

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM HOTEL NO BRASIL: QUANTIFICAÇÃO, COMPOSIÇÃO E ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAÇÃO DO FLUXO A SER DISPOSTO EM ATERRO SANITÁRIO

* Igor do Nascimento Quaresma ¹
Gilson Barbosa Athayde Junior ¹
João Evangelista do Nascimento Filho ²

ANALYSIS OF SOLID WASTE GENERATION IN A HOSPITALITY IN BRAZIL: QUANTIFICATION, COMPOSITION AND MINIMIZATION STRATEGIES FOR THE AMOUNT TO BE DISPOSED OF IN LANDFILL

Recibido el 11 de junio de 2019; Aceptado el 4 de abril de 2020

Abstract

Brazilian Policy for solid wastes classifies these items according to their source into eleven classes and among which, those from the commercial enterprises can be found. In this class, the hotels are recognised as one of the major wastes generators. In this context, the objective of this article was to analyse solid waste generation in a hotel, focusing in its quantification, composition and minimization strategies for the waste to be disposed of in landfill. Quantification and composition of the wastes were determined in order to calculate the generation rate of the waste and used for the minimization strategies implementation. Results showed that the hotel generated 35.6 tons of solid wastes in a six months period, resulting in a generation rate of 1.321 kg/person.day. The minimization strategies adopted presented a potential to reduce the generation rate to 0.195 kg/person.day, showing to be an efficient to reduce the amount of solid waste to be disposed of in landfill.

Keywords: *composting, environmental management, hospitality industry, solid waste.*

¹ Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

² Instituto Educação, Cidadania, Cultura da Sustentabilidade, Brasil.

*Autor correspondente: Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária, Castelo Branco, João Pessoa-PB, Brasil, CEP 58051-900. Email: igor_nq@hotmail.com

Resumo

A legislação brasileira, através da Política Nacional de Resíduos Sólidos classifica tais itens quanto sua origem em onze categorias, dentre elas estão os provenientes de estabelecimentos comerciais. Entre os estabelecimentos comerciais tem-se os hotéis, que são reconhecidos como grandes geradores de resíduos. O objetivo desta pesquisa foi analisar a geração de resíduos sólidos em um hotel, contemplando sua quantificação, composição e estratégias de minimização de resíduos sólidos gerados a serem dispostos em aterro sanitário. Foi realizada a caracterização e quantificação dos resíduos sólidos gerados, possibilitando o cálculo de sua taxa de geração per capita e fundamentando a aplicação de estratégias de minimização. Os resultados obtidos demonstram que em seis meses de análise o hotel gerou aproximadamente 35.6 toneladas de resíduos sólidos, correspondendo a 1.321 kg/pessoa.dia. As estratégias de minimização aplicadas têm potencial para reduzirem esta taxa para 0.195 kg/pessoa.dia, mostrando-se eficiente na diminuição da massa de resíduos sólidos a serem dispostos em aterro sanitário.

Palavras chave: compostagem, gestão ambiental, indústria hoteleira, resíduos sólidos.

Introdução

Os resíduos sólidos são definidos como um material resultante de atividades humanas, cuja destinação se dá no estado sólido ou semissólido, e os gases contidos em recipientes e líquidos cujas características tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto (Brasil, 2010a). A legislação brasileira através da Política Nacional de Resíduos Sólidos, classifica tais itens quanto a sua origem em onze categorias, dentre elas os resíduos domiciliares, de limpeza urbana, urbanos, e de estabelecimentos comerciais.

Dentre os estabelecimentos comerciais tem-se os hotéis, definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass) como um empreendimento com serviço de recepção, alojamento temporário, ofertados em unidades individuais e uso exclusivo dos hóspedes, mediante uma cobrança de diária (Brasil, 2010b).

O setor de turismo é um dos maiores responsáveis pelo crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (Wtcc, 2018). No ano de 2016 existiam 31 mil hotéis no Brasil, somando aproximadamente 1.1 milhão de unidades habitacionais e 2.4 milhões de leitos, representando um acréscimo, em relação ao ano de 2015, de 15% em relação ao número de estabelecimentos, 17.2% de unidades habitacionais e 15.4% de leitos (Ibge, 2017). Por outro lado, a expansão do setor hoteleiro representa uma preocupação no que diz respeito a impactos ambientais, já que os hotéis utilizam muitos recursos naturais, aliados a uma grande geração de resíduos sólidos (Arbulú *et al.*, 2015; Zorpas *et al.*, 2014; Pirani e Arafat, 2014).

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo determinar a taxa de geração e a composição de resíduos sólidos em um hotel, bem como aplicar estratégias de minimização visando à redução do fluxo de resíduos sólidos a serem destinados em aterro sanitário.

Geração de resíduos sólidos no setor hoteleiro

A geração de resíduos sólidos no setor hoteleiro é influenciada por diversos fatores, como número de leitos, número de quartos, taxa de ocupação, atividades desenvolvidas e, principalmente, o porte do hotel e os serviços por ele prestado, como restaurante, bar e jardinagem (Abdulredha *et al.*, 2018; Phu *et al.*, 2018; Bashir e Goswami, 2016).

Abdulredha *et al.* (2018) afirmam que há uma diferença na geração de resíduos de acordo com a classificação do hotel através do número de estrelas, sendo que aqueles de cinco estrelas tem a tendência de gerar mais resíduos em comparação com os de classificação mais baixa. Ainda de acordo com os autores supracitados, abordando uma amostra de 150 hotéis em Querbala, Iraque, a taxa de geração per capita de resíduos sólidos variou de 0.21 a 2.68 kg/pessoa.dia, com valores médios variando de 0.83 a 1.22 kg/pessoa.dia, conforme a classificação do hotel. Ao analisarem a geração de resíduos sólidos de 230 hotéis na Índia, Bashir e Goswami (2016) reportam uma relação direta entre o padrão do hotel e a taxa de geração per capita de resíduos sólidos.

Tabela 1. Variação da taxa de geração per capita de resíduos sólidos em hotéis

Categoria ou porte	Taxa de geração (kg/pessoa.dia)	Localização	Fonte
1 estrela	0.83	Iraque	Abdulredha <i>et al.</i> (2018)
2 estrelas	0.90	Iraque	
3 estrelas	0.83	Iraque	
4 estrelas	1.22	Iraque	
Média	0.89	Iraque	
A (grande porte)	2.90	Egito	Bashir e Goswami (2016)
B (médio porte)	1.90	Egito	
C (pequeno porte)	1.70	Egito	
Média	2.16	Egito	
Grande porte (80 a 217 quartos)	6.29	Vietnã	Phu <i>et al.</i> (2018)
Médio porte (20 a 80 quartos)	2.69	Vietnã	
Pequeno porte (<20 quartos)	1.34	Vietnã	
Média	2.28	Vietnã	
Hotel com 74 quartos	0.32	Brasil	Guidoni <i>et al.</i> (2018)
Hotel com 118 quartos	1.00	Malásia	Papargyropoulou, <i>et al.</i> (2016)
Hotel 5 estrelas	1.52	Índia	Ball e Taleb (2011))
Hotel com 74 quartos	0.38	Brasil	Peruchinn <i>et al.</i> (2015)

Phu *et al.* (2018), em estudo envolvendo 120 hotéis localizados no Vietnã, relatam que hotéis de grande porte (80 a 217 quartos) apresentaram uma geração de resíduos sólidos per capita de 6.29 kg/pessoa.dia, contra 2.69 e 1.34 kg/pessoa.dia para hotéis de médio (20 a 80 quartos) e pequeno porte (menos de 20 quartos), respectivamente. Percebe-se que os hotéis de grande porte se destacam na geração de resíduos sólidos. Phu *et al.* (2018) justificam esse fato pela quantidade e

tipologia de serviços oferecidos por esses estabelecimentos, como a variante dos restaurantes, que podem ofertar café da manhã, almoço e jantar. Ball e Taleb (2011) realizaram uma pesquisa em 24 hotéis do Egito, relatando uma geração per capita de resíduos sólidos média de 1.52 kg/pessoa.dia. A tabela 1 apresenta a geração per capita de resíduos sólidos no setor hoteleiro reportada por diferentes autores.

Composição dos resíduos sólidos gerados no setor hoteleiro

Assim como a geração, a composição dos resíduos sólidos varia de acordo com as características do hotel, como os hábitos alimentares dos hóspedes, padrão de consumo e serviços oferecidos pelo estabelecimento (Singh *et al.*, 2014; Zorpas *et al.*, 2014).

Phu *et al.* (2018) mostram que para hotéis de grande porte, a composição dos resíduos sólidos é de 70% de resíduos orgânicos e 30% de resíduos inorgânicos. Ainda segundo os autores supracitados, em hotéis de pequeno porte, os resíduos consistem em 60% de resíduos orgânicos e 40% de resíduos inorgânicos. Peruchinn *et al.* (2015) em estudo realizado em um hotel localizado na região Sul do Brasil, mostram que a composição dos resíduos sólidos gerados por este hotel foi de 49% de resíduos orgânicos, 27% de resíduos recicláveis, 14% de resíduos perigosos e 10% de outros tipos de resíduos. De acordo com Zorpas *et al.* (2014) a composição média dos resíduos sólidos de hotéis do Chipre era constituída de 42% de resíduos orgânicos, 31% de resíduos recicláveis, 2.2% de resíduos perigosos e 24.7% de outros tipos de resíduos. Segundo Singh *et al.* (2014), 60% de resíduos orgânicos e 39% de resíduos recicláveis compunham os resíduos sólidos gerados em resorts localizados na Índia. Por fim, Guidoni *et al.* (2018) afirmam que a composição de resíduos sólidos oriundos de um hotel no Brasil era formada por 44% de resíduos orgânicos, 34% de recicláveis, 15% de resíduos perigosos e 7.2% de outros tipos de resíduos.

Tabela 2. Composição dos resíduos sólidos gerados na indústria hoteleira

Resíduos Orgânicos (%)	Resíduos Recicláveis (%)	Resíduos Perigosos (%)	Resíduos Diversos (%)	Fonte
58.5 – 70.0	30.6	1.0	9.9	Phu <i>et al.</i> (2018)
43.7	34.0	15.1	7.2	Guidoni <i>et al.</i> (2018);
65.0	21.0	0.0	14.0	Bashir e Goswami (2016)
49.2	26.8	13.9	10.1	Peruchinn <i>et al.</i> (2015)
42.0	31.1	2.2	24.7	Zorpas <i>et al.</i> (2014)
59.7	39.4	0.0	0.8	Singh <i>et al.</i> (2014)
57.8	38.6	0.4	3.2	Dangi, <i>et al.</i> (2011)

Portanto, os resíduos orgânicos constituem grande parte da composição dos resíduos sólidos gerados no setor hoteleiro, como mostra a tabela 2. De acordo com esses resultados, o potencial

de aproveitamento destes resíduos, seja dos orgânicos através de compostagem, ou dos recicláveis, é bastante elevado.

Estratégias de minimização do fluxo de resíduos destinados a unidade de disposição final

É fundamental que os resíduos sólidos gerados na indústria hoteleira sejam geridos de forma adequada, visando a não geração, redução, reutilização e reciclagem, estando em conformidade com os objetivos estabelecidos na legislação brasileira (Brasil, 2010a). A aplicação de estratégias de minimização é identificada como uma das abordagens mais econômicas para lidar com a crescente geração de resíduos sólidos (Ting, Yee e Wai, 2016). Dentre as estratégias de minimização tem-se a compostagem, vermicompostagem e a coleta seletiva.

Compostagem e Vermicompostagem

A compostagem pode ser definida como um processo biológico e aeróbio de degradação controlada de resíduos orgânicos, sendo efetuada por uma população diversificada de organismos (Abnt, 1996). A compostagem é uma das destinações ambientalmente adequadas para os resíduos sólidos (Brasil, 2010a). A composição dos resíduos sólidos gerados no hotel é em grande maioria formada por resíduos orgânicos (Tabela 2). Contudo, no Brasil apenas 1.6% dos resíduos orgânicos são destinados para unidades de compostagem (Ipea, 2012). Esse baixo índice pode estar relacionado a não segregação do resíduo na fonte geradora, onde muitas vezes os resíduos orgânicos são destinados misturados.

Já a vermicompostagem pode ser definida como um processo biológico de degradação da matéria orgânica, que envolve interações entre minhocas e microrganismos, convertendo diferentes tipos de resíduos orgânicos em húmus estabilizado e ricos em nutrientes, que pode ser aplicado no solo como vermicomposto (Yadav e Garg, 2019). A aplicação do vermicomposto no solo é considerada uma boa prática de manejo, pois estimula o crescimento e a atividade microbiana, provocando a mineralização dos nutrientes das plantas, aumentando a fertilidade e qualidade do solo (Padmavathiamma e Kumari, 2008). Esta estratégia de minimização é reconhecida por ser uma tecnologia de baixo custo, simples aplicação e eficiente na conversão de resíduos orgânicos em vermicomposto (Mahaly *et al.*, 2018; Sharma e Garg, 2018). As minhocas californianas (*Eisenia fetida*), devido ao fato de a espécie ser capaz de degradar vários tipos de materiais orgânicos, são as espécies recomendadas para serem utilizadas na vermicompostagem (Yadav e Garg, 2019; Goswami *et al.*, 2016; Sakai e Mendes, 2011).

Coleta Seletiva

A reciclagem é definida como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (Brasil, 2010a). Em 2017, no Brasil foram geradas aproximadamente 16 milhões de toneladas de resíduos recicláveis, dos quais 31% foram

recuperados. O papel/papelão foi o resíduo que apresentou o maior índice de recuperação com 52% (Abrelpe, 2017). Desse modo, é preciso aumentar a prática de segregação no Brasil para que se tenha um aumento no índice de resíduos reciclados. A separação apropriada dos resíduos implica na redução do volume gerado de rejeitos, diminuindo os impactos ambientais negativos por eles causados.

Metodologia

Área de estudo

O hotel objeto de estudo era localizado na orla marítima da cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, Brasil (Figura 1).

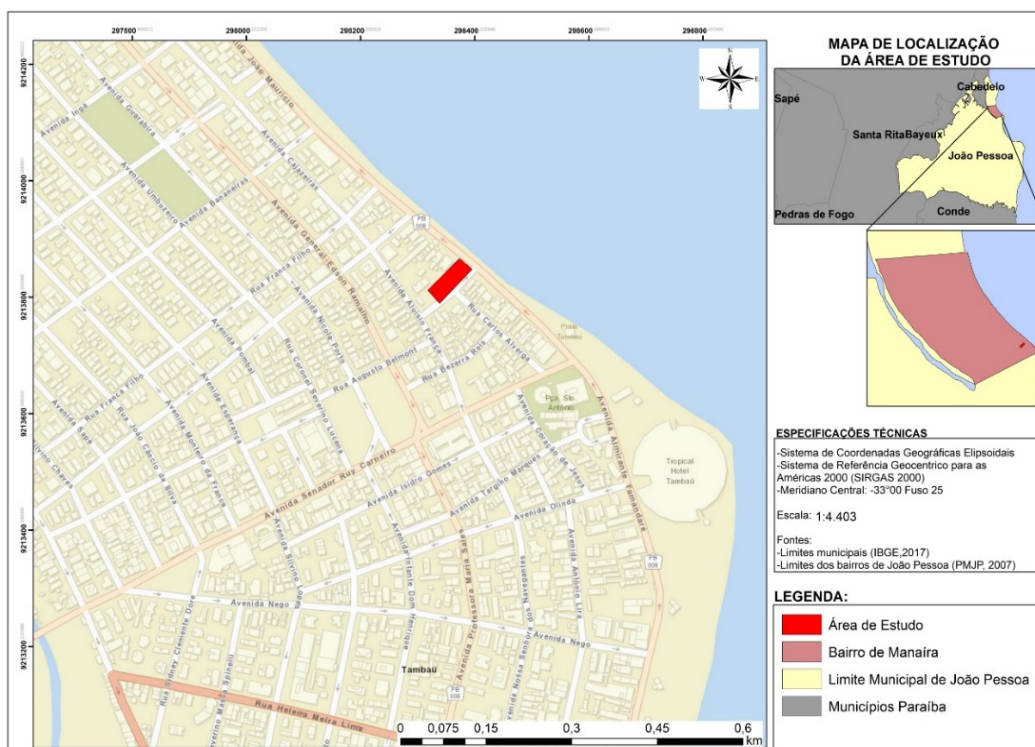


Figura 1. Localização do hotel estudado.

O hotel possuía uma área construída de 7690 m², distribuída em seis pavimentos e perfazendo um total de 140 unidades habitacionais, com 299 leitos. No interstício de tempo desta pesquisa, apresentava um quadro de 57 colaboradores. Este contingente de colaboradores não foi levado em consideração no computo da população do hotel, uma vez que optou-se por expressar a

quantidade de resíduos em função do número de clientes. O hotel dispunha de quatro auditórios com áreas que variam de 32m² a 112m², sendo abertos para a utilização de eventos corporativos. Além disso, havia um restaurante-bar, que servia café da manhã, almoço e jantar. Este restaurante era aberto ao público em geral, além dos hóspedes. O perfil de ocupação do hotel foi gerado através da média diária de hóspedes durante os meses da pesquisa (figura 2).

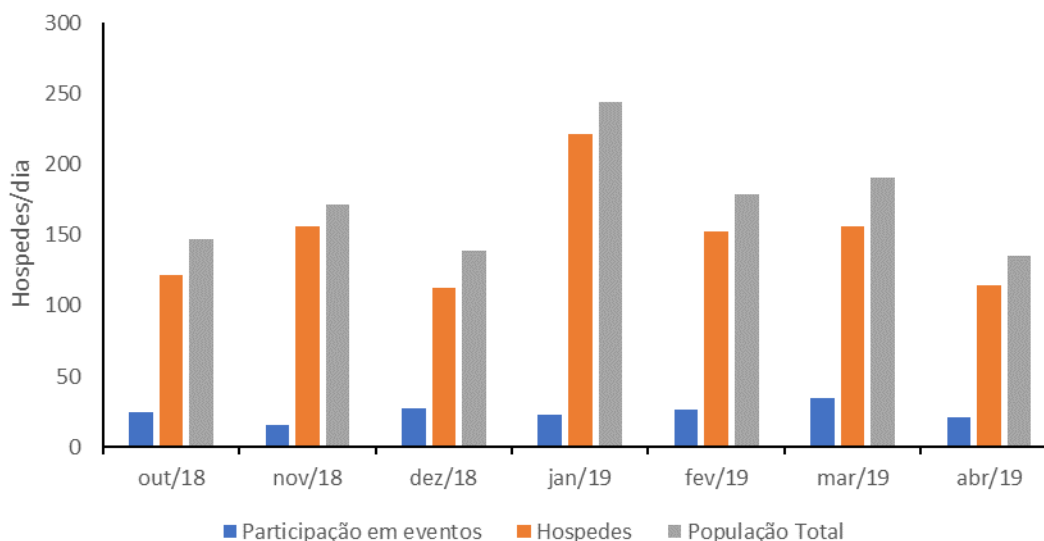


Figura 2. Ocupação do hotel durante a pesquisa.

Quantificação dos resíduos sólidos gerados

A quantificação dos resíduos sólidos gerados no hotel foi realizada mediante a pesagem diária dos resíduos orgânicos, rejeitos e recicláveis, no período compreendido entre outubro de 2018 e março de 2019. A pesagem dos dois primeiros ocorreu através de uma balança de capacidade de 200 kg e com incerteza 0.05 kg. Os resíduos recicláveis foram quantificados pela empresa responsável por sua coleta.

A taxa de geração de resíduos foi calculada dividindo-se a massa dos mesmos, gerada em um dia, pela população correspondente. Para esse cálculo a população considerada no estudo foi o somatório dos hóspedes com os clientes corporativos que utilizam os auditórios do hotel para eventos, contabilizados diariamente (os funcionários do hotel não foram considerados).

Caracterização dos resíduos sólidos gerados

Resíduos Orgânicos

Estes resíduos eram gerados nos setores de cozinha, restaurante, auditórios e quartos, sendo segregados em suas fontes de geração com o suporte das equipes de cada setor gerador. Os

resíduos orgânicos eram armazenados internamente na central de resíduos do hotel, em uma câmara de refrigeração. Grande parte destes resíduos era coletada pela empresa responsável pelos resíduos municipais e sua disposição final era o Aterro Sanitário da região metropolitana. Uma parcela menor era destinada às usinas de compostagem e vermicompostagem, localizadas nas dependências do hotel e implementadas como parte da pesquisa.

Resíduos Recicláveis

Os resíduos recicláveis identificados no hotel eram constituídos de papel, papelão, plástico filme, PET, ferro, alumínio e vidro. Tinham como principais fontes de geração os escritórios administrativos, auditórios, cozinha, restaurante-bar e quartos. A segregação dos resíduos sólidos era uma atividade rotineira no funcionamento do hotel antes mesmo da pesquisa. Assim, os resíduos eram segregados em sua fonte de geração com a colaboração das equipes de cada setor gerador. Seu armazenamento interno era realizado na Central de resíduos sólidos e sua coleta era de responsabilidade de uma cooperativa de catadores.

Rejeitos

As fontes de geração de rejeitos eram os quartos, cozinha, restaurante-bar e banheiros. Podem ser citados como rejeitos o papel higiênico, embalagens metalizadas, guardanapos sujos. Estes resíduos eram armazenados internamente na central de resíduos e a empresa responsável pela coleta dos resíduos sólidos municipais os destinava para o aterro sanitário de João Pessoa.

Estratégias de minimização do fluxo de resíduos destinados a unidade de disposição final

As estratégias de minimização aqui adotadas tiveram como público alvo os colaboradores do hotel. Com isso, as estratégias abordadas foram as seguintes: compostagem, vermicompostagem, e coleta seletiva.

Compostagem

Como o hotel não dispunha de espaço para a operação simultânea de várias composteiras, optou-se pela instalação e análise de apenas uma unidade piloto, cujas dimensões são as seguintes: 1.5m de altura, 0.94m de largura e 0.8m de profundidade (Figura 3).

A alimentação da composteira se dava três vezes por semana, entre os dias 28 de janeiro e 22 de fevereiro/2019. Os resíduos orgânicos destinados à composteira eram gerados na cozinha e no restaurante do hotel, constituídos, principalmente, de restos de frutas, cascas de ovos, borra de café, restos de verduras, e restos de comida no geral. A alternativa encontrada à reciclagem do coco, um resíduo com grande ocorrência no hotel, foi sua trituração, de modo que restassem apenas fibras. Posteriormente à trituração, as fibras de coco eram expostas ao sol para que pudessem ser utilizadas como material estruturante. A alimentação era considerada finalizada quando a massa de resíduos atingia 1.1m de altura, possibilitando sua aeração manual. O período de análise desta estratégia compreendeu os meses de janeiro e fevereiro de 2019.



Figura 3. Container utilizado para a formação da composteira.

Vermicompostagem

A vermicompostagem era analisada por meio da montagem de uma Usina de Vermicompostagem composta por seis minhocários, cada um com três andares e 120 litros de capacidade (Figura 4). Cada andar do minhocário tinha uma função específica: o primeiro andar era formado por uma caixa coletora de chorume, o segundo era composto por uma caixa digestora, e o terceiro por uma caixa de alimentação. O segundo e terceiro andar funcionavam como um ciclo: o sistema começava com apenas dois andares, a caixa coletora e uma caixa de alimentação. Quando a caixa de alimentação era totalmente preenchida, ela se convertia em caixa digestiva e o terceiro andar se tornava a caixa de alimentação.

A alimentação dos minhocários variava de duas a três vezes por semana, até que o recipiente fosse totalmente preenchido, ocorrendo entre os meses de agosto e dezembro de 2018. As minhocas utilizadas na vermicompostagem foram da espécie *Eisenia fétida*, minhocas californianas. Os resíduos orgânicos destinados à usina de vermicompostagem eram oriundos da cozinha e do restaurante, constituindo-se basicamente de cascas de ovos, de verduras, de legumes e de frutas. Os alimentos cítricos e cozidos não eram destinados a vermicompostagem, pois são prejudiciais para as minhocas (Sakai e Mendes, 2011). O pó de serragem foi empregado como material estruturante. O período de análise desta estratégia compreende os meses de agosto de 2018 a fevereiro de 2019.



Figura 4. Usina de Vermicompostagem instalada no hotel.

Coleta Seletiva

A coleta seletiva envolvia as seguintes etapas: armazenamento interno, coleta, tratamento e destinação final ambientalmente adequada. O período de análise ocorreu entre os meses de outubro e março de 2019. A figura 5 demonstra a segregação dos resíduos recicláveis em uma fonte geradora.



Figura 5. Segregação dos resíduos recicláveis na fonte geradora.

Resultados e discussão

Quantificação dos resíduos sólidos gerados

A figura 6 ilustra a geração média diária, durante os meses de outubro de 2018 e março de 2019. O mês de janeiro foi o período com a maior geração média de resíduos sólidos, com um total de 272 kg/dia, seguido de fevereiro com 260 kg/dia. O mês que registrou a menor geração média

diária foi outubro, 170 kg/dia, acompanhado de novembro, com 212 kg/dia. A geração diária de resíduos sólidos no hotel analisado foi semelhante ao descrito por Abdulredha *et al.* (2018) e Dangi *et al.* (2011).

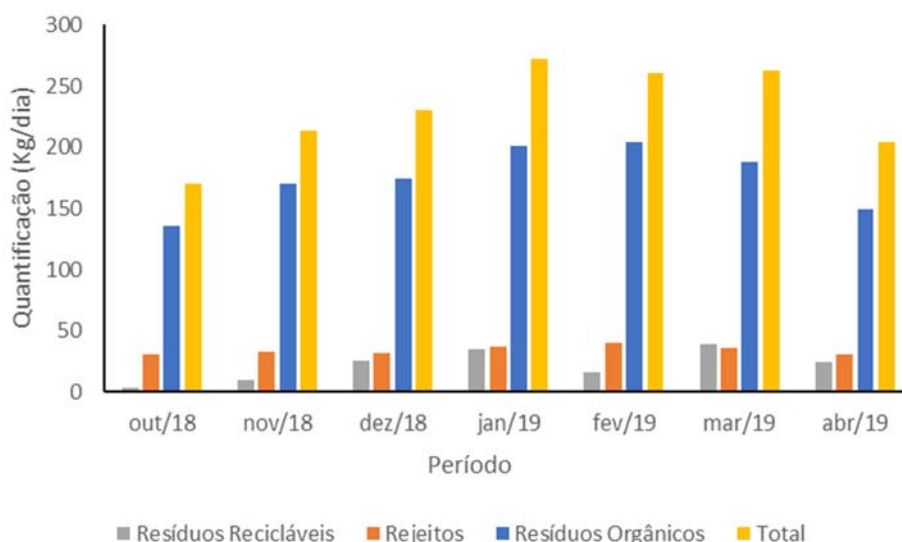


Figura 6. Geração média diária de resíduos sólidos.

O mês de janeiro apresentou uma geração diária de resíduos orgânicos de 201 kg/dia, a segunda maior geração diária registrada nesta pesquisa. Além disso, neste mês a geração de resíduos recicláveis foi superior em comparação aos meses anteriores, sendo similar à geração de rejeitos: 34.11 kg/dia e 36.91 kg/dia, respectivamente. Portanto, a geração elevada dos resíduos recicláveis e orgânicos foi determinante para que janeiro fosse o período com a maior geração média diária de resíduos sólidos.

No mês de fevereiro a geração de resíduos recicláveis foi de apenas 16 kg/dia, ficando à frente apenas dos meses de outubro e novembro, com 3.6 kg/dia e 9.8 kg/dia, respectivamente. Contudo, este mês foi responsável pela maior geração diária de resíduos orgânicos, 204 kg/dia, e de rejeitos, 40 kg/dia. Sendo assim, a elevada geração de resíduos orgânicos e rejeitos foi essencial para que fevereiro apresentasse a segunda maior geração diária de resíduos sólidos.

A grande geração de resíduos sólidos entre os meses de janeiro e março, coincide com o período de alta estação do hotel decorrente de datas comemorativas como o natal, ano novo e carnaval, fatos que potencializam a demanda turística para a região, podendo ser esse um dos motivos pela elevada geração de resíduos sólidos neste período. A figura 7 mostra a taxa de geração per capita dos resíduos sólidos gerados no hotel.

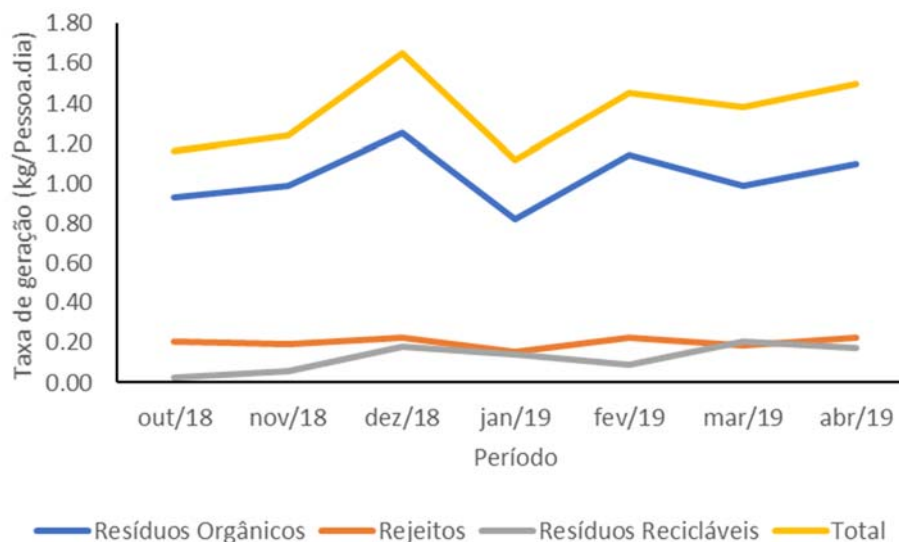


Figura 7. Taxa Geração per capita de resíduos sólidos de acordo com sua caracterização.

A taxa de geração per capita total é reflexo, principalmente, da taxa de geração de resíduos orgânicos, sendo que o mês de dezembro foi aquele com a maior taxa de geração de resíduos orgânicos, com 1.251 kg/pessoa.dia e, também, com a maior taxa total de geração per capita com 1.652 kg/pessoa.dia, seguido do mês de fevereiro, com uma taxa per capita total 1.452 kg/pessoa.dia, e uma taxa de geração resíduos orgânicos de 1.139 kg/pessoa.dia. As menores taxas de geração per capita também são encontradas nos meses que ocorreram as menores taxas de resíduos orgânicos, outubro e janeiro, com taxas de 0.928 e 0.787 kg/pessoa.dia, respectivamente.

O montante de resíduos sólidos gerados entre os meses de outubro de 2018 e março de 2019 foi de 35694.65 kg, com uma geração média mensal de 5949.11 kg/mês de resíduos sólidos. A média diária de clientes atendida pelo hotel neste período foi de 175 pessoas, com uma geração média de 230 kg/dia, resultando em uma taxa de geração per capita de 1.321 kg/pessoa.dia, sejam eles resíduos orgânicos, com uma taxa média de 1.012 kg/pessoa.dia, recicláveis, 0.114 kg/pessoa.dia ou rejeitos, com 0.195 kg/pessoa.dia.

Como o hotel analisado dispõe de 140 unidades habitacionais e 299 leitos, ele é classificado como de grande porte (Phu *et al.*, 2018; Bashir e Goswami, 2016). Contudo, sua geração per capita de resíduos sólidos (1.321 kg/pessoa.dia) é bem menor que a relatada pelos autores para estas categorias: 2.9 kg/pessoa.dia e 6.29 kg/pessoa.dia. Isso pode ocorrer devido a fatores que influenciam na geração de resíduos sólidos no setor hoteleiro e também pela diferença de cultura entre os países analisados, Vietnã, Índia e Brasil (Abdulredha *et al.*, 2018; Phu *et al.*, 2018; Bashir e Goswami, 2016).

A taxa de geração per capita de resíduos sólidos do hotel estudado foi menor que a taxa relatada por Phu *et al.* (2018); Bashir e Goswami, (2016); Ball e Taleb, (2011), e maior que a geração per capita identificadas por Abdulredha *et al.* (2018) e Papargyropoulou, *et al.* (2016), como mostra a figura 8.

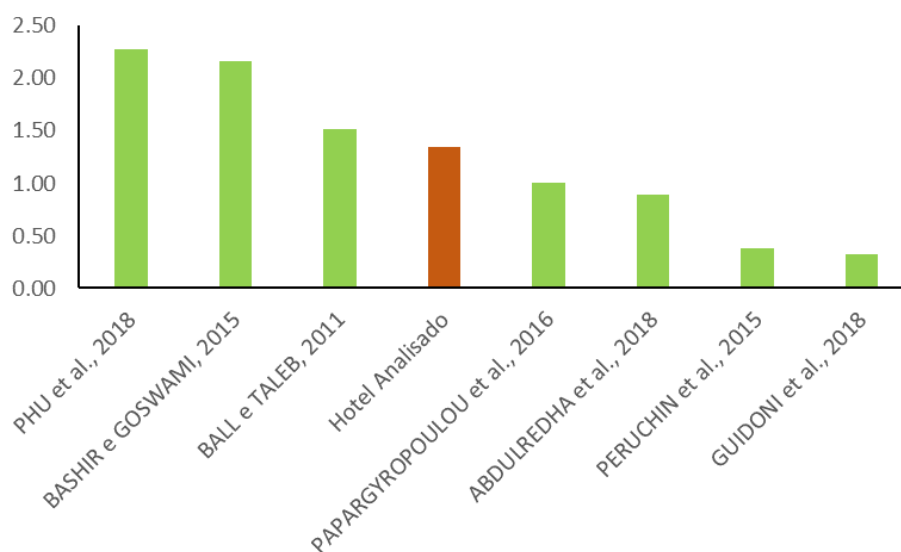


Figura 8. Comparativo entre a taxa de geração per capita do hotel analisado com valores reportados na literatura.

Caracterização dos resíduos sólidos gerados

Os resíduos sólidos oriundos do hotel analisado eram compostos por 76.37% de resíduos orgânicos, 14.75% de rejeitos e 8.61% de resíduos recicláveis (Figura 9). Os resíduos orgânicos são representados primordialmente por restos de comida em geral. Contudo, uma parcela significativa destes resíduos é gerada através do consumo do coco, como ilustra a figura 10 (46.43% de resíduos de coco e 53.57% de outros tipos de orgânicos, como restos de alimentos e matéria verde), demonstrando que é necessário um gerenciamento singular para os resíduos orgânicos.

Os resíduos recicláveis são constituídos basicamente por papel, papelão, latas de alumínio, plástico, garrafas PET e garrafas de vidro. Os rejeitos são compostos por papel higiênico, embalagens metalizadas, guardanapos sujos, e resíduos recicláveis e orgânicos cuja segregação não foi realizada.

Dos resíduos gerados, 8.61% já são destinados a cooperativas de catadores e 76.37% podem ser reciclados por meio da compostagem. Portanto o hotel em questão mostra um grande potencial para a reciclagem, já que, 85% de seus resíduos sólidos podem ser reciclados, diminuindo a disposição de resíduos sólidos no aterro sanitário da cidade de João Pessoa, e reduzindo os impactos ambientais causados por tal atividade.

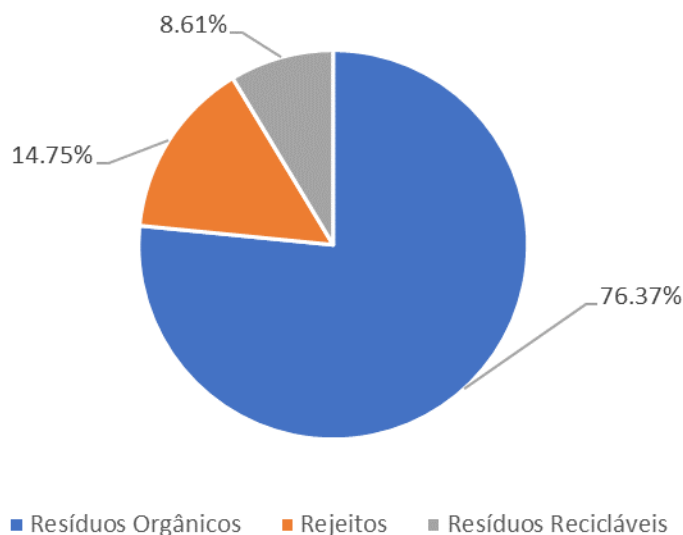


Figura 9. Composição dos resíduos sólidos gerados no hotel.

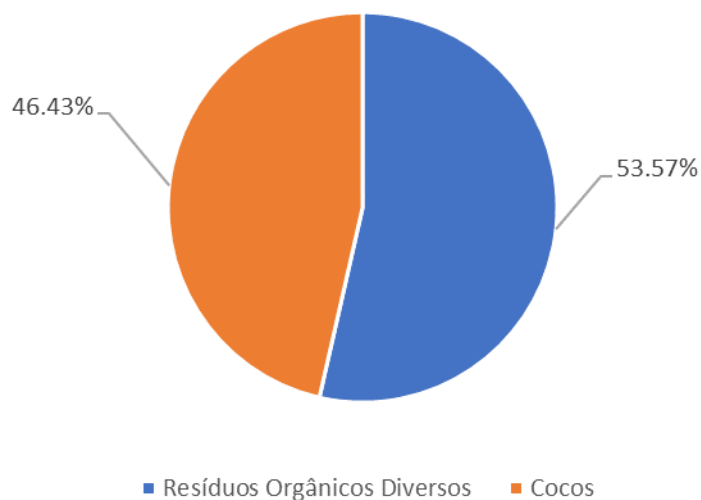


Figura 10. Composição dos resíduos orgânicos gerados no hotel.

Estratégias de minimização do fluxo de resíduos destinados a unidade de disposição final

Diante do exposto e do elevado potencial de reciclagem dos resíduos sólidos gerados no hotel, foram aplicadas estratégias de minimização com o objetivo de reduzir o fluxo de resíduos a serem dispostos em aterro sanitário.

Compostagem

A primeira alimentação da composteira foi realizada em 28 de janeiro de 2019, quando foram destinados 98 kg de resíduos, representados por 30 kg de resíduos orgânicos e 68 kg de fibra de coco. Nesse mesmo dia o hotel gerou um total de 236 kg de resíduos orgânicos, ou seja, os 98 kg de resíduos destinados para compostagem representam 41.36% dos resíduos orgânicos gerados pelo hotel neste dia. Ao final do mês de janeiro foram destinados um total de 237.7 kg de resíduos orgânicos, e em todo o mês de fevereiro 628.5 kg de resíduos, representando 15% do total de resíduos orgânicos gerados neste mês. Sendo assim, ao final da montagem foram destinados para compostagem 866.2 kg de resíduos orgânicos, correspondendo a 17% do total de resíduos gerados nesse período (Tabela 3).

Tabela 3. Quantificação e caracterização dos resíduos destinados à compostagem.

Período	Resíduo orgânico gerado (kg)	Coco gerado (kg)	Resíduos orgânicos destinados (kg)	Cocos destinado (kg)	Percentual tratado
Janeiro	346.25	455.65	51.00	186.70	30%
Fevereiro	2054.50	2292.60	222.20	406.30	15%
TOTAL	5149		866.2		17%

Considera-se esse percentual como satisfatório, visto que no período de alimentação houve uma grande demanda de hóspedes e alta geração de resíduos orgânicos, aproximadamente 5 toneladas. Assim sendo, a compostagem se mostrou uma estratégia de minimização viável para o hotel analisado, reduzindo em 17% a destinação de resíduos orgânicos para o aterro sanitário. Destaca-se que tal resultado foi obtido através de uma única composteira, sendo possível aumentar a eficiência do processo caso o hotel dispusesse de mais espaço para a operação simultânea de outras unidades.

Vermicompostagem

Como disposto na tabela 4, no mês de setembro foram destinados 121.42 kg de resíduos orgânicos para os minhocários, com uma taxa de destinação 3.05 kg/dia, ou 0.67 kg/dia/minhocário. Os meses de novembro e dezembro seguiram com uma boa quantidade de resíduos orgânicos reciclados, com 101.68 kg e 97.13 kg, respectivamente. Sendo assim, foram destinados um total de 483.26 kg de resíduos orgânicos à usina de vermicompostagem. Tal quantificação representa a massa necessária para o enchimento total dos seis minhocários, com

duração total de cinco meses. Com a finalização do ciclo de alimentação, o composto orgânico ficou em repouso até sua maturação. Após dois meses de repouso o composto foi considerado maturado e pronto para ser utilizado como vermicomposto, totalizando sete meses de ciclo de reciclagem.

Tabela 4. Quantificação dos resíduos orgânicos destinados à Vermicompostagem.

Período	Resíduo Destinado (kg)
Agosto/2018	75.51
Setembro/2018	121.42
Outubro/2018	81.52
Novembro/2018	107.68
Dezembro/2018	97.13
TOTAL	483.26

A usina de vermicompostagem foi capaz de reciclar aproximadamente 4% (483.26 kg) dos resíduos orgânicos gerados entre os meses de agosto e dezembro de 2018. Considera-se que há margem para crescimento do percentual de resíduos orgânicos reciclados, aumentando a quantidade de resíduos destinados mensalmente para a usina e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de duração de um ciclo de reciclagem.

Logo, as estratégias de minimização de compostagem e vermicompostagem contribuíram para a redução de 21% de resíduos orgânicos a serem dispostos no aterro sanitário da região metropolitana de João Pessoa, mostrando que suas aplicações são viáveis e capazes de reduzir a geração de resíduos sólidos.

Coleta Seletiva

De acordo com a figura 11, os meses de outubro e novembro apresentam geração média de resíduos recicláveis semelhantes, 11.33 kg/dia e 9.8 kg/dia, respectivamente. Tal fato se dá por ser o início da prestação de serviços da cooperativa de reciclagem, com as coletas sendo realizadas em menores números em relação aos meses seguintes. Os meses de dezembro e janeiro apresentaram um crescente na geração de resíduos recicláveis. De novembro para dezembro, por exemplo, a coleta destes resíduos passou de 9.8 kg/dia para 24.83 kg/dia. Um dos motivos para essa ampliação é que em novembro a coleta era realizada apenas três vezes por mês, já em dezembro esse número aumentou para sete vezes por mês. O ápice da coleta de resíduos recicláveis ocorreu no mês de março, sendo destinados 37.54 kg/dia à cooperativa de catadores em oito coletas por mês.

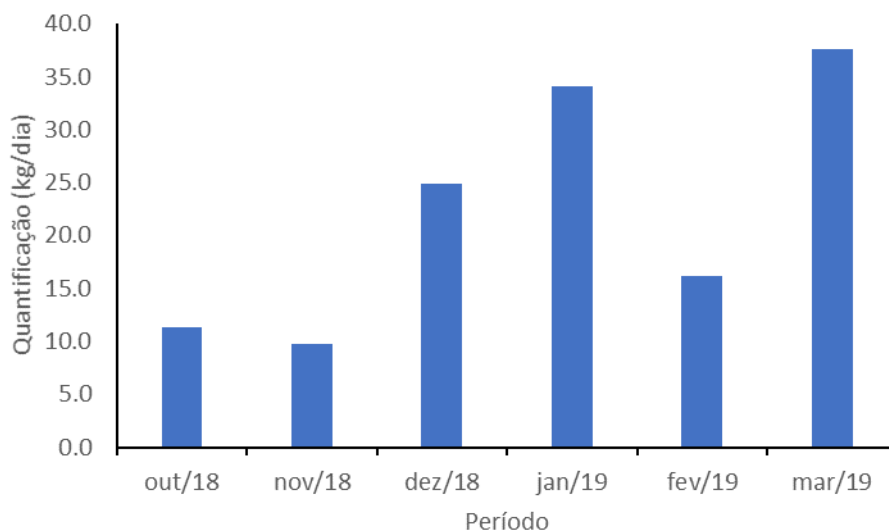


Figura 11. Quantificação dos resíduos recicláveis gerados no hotel.

Após a aplicação desta estratégia de minimização, todos os resíduos recicláveis gerados no empreendimento são destinados para a cooperativa de catadores. Sendo assim, a coleta seletiva foi uma estratégia de viável aplicação no hotel analisado e contribuiu para a minimização do fluxo de resíduos recicláveis a serem dispostos em aterros sanitários.

Redução da taxa de destinação dos resíduos sólidos no setor hoteleiro

Atualmente 100% dos resíduos recicláveis secos são destinados a cooperativas de catadores, e 21% dos resíduos orgânicos gerados no empreendimento são reciclados através das usinas de compostagem e vermicompostagem. Portanto, ao longo do período de análise foram reciclados 27.68 kg/dia de resíduos sólidos, sejam eles orgânicos ou resíduos secos. A partir desta taxa de resíduos reciclados, a taxa de resíduos destinados ao aterro sanitário de João Pessoa foi reduzida de 1.321 kg/pessoa.dia para 1.161 kg/pessoa.dia, representando 12% a menos de resíduos destinados ao aterro sanitário.

As estratégias de minimização apresentaram potencial para destinar de forma ambientalmente adequada cerca de 85% os resíduos sólidos gerados no hotel. Para que isso seja viável é necessário que haja uma ampliação na usina de compostagem e/ou vermicompostagem, para que assim, todos os resíduos orgânicos possam ser reciclados no próprio empreendimento. Esta ampliação depende da disponibilidade de área no hotel, para que possam ser instaladas novas composteiras

Portanto, há um cenário potencial onde todos os resíduos orgânicos gerados são destinados às usinas de compostagem e vermicompostagem, os resíduos recicláveis às cooperativas de catadores e apenas os rejeitos dispostos no aterro sanitário da cidade de João Pessoa. A partir deste cenário proposto é possível calcular uma taxa potencial de destinação de resíduos sólidos ao aterro da cidade (Figura 12).

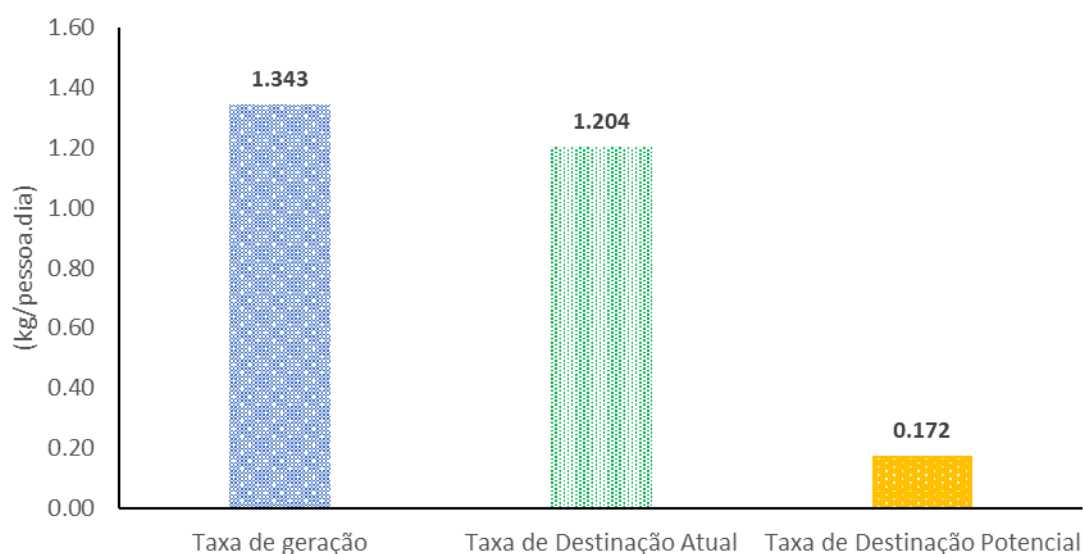


Figura 12. Comparativo entre as taxas de geração com e sem a aplicação de estratégias de minimização.

Conforme a figura 12, a aplicação de estratégias de minimização apresenta um potencial para reduzir o fluxo de resíduos a serem dispostos em aterro sanitário taxa per capita de para 0.195 kg/pessoa.dia, desde que todos os resíduos orgânicos gerados pelo hotel sejam reciclados nas usinas de vermicompostagem e compostagem. Assim sendo, tais estratégias se mostram eficazes na redução da disposição ambientalmente inadequada de resíduos sólidos em aterros sanitários, diminuindo a degradação social e ambiental decorrente desta prática.

Recomenda-se dessa forma, que o governo cumpra com a legislação ambiental brasileira, que impõe aos municípios a provisão de usinas de compostagem, dentre outras formas de destinação adequada. Outra recomendação é a de que os hotéis se unam para implantação conjunta de uma unidade de compostagem capaz de reciclar seus resíduos orgânicos.

Conclusão

A taxa de geração de resíduos sólidos encontrada no hotel em análise foi de 1.321 kg/pessoa.dia, sendo composta por 76.49% de orgânicos, 8.67% de recicláveis e 14.85% de rejeitos.

A aplicação de estratégias de minimização se mostrou fundamental para a redução da disposição final de resíduos sólidos em aterro sanitário. As estratégias aqui aplicadas se provaram eficientes na redução da massa de resíduos sólidos a serem destinados ao aterro sanitário, já que a taxa de destinação per capita poderia ser reduzida em mais de 85%, para 0.195 kg/pessoa.dia. As estratégias são de fácil replicação, não sendo necessário uma mão de obra especializada, podendo ser implantadas em outros estabelecimentos de mesma natureza. Portanto, conclui-se que esta pesquisa pôde contribuir para o gerenciamento e gestão integrada dos resíduos sólidos gerados no hotel analisado.

Referências

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996) *NBR 13591: Compostagem*. Rio de Janeiro. Acesso: 10 de outubro de 2018, disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4456>
- Abdulredha, M., Al Khaddar, R., Jordan, D., Kot, P., Abdulridha, A., Hashim, K. (2018) Estimating solid waste generation by hospitality industry during major festivals: A quantification model based on multiple regression. *Waste Management*, **77**, 388–400. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.025>
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017) *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo. Acesso: 01 de outubro de 2018, disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>
- Arbulú, I., Lozano, J., Maquieira, R. J. (2015) Tourism and solid waste generation in Europe: A panel data assessment of the Environmental Kuznets Curve. *Waste Management*, **46**, 628–636. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.04.014>
- Ball, S., Taleb, M. A. (2011) Benchmarking waste disposal in the Egyptian hotel industry. *Tourism and Hospitality Research*, **11**, 1-18. doi: <http://dx.doi.org/10.1057/thr.2010.16>
- Bashir, S., Goswami, S (2016) Tourism induced Challenges in Municipal Solid Waste Management in Hill Towns: Case of Pahalgam. *Procedia Environmental Sciences*, **35**, 77-89. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.048>
- Brasil (2010a) *Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*, Presidência da República. Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Brasil (2010b) *Cartilha de Orientação Básica – Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem*. Ministério do Turismo, Brasil. Acesso: 01 de outubro de 2018, disponível em: <http://classificacao.turismo.gov.br/MTUR-classificacao/mtur-site/>
- Dangi, M. B., Pretz, C. R., Urynowicz, M. A., Gerow, K. G., Reddy, J. M. (2010) Municipal solid waste generation in Kathmandu, Nepal. *Journal of Environmental Management*, **92**, 240-249. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.09.005>
- Goswami, L., Pratihari, S., Dasgupta, S., Bhattacharyya, P., Mudoi, P., Bora, J., Bhattacharya, S. S., Kim, K. K. (2016) Exploring metal detoxification and accumulation potential during vermicomposting of Tea factory coal ash: sequential extraction and fluorescence probe analysis. *Scientific Reports*, **6**, doi: <https://doi.org/10.1038/srep30402>

- Guidoni, L. L. C., Peruchini, B., Corrêa, L. B., Marques, R. V., Vieira, L. A., Siqueira, T. M., Corrêa, E. A. (2018) Solid waste generation in a hotel event service. *Rev. Int. Contam. Ambie*, **34** (2), 237-247. doi: <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2018.34.02.05>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Pesquisa de Serviços de Hospedagem. Acesso em: 20 de janeiro de 2019, disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100623.pdf>
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012) Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos – Relatório de Pesquisa. Acesso em 12 de outubro de 2018, disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf
- Mahaly, M., Senthilkumar, A. K., Arumugam, S., KaliyaperumaL, C., Karupannan, N. (2018) Vermicomposting of distillery sludge waste with tea leaf residues. *Sustainable Environment Research*, **28**, 223-227. doi: <https://doi.org/10.1016/j.serj.2018.02.002>
- Padmavathiamma, P. K., Li, L. Y., Kumari, U. R. (2008) An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology*, **99**, 1672-1681. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.028>
- Papargyropoulou, E., Wright, N., Lozano, R., Steinberger, J., Padfield, R., Ujang, Z. (2016) Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector. *Waste Management*, **49**, 326-336. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.017>
- Peruchinn, B., Ferrão, A. L. L. C., Guidoni, L. L. C., Corrêa, E. K., Corrêa, L. B. (2015) Estudo da geração dos resíduos sólidos em hotel. *Revista Turismo - Visão e Ação - Eletrônica*, **17** (2) doi: <http://dx.doi.org/10.14210/rtva.v17n2.p301-322>
- Phu, S.T. P., Hoang, M.G., Fujiwara, T. (2018) Analyzing solid waste management practices for the hotel industry. *Global J. Environ. Sci. Manage*, **4** (1),19-30. doi: <http://dx.doi.org/10.22034/gjesm.2018.04.01.003>
- Pirani, S.I., Arafat, H.A. (2014) Solid waste management in the hospitality industry: a review. *J. Environ. Manage*, **146**, P. 320–336. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.038>
- Sakai, E., Mendes, L. K. T. (2011) Minhocário como solução para o lixo orgânico da Escola Municipal Parque da Mangueira, Paraty, RJ. *Educação Ambiental BE-597*, **4**, 1-13.
- Sharma, K., Garg, V. K. (2018) Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.) *Bioresource Technology*, **250**, 708–715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.11.101>
- Singh, N., Cranage, D. A., Natha, A. (2014) Estimation of GHG Emission from Hotel Industry. *Anatolia – An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, **25**, 39–48. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13032917.2013.822817>
- Ting, L. S., Yee, T. S., Wai, C. W. (2016) Preferred Attributes of Waste Separation Behaviour: An Empirical Study. *Procedia Engineering*, **145**, 738 – 745. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.094>
- WTTC, World Travel & Tourism Council (2018) Travel & Tourism. Global economic impact & issues 2018. Acesso em 15 de janeiro de 2019, disponível em: <https://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic-impact-research/2017-documents/global-economic-impact-and-issues-2018.pdf>
- Yadav, A., Garg, V. K. (2019), Biotransformation of bakery industry sludge into valuable product using vermicomposting. *Bioresource Technology*, **274**, 512–517. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.12.023>
- Zorpas, A. A., Voukkali, I., Loizia, P. (2014) The impact of tourist sector in the waste management plans. *Desalination and Water Treatment*, **1**(9), 1 - 9. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2014.934721>