



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

GRAVIMETRIA E PROPOSTAS PARA A MELHORIA DA GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE LIMEIRA DO OESTE-MG

¹Rodrigo Barbosa Lorena, ²Evandro Roberto Tagliaferro and ³Adriano José Ferraz

¹Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil, Campus Fernandópolis

²Docente Titular do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis

³Coordenador da Graduação em Engenharia Civil da Universidade Brasil, Campus Itaquera

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th April, 2022

Received in revised form

23rd May, 2022

Accepted 12th June, 2022

Published online 30th July, 2022

Key Words:

Sistema

Resíduos

Viabilidade

ABSTRACT

A revolução industrial e o crescimento populacional delinearão hábitos de produção e consumo que impulsionam cada vez mais a geração de resíduos sólidos urbanos. A gestão e o gerenciamento adequados desses resíduos são desafios complexos enfrentados pela imensa parcela dos municípios brasileiros. A cidade de Limeira do Oeste - MG não é uma exceção. A obrigatoriedade da elaboração e a implantação de ações definidas por um Plano de Gestão Integrada de Resíduos, conforme diretrizes impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), possibilitou ao município iniciar o seu planejamento, a partir de 2017, com a identificação da composição dos resíduos gerados, pela Análise Gravimétrica. O presente artigo teve como objetivo analisar o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos do município de Limeira do Oeste - MG e propor melhorias. Foi identificada a composição dos resíduos sólidos gerados, pela análise gravimétrica, realizado o diagnóstico do sistema de gestão e gerenciamento, avaliada a implementação das ações do PGIRS do município, que foram confrontadas e identificadas as ações planejadas no PGIRS e aquelas efetivamente implementadas e, por fim, foi realizada a proposta de melhorias aos sistemas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos municipais. As lacunas constatadas demonstram necessidade de ações de readequação ao sistema. Como melhorias, são apresentadas as propostas de: a) implementação de ações de educação ambiental, que possam ser estruturadas junto às grades curriculares escolares; b) desenvolvimento de iniciativas para a coleta seletiva, com a participação direta da associação de catadores; c) adoção da compostagem dos resíduos orgânicos como processo de tratamento (reciclagem) e d) implantação de um sistema de cobrança pelos serviços, proporcionando sustentabilidade econômica, ambiental e social.

*Corresponding author: Rodrigo Barbosa Lorena

Copyright © 2022, Rodrigo Barbosa Lorena et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Rodrigo Barbosa Lorena, Evandro Roberto Tagliaferro and Adriano José Ferraz, 2022. "Gravimetria e propostas para a melhoria da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos do município de Limeira do Oeste - MG", *International Journal of Development Research*, 12, (07), 57752-57757.

INTRODUCTION

A revolução industrial causou profundas mudanças nas relações e atividades econômicas globais, bem como avanços científicos, sob forma de melhorias tecnológicas. Tais mudanças impactaram diretamente a relação Homem e Terra, trazendo a compreensão desses processos de transformação (Franco e Druck, 1998). De acordo com Pereira e Curi (2012), com a consolidação do capitalismo, as questões ambientais passaram a ser debatidas de forma mais relevante e intensificadas com o advento da globalização, que leva o estilo de vida dos países ricos para as demais nações. Para Godecke et al. (2012), o aumento da população e a sua concentração nas áreas urbanas leva a uma maior pressão nos serviços ecossistêmicos.

Notadamente nos anos de 1970, os debates nos âmbitos da Ciência Econômica contemplaram também o efeito do estilo de vida moderno e as suas consequências para o meio ambiente, o que incentivou encontros internacionais, como a Rio 92, agenda 21, Declaração do Rio e Tratado das Organizações Não Governamentais (ONGs). A Constituição Federal de 1988 responde a esse fenômeno por uma maior atenção e cuidado com o meio ambiente, afirmando no art. 225 "que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, de uso comum e essencial a qualidade de vida, sendo que é dever do poder público e da sociedade defendê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações" (Brasil, 1988). Nesse sentido, Rocha et al. (2017) afirmam que a busca por melhorias na qualidade de vida dos habitantes do planeta é um grande desafio, que envolve gestores públicos e os líderes mundiais. Dentre os desafios ambientais enfrentados pela humanidade, destaca-se a questão dos resíduos

sólidos. Nunca se noticiou tanto sobre a geração de “lixo”, efeito agravado pelo crescimento urbano e o seu impacto na sociedade. Para Dias *et al.* (2012), no Brasil, o processo de urbanização e estabilidade econômica iniciado nos anos de 1994, em que o país passou a registrar um crescimento do seu produto interno bruto (PIB), resultou em um aumento da renda da população. Essa nova realidade socioeconômica elevou o consumo de produtos, que passaram a ser usado em maior quantidade, levando a uma elevação na geração de resíduos. Isso tem levado, segundo Santos (2012), a um modelo de desenvolvimento insustentável, que potencializa a geração de resíduos sólidos urbanos, tornando a geração de resíduos um dos problemas socioambientais mais significativos das últimas décadas. Sendo assim, é possível avaliar que as pressões sobre o meio ambiente são consequências de um conjunto de ações humanas nas áreas econômicas, sociais, culturais, políticas e antrópicas, conduzindo à degradação territorial e afetando, negativamente, a qualidade de vida do ser humano. Segundo Andrade e Ferreira (2011), a gestão adequada dos resíduos sólidos envolve coleta abrangente em torno de 90% da população, sendo realizada, em três vezes ou mais por semana, limpeza periódica dos logradouros, acondicionamento dos resíduos em aterros sanitários e a separação dos resíduos na fonte, favorecendo a coleta seletiva. Para um gerenciamento dos resíduos sólidos com qualidade é necessário que se obtenha dados a respeito da composição gravimétrica, quantidade e distribuição da geração, possibilitando, assim, traçar estratégias adequadas (Vega *et al.*, 2008; Gallardo *et al.*, 2016; Adeniran *et al.*, 2017; Kim, 2019).

De acordo com Miezahet *et al.* (2015), a diversidade dos resíduos sólidos gerados é considerada um retrocesso na utilização das matérias-primas. Portanto, é necessário o fracionamento dos resíduos antes do seu tratamento, o que proporcionará dados sobre a geração e qualidades dos resíduos fracionados. Segundo Gomez *et al.* (2009), estudar a realização das características físicas dos resíduos sólidos gerados pela população é uma ferramenta de extrema importância para se tomar decisões referentes ao gerenciamento, uma vez que proporciona iniciativas de melhoria no gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a coleta, tratamento e disposição final. Para Gomes *et al.* (2014), o descarte de resíduos sólidos faz parte de uma longa cadeia, que começa com a obtenção da matéria-prima pela exploração dos recursos naturais, passando pela indústria de transformação e terminando com o produto pronto. Todo processo é alimentado por uma intensa propaganda, que visa incentivar o consumo dos produtos e deixa claro que o descarte não é um mero acidente, mas uma consequência lógica da linha de vida do produto. Em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos para se alcançar um correto gerenciamento de resíduos sólidos. Um dos instrumentos de grande relevância da Lei nº 12.305/2010 é o plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, que visa contribuir para a melhoria na gestão dos resíduos sólidos municipais.

Reis *et al.* (2017) afirmam que o aumento na geração dos resíduos sólidos, bem como a inexistência de um gerenciamento adequado do seu manejo, acompanhado dos impactos ambientais e sociais, levam à necessidade de uma mudança radical desse gerenciamento após séculos de uma má gestão dos resíduos sólidos, o que demonstrou uma falta de prioridade dos gestores e da população com o seu cuidado. No ano de 2017, o Ministério Público Estadual de Minas Gerais, Universidade Federal do Triângulo Mineiro e as Prefeituras de Carneirinho, Iturama, Limeira do Oeste e União de Minas, assinaram convênio para elaboração de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS). Em Limeira do Oeste, o PGIRS foi finalizado em 2018 e instituído pela Lei Municipal nº 845, de 6 de maio de 2019. Este artigo tem como objetivo analisar o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Limeira do Oeste - MG, obtido no plano de gestão integrada do município (PGIRS), no ano base de 2017. Pela confrontação com outros estudos, foi analisada a geração diária de resíduos sólidos do município e a comparação entre quantidade de resíduos potencialmente recicláveis, quantidade de resíduos orgânicos e

rejeitos. Da mesa forma, foram apresentadas propostas de melhoria da gestão dos resíduos sólidos municipais, tais como: a) inserção da educação ambiental na grade curricular; b) ações que estimulem a coleta seletiva em conjunto com uma associação de catadores de reciclável; c) adoção da compostagem dos resíduos orgânicos e d) implantação de uma cobrança pelos serviços, proporcionando sustentabilidade econômica, ambiental e social.

MATERIAIS E MÉTODOS

Gravimetria dos Resíduos Sólidos Urbanos: A caracterização dos resíduos sólidos em um município leva a uma série de benefícios, pois permite que se obtenha informações que contribuam com as atividades de limpeza urbana, além de possibilitar o conhecimento do potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos sólidos gerados. Segundo Rezende *et al.* (2013), a composição gravimétrica ou física envolve o percentual dos componentes em relação ao peso total dos resíduos e o cálculo do peso específico, ou seja, peso dos resíduos em relação ao volume ocupado em kg.m³. De acordo com Moura *et al.* (2012), é a partir da caracterização, ou seja, do levantamento dos aspectos, que se tornam possíveis medidas não apenas relacionadas à limpeza urbana, mas também melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos. Estudos relacionados à caracterização da gravimetria dos resíduos sólidos urbanos são largamente encontrados na literatura científica, recebendo o apoio de instituições de ensino como universidades. Um exemplo é um estudo de geração e característica dos resíduos sólidos domésticos realizado na cidade de Mekong Delta por Than *et al.* (2010), que contou com o apoio do Ministério da Educação, Cultura, Esportes, Ciência e Tecnologia do Japão e dos estudantes da CanthoUniversity do Vietnã.

O município de Limeira do Oeste-MG: O município de Limeira do Oeste-MG está localizado na região do pontal do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais, possuindo uma população estimada de 7.487 habitantes (IBGE, 2017). Em 2010, a densidade demográfica municipal era de 5,22 hab/km², a escolaridade da população com idade entre 6 e 14 anos era de 98,9%, o índice de desenvolvimento humano (IDH) era de 0,710 e, em 2018, o Produto Interno Bruto (PIB), por habitante, era de 52.101,89 reais (IBGE, 2021).

Coleta dos dados: Os resíduos sólidos analisados para o PGIRS de Limeira do Oeste- MG foram papéis, plásticos, vidros, metais não-ferrosos, metais ferrosos, matéria orgânica, contaminantes biológicos, contaminantes químicos, equipamentos eletrônicos, pedras, terras, louças, madeiras, couros, borrachas e têxteis. Índices físicos, como volume e massa, bem como dados estatísticos de quantidades diárias de resíduos sólidos gerados e porcentagem da composição desses resíduos, foram obtidos pelo Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Limeira do Oeste-MG (PGIRS, 2018), tendo como ano de referência 2017, realizado pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), com a colaboração da Prefeitura Municipal de Limeira do Oeste-MG, pela sua secretaria municipal de meio ambiente. A gravimetria foi realizada em todos os bairros do município de Limeira do Oeste-MG, ocorrendo nos dias 14/08/2017 (segunda-feira), 16/08/2017 (quarta-feira) e 18/08/2017 (sexta-feira), totalizando três coletas durante uma semana. Como processo de separação, os resíduos sólidos foram despejados em uma lona, sendo tornada uniforme a amostra. Após, foi realizado seu quarteamento, ou seja, a sua divisão em quatro partes e escolhida uma dessas partes para a segregação dos materiais. Em seguida, foram separados e colocados nos coletores, identificados conforme a tipologia dos resíduos, bem como quantificados em peso e volume. O volume do tambor de base cilíndrica foi calculado se utilizando a seguinte fórmula:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Em que V corresponde ao volume do tambor, r ao raio e h à altura do coletor.

Atingido o volume total do coletor, era feita a pesagem do conteúdo e realizada a anotação. O procedimento foi realizado para cada um dos tipos de resíduos separados pelo quarteamento. A tipologia dos resíduos pode ser conferida na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plano de gestão integrada de resíduos sólidos de Limeira do Oeste-MG, tendo como ano base 2017, é um estudo que proporciona ao gestor público elementos de suporte à tomada de decisões, objetivando a melhoria do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Na Tabela 1, temos os seguintes resultados semanais da gravimetria: massa total amostra (kg), que trata da massa total de amostra de resíduos sólidos nos três dias de coleta; volume total da amostra (kg), que trata do volume total de amostra de resíduos sólidos nos três dias de coleta; porcentagem da massa da amostra (%), que se refere à fração da massa da amostra dos resíduos sólidos coletados nos três dias de gravimetria; porcentagem do volume da amostra sendo referente à parcela do volume da amostra dos resíduos sólidos coletados nos três dias de gravimetria; massa total semanal (kg), referente à massa total de resíduos sólidos coletados nos três dias de gravimetria e volume total semanal (m³), referente ao volume total de resíduos sólidos coletados nos três dias de gravimetria. Na Tabela 2, temos os seguintes resultados: densidade semanal (t/m³), sendo referente à densidade dos resíduos sólidos nos três dias de coleta; massa diária (kg), sendo referente à massa diária estimada, baseada nos três dias de coleta, e volume diário (m³), sendo referente ao volume diário estimado, baseado nos três dias de coleta. Durante os três dias de gravimetria foram coletados um total de 647,1 kg de resíduos sólidos e um volume total de 6,92 m³ (Tabela 1). A estimativa diária de resíduos sólidos é de 2.302,9 kg de massa e um volume de 24,64 m³ (Tabela 2). Sendo a população de Limeira do Oeste-MG estimada pelo IBGE para 2017 em de 7.487 habitantes, é possível afirmar que são gerados 0,307 kg de resíduos sólidos por habitante dia ou 112,05 kg por ano, por habitante. Isso corresponde a um total de 840.558,50 kg (840,56 toneladas) de resíduos sólidos gerados no ano de 2017, no município. Como comparativo, em um estudo realizado por Colvero *et al.* (2017), a estimativa de geração média de resíduos, por faixa de população, no estado de Goiás, foi apresentada a seguir (Tabela 3).

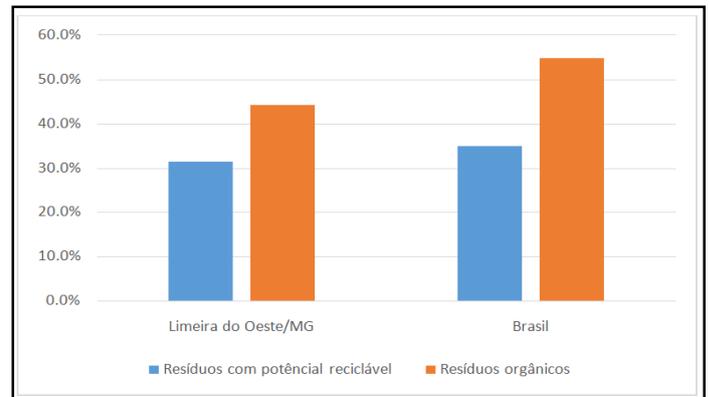
A geração de resíduos sólidos em Limeira do Oeste - MG, que é de 0,307 kg de resíduos sólidos por dia, está abaixo da quantidade encontrada nos estudos de Colvero *et al.* (2017), mesmo em cidades com população equivalente à de Limeira do Oeste -MG. Esse dado aponta parâmetros gastos no gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, se comparado a municípios do mesmo tamanho populacional. Contudo, não se deve imaginar que pelo fato de estar ocorrendo uma menor geração de resíduos sólidos, seja motivo para não se tomar medidas para a sua redução. Os resíduos com potenciais de reciclagem totalizaram cerca de 723,8 kg e volume de 16,02 m³ diário, o que equivale a 31,5% do total de resíduos, sendo papel e papelão 9,2%, plástico 18,2%, vidro 1,5%, metais não-ferrosos 2,3% e metais ferrosos 0,3% (PGIRS, 2018). No Brasil, a média de resíduos com potencial de reciclagem é de 35%. Esse percentual deveria retornar ao mercado e, conseqüentemente, ao consumidor, levando a uma redução aos impactos ambientais (Gradwohl, 2001, Hisatug e Marçal Júnior, 2007). O índice de resíduos com potencial de reciclagem observado em Limeira do Oeste- MG está muito próximo da média nacional, o que pode ser um incentivo para que a administração pública realize um trabalho de reciclagem (Figura 2). Os resíduos orgânicos com potenciais de compostagem totalizaram cerca de 1.018,9 kg e volume de 4,35m³ diário, sendo o equivalente a 34,3% de orgânicos e 10% de matérias oriundas de podas (PGIRS, 2018). No Brasil, os resíduos orgânicos são em média cerca de 55% do total de resíduos urbanos encontrados. Em decorrência disso e para um bom gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, esses deveriam ser separado dos rejeitos (Bley Júnior, 2001; Hisatugo e Marçal Júnior, 2007). Um bom gerenciamento dos resíduos orgânicos poderia aliviar a pressão sobre os aterros sanitários e gerar uma economia financeira sobre os municípios. Apesar de Limeira do Oeste-MG

apresentar um índice menor na geração de resíduos orgânicos, o índice somado dos resíduos das podas chega a 44,3% (Figura 1). Já os rejeitos totalizaram 296,1 kg e um volume de 2,0 m³ contabilizando 12,8%. A sua composição é de 12,1% de contaminantes biológicos, 0,2% de contaminantes químicos, 0,3% de



Fonte: PGIRS (2018)

Figura 1. Coletor pesado com o plástico após a segregação dos materiais



Fonte: PGIRS (2018)

Figura 1. Comparativo de resíduos Limeira do Oeste-MG/Brasil

equipamentos eletrônicos e 0,2% de resíduos diversos de difícil classificação (PGIRS, 2018). Em um estudo realizado por Kim (2019), na cidade de São Carlos - SP, foi constatado um índice de rejeito em torno de 25,89 %. Limeira do Oeste-MG apresenta um índice menor na geração de rejeitos, o que pode levar a uma diminuição do custo de operação, desde que os demais resíduos sólidos sejam reciclados e seja feita a compostagem.

Propostas de Melhorias na Gestão dos Resíduos Sólidos

Educação ambiental: De acordo com Beltrão *et al.* (2016), pesquisas demonstram que um dos meios de minimizar os impactos ambientais advindos da geração dos resíduos sólidos é a educação ambiental. A PNRS, Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010, no seu art. 8º, inciso VIII, tem como um dos seus principais instrumentos a educação ambiental. No art. 19, inciso X, afirma-se que os planos de gestão integrada de resíduos sólidos devem conter programas de educação ambiental que visem a redução, não geração, reutilização e

reciclagem. A PNRS trata a educação ambiental como um instrumento de grande importância para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Uma proposta para o município de Limeira do Oeste-MG é que a educação ambiental seja incluída nas escolas municipais como uma matéria própria na grade curricular.

compostagem de 38% e a Holanda, que realiza a compostagem de 28% dos resíduos orgânicos. O município de Limeira do Oeste-MG não possui um sistema de coleta seletiva dos resíduos recicláveis, nem uma associação de coletores de recicláveis, bem como não realiza a compostagem dos resíduos orgânicos. Essa realidade coloca

Tabela 1. Resultados dos estudos de gravimetria no município de Limeira do Oeste-MG

Material	Balanço semanal					
	Amostra total (kg)	Volume total amostra (m ³)	(%) Massa Amostra	(%) Volume Amostra	Massa Total Semanal (kg)	Volume total semanal (m ³)
Papel	59,5	1,50	9,2	21,6	1.482,2	37,27
Plástico	117,5	2,81	18,2	40,6	2.927,1	70,06
Vidro	9,8	0,07	1,5	0,9	244,1	1,63
Metais Não-Ferrosos (latas de alumínio, aço)	14,8	0,09	2,3	1,3	368,7	2,22
Metais Ferrosos (Palha de aço, agulha)	1,8	0,04	0,3	0,6	44,8	0,99
Matéria Orgânica (Restos de Alimentos)	221,7	0,44	34,3	6,4	5.522,8	10,98
Matéria Orgânica (Poda, capina)	64,6	0,78	10,0	11,3	1.609,3	19,46
Contaminante biológico	78,3	0,44	12,1	6,3	1.950,5	10,86
Diversos	1,3	0,02	0,2	0,3	32,4	0,59
Contaminante Químico	1,4	0,07	0,2	1,0	34,9	1,79
Equipamentos Eletrônicos	2,2	0,03	0,3	0,5	54,8	0,78
Pedra, terra, louça	24,4	0,08	3,8	1,2	607,8	1,99
Madeira	5,8	0,07	0,9	1,1	144,5	1,85
Couro e borracha	16,0	0,15	2,5	2,2	398,6	3,81
Têxtil	28,0	0,33	4,3	4,8	697,5	8,21
Total	647,10	6,92	100,0	100,0	16.120,0	172,48

Fonte: PGIRS de Limeira do Oeste (2018)

Tabela 2. Balanço semanal da densidade (t/m³) e estimativas diárias da massa (kg) e volume (m³) no município de Limeira do Oeste – MG

Material	Balanço semanal		Estimativas diárias
	Densidade (t/m ³)	Massa diária (kg)	Volume diário (m ³)
Papel	0,040	211,7	5,32
Plástico	0,042	418,2	10,01
Vidro	0,150	34,9	0,23
Metais Não-Ferrosos (latas de alumínio, aço)	0,166	52,7	0,32
Metais Ferrosos (Palha de aço, agulha)	0,045	6,4	0,14
Matéria Orgânica (Restos de Alimentos)	0,503	789,0	1,57
Matéria Orgânica (Poda, capina)	0,083	229,9	2,78
Contaminante biológico	0,180	278,6	1,55
Diversos	0,055	4,6	0,08
Contaminante Químico	0,019	5,0	0,26
Equipamentos Eletrônicos	0,070	7,8	0,11
Pedra, terra, louça	0,305	86,8	0,28
Madeira	0,078	20,6	0,26
Couro e borracha	0,105	56,9	0,54
Têxtil	0,085	99,6	1,17
Total	0,093	2.302,9	24,64

Fonte: PGIRS de Limeira do Oeste – MG (2018).

Tabela 3. Estimativa de geração *per capita* por dia de resíduos sólidos nos municípios de Goiás

Faixa populacional para os municípios de Goiás (habitantes)	Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbana estimada (kg.hab.dia)	
	Média	Mediana
5.000	0,46	0,46
5.001 a 10.000	0,50	0,50
10.001 a 20.000	0,54	0,54
20.001 a 50.000	0,60	0,60
50.001 a 100.000	0,68	0,69
Acima de 100.000	0,80	0,77

Fonte: Colvero et al. (2017)

Coleta seletiva e associação de catadores: De acordo com Sousa (2012), para se conseguir uma redução na geração dos resíduos sólidos urbanos, podem ser realizadas algumas ações, como, por exemplo, redução na utilização de embalagens, produção de bens materiais mais duráveis, além do aumento da reciclagem e compostagem. Segundo Figueiredo (2012), no Brasil, a variável econômica ainda é a predominante para a reciclagem, reciclando-se o que é mais rentável economicamente no mercado nacional, principalmente, para a exportação. No Brasil, apenas 3% dos resíduos orgânicos são utilizados para compostagem. Esse índice é irrisório se comparado ao de países desenvolvidos como a Áustria, que realiza a

o município com um potencial de aproveitamento de 75,8% dos resíduos domiciliares para reciclagem e compostagem. A PNRS no art. 8º inciso II e III prevê como um dos seus instrumentos a coleta seletiva e o incentivo a criação de associação de catadores ou cooperativas, por isso a importância da administração pública colocar em prática esses instrumentos previstos em lei.

Criação de taxa de manejo dos resíduos sólidos: No art. 19, inciso XIII, A PNRS prevê que os planos municipais de gestão dos resíduos sólidos tenham um sistema de cálculo dos custos dos serviços de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Segundo Sousa

(2012), no Brasil, a cidade de São Paulo adotou uma “taxa do lixo”, porém, foi abolida dois anos depois, gerando debates a respeito da constitucionalidade dessa cobrança, assim como em outras cidades. A taxa dos serviços de coleta e disposição final pode ser um instrumento educativo para que a população possa refletir sobre as suas ações, sendo um meio de redução dos custos e impactos do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Um estudo realizado por Campos (2012) demonstrou que a região que mais municípios realizam a taxa do gerenciamento de resíduos sólidos é o Sul do país, sendo que 76,5% das cidades apresentam algum tipo de cobrança e possuem uma geração por habitante de 0,81 kg, já a região Centro-Oeste apresentou uma geração de 1,47 kg por habitante, sendo que apenas 27,6% dos municípios possuem algum mecanismo de cobrança, o que indica que existe uma relação direta entre cobrança dos serviços de coleta e disposição final de resíduos sólidos e a quantidade gerada. Em Limeira do Oeste-MG, a cobrança pelos serviços de limpeza vem anexada no IPTU, o que poderia ser substituída por outra forma que seja baseada nos custos da coleta e disposição final e dividida por habitante. Para ser mais justa, a cobrança pode ser por bairros, em que os que mais geram serão mais onerados, proporcionando maior sustentabilidade econômica para o município e servindo de incentivo para a redução na geração dos resíduos sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Limeira do Oeste - MG não cumpre com as diretrizes impostas pela PNRS, necessitando de melhorias. Apesar de ser um município de pequeno porte e apresentar uma geração pequena de resíduos sólidos, comparada a municípios do mesmo tamanho, é possível buscar melhorias para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, atendendo previsões de crescimento e desenvolvimento sustentável. Tomando, por exemplo, as propostas que foram apresentadas neste artigo, que visam reduzir e reciclar os resíduos sólidos com esse potencial, a administração municipal poderá lançar mãos de medidas de educação ambiental e cobrança sobre a geração dos resíduos sólidos. São necessárias medidas que visem a redução na geração e o incentivo à reciclagem, que movimentem a economia pelas associações de catadores a compostagem dos resíduos orgânicos, restando apenas os rejeitos para que sejam levados ao aterro sanitário. Não se trata de medidas definitivas, mas que devem ser constantemente monitoradas e revisadas, com o objetivo de cada vez mais se obter maiores ganhos ambientais, econômicos e sociais.

REFERÊNCIAS

Andrade RM, Ferreira, JA 2011. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. Revista Eletrônica do Prodepa, 6:7-22. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/118>. Acesso em: 4 jul. 2021.

Beltrão MRM, Dutra MTD, Nunes AT (2016). percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do conjunto residencial pernambuco. R. gest. sust. ambient., 4:209-233. Disponível em: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1959/2286. Acesso em: 18 dez 2020.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de Outubro 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 dez 2020.

Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 18 jan. 2021.

Campos HKT (2012). Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. Eng Sanit Ambient, 17:171-180.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

Colvero DA et al. (2017). Avaliação da geração de resíduos sólidos urbanos no estado de Goiás, Brasil: análise estatística de dados. Eng Sanit Ambient, 22:931-941. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00931.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2020.

Dias DM et al. (2012). Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. Eng Sanit Ambient, 17:325-332. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a09.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

Figueiredo FF (2012). O desenvolvimento da indústria da reciclagem dos materiais no Brasil: motivação econômica ou benefício ambiental conseguido com a atividade? Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía e Ciências Sociales, 16:1-14. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18714>. Acesso em: 20 dez. 2020.

Franco T, Druck G (1998). Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. Ciência & Saúde Coletiva, 3:61-72. Disponível em: https://www.scielo.org/article/ssp/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csc/v3n2/7151.pdf. Acesso em: 17 dez. 2020.

Godecke MV, Naime RH, Figueiredo JÁ (2012). S.O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 8:1700-1712. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6380/pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

Gomes MHSC et al. (2014). Política nacional de resíduos sólidos: perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC. Rev. Adm., 7:93-110. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2734/273432632007.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

Gómez G et al. (2009). Seasonal characterization of municipal solid waste (MSW) in the city of Chihuahua, Mexico. Waste Management, 29:2018-2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X09000397>. Acesso em: 17 maio 2021.

Hisatugo E, Marçal Júnior O (2007). coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. Sociedade & Natureza, 19:205-216. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sn/v19n2/a13v19n2.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

IBGE (2017). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/limeira-do-oeste.html>. Acesso em: 17 jan. 2021.

IBGE (2021). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/limeira-do-oeste.html>. Acesso em: 17 jan. 2021.

IDE-SISEMA (2020). IDE-Sisema: WebGIS. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

Kim VJH (2019). Análise da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares de São Carlos (SP). Orientador: Valdir Schalch. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-17062019-104821/publico/DISS_KIM_corrigida.pdf. Acesso em: 19 dez. 2020.

Lima PGet al. (2018). Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de um aterro sanitário. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, 12:10-426. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/726/396>. Acesso em: 19 dez. 2020.

Miezahk K et al. (2015). Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. Waste Management, 46:15-275. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15301185>. Acesso em: 15 maio 2021.

- Moura AA et al. (2012). Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso - município de Itaúna-MG. SynThesis Revista Digital FAPAM, (3):4-16. Disponível em: <https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/view/47/43>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- Pereira SS, Curi RC (2012). Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, 2:35-57. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/78/pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- PGIRS (2018). Plano de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos de Limeira do Oeste-MG. Disponível em: <https://www.limeiradoeste.mg.leg.br/leis/legislacao-municipal-1>. Acesso em: 4 fev. 2020.
- Reis D, Friede R, Lopes FHP (2017). Política nacional de resíduos sólidos (Lei nº 12.305/2010) e educação ambiental. Revista Interdisciplinar de Direito, 14:99-111. Disponível em: <http://revistas.faa.edu.br/index.php/FDV/article/view/251/199>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- Rezende JHet al. (2013). Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). Engenharia Sanitária e Ambiental, 18(1-8). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/fDHPfgCRRxXhWFZX3wrzmxw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 jul. 2021.
- gestão no município de Palmas-TO. Revista Esmat, 13:29-42. Disponível em: http://esmat.tjto.jus.br/publicacoes/index.php/revista_esmat/article/view/189/175. Acesso em: 17 dez. 2020.
- Santos JG (2012). A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. Reuna, 17:91-96. Disponível em: <https://revistas.una.br/reuna/article/view/422/486>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- Sousa COM (2012). Política Nacional dos Resíduos Sólidos: uma busca pela a redução dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). InterfacEHS Revista de Saude, Meio Ambiente e Sustentabilidade, 7:113-127. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/68_secao_vol7n3.pdf. Acesso em: 18 dez. 2020.
- Thanh PN, Matsui Y, Fujiwara, T (2010). Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 91:2307-2321. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971000174X>. Acesso em: 15 maio 2021.
