



CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE PEDREIRA/SP

Larissa Rossetti Possa, PUC de Campinas, larissa.rpossa@hotmail.com
Regina Marcia Longo, PUC de Campinas, regina.longo@puc-campinas.edu.br

Resumo

A caracterização gravimétrica do lixo é um estudo que tem como objetivo quantificar e analisar o percentual dos diferentes tipos de resíduos de uma determinada amostra, podendo assim, conhecer os seus perfis. Neste trabalho, o estudo foi utilizado para caracterizar os resíduos sólidos domiciliares do município de Pedreira/SP em forma de propor medidas que sejam eficazes na educação ambiental e melhorias para que a disposição dos resíduos seja mais adequada, visto que com o estudo, obtém-se um valor de aproximadamente 23% de material reciclado presentes no lixo comum do município, o que são valores bastante indesejáveis. Para caracterizar os resíduos, baseou-se na norma 10007:2004 de amostragem de resíduos sólidos, onde recolheu-se amostras de vários bairros do município e calculou-se uma média, assim, após a realização dos estudos, foram obtidos dados quantitativos de cada tipo de resíduo encontrados no lixo comum, onde deveriam ser descartados apenas rejeitos; a partir destes, traçou-se os melhores caminhos para serem seguidos para a reciclagem e educação ambiental.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Caracterização Gravimétrica, Reciclagem, Educação Ambiental.

1. Introdução

Segundo o Ministério de Desenvolvimento Regional (SNIS, 2021) no ano de 2020 foram coletados mais de 66.6 milhões de toneladas de resíduos sólidos domiciliares mais resíduos sólidos públicos no Brasil, em média uma geração de 1,01 kg/hab./dia, dentre estes, 14,6% foram destinados para o Lixão, 73,8% para aterros sanitários e 11,6% para aterros controlados. Esses dados levam a um grande e antigo problema para o meio ambiente e a sociedade uma vez que a destinação incorreta dos resíduos pode acarretar doenças na população, problemas ambientais como contaminação dos solos, das águas subterrâneas e superficiais, poluir o ar com gases prejudiciais e ainda contribui com problemas sociais (CETESB, 2022).

A cidade de estudo, Pedreira/SP, em 2021, recolheu cerca de 29 toneladas/dia de Resíduos sólidos domiciliares (RSD), uma média de 0,591 kg/hab.*dia e 70,0 a 80,0 toneladas/mês de Resíduos Recicláveis com média de 1.53 kg/hab.*dia. Com a realização do Método gravimétrico, observou-se que existem cerca de 23% de resíduos sólidos recicláveis na coleta de lixo comum (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE PEDREIRA, 2021).



O método gravimétrico consiste na caracterização física dos resíduos, também denominada gravimétrica, este determina as frações de cada tipologia de resíduo dentro da geração global (FLECK; REICHERT, 2016).

Para realização do estudo, baseou-se na norma (ABNT NBR 10007:2004, 2004) a qual fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos e aplicou-se a prática de quarteramento dos resíduos o qual se dá por processos de divisões e homogeneizações até que se obtenha o volume desejado.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar as características dos resíduos sólidos domiciliares do município de Pedreira/SP e propor medidas para introduzir a educação ambiental na sociedade.

2. Fundamentação teórica

2.1 Resíduos sólidos e Educação Ambiental

Os resíduos sólidos têm sido um grande problema para os seres humanos a partir do começo da civilização (SCHALCH & CARLOS, 2007). O lixo acompanha o homem aonde quer que ele vá, a partir do começo do desenvolvimento humano e de outros fatores como evolução das cidades, fabricação de produtos e estratégia de marketing, os hábitos de consumo da sociedade foram mudando (SARTORI, 1995).

Sabe-se que a educação ambiental no Brasil está em constante transformação e desenvolvimento, foram vários marcos e acontecimentos históricos que contribuíram para a implementação, formulação e desenvolvimento da educação ambiental no país (LELIS; MARQUES, 2021), este possui diversos pesquisadores e instituições que se dedicam a área ambiental os quais são de instituições, universidades, centros de pesquisas, organizações governamentais e não governamentais e entre outros. A educação ambiental possui diversas formas de se praticar, mas isto também depende da concepção social, ecológica e da educação que o indivíduo carrega consigo (FRACALANZA et al., 2005).

2.2 Método e panorama da Caracterização Gravimétrica no Brasil

Para Menezes, 2019, “parte dos resíduos coletados nos municípios brasileiros ainda são destinados de forma inadequada, resultando em transtornos à qualidade de vida e à saúde pública. Assim, a caracterização gravimétrica dos resíduos é um importante instrumento de gestão integrada, uma vez que permite conhecer quantitativamente as frações gerada.

No Brasil, em 2014, com a realização da gravimetria, estimou-se que a composição do resíduo domiciliar foi de 0,6% de alumínio, 2,3% de aço, 2,4% vidro, 13,1% papel, papelão e embalagens longa vida, 13,5% plástico, 16,7% outros e 51,4% de matéria orgânica (IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA, 2013).



Segundo a ABNT NBR 10007 de amostragem de resíduos sólidos, a realização do método de caracterização gravimétrica tem como objetivo determinar as características dos resíduos, classificando-os para destiná-los e tratá-los corretamente. O método consiste em separar os resíduos por cada tipo de material para obter valores individuais e assim analisar os aspectos do lixo da região a ser analisada.

Para dar início ao procedimento deve-se recolher o volume de amostra desejável sendo que para obter uma faixa de variação da concentração de resíduos deve-se obter no mínimo três amostras simples. O ponto de amostragem, recipiente e procedimentos também são estabelecidos na norma, os técnicos dos serviços devem estar todos equipados com luvas, botas e máscaras como forma de precaução de segurança.

3. Metodologia

O estudo foi realizado no município de Pedreira/SP que está localizado a 137 Km da capital, é considerado um MIT – Município de Interesse Turístico (Figura 1), estima-se que a população de 2021 seja de 48.992 pessoas (IBGE, 2010).

O município conta com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares que é realizado porta a porta em toda via pública, três vezes por semana no perímetro urbano e na zona rural, e nos núcleos urbanos de Entre Montes e Bairro do Zorem uma vez por semana. O sistema de coleta conta com 5 caminhões coletores e os funcionários da coleta são de uma empresa terceirizada. O material coletado vai para uma área de transbordo no aterro sanitário que se encontra desativado onde o resíduo é depositado em caçamba tipo rollo-on e transportado para um aterro sanitário contratado (PREFEITURA MUNICIPAL DE PEDREIRA, 2022).

Os resíduos sólidos domiciliares recicláveis são de responsabilidade de uma empresa contratada pela prefeitura, Cooperativa de Reciclagem Eco – Pedreira a qual realiza a coleta semanalmente, de segunda a sexta feira, em todos os bairros.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito



Figura 1. Centro da cidade de Pedreira/SP



Fonte: OI Menu, 2022

Para realizar o estudo da gravimetria, utilizou-se a metodologia de revisão de literatura onde buscou-se principalmente dados de educação ambiental e a revisão de normas de caracterização gravimétrica dos mesmos afim de obedecê-las.

A caracterização gravimétrica foi realizada no mês de novembro de 2021, na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, em Pedreira – SP, que fica localizada na Avenida XV de Novembro, 26 – Centro, a metodologia foi baseada na norma ABNT NBR 10007:2004 a qual fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos tais como percentuais de materiais específicos presentes no lixo comum.

Os técnicos que realizaram os serviços estavam todos equipados com luvas, botas e máscaras como forma de precaução de segurança.

Como início, foram coletados 100 quilos de amostra de diversos bairros durante 3 (três) dias com o auxílio de um automóvel com caçamba com todos os pré-requisitos exigidos, os pontos de amostragem foram identificados e as datas, horas e número de amostra foram anotados.

Assim que coletadas as amostras, dirigiu-se ao local onde os resíduos foram descarregados em uma lona plástica para posterior separação (Figura 2), após este processo, a próxima etapa foi rasgar os sacos de lixo e homogeneizá-los.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 2. Homogeneização da amostra



Fonte: POSSA, 2021

Segundo a norma ABNT NBR 10007:2004 o processo de quarteamento se dá pela divisão do lixo total em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado (Figura 3).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

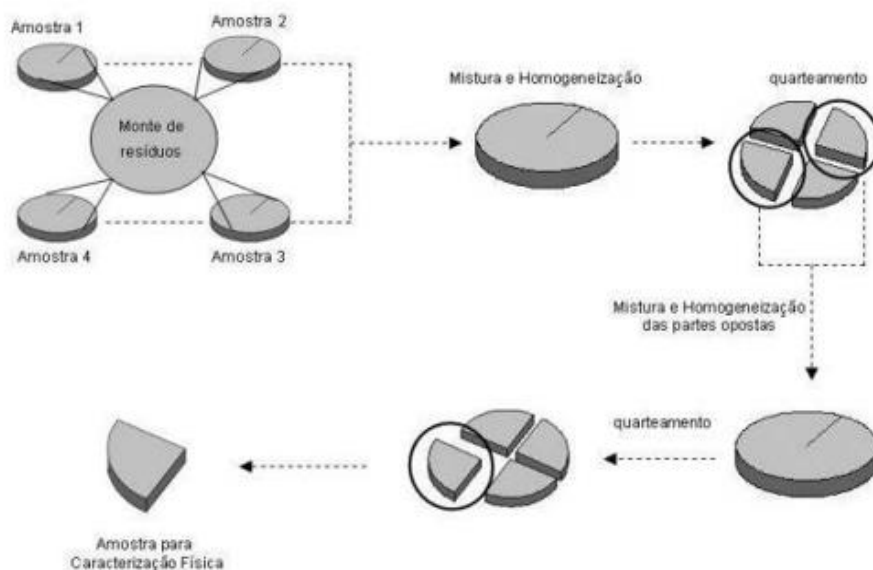
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 3. Diagrama do Processo de quarteamento de Resíduos Sólidos



Fonte: (DA et al., 2004)

Assim, deve-se separar os 100 kg de lixo em 4 partes com a ajuda de uma balança de precisão, sendo que cada parte fique com 25 kg. Na final, foi obtida uma amostra de aproximadamente 25 kg que foi disposta em 3 pilhas, pesou-se cada pilha e transferiu-se os valores para as tabelas.

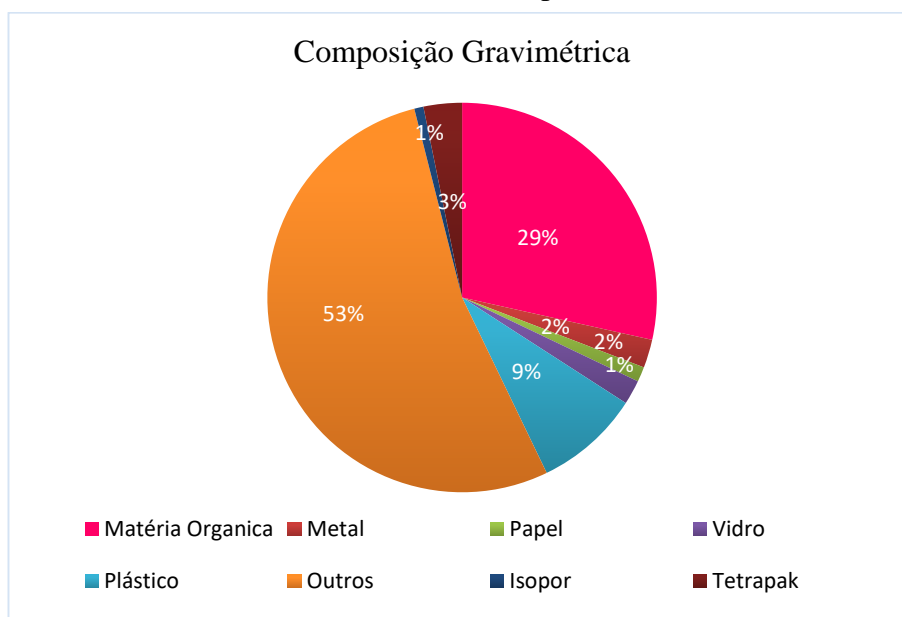
Os resultados obtidos foram estudados e traçou-se medidas de educação ambiental para que houvesse uma maior conscientização da população na hora de separar corretamente seus resíduos.

4. Resultados

Para analisar as melhorias que a prefeitura pode efetuar no município, realizou-se o estudo de gravimetria seguindo a norma ABNT NBR 10007:2004 para obter valores reais das porcentagens de cada resíduos sólidos encontrados em lixos comuns, as amostras foram coletadas em 3 dias, os resultados foram dispostos nas figuras abaixo (Figuras 4,5,6):



Figura 4. Valores dos cálculos de Gravimetria do primeiro dia



Como pode-se observar, os “outros” apresentam a maior parte do gráfico, 53%, e o que é adequado, porém os resíduos recicláveis também estiveram bastante presentes, incluindo o plástico, com 8,51% do total, resultando num valor indesejável visto que é um potencial poluidor.

A matéria orgânica esteve presente em 27,77%, mostrando que a população não está empenhada em realizar a compostagem dentro de suas residências.

Todos estes resultados indicam a necessidade de investimento na educação ambiental uma vez que o único resíduo que realmente deveria estar presente no lixo comum seria o “outros” (papeis higiênicos, toalhas de papel, etc.) mostrando que a população não está destinando corretamente seus resíduos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

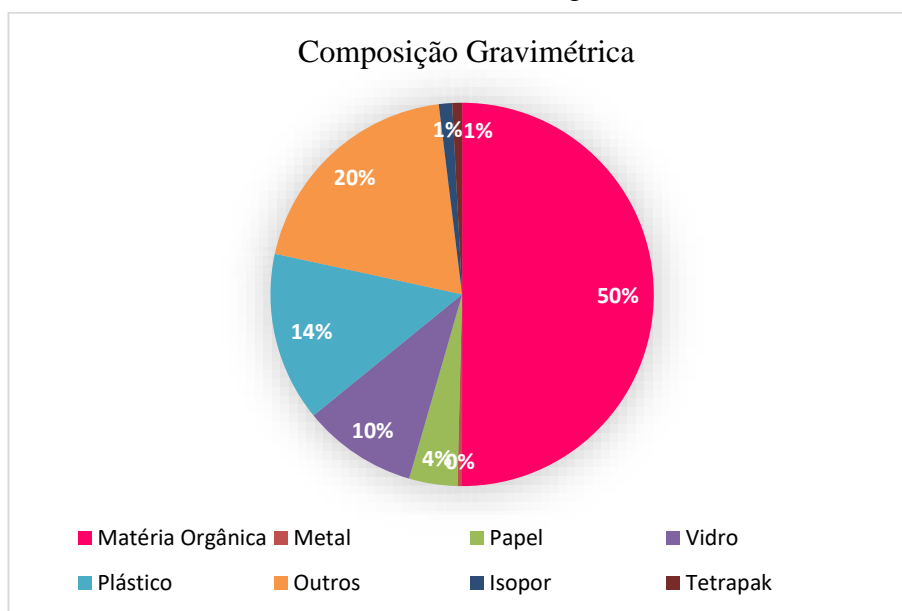
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

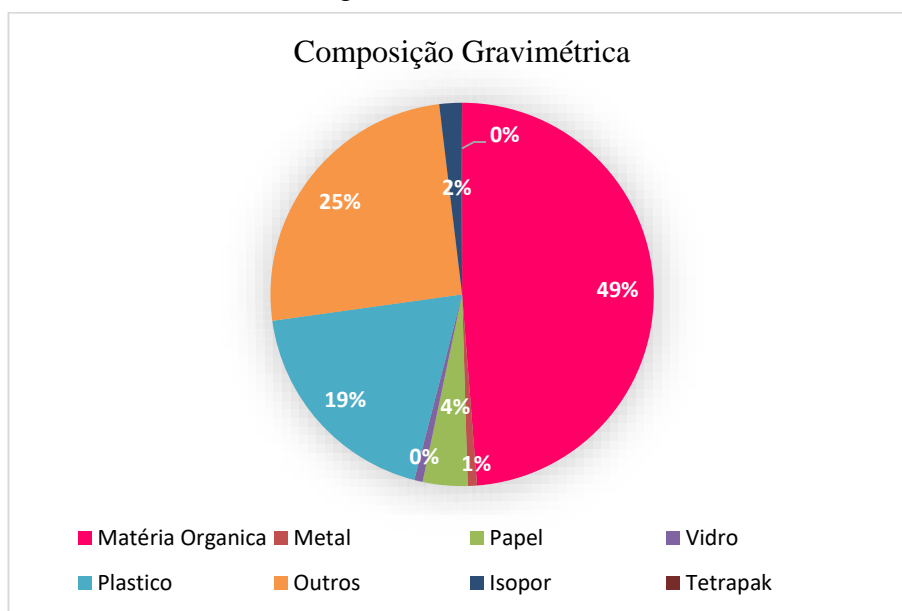
Figura 5. Valores dos cálculos de Gravimetria do segundo dia



No segundo dia, o resíduo que esteve mais presente foi a matéria orgânica, 50%, e o resíduo reciclável foi o plástico, 14%, assim como no primeiro dia de coleta, a grande quantidade de plástico traz uma grande preocupação para o município. A matéria orgânica, como dito anteriormente, também poderia ser utilizada na compostagem, assim, diminuiria o peso do lixo em quantidades significativas e contribuiria com o aumento da vida útil dos aterros sanitários, além de quem sua decomposição gera gases e líquidos que podem afetar a qualidade das água, solos e ar.



Figura 6. Valores dos cálculos de gravimetria do terceiro dia



No terceiro dia, a matéria orgânica também foi o resíduo mais presente no lixo comum, 49% e o resíduo reciclável foi o plástico, apresentando 18,77% da composição total, seguindo o mesmo perfil dos resultados dos dias anteriores.

Para concluir os estudos, foi necessário calcular a média da composição gravimétrica por meio da soma de cada classe de resíduo dos 3 (três) dias de coleta, dividido pelo número de amostragem conforme mostram os cálculos (Quadro 1 e Figura 7).

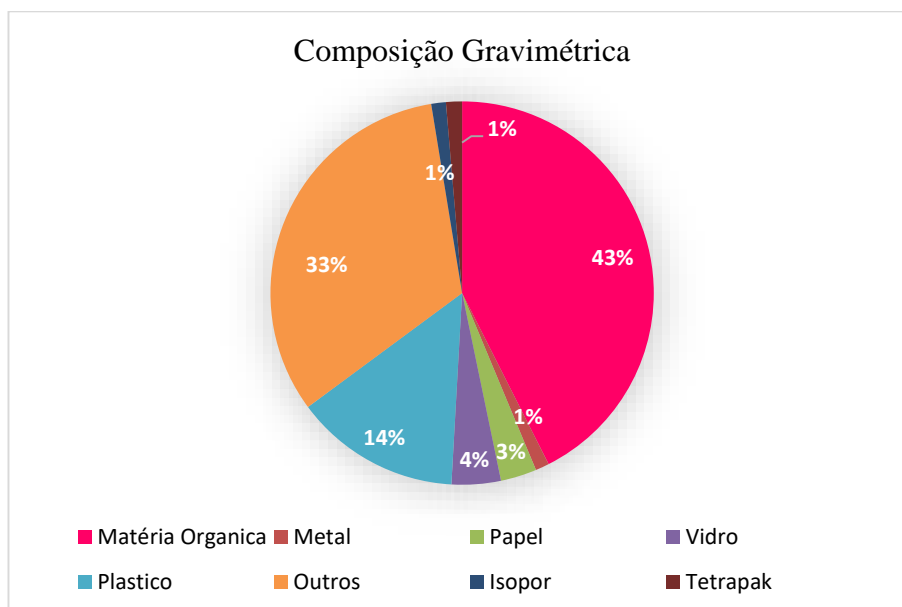
Quadro 1. Média das composições gravimétricas dos 3 (três) dias

Tipo de resíduo	Comp. Gravimétrica 1º dia	Comp. Gravimétrica 2º dia	Comp. Gravimétrica 3º dia	Média da Comp. Gravimétrica
Matéria Orgânica	27,77 %	50 %	48,73 %	$= (27,77+50+48,73) / 3 = \mathbf{42,16}$
Metal	2,29%	0,382 %	0,78 %	$= (2,29+0,38+0,78) / 3 = \mathbf{1,15}$
Papel	1,21%	4,07 %	3,77 %	$= (1,21+4,07+3,77) / 3 = \mathbf{3,01}$
Vidro	1,98%	9,66 %	0,71 %	$= (1,98+9,66+0,71) / 3 = \mathbf{4,11}$
Plástico	8,51%	14,28 %	18,77 %	$= (8,51+14,28+18,77) = \mathbf{13,85}$
Outros	51,85%	19,64 %	25,27 %	$= (51,85+19,64+25,27) = \mathbf{32,25}$



Isopor	0,74%	1,12 %	1,82%	$= (0,74+1,12+1,82) / 3 = 1,22$
Tetrapak	3,11%	0,83 %	0,093%	$= (3,11+0,83+0,093) = 4,033/3 = 1,34$

Figura 7. Gráfico das médias das composições gravimétricas dos 3 (três) dias



Como pode-se analisar os resultados do estudo, os resíduos sólidos recicláveis estão presentes em grande parte do lixo comum, cerca de 23,34% e em específico o plástico, o qual é o resíduo mais agravante, possui uma média de 14%, o vidro além de também ser um grande poluidor, fornece risco de ferimentos aos coletores de lixo; observa-se que não há dados significativos de alumínio pois os catadores os recolhem devido ao seu alto valor comercial.

Os gráficos também mostraram que a população não está realizando a compostagem adequadamente, indicando a necessidade da prefeitura investir na melhoria da educação ambiental e ainda uma oportunidade de investir ainda mais nos serviços de reciclagem de materiais.

5. Conclusões

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, conclui-se que é necessário realizar medidas de educação ambiental no município, pelo fato da quantidade de resíduos sólidos recicláveis presentes no lixo comum, estes podem ser transportados para recursos hídricos e causar grandes problemas ambientais, além de que a disposição incorreta contribui com a diminuição da vida útil dos aterros sanitários.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

As propostas de medidas são investir em atividades interativas voltadas para o meio ambiente, nas escolas e associações beneficentes como APAE, com foco na separação correta do resíduo domiciliar, recomenda-se fazer uma capacitação de professores de forma que estejam bastante informados e preparados, além disso, o município de Pedreira conta com um Zóobosque, o qual também pode ser utilizado para atividades de educação ambiental.

A realização de um evento na cidade, a fim de incentivar a separação correta do resíduo e ensinar a população como fazer uma horta e uma compostagem em casa também são medidas efetivas.

É essencial trabalhar nas redes sociais, visto que estas são muito utilizadas por pessoas de todas as idades e gêneros, conseguindo atingir todos os públicos. Postagens que chamem a atenção e interajam com o usuário, informações sobre a coleta de resíduos recicláveis, deixando sempre em evidência a importância e as consequências da separação incorreta.

6. Agradecimentos

À Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente

Que me ajudaram no desenvolvimento do projeto e me apoiaram, incentivaram e me ofereceram oportunidades durante toda minha trajetória.

À Deus.

7. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR10004:2004. **Resíduos sólidos – Classificação**, Rio de Janeiro/RJ, p. 1-71, 31 maio 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007:2004. **Amostragem de resíduos sólidos**, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: 31 maio 2022.

CETESB. **Resíduos urbanos, de serviços de saúde e da construção civil** | Resíduos Sólidos. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/introducao/>>. Acesso em: 9 abr. 2022.

FLECK, Eduardo; REICHERT, Geraldo. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de porto alegre –2014/2015**. Resíduos Sólidos, Porto Alegre/RS, p. 1-8, 19 out. 2016.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A. do; MEDIG NETO, J.; EBERLIN, T. S. **A educação ambiental no Brasil: panorama inicial da produção acadêmica.** Ciências em Foco, Campinas, SP, v.1, n. 1, 2013. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9162>. Acesso em: 30 maio. 2022.

IBGE. IBGE - **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pedreira/panorama>. Acesso em: 23 abr. 2022.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. Folha.com: **Menos de 2% dos resíduos sólidos são reciclados.** Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=19732. Acesso em: 23 abr. 2022.

LELIS, D. A. DE J.; MARQUES, R. **Políticas Públicas de Educação Ambiental no Brasil: um panorama a partir de eventos internacionais e nacionais.** Research, Society and Development, v. 10, n. 7, p. e39910716841, 26 jun. 2021.

MENEZES, Rosana et al. **Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares:** estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. 2019. 12 f. Artigo Técnico (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFJF, Minas Gerais, 2019. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177437>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/gvK-mZhyHR9V9WKC3QyRr7FS/?lang=pt>. Acesso em: 31 maio 2022.

SARTORI, Hiram. **Discussão sobre a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares.** 1995. Dissertação de mestrado (Mestrado Engenharia Sanitária e Ambiental) - Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 1995.

SCHALCH, Valdir; FRÉSCA, Fábio. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física.** 2007. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental.) - Universidade de São Paulo, [S. l.], 2007.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos - 2020:** Estimativa de Disposição final no Solo. In: Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos - 2020: Estimativa de Disposição final no Solo. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>. Acesso em: 31 maio 2022.