



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ESTRATÉGIA PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE VASSOURAS – RIO DE JANEIRO

Victor Fabiano Carneiro de Azevedo¹

Marco Antônio Pereira Araújo²

Cristiane S. Siqueira Pereira³

Gestão de Resíduos

Resumo

No Brasil, a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos regulamenta os princípios, objetivos e instrumentos relativos às diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos. O objetivo deste trabalho é analisar o quantitativo relativo às coletas de resíduos no município de Vassouras, entre os anos de 2021 e 2022, a fim de identificar a continuidade da produção de resíduo entre os anos selecionados. A metodologia envolveu a coleta e análise de dados referentes aos montantes de resíduos municipais nos anos considerados, bem como uma análise sistemática da literatura. Foi possível identificar uma diferença estatisticamente significativa entre os montantes de resíduo depositado no aterro sanitário do município de Vassouras referentes ao biênio 2021-22. Várias hipóteses foram levantadas para tentar compreender este fato, o que demandará novas pesquisas. Entretanto, entende-se de pronto a necessidade de ter atenção à dinâmica socioambiental do município, de modo a compreender que essas flutuações de montante podem ocorrer e que medidas devem ser tomadas para que a gestão não fuja do controle.

Palavras-chaves: gerenciamento; resíduos; lei; plano de gerenciamento; resíduos orgânicos.

¹Mestrando em Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais – Universidade de Vassouras e-mail: victorfabianoc@hotmail.com

²Profº Drº Universidade Vassouras Mestrado Profissional em Ciências Ambientais e-mail:marcoaparaujo@gmail.com

³Profª.Drª Universidade de Vassouras, Mestrado Profissional em Ciências Ambientais e-mail:Cristiane.pereira@univassouras.edu.br



INTRODUÇÃO

Segundo o Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade (IPEA), o Brasil é um dos países líderes na geração resíduos sólidos urbanos (RSU), cujo destino deveria abarcar soluções economicamente viáveis, de acordo com a legislação e tecnologias disponíveis; mas a destinação inapropriada é a realidade de diversos municípios brasileiros. Resíduos complexos, feito os de construção civil, hospitalares, agrícolas, industriais e domiciliares, chamados são descartados sem segregação prévia, ou mesmo reaproveitamento (SZIGETHY, 2023).

A geração crescente e o acúmulo de resíduos nas cidades brasileiras incorrem em problemas diversos, a saber: contaminação de solo, cursos d'água, obstrução de vias públicas; ainda provocar doenças: leishmaniose, leptospirose, esquistossomose, entre outras, cujos vetores encontram-se não apenas nos lixões, mas em terrenos baldios, que favorecem sua disseminação. Esse processo, em alguns locais, ainda é muito custoso (SZIGETHY, 2023).

A Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os resíduos classificados como perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público (BRASIL,1988)

O objetivo deste trabalho é analisar o quantitativo relativo às coletas de resíduos no município de Vassouras, entre os anos de 2021 e 2022, a fim de identificar a continuidade da produção de resíduo entre os anos selecionados.

METODOLOGIA

A área de estudo do presente trabalho compreende o município de Vassouras conforme na figura (1), que está localizado na região Centro-Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro situado a 418 metros de altitude, nas seguintes coordenadas

Realização



geográficas: Latitude: 22° 24' 16" Sul, Longitude: 43° 39' 48" Oeste. O município possui área territorial de 536,073 km² e uma população estimada em 37.26 totalizando uma densidade 69,50 hab/km² em 2021 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021).

Figura 1 - Município de Vassouras



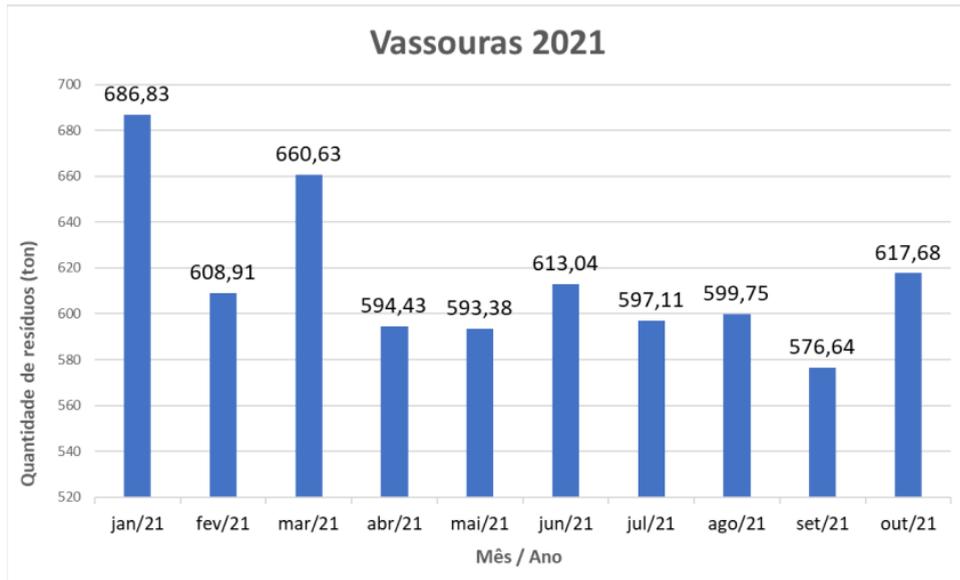
Fonte: MAPA OF RIO DE JANEIRO, 2023.

Os dados referentes aos resíduos sólidos urbanos do município são fornecidos pelo Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos do Vale do Café (CONVALE) à administração municipal, a qual foram solicitados. O gráfico 1 ilustra o montante mensal de resíduos gerados no município no ano de 2021; o de 2022 pelo gráfico 2.

Realização

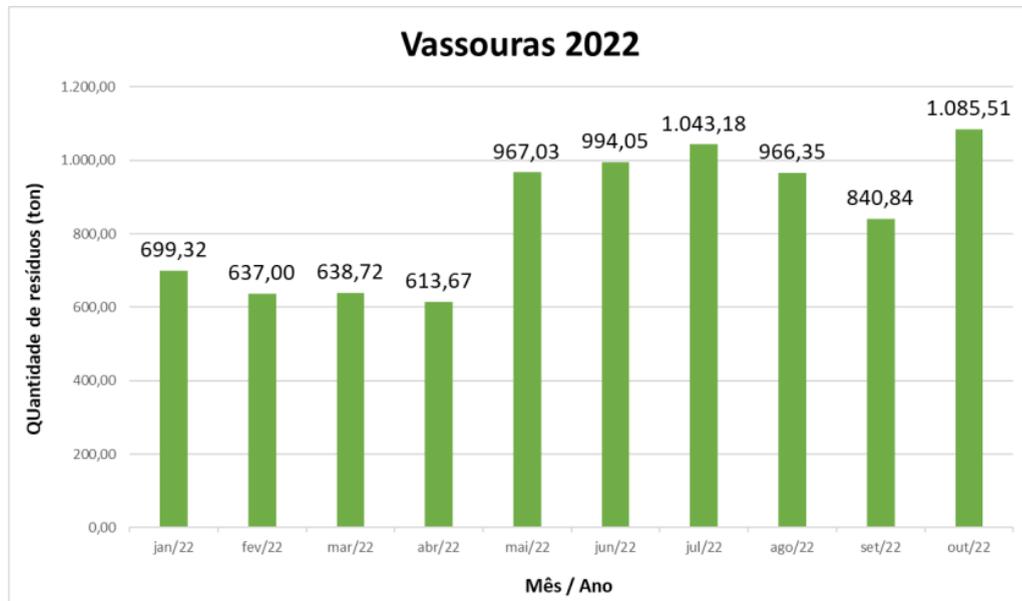


Gráfico 1 - Quantitativo mensal em toneladas de resíduos de 2021



Fonte: CONVALE, 2023

Gráfico 2 - Quantitativo mensal em toneladas de resíduos de 2022



Fonte: CONVALE, 2023

Conforme a EMBRAPA (2021), 50% de todo o resíduo coletado é orgânico. Desta forma, aproximou-se o seu volume para os anos sob escrutínio, representados nas tabelas 1 e 2. Para tratar esses dados, será utilizada a metodologia de análise descrita em

Realização



Fraga *et al.* (2020), que consiste em três etapas principais: verificação da normalidade e da igualdade de variância das amostras, então a verificação da diferença entre as médias.

Tabela 1: Resíduo Orgânico (ton)

Mês	Resíduo Total	Resíduo orgânico 50%
Janeiro	686,83	343,41
Fevereiro	608,91	304,45
Março	660,63	330,31
Abril	594,43	297,21
Maiο	593,38	296,69
Junho	613,04	306,52
Julho	597,11	298,55
Agosto	599,75	299,87
Setembro	576,64	288,32
Outubro	617,68	308,84

Fonte: O autor (2023)

Tabela 2: Resíduo Orgânico (ton)

Mês	Resíduo Total	Resíduo orgânico 50%
Janeiro	699,32	349,66
Fevereiro	637,00	318,50
Março	638,72	319,36
Abril	613,67	306,83
Maiο	967,03	483,51
Junho	994,05	497,02
Julho	1043,18	521,59
Agosto	966,35	483,17
Setembro	840,84	420,42
Outubro	1085,51	542,75

Fonte: O autor (2023)

Para a pesquisa de literatura, aplicou-se a seguinte *string* no Google Scholar®, que remeteu 230 trabalhos: ("resíduos orgânicos" OR "resíduo orgânico") AND município de vassouras AND sustentabilidade AND reaproveitamento AND desperdício AND compostagem AND "gestão ambiental". Aplicados os critérios de seleção, em ordem: escrutínio dos títulos, dos resumos e leitura do trabalho completo, cinco

Realização



trabalhos foram escolhidos. A tabela 3 apresenta o resultado por etapas.

Tabela 3: Pesquisa de trabalho

Etapas	Trabalhos	Números
1ª Etapa	Total	230
2ª Etapa	Selecionados	20
3ª Etapa	Resumos	10
4ª Etapa	Seleção Final	5

Fonte: O autor (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciam-se as considerações deste estudo pela sinopse dos trabalhos selecionados.

Pontille e Brandalise (2018) propõem elaborar um programa ambiental para o município de Ouro Verde do Oeste (PR), visando promover o gerenciamento de RSU, de forma a minimizar o aporte diário nos aterros sanitários por meio de coleta seletiva e reciclagem. Este trabalho mostra a relevância de um olhar mais atento para os aterros sanitários, submetidos a altas cargas de matéria orgânica. Nessa linha, Fachin (2004) argumenta pela geração de emprego e renda com a reciclagem, enxergando resíduos sob problemática socioambiental e custo de oportunidade, ou seja, o autor evidencia em seu trabalho a aplicabilidade do reaproveitamento, inclusive para o resíduo orgânico.

Correia (2015) aborda o cumprimento da política nacional de resíduos sólidos e os conseqüentes desafios em diversos municípios, principalmente as dificuldades técnicas e contingenciais de fiscalização e cumprimento das normativas por parte do Estado. Por exemplo, o município do Paraná analisado não possuía consórcio responsável, sequer um plano de gerenciamento integrado de resíduos. A partir disso, em abril de 2015, o município iniciou a destinação correta em aterro sanitário, com todos os mecanismos de controle e cumprindo as premissas da PNRS.

Mesquita (2004) apresenta uma análise crítica dos programas e dos modelos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos empregados no Estado do Rio de Janeiro, e a indicação da aplicabilidade do modelo de gestão integrada para os municípios do

Realização



Estado, propondo uma otimização desses modelos. A autora também expõe o entrave cultural e a dificuldade da população em aderir a um modelo de descarte ambientalmente adequado. Souza (2017) aborda as dificuldades que os municípios enfrentam para aderir a PNRS, que dispõe de uma série de soluções do ponto de vista ambiental. Sua proposta é encontrar soluções viáveis para o cumprimento da legislação relativa aos RSU pelos municípios.

Dado o foco deste trabalho nos resíduos orgânicos, serão tratados os dados das colunas direitas das Tabelas 1 e 2. Conforme a Tabela 4, é possível identificar uma diferença considerável entre as médias anuais.

Tabela 4 - Estatísticas Descritivas

Variável	Ano	N	N*	Média	EP Média	Desvpad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Massa	2021	10	0	307,42	5,32	16,83	288,32	297,08	302,16	314,21	343,41
	2022	10	0	424,3	29,3	92,7	306,8	319,1	451,8	503,2	542,8

Fonte: O autor (2023)

Essa diferença é pode ser visualizada no gráfico 3, em que, para o ano de 2021, a variação dos valores mensais está consideravelmente mais concentrada numa região do plano, ou seja, mais próximos da média, enquanto isto não se verifica para 2022. Para o primeiro, apenas um dos meses apresentou um resultado visualmente discrepante, o *outlier* representado pelo asterisco. Segue-se aos testes estatísticos para verificar se essa diferença é significativa.

Realização

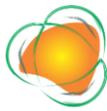
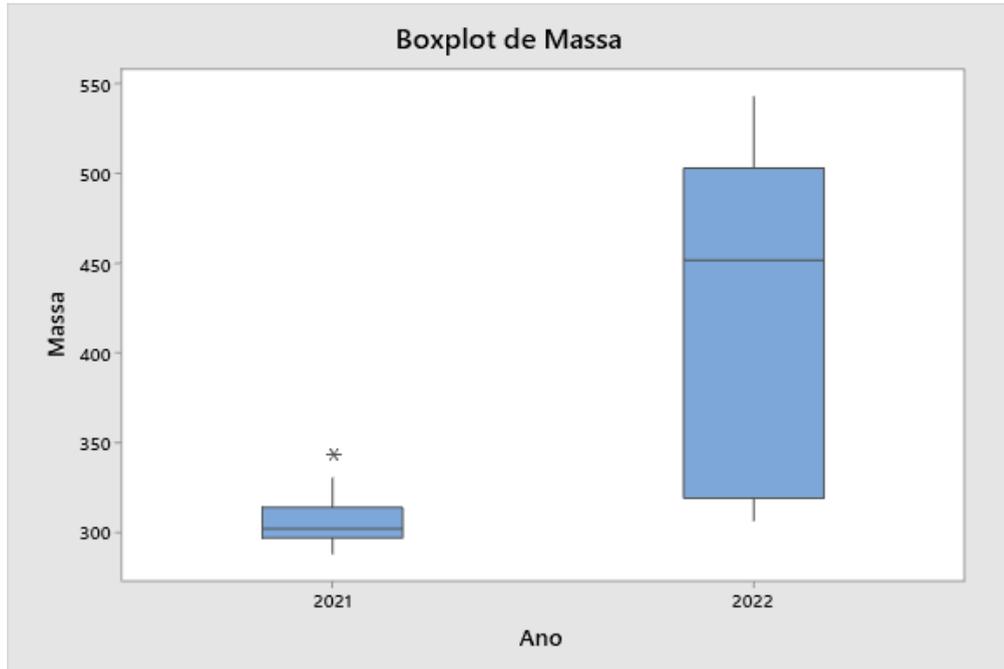


Gráfico 3 - Boxplot de Massa



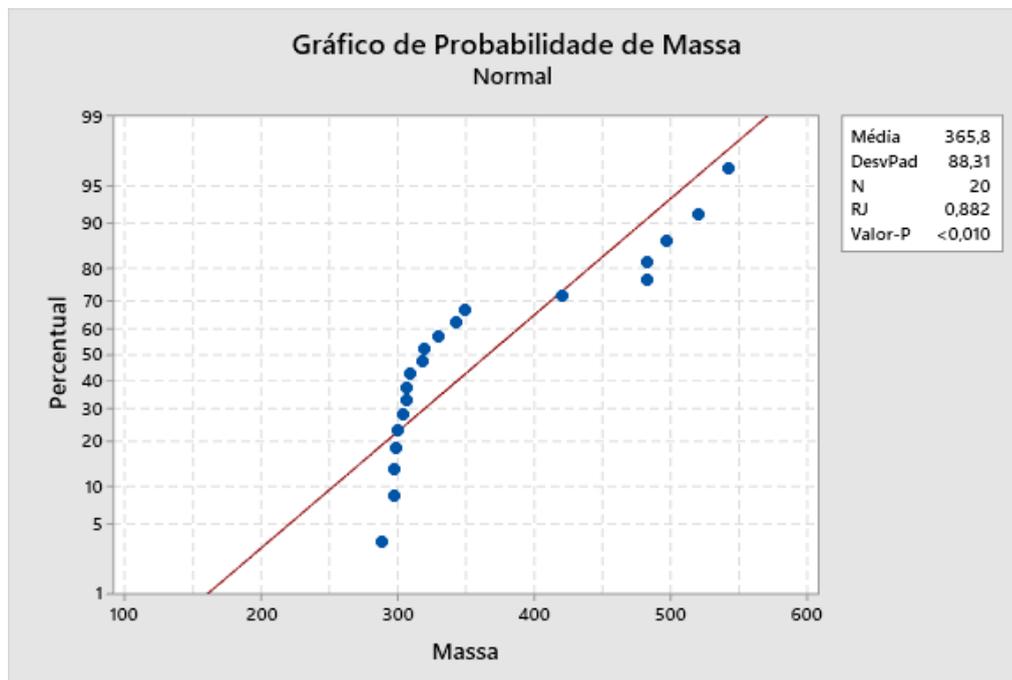
Fonte: O autor (2023)

Para atestar a diferença ente as médias, primeiro se verifica a normalidade dos dados, para se saber qual tipo de teste de hipótese será empregado. Considerando que são menos de trinta amostras, o teste utilizado é o de Shapiro-Wilk, que remeteu um *p-value* de menos de 0,010, muito inferior ao 0,5 convencional na literatura, de modo que os dados não são normais. Desnecessário verificar a igualdade de variância neste caso se seque para o teste de hipótese.

Realização



Gráfico 4 - Teste de Normalidade



Fonte: O autor (2023)

Considerando as amostras não normais, a opção é o uso de testes não paramétricos. Considerando que são um fator, massa, dividido em dois grupos, os anos em questão, o teste mais adequado é o de Mann-Whitney, cujo resultado está ilustrado na tabela 5.

Tabela 5 - Teste de Hipótese

Hipótese nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
Hipótese alternativa	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$
Valor W	Valor-p
62,00	0,001

Fonte: O autor (2023)

Para um *p-value* de 0,001, muito maior que o padrão de 0,5 convencional, se confirma a hipótese alternativa: há uma diferença significativa entre as médias anuais. Analisando-as, há um incremento de 135,93 toneladas de um ano para outro. Tal

Realização





situação suscita uma preocupação quanto ao volume de material produzido e aos fatores que o desencadearam. Pode indicar, por exemplo, um fator de alarme: a ausência de uma estratégia de gestão alternativa ao depósito no aterro pode ser um agravante a este cenário, visto que a estrutura de gerenciamento não está adequada a comportar esse incremento significativo no volume de RSU.

Haja vista a amostra limitada, é temerário inferir que esse aumento de depósito indica mudança perene na dinâmica municipal de descartes; análises futuras são necessárias para tanto. Há hipóteses que podem ser levantadas para justificá-lo: a crise sanitária decorrida do Sars-cov-2, tendo modificado padrões de consumo, ainda é ponto chave a ser considerado, ainda que o volume de 2022, com o cenário mais apaziguado, sejam maiores. Entende-se que, muito além de interferir na quantidade, a qualidade dos materiais descartados foi alterada pelo evento; entretanto, seria necessária uma gravimetria para afirmá-lo.

Em sentido oposto, é possível que o retorno às atividades cotidianas trouxe a produção de RSU a seus níveis normais, sendo necessário, novamente, um estudo mais amplo para confirmá-lo. Pode-se investigar se eventos pontuais incrementaram o volume coletado, ou mesmo, sendo o município uma cidade universitária, se o retorno das atividades acadêmicas exerceu impacto.

São conjecturas, entretanto. Os resultados estatísticos são eficientes, na medida em que respondem a perguntas bem delimitadas: entretanto, há diversos fatores a serem empregados nas análises de uma conjuntura socioambiental. A diferença entre as médias, mesmo que significativas, não oferece outras informações que não esta; logo, há de se expandir a investigação para tirar demais conclusões. Os resultados por si indicam somente, não que seja pouco, a necessidade de dar atenção a uma possível mudança ocorrendo no município, que, de qualquer esfera, está impactando diretamente na sua produção de resíduos sólidos urbanos.

Realização



CONCLUSÕES

Um dos sérios problemas dos centros urbanos é a destinação final destes resíduos. As dificuldades encontradas pelo poder público, de todos os municípios brasileiros, fazem crescer a necessidade de utilizar novas formas de reaproveitamento desse material com o intuito de minimizar a quantidade de resíduos.

Desta feita, foi possível identificar uma diferença estatisticamente significativa entre os montantes de resíduo depositado no aterro sanitário do município de Vassouras referente ao biênio 2021-22. Várias hipóteses foram levantadas para tentar compreender este fato, o que demandará novas pesquisas. Entretanto, entende-se de pronto a necessidade de ter atenção à dinâmica socioambiental do município, de modo a compreender que essas flutuações de montante podem ocorrer e que medidas devem ser tomadas para que a gestão não fuja do controle.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei. 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, p. 950-971, 1998.

CONVALE. **Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos do Vale do Café - Resíduos Sólidos Urbanos**. Disponível em: <<https://convalerj.com.br/>>. Acesso em: 10 maio. 2023.

CORREIA, J. E. **Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Cafelândia–Paraná e o cumprimento da política nacional de resíduos sólidos**. 2015

DE SOUZA, C. M. M.. **Perspectivas para Gestão de Resíduos Sólidos em Áreas Urbanas: o Caso do Consórcio Público Intermunicipal Vale do Café no Estado do Rio de Janeiro**. 2017. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

FACHIN, L. C. et al. **A reciclagem de resíduos sólidos como meio de geração de emprego e renda, análise dos problemas sócio-ambientais e do custo de oportunidade**. 2004.

FRAGA, F. N. DA et al. **Memória sobre o Sistema da Natureza, em que se considera**

Realização





a possibilidade da utilização de dados populacionais de entomofauna como indicador do estado de conservação do ambiente por meio de métodos estatísticos. In: CARVALHO, C. V. DE A. et al. (Eds.). Ebook do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais. Vassouras: Editora da Universidade de Vassouras, 2020. p. 545–594

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos.** Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 30 maio. 2023.

MESQUITA JR, J. M. **Análise crítica dos programas e dos modelos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos empregados no estado do Rio de Janeiro e indicação da aplicabilidade do modelo de gestão integrada para os municípios do estado.** Rio de Janeiro, 2004.

PONTILLE, J. T.; BRANDALISE, L. T.. **Programa melhorias de problemas ambientais.** *Revista Competitividade e Sustentabilidade*, v. 6, n. 1, p. 79-87.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/vassouras/panorama>>. Acesso em: 19 jun. 2023.22hrs

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **HORTALIÇA NÃO É SÓ SALADA.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortaliza-nao-e-so-salada/secoes/residuos-organicos>>. Acesso em: 19 jun. 2023, às 23hrs

DA COSTA, V. S.; SAMPAIO, P.; FERNANDES, M. **PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO URBANO (PGRSU): CONDOMÍNIO MADRUGA RESIDENCE VASSOURAS, RJ.** Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/III-021.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023, às 18 hrs

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS12 CONSUMO e PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL.** Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/>>. Acesso em: 15 jun. 2023, às 20hrs

MAPA OF RIO DE JANEIRO. **Vale-Sai Município Mapas - MAPA DO MUNICÍPIO DE VASSOURAS.** Disponível em: <<https://pt.map-of-rio-de-janeiro.com/munic%C3%ADpios-mapas/varre-sai-munic%C3%ADpio-mapa>>. Acesso em: 24 jun. 2023, às 16hrs

Realização