao seu alto percentual. Para determinar a caracterização dos resíduos foram utilizadas amostras obtidas durante todo dia de operação no aterro.

Para uma adequada amostragem, foi utilizada a técnica de quarteamento, a qual consiste na homogeneização de uma massa de resíduos, coletada ao longo de um dia de operação, cuja totalidade é dividida em quatro partes, e uma destas é utilizada para caracterização. Para realização do estudo foram utilizados 4 bombonas de 200 litros de capacidade cada.

O estudo gravimétrico realizado constatou um peso específico médio dos resíduos de  $168 \text{ kg/m}^3$ , e através do mesmo foi possível determinar uma concentração média das frações orgânicas, recicláveis, e de rejeitos geradas no município. As proporções de cada tipo de resíduo podem ser visualizadas no GRÁFICO 1 a seguir.

GRÁFICO 1 - Proporção gravimétrica dos resíduos

### Gravimetria dos resíduos



FONTE: O autor (2018).

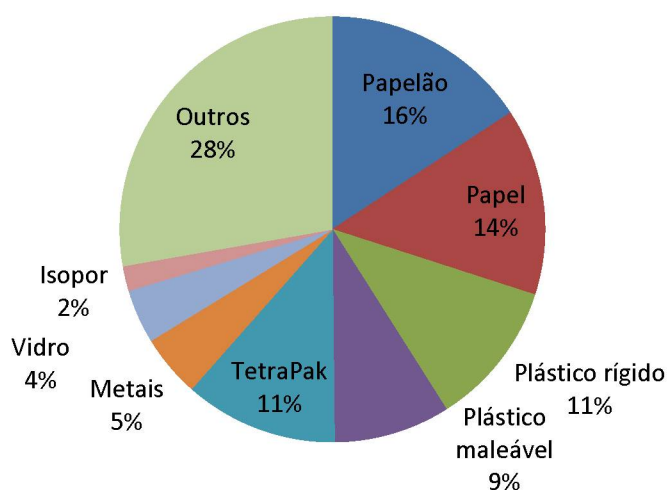
Observa-se que praticamente  $1/3$  dos resíduos que chegam tem potencial de reciclagem. A reciclagem destes materiais além de preservar o

meio ambiente pela dispensa de disposição final, garante também uma mitigação do uso de recursos naturais, pois estes são inseridos novamente na cadeia produtiva.

Os dados proporcionais dos materiais recicláveis estão discriminados no GRÁFICO 2 a seguir.

GRÁFICO 2. Proporção dos materiais presentes na parcela de resíduos com potencial reciclável

### Materiais potencialmente recicláveis



FONTE: O autor (2018).

Observa-se que praticamente metade dos resíduos potencialmente recicláveis são basicamente plásticos, papéis e papelão, e que poderiam ser reciclados por serem matérias de fácil reinserção na cadeia produtiva, porém, estes materiais limpos e secos tem um valor agregado maior para venda, e parte daí a importância da segregação na fonte geradora.

#### 3.3. Dados sobre a estimativa de volume necessário para aterrar os resíduos:

O resultado das estimativas de crescimento demográfico na cidade, da parcela urbana atendida, do peso e volume de resíduos gerados diariamente, e do volume final acumulado anualmente nas trincheiras podem ser visualizados na TABELA 1 a seguir.

TABELA 1 - Dados sobre o montante de resíduos gerados durante os 15 anos de operação

<b>Ano</b>	<b>População Total (hab.)</b>	<b>População Urbana (hab.)</b>	<b>Lixo (ton./dia)</b>	<b>Lixo (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Total (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Anual (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Total Acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
2017	32.322	16.387	10,65	15,22	16,74	6.109,52	6.109,52
2018	32.645	16.568	10,77	15,38	16,92	6.176,72	6.176,72
2019	32.972	16.750	10,89	15,55	17,11	62.44,67	12.421,39
2020	33.301	16.934	11,01	15,72	17,30	63.13,36	18.734,75
2021	33.634	17.120	11,13	15,90	17,49	63.82,81	25.117,56
2022	33.971	17.309	11,25	16,07	17,68	64.53,02	31.570,58
2023	34.310	17.499	11,37	16,25	17,87	65.24,00	38.094,58
2024	34.654	17.691	11,50	16,43	18,07	65.95,76	44.690,34
2025	35.000	17.886	11,63	16,61	18,27	66.68,32	51.358,66
2026	35.350	18.083	11,75	16,79	18,47	67.41,67	58.100,33
2027	35.704	18.282	11,88	16,98	18,67	68.15,83	64.916,16
2028	36.061	18.483	12,01	17,16	18,88	68.90,80	71.806,96
2029	36.421	18.686	12,15	17,35	19,09	69.66,60	78.773,56
2030	36.785	18.892	12,28	17,54	19,30	70.43,23	85.816,79
2031	37.153	19.100	12,41	17,74	19,51	71.20,71	92.937,50
2032	37.525	19.310	12,55	17,93	19,72	71.99,04	100.136,54

FONTE: O autor (2018).

A TABELA 1 mostra a progressão demográfica no decorrer dos próximos 15 anos de operação do aterro, e sua parcela urbana que será atendida pela coleta de lixo. É apresentado também o peso e volume de resíduos que chegam ao aterro diariamente, e seu volume final correspondente a soma com o volume de terra utilizado para o recobrimento diário, resultando no volume gerado anualmente, bem como seu respectivo acúmulo no decorrer dos 15 anos de operação do aterro.

Observa-se portanto que será necessário um volume total de 100.000m<sup>3</sup> para receber os resíduos urbanos durante 15 anos, caso não haja nenhuma medida de gestão para diminuir este montante.

## 4. PROPOSTA TÉCNICA PARA SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

### 4.1. Situação da gestão de resíduos no município:

Até pouco tempo atrás os resíduos coletados no município eram destinados a um lixão localizado na cidade, e devido a todos os transtornos ambientais que o mesmo oferece, o lixão foi embargado pelo órgão fiscalizador do estado, e atualmente está sendo implementado um plano de recuperação da área que foi degradada durante todos os anos de operação do lixão.

Após o fechamento do lixão, a cidade firmou contrato com uma empresa especializada em transporte e destinação final de resíduos, e atualmente vem pagando o valor de R\$216,00 reais por tonelada de resíduo que a empresa coleta e se responsabiliza por destinar. Este valor acaba sendo muito oneroso para o município, e parte daí a importância de implementação de um aterro sanitário na cidade.

Além das vantagens ambientais que a reciclagem oferece, os benefícios socioeconômicos são também de grande importância, pois a renda gerada através da venda destes materiais beneficia muitas famílias que vivem do processo de reciclagem.

Outro dado de grande relevância observado no estudo gravimétrico é a fração orgânica dos resíduos, totalizando 44% da massa de resíduos. Este grande volume de matéria orgânica reflete em uma gama de passivos ambientais, pois quando confinada dentro do aterro, esta matéria orgânica entra em processo de biodegradação, resultando em geração de gases, e de lixiviado com elevadíssima carga orgânica, que conseqüentemente, acarretará em uma maior concentração de DBO no efluente gerado. Esta matéria orgânica, se retirada do maciço de resíduos a ser aterrado, poderá se tornar um condicionante de solo, podendo ser utilizada na recuperação de áreas degradadas devido suas propriedades fertilizantes.

Vale ressaltar que o processo de segregação de resíduos é extremamente complicado, pois os resíduos orgânicos sujam e contaminam os resíduos recicláveis, comprometendo a qualidade dos mesmos.

Para se obter um resultado satisfatório e otimizado é necessária a plena participação pública, ou seja, que os habitantes do município se conscientizem

e separem os resíduos nas suas próprias casas, facilitando e melhorando a produtividade de segregação dos resíduos. Para tanto, o município vem adotando algumas medidas para tornar isso realidade, através de políticas públicas.

A política pública proposta por esse trabalho, portanto, é a conversão da taxa de lixo em créditos para compra de produtos na Feira do Produtor da cidade, para os habitantes cadastrados, que estão com o IPTU em dia, e que separam o lixo em casa, incentivando a separação dos resíduos na fonte geradora.

#### 4.2. Dados sobre o terreno de implantação do aterro:

Parte da área total do terreno será destinada às vias de entrada onde se encontrará uma balança de pesagem e uma construção contendo sanitários, cozinha e área de descanso, uma parte se destinará para a área de transbordo, onde os resíduos são despejados momentaneamente, outra parte será destinada para a implantação de um barracão que funcionará como uma usina de triagem e outro barracão funcionará como uma unidade de compostagem. Parte da área será destinada ao tráfego dos veículos, e parte será destinada para o sistema de tratamento de lixiviados. Da área restante disponível serão escavadas trincheiras as quais receberão os resíduos que serão aterrados. Foram adotadas 6 trincheiras, sendo que o somatório das áreas destas 6 trincheiras ocupará um espaço de 15.000 m<sup>2</sup>, cuja capacidade volumétrica para aterrar os resíduos será de 44.800 m<sup>3</sup>.

Se não houver aplicação das políticas públicas para reciclagem, e para compostagem dos resíduos orgânicos, o aterramento por trincheiras terá uma capacidade volumétrica capaz de suportar o fluxo montante de resíduos até início de 2025. No decorrer deste ano de 2025, ao passo em que o volume de resíduos que chega ao aterro acumule o volume de 44.800m<sup>3</sup>, o aterro não mais terá condições de aterrar os resíduos em trincheiras.

Juntamente com a implantação deste aterro, estão sendo incorporados ao planejamento ambiental do município também uma unidade de triagem de resíduos, de modo a se retirar os materiais potencialmente recicláveis triando os mesmos do maciço de resíduos total, bem como uma unidade de



compostagem, responsável por retirar do maciço de resíduos o máximo de matéria orgânica possível.

Tendo em vista o estudo gravimétrico realizado, foi constatado que 31,7% dos resíduos que chegam ao aterro são potencialmente recicláveis. Estimando que a unidade de triagem seja capaz de reciclar 70% destes resíduos potencialmente recicláveis, tem-se um equivalente sobre os resíduos totais de 22,2%.

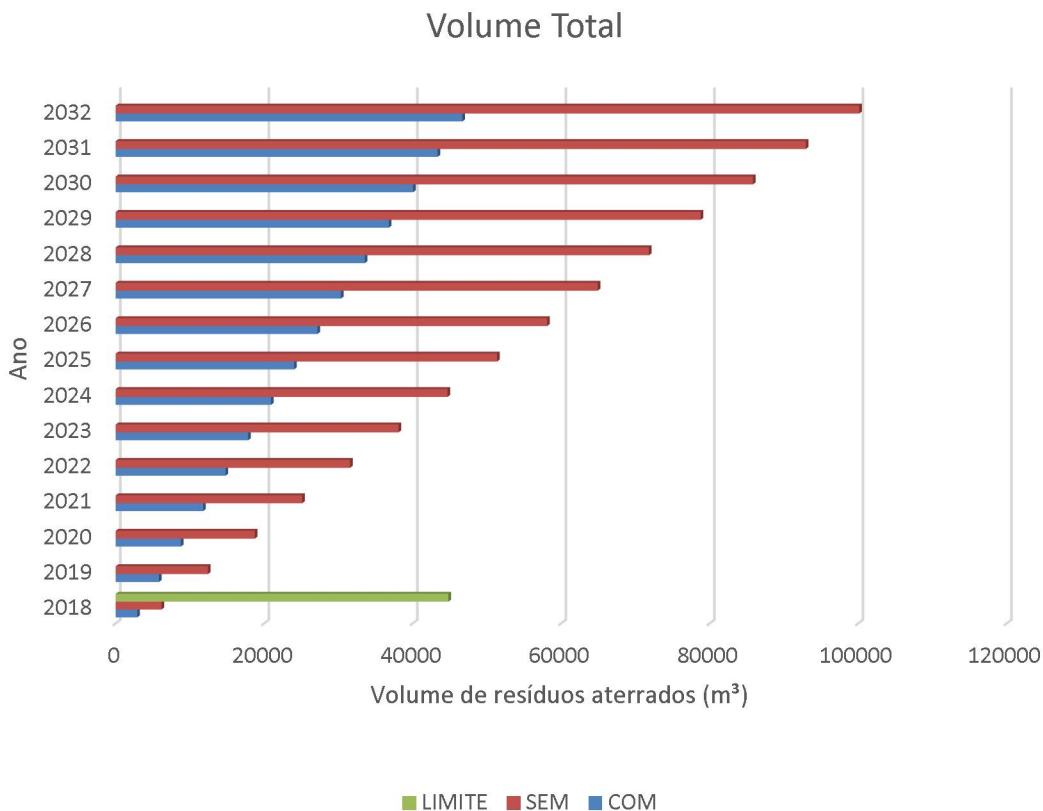
No mesmo estudo foi averiguado que 44% dos materiais que compunham os resíduos era matéria orgânica. Pressupondo que a unidade de compostagem seja capaz de retirar 70% destes materiais com potencial de reutilização orgânica, tem-se um equivalente sobre os resíduos totais de 30,8%.

$$\text{Materiais Recicláveis (22,8\%)} + \text{Materiais Orgânicos (30,8\%)} = 53\%$$

Portanto, se a unidade de triagem e compostagem funcionar com uma eficiência de 70%, será capaz de evitar que 53% dos resíduos que chegam ao aterro venham a ser aterrados.

Se esta realidade se concretizar o aterro com as 6 trincheiras será capaz de suportar um recebimento de resíduos até o final de 2032, atingindo 15 anos de operação. Os volumes acumulados totais com a triagem e compostagem dos resíduos, em comparação ao volume acumulado total sem medidas de triagem e compostagem, podem ser observados no Gráfico 3 a seguir.

GRÁFICO 3. Comparativo entre os volumes de resíduos gerados com e sem triagem e compostagem



FONTE: O autor (2018).

Visando garantir essa elevada eficiência de reaproveitamento de resíduos, o município firmou contrato com a cooperativa de recicladores, sendo estabelecido no contrato o valor de R\$216,00 por tonelada de resíduos que a cooperativa venha a reciclar.

Este é o mesmo valor pago para a empresa especializada que vem prestando o serviço de coleta, transporte e destinação, até então, e deste modo mesmo os materiais com pouco valor econômico serão encaminhados para a reciclagem, em conjunto aos benefícios ambientais desta prática, está a injeção deste capital na economia local fomentando ganhos sociais também na região, tanto para os colaboradores da cooperativa, quanto para os feirantes que recebem os valores da taxa de lixo na feira.

#### 4.3. Ferramentas necessárias

Para receber o montante de resíduos será necessário um galpão para triagem destes resíduos, o qual será instalado no mesmo terreno em que se encontra o aterro sanitário.

No mesmo terreno haverá um espaço destinado para implantação das leiras de compostagem, devidamente dimensionadas e espaçadas para manter as condições térmicas, de pH, de umidade e proporção de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e carbono, necessárias para otimizar a produção de microrganismos biodegradadores.

Para a triagem desses resíduos será necessária uma esteira para acelerar o processo separação, e garantir uma maior segurança ergométrica para os operadores ecológicos.

Devido a maior demanda, serão contratados novos operadores ecológicos para suprir todo o montante de resíduos que chega ao aterro.

A coleta seletiva já existe no município, mas para garantir uma maior eficiência de coleta, será necessário aumentar a frota de caminhões coletores, os quais utilizarão de logística para se dividir entre os bairros do município.

Para atingir um público maior, serão realizadas palestras sobre educação ambiental, em escolas e eventos da cidade, sendo estas palestras ministradas pelo próprio corpo de funcionário da Secretaria de Meio Ambiente.

Como o público de cidades pequenas ainda tem o hábito de ouvir rádio, serão apresentados o programa e as exigências para participação na rádio, e também nos sites de notícia local, nos jornais locais, e uma ampla divulgação entre os funcionários do serviço público.

Precisam ser impressas as Bufunfas, sendo catalogadas por número e lote como uma moeda real, para se obter um controle da produção e utilização das mesmas.

A Feira do Produtor terá uma nova dimensão após a implantação desta política pública, e portanto, o espaço destinado para a feira deverá ser maior, com novos quiosques e futuramente, pretende-se investir em uma estrutura renovada, com música ao vivo, e outros atrativos, para incentivar a população à participar e frequentar a feira.

Haverá uma fiscalizaram aleatória para fins de averiguar se as pessoas estão realmente colocando para a coleta seletiva apenas produtos recicláveis,

sendo advertidos, e posteriormente multados os cidadãos que não estiverem segregando os resíduos de maneira adequada.

Como o foco da política pública está na adesão da população, na triagem de resíduos no aterro, e no incentivo às agroindústrias, será investido em pessoal apenas nestas áreas, sendo que para a implantação e manutenção da política, serão utilizados o próprio corpo de funcionários da prefeitura.

Os indicadores de qualidade e de progresso da política serão o número de famílias cadastradas, e o volume e peso de resíduos recicláveis que chega limpo ao aterro. Quanto maior o número de famílias participantes, maior será o volume de resíduos recicláveis coletados pela coleta seletiva, ou pelos catadores cooperados, e menor será o volume coletado pelos caminhões tradicionais de coleta de lixo.

## 5. CONCLUSÃO

Foi averiguado no estudo a viabilidade de implantação das unidades de triagem e compostagem, que além de diminuir o volume de resíduos a ser aterrado, e desta forma aumentar a vida útil do aterro, colabora com uma menor geração de passivos ambientais, pois ocorrerá uma menor produção de gases e uma menor concentração de DBO no lixiviado.

Os benefícios de uma gestão otimizada de resíduos também são refletidos nos ganhos sociais, tendo em vista a geração de empregos com carteira assinada dos colaboradores que trabalham com a segregação, além dos benefícios econômicos obtidos através da venda dos materiais recicláveis.

A Feira do Produtor ganhará nova dimensão, devido à procura para gastar a Bufunfa, favorecendo um aumento no número de feirantes, devido à injeção deste capital na feira, não somente da Bufunfa, mas das compras que os cidadãos acabam fazendo por estar na feira.

A prefeitura pretende criar convênio com uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) para ajudar a gerir a política pública, de modo a garantir que o projeto continue mesmo após o término da gestão que deu início a tudo isso, inserindo a sociedade na gestão da política e dos resíduos.

É necessário também divulgar a proposta, de modo que ela possa ser utilizada em outros municípios e favorecer a gestão adequada de resíduos sólidos, associada aos benefícios socioeconômicos que ela oferece.

## 6. REFERÊNCIAS

BENKLER, Y. **Social mobilization and the networked public sphere: mapping the SOPA-PITA debate**. Political Communication, Abingdon 32. 594-624. 2015.

CHARUVICHAIPONG, C.; SAJOR, E. **Promoting waste separation for recycling and local governance in Thailand**. Habitat International. Thousand Oaks 30. 579- 594. 2006.

CHIAN, E. **Stability of organic matter in landfill leachates**. Water Res. 11, 225–232. 1997.

EHRIG, H.J. **Treatment of sanitary landfill leachate: biological treatment**. Waste Manage. Res. 2, 131–152. 1984.

FERRAZ, J.L. **Modelo para avaliação da gestão municipal integrada de resíduos sólidos urbanos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.

HOUTZAGER, P.; JOSHI, A.; LAVALLE, A. G. **Modes of service delivery, collective action and social accountability**. IDS Bulletin, Brighton 38. 2007.

JACOBI, P. R. and BESEN, G. R. **Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: Desafios da Sustentabilidade**. Estudos Avançados 25. 135 – 158. 2011.

JOSHI, A. **Producing social accountability? The impact of service delivery reforms. State reform and social accountability: Brazil, India and Mexico**. IDS Bulletin, Brighton 38. 2008.

KJELDSSEN, P.; BARLAZ, M.A.;ROOKER, A.P.;BAUN, A.;LEDIN, A.; CHRISTENSEN, T.H. **Present and long-term composition of MSW landfill**

**leachate: a review.** Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 32, 297–336. 2002.

LEMA, J.M.; MENDEZ, R.; BLAZQUEZ, R. **Characteristics of landfill leachates and alternatives for their treatment: a review.** Water Air and Soil Pollution 40, 223–250. 1998.

LOPEZ, A.; PAGANO, M.; VOLPE A.; DI PINTO, A. C. **Fenton's pre-treatment of mature landfill leachate.** Chemosfere 54, 1005 – 1010, 2004.

NZEADIBE, C. **Integrating community perceptions and cultural diversity in social impacts assessment in Nigeria.** Environmental Impact Assessment Review, Amsterdam 55. 74-83. 2015.

OLIVEIRA, T. B. and GALVÃO Jr, A. C. **Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva.** Eng Sanit Ambient 21. 55 – 64. 2016.

POLAZ, C. T. M. and TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos urbanos: Um estudo de caso para São Carlos (SP).** Rev Eng Sanit Ambient 14. 411 – 420. 2009.

RAGAERT, K; DELVA, L; VAM GEEM, K. **Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste.** Elsevier 69. 24 – 58. 2017.

RAUTENBACH, R. and MELLIS, R. **Waste water treatment by a combination of bioreactor and nanofiltration.** Desalination 95, 171–188. 1994.

RENOU, S.; POULAIN, S.; GIVAUDAN, J.G.; MOULIN, P. **Amelioration of ultrafiltration process by lime treatment: Case of landfill leachate.** Desalination 249, 72–82. 2009.

ROBINSON, N. J. and FIGGENER, C. **Plastic straw found inside the nostril of um olive Ridley sea turtle.** Marine Turtle Newsletter 147. 2015.

SANTOS, A. B.; VIEIRA, E.; SANTOS, F. B.; VIANA, A. C. **Panorama do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios de Salvador-BA e Curitiba-PR e seus impactos na saúde pública.** 8º Fórum internacional de resíduos sólidos – Curitiba. 2017.

SILVA, A. R.; CHAVES G. L. D. **Os obstáculos para uma efetiva política de gestão dos resíduos sólidos no Brasil.** Veredas do Direito 13. 211 – 234. 2016.

SOUZA, G. **Monitoramento de parâmetros qualitativos e quantitativos de líquidos percolados de aterros sanitários: Estudo em piloto experimental.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

VOGT, S.; HAAS, A. **The future of public participation in Germany: empirical analyses of administration experts' assessments.** Technological Forecasting and Social Change, Amsterdam 98. 157-173. 2015.