

Procedimento Metodológico para Caracterização de Regiões Geradoras de Resíduo com Reciclabilidade

Methodological Procedure for Characterization of Regions Generating Residues with Recyclability

Vinícius Correia de Souza Silva, Eduardo Antônio Licco

Centro Universitário Senac - SENACSP

Departamento de Sustentabilidade - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária
correiavi@hotmail.com, eduardo.alicco@sp.senac.br

Resumo. A geração de resíduos sólidos tem sido uma questão bastante discutida, principalmente nas esferas dos poderes públicos municipais. Partindo do princípio que o objetivo maior do gerenciamento de resíduos de um município seja extrapolar a simples destinação final e for além, visando sua recuperação e valorização, então, faz-se essencial o pleno entendimento sobre sua geração a fim de que possa ocorrer uma gestão de maneira eficiente e sustentável. Dentro desse contexto, o presente trabalho pretende desenvolver um Procedimento para a caracterização das regiões geradoras de resíduo como ferramenta para gestão municipal e iniciativas privadas para reciclagem. O trabalho que segue se utiliza de um estudo de caso do levantamento gravimétrico realizado no município de Hortolândia – SP, onde os dados de gravimetria foram ferramenta essencial para a tomada de decisão para a gestão municipal de resíduos. O estudo gravimétrico realizado levou em consideração o IPVS como indicador de um perfil social que pudesse subsidiar com maior precisão um cenário de geração de resíduos o mais próximo possível da realidade.

Palavras-chave: Resíduos, Gerenciamento, Procedimento Metodológico.

Abstract. The generation of solid waste has been a much discussed issue, especially in the spheres of municipal public authorities. Assuming that the greatest objective of a municipal waste management is to extrapolate the simple final destination and goes beyond, aiming at its recovery and valorization, then, it is essential to fully understand its generation so that management can occur efficiently and sustainably. Within this context, the present work intends to develop a methodological procedure for the characterization of waste generating regions as a tool for municipal management and private initiatives for recycling. The work that follows is used a case study of the gravimetric survey carried out in the municipality of Hortolândia - SP, where the gravimetric data were an essential tool for decision making for municipal waste management. The gravimetric study carried out took IPVS into account as an indicator of a social profile that could more precisely subsidize a scenario of waste generation as close to reality as possible.

Key words: Waste, Management, Methodological Procedure.

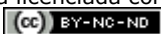
Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Sustentabilidade

Vol. 8 nº1 – Dezembro de 2018, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



1. Introdução

O crescimento contínuo na geração de resíduos tem se mostrado um grande desafio para gestores municipais, apresenta alto custo operacional e é uma questão fundamental para o desenvolvimento de um município visto que sua gestão inadequada pode trazer sérios danos ambientais e à saúde pública (LOZANO, 2012).

É importante, em um processo de construção do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS), pesquisar mudanças de hábitos e de comportamento da sociedade, para que se possa acompanhar *pari passu* o desenvolvimento socioeconômico dos moradores de cada uma das regiões urbanizadas dos municípios. Um estudo para esse fim deve buscar um diálogo estratégico a fim de que se possa chegar ao final da pesquisa com um documento que espelhe uma realidade mais próxima possível do cotidiano dos moradores e gestores públicos (SILVA FILHO, 2013)

Muito embora a caracterização dos resíduos constitua uma importante ferramenta de análise e apoio a futuras tomadas de decisões pelos agentes públicos, nem sempre o município dispõe de um diagnóstico local suficientemente correto para embasar suas políticas de saneamento.

Nesse contexto, não é incomum a realização de diagnósticos municipais que não retratam a realidade municipal pela adoção de dados secundários obtidos por outros municípios, ou pela falta de caracterização desses resíduos ou de uma relação entre a geração de resíduos *versus* informações socioeconômicas.

Apesar de um diagnóstico municipal sobre a geração de resíduos sólidos ser uma das exigências da PNRS para os PGRS's, não existe um padrão definido nas legislações em todas as suas esferas e nem um procedimento para a realização desse diagnóstico. Diante desse fato, os municípios acabam elaborando estudos muito simplificados (em alguns casos), o que possibilita a adoção de dados que não representam o cenário real do município objeto de estudo.

Em consequência disso, a tomada de decisão por parte de gestores públicos pode apresentar uma certa ineficiência operacional visto que essa ação não foi embasada na realidade local. Dessa forma, faz-se necessário a criação de um procedimento padrão que possa ser utilizado como uma ferramenta auxiliar a essa tomada de decisão.

Neste sentido, o presente estudo se baseou em uma abordagem diferenciada, com a utilização de indicadores sociais na análise dos resíduos dentro de um contexto municipal, sendo o método aplicado diferente do convencional (quarteamento)¹. O resultado esperado é a diferença entre uma análise gravimétrica feita por aproximação e extrapolação e uma análise feita de forma mais precisa, de modo que identifique o perfil do gerador e a característica do resíduo gerado.

Ao associar a análise da composição gravimétrica com faixas de vulnerabilidade, definidas pelo Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), gera-se informações confiáveis que tem como base um perfil do gerador e sua localização geográfica, o que possibilita uma leitura mais precisa da realidade da geração de resíduos em diferentes pontos dentro do território municipal.

Dentre as abordagens desenvolvidas em um PGRS, uma delas é a prática da coleta seletiva para materiais recicláveis. O material reciclável pode ser definido como material

¹ O processo de quarteamento consiste na separação, em quatro partes, de uma mistura pré-homogeneizada, onde são tomadas duas partes opostas entre si e constitui-se uma nova amostra, descartando as partes restantes. As partes selecionadas são homogeneizadas novamente e o processo é repetido até que se atinja o volume desejado (ABNT, 2004).

que ainda possua mercado ou interesse de transformação industrial, inserindo-o novamente no mercado como matéria prima de outro produto. Porém o presente estudo fara uma abordagem diferenciada entre o resíduo reciclável e o resíduo com reciclabilidade.

Entende-se por resíduos com reciclabilidade aqueles resíduos com demanda de mercado e cujo conteúdo material ou energético pode ser viabilizado técnica e economicamente (LICCO, 2014).

Dessa forma, entre os resíduos recicláveis, eles podem ou não serem considerados com reciclabilidade. Em contrapartida, os resíduos que não são recicláveis são considerados rejeito. De acordo com a PNRS (2010), os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade além da disposição final ambientalmente adequada.

2. Objetivo geral

Elaboração de procedimento metodológico para identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos com reciclabilidade como ferramenta para uma gestão municipal sustentável no que tange o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Objetivos Específicos

- Elaboração de uma matriz a partir da utilização das variáveis de: Valor agregado, quantidade de resíduos gerada, acessibilidade a esse resíduo, tecnologia e mercado de recicláveis. De modo que ela seja capaz de avaliar a reciclabilidade de determinado resíduo.
- Validação do procedimento metodológico proposto a partir de sua aplicação no município de Hortolândia, onde já existe um estudo gravimétrico levando em consideração características da região geradora.

3. Marcos conceituais

Diferenças sobre o Conceito de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Existe um certo cuidado que deve ser tomado no contexto do planejamento e manejo dos RSU. Um desses cuidados é a diferenciação quanto aos conceitos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Para Lopes (2007), esses conceitos diferenciam-se, pois, a gestão aborda diretrizes para o direcionamento de ações, enquanto o gerenciamento são as etapas a serem executadas. Ou seja, o gerenciamento de resíduos sólidos faz parte da gestão de resíduos sólidos.

Já para Milanez (2002), a gestão dos resíduos sólidos tem relação com a tomada de decisão, interligando as opções disponíveis ao objeto gerenciado e comumente visando um horizonte de planejamento de longo prazo. Enquanto que para o gerenciamento, o autor menciona que essa palavra é frequentemente utilizada como sinônimo de gestão e que, provavelmente, isso se deve ao fato de ambas as palavras serem uma tradução aceitável para *solid waste management*.

Quanto as definições sobre os dois conceitos, estas são apresentadas no item 4.1 deste relatório de acordo com a Política Nacional de Resíduos sólidos.

Embasamento Legal para os Cenários de Geração de Resíduos

Existem diferentes cenários a serem observados no universo do gerenciamento dos RSU. A PNRS definiu diferentes planos de maneira que é abrangido temas com uma visão macro até visões mais específicas de acordo com o contexto local.

Desta forma, se constitui uma ferramenta essencial a utilização de diferentes níveis de planejamento em termos de planos de resíduos sólidos. Além do respeito a particularidades locais, eles podem ser utilizados por consórcios municipais ou até mesmo aplicado as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH.

Dentre as características inerentes a todos esses planos, ainda segundo a PNRS, podemos citar a publicidade; controle social e; respeito ao princípio hierárquico de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição ambientalmente adequada dos resíduos.

Também é importante que mesmo entre esses diferentes níveis de Planos de Gerenciamento de Resíduos, haja uma “conversa” entre os mesmos. São Planos que devem se complementar, por isso é fundamental a integração de suas informações para a obtenção de melhores resultados a nível da gestão pública.²

A partir dos tipos de planos apresentados, o estudo que segue é voltado aos Planos Municipais de Resíduos Sólidos.

Planos de gerenciamento de resíduos

Para Milanez (2002), a gestão de determinado sistema ocorre a partir da garantia de seu funcionamento, em conjunto com a busca de um melhor rendimento.

Ao aplicar o conceito de gestão no gerenciamento de resíduos sólidos, dá-se origem ao que é conhecido como “gerenciamento integrado de resíduos sólidos” e que agrega a responsabilidade de desenvolver programas conjuntos de gerenciamento onde deve-se diferenciar os resíduos que simplesmente não deveriam ser gerados (reduzir), os resíduos que devido as suas características físicas o tornam técnica e economicamente viáveis de serem reciclados, resíduos que podem ser compostados ou produzir energia e por fim aqueles que cabe apenas o descarte (SCHALL, 1992).

De acordo com o IPT (2010), o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos pode ser definido como um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento desenvolvido pela administração municipal, baseado em critérios sanitários, econômicos e ambientais para coletar, segregar, tratar e dispor os resíduos da cidade.

Já para o EPA (1990), o gerenciamento de resíduos sólidos consiste em práticas diversas de gestão de resíduos complementares umas às outras a fim de manusear de forma segura e efetiva os resíduos gerados no município, de maneira a causar o menor impacto possível sobre a saúde humana e ambiental.

Para McDougall *et al.* (2001), o primeiro objetivo de uma política de gerenciamento de resíduos sólidos, assim como o primeiro princípio da PNRS, deve ser a redução de resíduos gerados.

Entretanto, independente dos focos que tem sido empregados no gerenciamento de resíduos sólidos, é necessária atenção e cautela mediante a esta questão visto que o

² Comunicação pessoal com Ricardo Manoel Castro, 29º promotor de justiça de Guarulhos do Ministério Público do Estado de São Paulo. Entrevista concedida em: 08/05/2017.

gerenciamento inadequado pode favorecer o descarte irregular de resíduos o que pode contamina água, solo e ar; contribuir para a proliferação de doenças e vetores, além de outros efeitos negativos para o meio ambiente (LOZANO, 2012).

Outro princípio que pode ser aplicado no gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e que pode ser facilmente relacionado as definições de gerenciamento anteriormente abordadas são os princípios da sustentabilidade.

Kubota (2017) define a sustentabilidade como uma busca em atender as necessidades das gerações atuais de maneira que não comprometa a as gerações futuras conseguirem atender suas necessidades. Ele ainda destaca que a sustentabilidade deve ser obtida a partir da mudança de hábitos de consumo e processos produtivos com menor impacto ambiental. Onde essa busca por menos impactos ambientais deve ocorrer a partir do princípio de prevenção³.

Já para Guimarães & Tomazello (2003) as ideias de sustentabilidade podem estar sujeitas a diferentes interpretações visto que estão orientadas por diferentes posições políticas e ideológicas e sua discussão se insere nos contextos de educação ambiental, ecologia, economia, política e ética.

No entanto, uma das definições bastante difundida no contexto de sustentabilidade é a busca por um processo harmonioso entre a exploração de recursos naturais, investimentos financeiros e as rotas de desenvolvimento tecnológico. Isso induz a uma responsabilidade comum no processo de mudança a partir do balanceamento entre a proteção ambiental aliada ao desenvolvimento social e econômico (CLARO, CLARO & AMÂNCIO, 2008).

Diagnostico de geração de resíduos sólidos aplicados a planos de gestão

Inevitavelmente, a sociedade continuará a produzir resíduos e a adoção de práticas de um gerenciamento adequado desses resíduos é fundamental para evitar efeitos negativos ao meio ambiente. Isso pode ser obtido a partir da aplicação do princípio de diminuição na geração desses resíduos, mas, principalmente, no desenvolvimento de um efetivo sistema de gerenciamento de RSU (MCDUGALL, et al. 2001).

Para desenvolvimento desse sistema, o Brasil tem como referência a Lei 12.305/10 que dispõe sobre a PNRS, os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos e os Planos Municipais de Resíduos Sólidos. Para a elaboração desses três Planos, definidos respectivamente pelos artigos 15, 16 e 18 da referida Lei, o primeiro item dentre o conteúdo mínimo a ser apresentado é um diagnóstico da situação atual de resíduos sólidos. Para os Planos Estaduais, esse diagnóstico deve ser acompanhado por uma identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais. E, para os Planos Municipais, o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território deve apresentar a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas.

A questão central a ser explorada no presente estudo é justamente sobre esse diagnóstico, definido como requisito para todos os Planos, mas em especial os Planos Municipais. A PNRS define que ele deve apresentar origem, volume, caracterização e

³ O Princípio da prevenção, segundo Antunes (2006) é utilizado para impactos ambientais já conhecidos, a fim de que, futuramente, possam ser identificados nexos de causalidade para determinação dos impactos futuros mais prováveis.

formas de destinação e disposição adotadas porém não define quais os métodos para elaboração desse diagnóstico que os municípios devem adotar.

De acordo com Bellingieri (2012), a complexidade das metas impostas pela PNRS, o que inclui a elaboração dos diagnósticos de geração de resíduos, impõe a necessidade da criação e manutenção de um sistema de informação afim de que se possam gerar os dados necessários ao conhecimento real da situação dos resíduos sólidos, retratando com clareza as suas diferenças regionais.

Esse sistema de informação implica que todos os municípios utilizariam um meio comum para levantamento desses dados, o que possibilitaria uma análise comparativa entre cada parâmetro analisado.

Nesse sentido, esse tipo de sistema, como ferramenta diagnóstica, é fundamental para o planejamento e avaliação da eficiência de sistemas de gerenciamento de resíduos.

Aliado a isso, a análise desse resíduo fornece subsídios e informações necessárias para uma avaliação mais precisa das potencialidades econômicas que esses resíduos podem apresentar (SÃO PAULO, 1998).

Todos esses fatores contribuiriam para a construção de um diagnóstico que subsidiaria informações para a adoção de um modelo de gestão e/ou gerenciamento onde, de acordo com Neto (2013), esse modelo ao ser adotado de maneira compatível com a realidade local se faz essencial para minimizar os impactos negativos gerados pelos resíduos sólidos sobre a saúde pública e meio ambiente.

Indicadores sociais relacionados a geração de resíduos sólidos

A geração de RSU nos municípios não pode ser analisada individualmente, mas sim analisada como um todo, ponderando-se todos os fatores que podem interferir para a queda ou aumento nessa geração.

Entre os fatores que podem interferir na geração de RSU, pode-se destacar alguns indicadores socioeconômicos da população ao qual o estudo se enquadra. Onde, por exemplo, o poder aquisitivo de determinada população lhes permite maior poder de compra e conseqüentemente maior o volume de resíduos a serem gerados.

A exemplo disso, Worrell & Vesilind (2012) apresentam um levantamento sobre a geração de resíduos nos Estados Unidos da América entre os anos de 1960 e 2008. A partir disso é possível observar um aumento constante na geração de resíduos até o ano de 2007, porém, em 2008, esse valor é 4,5 milhões de toneladas inferior ao ano anterior, o que, segundo os autores, é atribuído ao recuo na economia sofrido pelo país.

Dentro deste mesmo contexto, Campos (2012) afirma ainda que não apenas a geração, mas também a caracterização dos RSU estão relacionados ao desenvolvimento econômico de determinado país, ao poder aquisitivo e correspondente poder de consumo da população. A autora complementa ao mencionar que em grandes cidades e países mais ricos, os indicadores de geração de resíduos são mais elevados do que as famílias mais pobres, cidades pequenas e países em desenvolvimento.

Dessa forma, ao associar o poder aquisitivo de determinada população na geração de RSU, é necessário que um indicador econômico seja incorporado ao estudo. Que, no caso, não será considerado apenas um indicador econômico, mas sim um indicador socioeconômico que incorpore fatores como acesso a determinados serviços e que reforçariam a possibilidade de consumo da população.

Segundo Hoornweg (2000, *apud* CABRAL, s/d), a geração e composição dos RSU são, dentre outros fatores, determinadas em função das condições socioeconômicas da

população o que justificaria a seleção de fatores socioeconômicos e não apenas poder aquisitivo.

Indicadores quanto a reciclabilidade

De acordo com Licco⁴ (com. Pess. 2017), dentro do contexto dos resíduos sólidos urbanos, todos os resíduos possuem potencial para serem reciclados, porém isto não determina que há viabilidade para destinação de todos os resíduos para a reciclagem. Desta forma, existem vários fatores que devem ser considerados para a determinação sobre haver ou não reciclabilidade de determinados resíduos. Esses fatores são o valor agregado sobre esse resíduo no mercado; a quantidade em que esses resíduos pode ser encontrado e se essa quantidade, associada ao preço de mercado viabiliza a logística de transporte desse material; Se há facilidade no acesso a esse material, seja por condições físicas de estradas, coletores ou proximidade entre os geradores; Se existe ou não tecnologia disponível para a reciclagem desses resíduos e aproveitamento do mesmo como fonte de matéria prima em outros processos, e por fim, se existe alguma demanda regional dentro do mercado de recicláveis sobre os resíduos que estão sendo gerados na região de estudo.

A verificação sobre a reciclabilidade se faz uma ferramenta essencial para a melhoria na eficiência de modelos regionais de reciclagem. Já a reciclagem por sua vez, de acordo com Bechara (2013) tem papel fundamental na diminuição da pressão sobre a extração de recursos naturais para processos produtivos e também sobre a quantidade de resíduos sólidos encaminhados para disposição final. A autora destaca ainda a posição de ignorância atribuída a não reciclagem de resíduos visto o valor econômico dado ao resíduo passível de ser reciclado.

4. Metodologia

Realizados os estudos preliminares para o referencial teórico que dá suporte ao trabalho, os procedimentos estabelecidos para consecução dos objetivos propostos foram divididos em três etapas. São elas:

- Etapa 1: Identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos;
- Etapa 2: Verificação quanto a reciclabilidade do resíduo (a partir da elaboração de uma matriz composta pelas variáveis de Valor agregado, quantidade de resíduos gerada, acessibilidade a esse resíduo, tecnologia e mercado de recicláveis);
- Etapa 3: A partir da existência de resíduos com reciclabilidade nas regiões pesquisadas, pode-se determinar a adoção de uma ordem de prioridade no tratamento dos resíduos que apresentem maior reciclabilidade, priorizando as regiões classificadas como de maior vulnerabilidade social;
- Etapa 4: Validação do procedimento metodológico proposto a partir de sua aplicação em um município.

⁴ Eduardo Antônio Licco, professor doutor no Centro Universitário Senac Santo Amaro. Orientação realizada em 10/05/2017.

Identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos

É importante mencionar que a estruturação do estudo foi elaborada de modo que permita a localização geográfica de geração de determinado resíduo, sua caracterização qualitativa e quantitativa e abre campo para discussão sobre qual seria a melhor destinação para o que foi gerado a partir de um mercado local, classificando os resíduos como matéria prima ou rejeito.

Para a identificação e caracterização das regiões de geração de resíduos, foi proposto um procedimento padrão de modo que possa ser aplicado em qualquer município em que haja o interesse para esse tipo de estudo.

Dessa forma devem ser levantados os Grupos de Vulnerabilidade presentes no município, qual a amostragem necessária para determinado grupo, quais as características gravimétricas dos resíduos gerados em determinado grupo e o que fazer após tal caracterização.

As fases propostas no procedimento são detalhadas a seguir:

Grupos de Vulnerabilidade – GV:

Para a caracterização das informações de perfil socioeconômico dessa população, foi utilizado o conceito disponível pela ferramenta de Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), proposto pelo Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). A análise do Índice de Vulnerabilidade consiste em um modelo de avaliação da situação social e todo um sistema complexo envolvendo a qualidade de vida de determinada população como escolaridade, saúde, inserção no mercado de trabalho, acesso aos serviços prestados pelo estado entre outras informações.

O método utilizado para determinação desse índice consiste, segundo a Fundação SEADE (2010) na conceituação de dois pressupostos, sendo o primeiro a operacionalização do conceito de vulnerabilidade social proposto por KATZMAN (1999, apud SEADE,2010), onde, a vulnerabilidade social de um indivíduo consiste na sua capacidade de controlar ou não as forças que possam afetar o seu bem-estar e aproveitamento das oportunidades dos serviços oferecidos pelo estado.

O segundo pressuposto é a consideração de que há um grande índice de segregação espacial presente em todas as regiões urbanas e essa segregação tem grande influência nos níveis de bem-estar em termos de estrutura, segurança e disponibilidade de espaços públicos.

Essa tipologia de classificação a partir de um conjunto de variáveis permite examinar as condições de vida de uma população de maneira que leve a construção de políticas públicas que identifiquem os fatores que possam levar a deterioração de uma comunidade e possibilita a definição de prioridades de atendimento aos grupos mais vulneráveis.

A divisão de um município a partir dos Grupos de Vulnerabilidade pode ser obtida através da plataforma⁵ utilizada pela fundação SEADE. Essa divisão já estaria subsidiando ao estudo informações populacionais, socioeconômicas e geográficas sobre determinada região de geração de resíduos.

⁵ Disponível em:

<http://indicesilp.al.sp.gov.br/view/index.php?selLoc=0&selTpLoc=2&prodCod=2>.

Partindo dessa compreensão pode-se entender que o estudo gravimétrico, estruturado com base em amostras coletadas especificamente por tipologia de setor de IPVS, oferece uma compreensão inovadora e muito precisa sobre geração de resíduos pela população.

Amostragem Significativa – AS:

Uma amostra consiste em um conjunto finito sobre determinada população, sendo obtida a partir da realização de uma amostragem. A amostragem, por sua vez, é uma forma de garantir a representatividade das amostras, de modo que todos os elementos de uma população tenham a mesma chance de serem escolhidos (CRESPO, 2002).

Partindo desse princípio, a amostragem significativa (AS) consiste na tomada de amostras de determinado GV.

Um mesmo GV pode estar presente em diferentes regiões no mesmo município, sendo considerado o universo amostral possível. Dessa forma, para cada GV, obtêm-se um universo amostral distinto.

A quantidade de amostras necessárias para representar esse universo pode ser obtida a partir da equação 1:

Equação 1: Amostragem

$$\frac{N_a}{N} = \frac{n_a}{n} \rightarrow n_a = \frac{n}{N} * N_a$$

Onde:

N = nº de unidades da população;

n = nº de unidades das amostras (geralmente correspondente a 10% da

população); Na = nº de unidades do universo x; na = nº de amostras do universo x.

Gravimetria

Nessa fase do estudo, é realizada a gravimetria a partir das AS definidas. O processo de gravimetria consiste na separação dos resíduos, entre os resíduos apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Separação por gravimetria.

Matéria Orgânica
Rejeito ⁶
Plástico
Papel
Vidro
Metal
Isopor
Tecidos
Outros ⁷

Fonte: Elaboração própria.

É importante mencionar que os resíduos em que consiste a separação apresentada no quadro 3 são um modelo base, pelo qual ainda pode sofrer alterações mediante a apresentação de um maior detalhamento por tipo de material de acordo com o mercado e as necessidades locais, por exemplo, o plástico pode ser subdividido entre PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, outros e assim por diante.

Similaridade de resíduos em um mesmo GV:

Após identificados os GV's do município, estabelecido a AS necessárias para garantir a confiabilidade dos dados, e realizado o processo de gravimetria, para os mesmos GV's do município, deve ser considerado que os resíduos tenham as mesmas características gravimétricas entre os GV's semelhantes como ilustrado na figura 1 e 2.

⁶ Em rejeitos, estão compreendidos todos os resíduos cuja as possibilidades de aproveitamento econômico tenham sido esgotadas, restando apenas o descarte.

⁷ Em outros, estão compreendidos todos os resíduos que não se enquadrem em nenhuma outra classificação.

Figura 1: Representação de um município por Grupos de Vulnerabilidade.



Fonte: Elaboração própria.

No exemplo apresentado, o município fictício foi dividido em 3 GV's diferentes.

Figura 2: Seleção dos Grupos de Vulnerabilidade em um município.



Fonte: Elaboração própria.

A partir disso, devem ser identificados onde estão localizados os GV's semelhantes no mesmo município, como mostrado na figura 9, onde os resultados de gravimetria obtidos nesse grupo são replicados entre todos os GV's semelhantes para o mesmo município.

Elaboração de uma matriz a partir das variáveis propostas

A matriz elaborada como ferramenta para determinar a reciclabilidade de determinado resíduo foi baseada em dois eixos prioritários, a quantidade e a qualidade do resíduo.

Sobre a quantidade, devem ser verificados os custos incidentes sobre a coleta, transporte e armazenamento. E sobre a qualidade, devem ser verificados as tecnologias disponíveis para tratamento, custo desse tratamento e a demanda de mercado para o material recuperado.

O levantamento sobre todos os custos envolvidos no processo, além da verificação sobre a tecnologia de tratamento e demanda de mercado originariam um preço final para a recuperação de determinado resíduo que traria um retorno positivo ou negativo no conceito de reciclabilidade.

Ponderação das variáveis sobre a Matriz de Reciclabilidade

De acordo com experiências de trabalho e discussões acerca do assunto, cada variável utilizada na Matriz de Reciclabilidade terá um peso estabelecido de acordo com a sua relevância na definição quanto Reciclabilidade ou não de determinado resíduo. Nesse momento, a Reciclabilidade será representada pela letra R.

Os pesos também levam em consideração a interdependência desses fatores e, somados, podem corresponder até 1. Dessa forma, quanto mais próximo a 1, maior será a Reciclabilidade do resíduo.

Os campos correspondentes a cada variável devem ser preenchidos com 0, 1, 2 ou 3, onde:

0 = condição inexistente sobre o fator dessa variável;
1 = condição pouco favorável; 2 = condição moderada; 3 = condição atendida.

Quanto aos pesos das variáveis, foi utilizado:

Conteúdo material ou energético de interesse = 0,3;

Quantidade = 0,2;

Acesso = 0,2;

Demanda de mercado = 0,17.

Tecnologia Disponível = 0,13;

Ao completar a matriz, a soma dos valores poderá ser de 0 a 3. Diante disso, deve-se considerar que resíduos com valor 0 não tem nenhuma reciclabilidade e como destinação final, resta o aterramento.

Já para os valores de 1 a 3, estes devem ser analisados pelo núcleo de gestão ao qual o estudo é conduzido para se identificarem as melhores destinações para esses resíduos onde:

Para $0,1 \leq R \leq 1,5$, é considerada baixa reciclabilidade; Para $1,6 \leq R \leq 2,5$, é considerada reciclabilidade moderada; Para $2,6 \leq R \leq 3$, é considerada reciclabilidade alta.

Após aplicação das variáveis e, de acordo com seus respectivos pesos, os resíduos tabelados foram ranqueados de acordo com sua proximidade ao valor 3, sendo que 3 seriam os valores correspondentes ao topo da listagem, e, ocupando os valores subsequentes os resultados menores que 3, seguindo sequência numérica decrescente até o valor 0.

Ordem de prioridade quanto a ações de gerenciamento

É muito importante que todo o trabalho na área ambiental e de saneamento apresente uma preocupação quanto a sustentabilidade, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Dessa forma, foi estabelecida uma ordem de prioridade para o atendimento das regiões em que o estudo seja aplicado. Essa ordem é regida inicialmente pela classificação quanto a reciclabilidade do resíduo, o que garante um retorno econômico no processo de recuperação de materiais.

Após classificação sobre a reciclabilidade, a ordem segue a partir dos grupos de maior vulnerabilidade social, priorizando famílias que se encontrem em condições de vulnerabilidade e conseqüentemente, necessitam de maior atenção por meio da

iniciativa privada e da gestão pública para políticas que tragam melhores condições a aquela respectiva região.

Por fim, os ganhos ambientais ocorrem a partir do atendimento a todas as regiões atendidas por uma política de gestão de resíduos, independente da reciclabilidade ou grupo de vulnerabilidade.

5. Resultados e Discussões

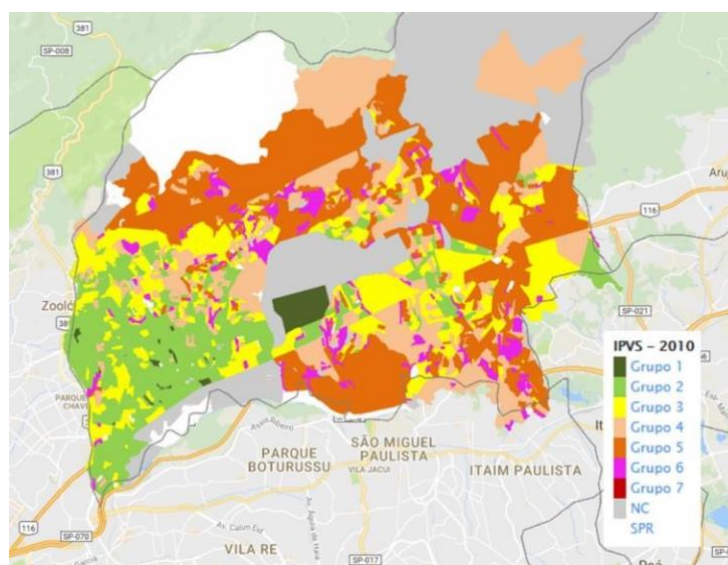
De acordo com a metodologia proposta, os resultados obtidos foram itemizados e apresentados de acordo com a ordem cronológica estabelecida.

Grupos de Vulnerabilidade – GV:

Após o levantamento quanto aos Grupos de Vulnerabilidade, a região de estudo apresenta áreas geograficamente representadas de acordo com uma classificação socioeconômica e número de habitantes por grupo.

Esta etapa do procedimento possibilita a visualização do município dividido geográfica e socioeconomicamente. A figura 3 é um exemplo de visualização para tal classificação, usando como base o município de Guarulhos, onde cada cor apresentada na figura corresponde a um Grupo de Vulnerabilidade.

Figura 3: Índice de vulnerabilidade no município de Guarulhos.



Fonte: IPVS, 2010.

A riqueza de indicadores utilizados na construção dos grupos permite assumir, com confiança, que todas as regiões dentro de um mesmo município, pertencentes a um mesmo GV, são similares do ponto de vista da geração de resíduos assemelhados em sua composição gravimétrica.

Além disso, essa classificação quantifica a população e os domicílios presentes em um GV, o que se faz essencial para a definição de uma amostragem significativa no momento de se realizar um estudo gravimétrico.

Amostragem Significativa – AS:

Esta etapa estabelece o número necessário de amostras para realização do estudo gravimétrico em cada grupo.

Portanto, assumindo hipoteticamente, uma população de 3.000 habitantes no grupo 2 de um município com população de 50.000 habitantes obtém-se:

$$n_a = \frac{5000}{50000} * 3000$$
$$n_a = 300$$

Ou seja, uma campanha de 300 amostras, correspondendo a uma geração de resíduos de 300 residências.

Gravimetria:

Esta fase de obtenção de resultados é caracterizada por apresentar o tipo de resíduo gerado por determinada população dentro de um GV.

O quadro 2 apresenta uma forma de disposição das porcentagens de cada tipo de resíduo obtido no processo de gravimetria frente as diversas vulnerabilidades.

Quadro 2: Modelo para resultados de tipo de resíduo por gravimetria x vulnerabilidade.

VULNERABILIDADE							
Tipo de Resíduo (%)	Baixíssima (G1)	Muito Baixa (G2)	Baixa (G3)	Média (G4)	Alta (G5)	Muito alta (G6)	Alta Rurais (G7)
Matéria Orgânica							
Plástico (independente de composição)							
Papel							
Papelão							
Vidro							
Metal (independente de composição)							
Isopor							
Tecidos							
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

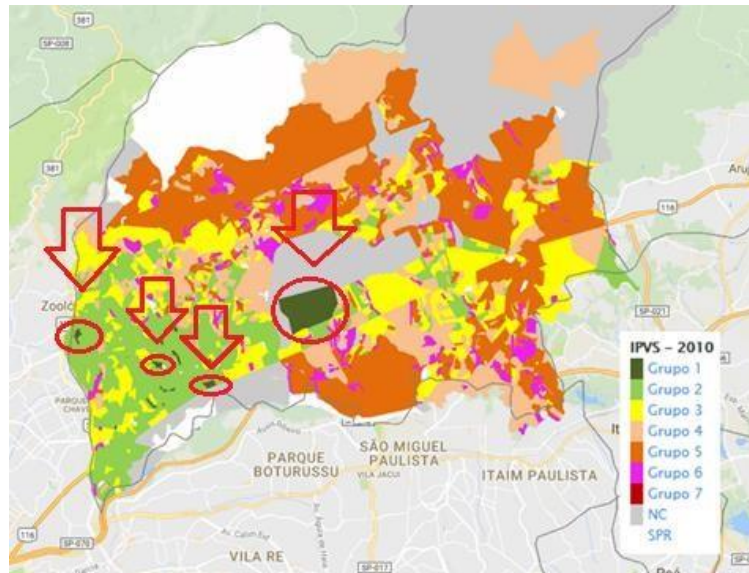
Fonte: Elaboração própria.

Similaridade de resíduos em um mesmo GV:

Em muitos municípios devido a diversos fatores e, principalmente, ao tamanho do próprio município, torna-se inviável a realização de uma gravimetria que contemple a população em sua totalidade. Desta forma, ao realizar uma amostragem significativa em um determinado GV, os resultados obtidos são extrapolados para todas as áreas do município que pertençam a este mesmo GV.

No exemplo apresentado pela figura 4 com base no GV 1, ao realizar a gravimetria em uma área pertencente a este grupo, assume-se que os resultados obtidos possam ser replicados para todas as outras áreas que façam parte deste mesmo grupo.

Figura 4: Determinação de gravimetria em grupos semelhantes.



Fonte: Adaptado IPVS.

É importante mencionar que a geração de resíduos sólidos não é necessariamente proporcional ao tamanho da área do GV identificado no mapa. Essa geração está relacionada a quantidade residências que se encontram presentes nesse GV e, por isso, o diagnóstico municipal deve levar em consideração as particularidades de cada município e quais os arranjos residenciais e de arruamento que configuram cada GV.

Elaboração da matriz de reciclabilidade a partir das variáveis propostas

Esta etapa consiste em uma planilha em Excel que, após o preenchimento das variáveis envolvidas, calcula a reciclabilidade do resíduo por meio dos pesos estabelecidos.

A planilha é apresentada na figura 5.

Condição:	
Condição inexistente	0
Pouco favorável	1
Moderada	2
Atendida	3
Pesos:	
Conteúdo material ou energético	0,3
Quantidade	0,2
Acesso	0,2
Tecnologia disponível	0,17
Mercado de recicláveis	0,13

Resíduos	Condição					Total	Reciclabilidade
	Cont. mat. Energ.	Quantidade	Acesso	Tecnologia Disp.	Mercado Reci.		
-							
Matéria Orgânica						0	
Plásticos						0	
Papel						0	
Vidros						0	
Metais						0	
Isopor						0	
Tecidos						0	

Figura 5: Planilha de reciclabilidade.

Para $0,1 \leq R \leq 1,5$, é considerada baixa reciclabilidade; Para $1,6 \leq R \leq 2,5$, é considerada reciclabilidade moderada; Para $2,6 \leq R \leq 3$, é considerada reciclabilidade alta.

Fonte: Elaboração própria.

Esse preenchimento pode ser feito por algum membro da gestão municipal ou ainda por uma empresa com interesses na área de reciclagem na região. Porém, as variáveis utilizadas exigem um conhecimento mínimo sobre o contexto dos resíduos sólidos no município em que o estudo seja aplicado.

Prioridade de atendimento

Por fim, após identificadas as áreas e a reciclabilidade dos seus resíduos, os responsáveis pela condução do estudo devem estabelecer uma ordem de prioridade de atendimento de acordo com os resultados obtidos em cada área. Entende-se "atendimento", do ponto de vista do empresariado como a instalação de empreendimentos no ramo de reciclagem e conseqüente geração de emprego e renda para a população residente no entorno. Do ponto de vista do município entende-se a criação de ações por meio de políticas públicas eficientes que levem maior desenvolvimento as suas distintas regiões.

Essa ordem é essencial para beneficiar as populações residentes em áreas de maior vulnerabilidade social, ao mesmo tempo em que garante um retorno ambiental e ao mercado de recicláveis a partir de um sistema de gestão de resíduos sólidos considerado sustentável.

A ordem de prioridade é apresentada no quadro 3.

Quadro 3: Ordem de prioridade para as regiões de atendimento em função da reciclabilidade dos resíduos e dos grupos de vulnerabilidade.

Ordem de Prioridade	Reciclabilidade	Grupo de Vulnerabilidade
1º	Reciclabilidade alta	7
2º		6
3º		5
4º		4
5º		3
6º		2
7º		1
8º	Reciclabilidade moderada	7
9º		6
10º		5
11º		4
12º		3
13º		2
14º		1
15º	Reciclabilidade baixa	7
16º		6
17º		5
18º		4
19º		3
20º		2
21º		1

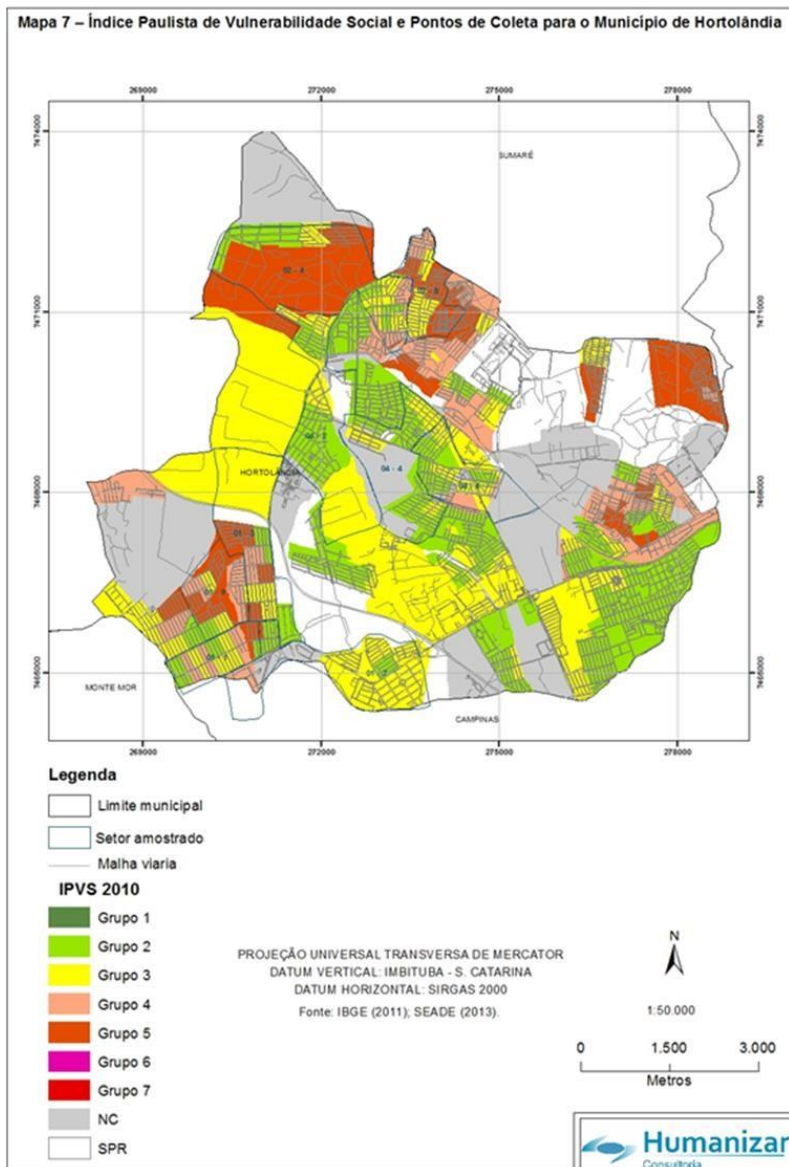
Fonte: Elaboração própria.

APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Como forma de demonstrar a aplicabilidade do procedimento foi escolhido o município o município de Hortolândia – SP, situado na região metropolitana de Campinas. A escolha se justifica pelo fato de que o Plano Municipal de Saneamento Básico do município, na área de resíduos sólidos, foi realizado a partir de um estudo gravimétrico dividido por grupos de vulnerabilidade assim como sugerido pela proposta metodológica do presente estudo.

A partir dos dados obtidos e tendo todas as regiões definidas geograficamente, faz-se o mapeamento das regiões que apresentam Reciclabilidade para cada tipo de resíduo. A figura 6 representa esse mapeamento, a partir da adaptação de um mapa já utilizado no PMSB.

Figura 6: Representação da Reciclabilidade dos resíduos por GV para o município de Hortolândia.



Grupo 2	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada
Grupo 3	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada
Grupo 4	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada
Grupo 5	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Moderada
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada

Fonte: Adaptado PMSB Hortolândia, 2015.

A figura 6 é um retrato de Hortolândia que torna possível uma tomada de decisão de maneira mais assertiva quanto a gestão de seus resíduos sólidos urbanos, pautando-se nas variáveis estabelecidas e favorecendo regiões que apresentem maior condição de vulnerabilidade social.

6. Considerações finais

Uma ação que facilitaria bastante a padronização entre sistemas de gestão municipal de resíduos, seria um sistema aberto que permitisse uma entrada de dados integrada entre municípios de uma mesma região. Isto poderia ocorrer a partir da observância de consórcios públicos intermunicipais ou ainda comitês de bacias hidrográficas. Porém essa temática se constitui em um possível desdobramento do estudo em questão onde necessitariam uma série de ações normativas e legais regulamentadoras.

Esses desdobramentos, apesar de permearem o campo do levantamento de novas oportunidades, também são essenciais para aprimoramento da metodologia apresentada que, ao ser analisada, apresenta pontos positivos e negativos.

Sobre os pontos negativos do estudo, notou-se que apesar do apontamento de regiões favoráveis a implementação de ações de reciclagem de resíduos, ainda há espaço para discussões sobre os pontos exatos (microrregiões) de iniciativa para essas ações. O ideal nesse caso seria pontos mais precisos em uma pequena região que pode ocorrer por meio de estudos complementares e de aprimoramento da técnica utilizada.

Por outro lado, entre os aspectos positivos, o método constitui uma inédita e poderosa ferramenta de planejamento de uso e ocupação do solo de interesse público e privado na área de reciclagem de resíduos.

Dentro das esferas de poder público, o método pode ser utilizado como auxiliador na tomada de decisão quanto a ações de gerenciamento de resíduo, onde, ao invés de decisões políticas, conveniências ou disponibilidade de espaços físicos, as decisões seriam pautadas por um estudo científico capaz de apontar, com segurança, áreas favoráveis para cada tipo de beneficiamento de resíduos, assegurando uma justificativa segura sobre a tomada de decisão e trazendo melhorias para todo o gerenciamento incluindo as etapas de coleta, transporte, destinação e disposição final.

Já no campo de interesse privado, atua como um apontador de áreas comprovadamente favoráveis a reciclagem de determinado resíduo; todos os tipos de resíduos podem ser aproveitados, porém com prioridade aos de maior reciclabilidade diminuindo os riscos envolvidos em um investimento inicial e, conseqüentemente, promove desenvolvimento, gera emprego e renda para a região.

O desenvolvimento ocorre a partir do surgimento de uma nova oportunidade de negócio com um risco de mercado diminuído e isso atrai o interesse da indústria e comércio que, ao se instalarem nas regiões, proporcionam maiores condições de desenvolvimento da região no campo de infraestrutura urbana. O interesse da indústria aumenta a demanda de profissionais na área e por conseqüência, fortalece a economia local.

Nesse momento pode ser discutido um benefício relacionado a sustentabilidade que está ligado ao conceito de reciclabilidade. Essa dinâmica da utilização da metodologia proposta é um caminho para o apontamento de regiões ótimas para a prática de ações voltadas a reciclagem de resíduos sólidos que de fato trará benefícios ambientais pela minimização de recursos desperdiçados em aterros ou destinações inapropriadas e todos os impactos decorrentes destas ações. Socialmente pode-se mencionar os benefícios advindos de maior infraestrutura urbana e geração de renda para uma região que, devido a ordem de prioridade de atendimento, se iniciara a partir das populações em condições de maior vulnerabilidade social. E economicamente pela devolução de recursos ao mercado, incluindo o corte de gastos desnecessários por investimentos ou políticas públicas de gerenciamento ineficientes.

É evidente que esta proposta é uma primeira aproximação a uma situação bastante complexa de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Mas a sua evolução deve ocorrer a partir da aplicação do procedimento em diferentes municípios/regiões para adequação as diversas realidades presentes no país e enriquecimento das variáveis utilizadas.

Referências

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 10007 – **Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- ANTUNES, Bessa de Paulo. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro (RJ). Editora Lumen Juris, 2006.
- BELLINGIERI, Henrique Paulo. **Sistema de informação sobre resíduos sólidos como instrumento de gestão**. In JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, M. V. José. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012 (Coleção Ambiental).
- 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 da outras providencias. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 10/03/2017.
- CABRAL, Eduardo, **Considerações sobre resíduos sólidos**. Apostilado aula de Gestão de Resíduos Sólidos. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE). Ceará – CE, s/d. Disponível em: < http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/CONSIDERACOES_SOBRE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf>. Acesso em: 12/04/2017.
- CAMPOS, Tavares Kátia Heliana. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil**. Brasília – DF, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2.pdf>>. Acesso em 12/04/2017.
- CLARO, Oliveira de Borin Priscila; CLARO, Pimentel Danny; AMÂNCIO, Robson. **Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações**. São Paulo (SP), 2005. Disponível em: < http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38846144/v4304289.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490499815&Signature=MMPNsQ43IAd6mNmUJmbhwtJTR00%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DEntendendo_o_conceito_de_sustentabilidade.pdf> . Acesso em 26/03/2017.
- CRESPO, Arnot Antônio. **Estatística fácil**. – 17ed. São Paulo: Saraiva, 2002. ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - EPA. **Sites for our solid waste: a guidebook for effective public involvement**. Washington. 1990.
- GUIMARÃES, Moreira Sendin Simone; TOMAZELLO, Carneiro Guiomar Maria. **Avaliação das ideias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IV ENPEC). Bauru (SP), 2003.

HORTOLÂNDIA (Município). **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Secretaria de Meio Ambiente. Hortolândia - SP, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/Cempre. 2010. 278p.

LICCO, Antonio Eduardo. Qualidade ambiental e sustentabilidade, Apostilado curso em EAD. Gerenciamento de Risco – aula 1, Senac, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://senacsp.blackboard.com/webapps/portal/execute/tabs/tabAction?tab_t ab_group_id=_1_1> . Acesso em 23/11/2016.

LOPES, Adriana Antunes. **Estudo da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na bacia Tietê-Jacaré (UGRHI – 13)**. São Carlos (SP); 2007. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos]. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-04032008125517/publico/TeseAdrianaAntunesLopes.pdf>>. Acesso em 20/07/2017.

LOZANO, Cubas Marisa. **Um olhar para a gestão de resíduos sólidos urbanos a partir de indicadores de sustentabilidade**. São Carlos (SP); 2012. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos].

MCDUGALL, Forbes; WHITE, Peter; FRANKE, Marina; HINDLE, Peter.

Integrated solid waste management: A Life Cycle Inventory – 2 ed. Blackwell Science – UK, 2001.

MILANEZ, Bruno. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. São Carlos (SP); 2002. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos].

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

NETO, Nascimento Paulo. **Resíduos Sólidos Urbanos**. Perspectiva da Gestão Intermunicipal em Regiões Metropolitanas. São Paulo, 2013.

PREFEITURA DE HORTOLÂNDIA. Secretaria de Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. São Paulo - SP, 2015.

São Paulo (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **A cidade e o lixo**. Secretaria de Meio Ambiente, CETESB. São Paulo: SMA: CETESB, 1998.

SCHALL, J. **Does the solid waste hierarchy make sense? A technical, economic and environmental justification for the priority of source reduction and recycling**. Working Paper #1. New Haven: School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, 1992.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>>. Acesso em: 03/04/2017.

SILVA FILHO, C. R. **Gestão De Resíduos Sólidos. O Que Diz A Lei**. Trevisan, São Paulo, 2013.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuossolidos/diagnostico-rs-2015> >. Acesso em: 27/07/2017.

WORRELL, A. William; VESILIND, Arne P. **Solid waste engineering**. 2ª ed. Stanford – USA, 2012.