



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E

AMBIENTAL

– MESTRADO –

**MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES E DE SUA DISPOSIÇÃO EM ATERROS
SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

Por

Natália de Souza Guedes

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para
obtenção do grau de Mestre*

João Pessoa – Paraíba

Março de 2020



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E

AMBIENTAL

– MESTRADO –

**MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES E DE SUA DISPOSIÇÃO EM ATERROS
SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Natália de Souza Guedes

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

João Pessoa – Paraíba

Março de 2020

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

G924m Guedes, Natalia de Souza.

MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES
E DE SUA DISPOSIÇÃO EM ATERROS SANITÁRIOS: ESTUDO DE
CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

/ Natalia de Souza Guedes. - João Pessoa, 2020.

79 f. : il.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Júnior.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Resíduos Sólidos Domiciliares. 2. Redução. 3. Coleta
Seletiva. 4. Sensibilização Ambiental. 5. Compostagem.

I. Athayde Júnior, Gilson Barbosa. II. Título.

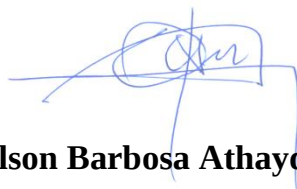
UFPB/BC

***“MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES E DE SUA DISPOSIÇÃO EM ATERROS SANITÁRIOS:
ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL NA CIDADE DE
JOÃO PESSOA-PB”***

NATÁLIA DE SOUZA GUEDES

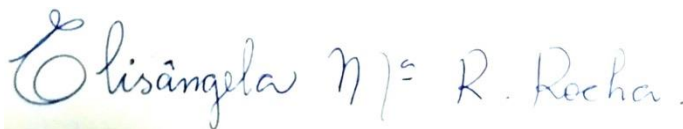
Dissertação aprovada em 31 de março de 2020

Período Letivo: 2019.2



Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior – UFPB

Orientador



Profa. Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha – UFPB

Examinadora Interna



Prof. Dr. Valderi Duarte Leite – UEPB

Examinador Externo

**João Pessoa/PB
2020**

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que meu deu saúde e forças para superar todos os obstáculos a que eu me deparei ao longo do mestrado, ao meu pai Álvaro, e minha mãe Josileide, por serem essenciais na minha vida e a toda minha família e amigos por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem sou imensamente grata por tantas bênçãos em minha vida e a quem devo todas minhas vitórias.

Aos meus pais, Josileide e Álvaro, e meu irmão, André, pela união, amor e carinho, por sempre terem sido presentes em minha vida, por acreditarem em mim e me passarem segurança.

Ao meu namorado Jayston, por toda paciência, compreensão, carinho e amor.

A Gilson Athayde, professor e orientador, por me acompanhar e orientar desde o início da graduação até a conclusão do mestrado, assim como pela imensa paciência e dedicação, fundamentais para garantir que eu pudesse alcançar os objetivos deste trabalho, e a quem dedico grande admiração e respeito.

Aos professores Elisângela Maria Rodrigues Rocha e a Valderi Duarte Leite, pela gentileza em aceitar o convite para participar da banca examinadora.

Aos moradores e demais envolvidos com o condomínio, por terem cedido seu tempo e esforços para participar deste projeto.

Ao PPGECAAM, por proporcionar o Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, com excelente quadro de docentes e alta qualidade.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos para a realização das atividades do mestrado.

Agradeço todas as amigas construídas durante o Mestrado, em especial as amigas Raissa Barreto, Ysa Luna, Aurélia Longuinho e Mariana Moreira, pela amizade sincera, ajuda, apoio e incentivo.

A todos os que contribuíram comigo, meu muito obrigado.

RESUMO

Diante do crescente aumento da geração de resíduos sólidos domiciliares e levando em conta o seu potencial poluidor, os custos associados e o aspecto social, medidas que visem garantir a gestão desses resíduos tem se tornado cada vez mais necessárias. Práticas de educação ambiental, redução, reutilização, separação na fonte, reciclagem e compostagem são ferramentas importantes para diminuir o volume de RSD destinados aos aterros sanitários e, por sua vez, encaminhar apenas material rejeitado para esses depósitos. Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar, em um edifício residencial localizado no município de João Pessoa-PB, o impacto de estratégias de minimização na geração de resíduos sólidos domiciliares e no fluxo a ser disposto em aterros sanitários. Inicialmente foi determinada a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares do edifício e a composição gravimétrica dos resíduos gerados e subsequentemente, foi iniciada a etapa de mobilização da população do edifício para implantação de estratégias de redução. As práticas adotadas no edifício foram: coleta seletiva, sensibilização ambiental e compostagem domiciliar. Por fim, para a comparação entre as médias da geração de resíduos sólidos domiciliares no edifício sem intervenção e após a aplicação de cada estratégia, foi utilizada a análise de variância segundo o método gráfico GT-2, com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos mostram que taxa de geração *per capita* de RSD do edifício, calculada diariamente, antes da aplicação das estratégias foi de 0,490 kg/hab.dia e a maior parte desses resíduos é composta por matéria orgânica (58,42%); já os materiais recicláveis representam 26,59% dos resíduos gerados. Após a adoção da coleta seletiva no edifício, a quantidade de RSD enviada para o aterro foi de 0,346 kg/hab.dia, podendo ser observada uma redução de 29% com relação a taxa de geração sem intervenção. Já com a implantação da sensibilização ambiental, essa quantidade caiu para 0,329 kg/hab.dia, representando uma redução de 32,85% nos resíduos enviados ao aterro sanitário na ausência de estratégias (0,490 kg/hab.dia) e uma redução de 5% em relação a taxa de geração *per capita* após a coleta seletiva (0,346 kg/hab.dia). Com a compostagem, taxa média de geração de rejeito foi de 0,327 kg/hab.dia, resultando numa redução de 33,26% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Porém com relação a etapa anterior de sensibilização ambiental (0,329 kg/hab.dia) a diminuição da taxa de rejeitos foi de apenas 0,61%. Com a análise de variância foi possível observar que com a implantação da coleta seletiva, da sensibilização ambiental (palestra) e da compostagem houve redução significativa na taxa de geração *per capita* de RSD do edifício que são efetivamente destinados ao aterro sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Domiciliares. Redução. Coleta Seletiva. Sensibilização Ambiental. Compostagem.

ABSTRACT

In view of the increase in the generation of household solid waste and, taking into account the polluting potential of this waste, the associated costs and the social aspect, measures aimed at guaranteeing the management of solid waste have become increasingly necessary. Environmental education practices, reduction, reuse, separation at source, recycling and composting are important tools to reduce the volume of RSD destined for landfills and, in turn, to send only rejected material to these deposits. Given the above, this research aimed to analyze, in a residential building located in the city of João Pessoa-PB, the impact of minimization strategies on the generation of household solid waste and the flow to be disposed of in landfills. Initially, the generation *per capita* of household solid waste in the building and the gravimetric composition of the waste generated were determined, after that the mobilization stage of the building population was initiated to implement reduction strategies, the practices adopted in the building were the selective collection, environmental awareness and composting. Finally, for the comparison between the average generation of household solid waste in the building without intervention and after the application of each strategy, the analysis of variance was used according to the graphic method GT-2, with a significance level of 5%. The results obtained show that the *per capita* generation rate of RSD of the building, calculated daily, before the application of the strategies was 0,490 kg/inhab.day and most of this waste is composed of organic matter (58.42%), while recyclable materials represent 26.59% of the waste generated. After the adoption of selective collection in the building, the amount of RSD sent to the landfill was 0.346 kg/inhab.day, with a reduction of 29% in relation to the generation rate without intervention. With the implementation of environmental awareness, this amount dropped to 0.329 kg/inhab.day, corresponding to a 32.85% reduction in waste sent to the landfill in the absence of strategies (0.490 kg/inhab.day) and a 5% reduction in relation to the *per capita* generation rate after selective collection (0.346 kg/inhab.day). With composting, the average rate of waste generation was 0.327 kg/inhab.day, resulting in a 33.26% reduction in relation to the generation rate calculated without any intervention (0.490 kg/inhab.day). However, in relation to the previous stage of environmental awareness (0.329 kg/inhab.day), the decrease in the tailings rate was only 0.61%. With the analysis of variance it was possible to observe that with the implementation of the selective collection, the environmental awareness (presentation) and the composting there was significant reduction in the *per capita* generation rate of the building's RSD that are effectively destined to the landfill.

KEYWORDS: Household Solid Waste. Reduction. Selective collect. Environmental awareness. Composting.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição gravimétrica dos RSU por região brasileira	23
Figura 2 – Composição gravimétrica dos RSD de João Pessoa/PB	24
Figura 3 – Composição gravimétrica dos RSD gerados em condomínio no Jardim Luna.....	26
Figura 4 – Geração de RSU no Brasil	28
Figura 5 - População e massa coletada de resíduos sólidos domiciliares em termos absolutos (A) e <i>per capita</i> (B) no período de 2003 a 2010 nos 55 bairros analisados	29
Figura 6 – Hierarquia da minimização de resíduos	32
Figura 7 – Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos encaminhados para reciclagem em João Pessoa/PB	35
Figura 8 – Localização da área de estudo	44
Figura 9 – Coletor externo existente no edifício	45
Figura 10– Identificação dos baldes destinados a coleta seletiva.....	48
Figura 11 – Palestra sendo ministrada aos moradores.....	48
Figura 12 – Composteira doméstica disponibilizada para os moradores	49
Figura 13 - Taxa de geração <i>per capita</i> de RSD do edifício antes da aplicação	51
Figura 14 – Composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados no edifício	52
Figura 15 - Taxa de geração <i>per capita</i> de rejeito no edifício durante a adoção da coleta seletiva.....	53
Figura 16 - Taxa de geração <i>per capita</i> de rejeito no edifício durante a sensibilização ambiental	55
Figura 17 - Taxa de geração <i>per capita</i> de rejeito no edifício durante a compostagem.....	57
Figura 18 – Potencial de recuperação de recicláveis médio durante cada estratégia adotada..	59
Figura 19 – Variação da taxa de geração <i>per capita</i> de RSD (totais) do edifício sem adoção de estratégias de minimização e após a coleta seletiva, a sensibilização ambiental e a compostagem	60
Figura 20 – Variação da taxa de geração <i>per capita</i> de RSD destinados a coleta convencional sem adoção de estratégias de minimização e após a coleta seletiva, a sensibilização ambiental e a compostagem	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil.....	23
Tabela 2 - Composição gravimétrica dos edifícios de apartamentos e média geral da amostra	25
Tabela 3 - Geração de RSU – Projeção para 2025 por regiões do mundo	27
Tabela 4 – Geração <i>per capita</i> de RSD em 3 prédios de apartamentos e 2 residências unifamiliares na cidade de João Pessoa.....	29
Tabela 5 – Ganhos ambientais proporcionados pelo reprocessamento de cada tonelada de material reciclável.....	36
Tabela 6 - Geração de RSD média do edifício após a coleta seletiva	54
Tabela 7 - Geração de RSD média do edifício após a palestra educativa	56
Tabela 8 – Geração de RSD média do edifício após a compostagem doméstica.....	58
Tabela 9 – Valores mínimo, médio e máximo de cada etapa encontrados com a análise de variância para a geração <i>per capita</i> total de RSD no edifício (kg/hab.dia).....	60
Tabela 10 - Valores mínimo, médio e máximo de cada etapa encontrados com a análise de variância para os fluxos de resíduos provenientes do edifício a serem dispostos em aterro sanitário (kg/hab.dia).....	62

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ASMJP	Aterro Sanitário da Região Metropolitana
EA	Educação Ambiental
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
RS	Resíduos Sólidos
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UE	União Européia
3R's	Reduzir, reutilizar e reciclar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 GERAL	17
2.2 ESPECÍFICOS	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	18
3.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	22
3.3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26
3.4 ESTRATÉGIAS DE MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DA DISPOSIÇÃO EM ATERROS SANITÁRIOS	30
3.4.1 <i>Coleta seletiva e reciclagem</i>	33
3.4.2 <i>Educação ambiental</i>	37
3.4.3 <i>Compostagem</i>	38
3.5 ESTUDOS DE CASO RELACIONADOS A ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MINIMIZAÇÃO.....	39
3.5.1 <i>No mundo</i>	40
3.5.2 <i>No Brasil</i>	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	44
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	44
4.2 ETAPAS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5.1 TAXA DE GERAÇÃO <i>PER CAPITA</i> DE RSD	51
5.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RSD	52
5.3 COLETA SELETIVA	53
5.4 SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL.....	54
5.5 COMPOSTAGEM.....	56
5.6 POTENCIAL DE RECUPERAÇÃO DE RECICLÁVEIS	58
5.7 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS RESÍDUOS GERADOS NO EDIFÍCIO	59

5.8 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS FLUXOS DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO EDIFÍCIO SEREM DISPOSTOS EM ATERRO SANITÁRIO	60
6 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE A	74
APÊNDICE B.....	76

1 INTRODUÇÃO

Dentre os resíduos sólidos, estão incluídos os resíduos sólidos urbanos (RSU), representados pelos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e resíduos de limpeza urbana. Uma fração importante do total de RSU é gerada pelas famílias (DANGI *et al.*, 2011), ou seja, existe uma predominância quantitativa dos resíduos sólidos domiciliares. Na cidade de João Pessoa, por exemplo, segundo dados do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, em 2013, os RSD constituíam cerca de 89,18% dos resíduos coletados (PMJP, 2014).

Os RSD são aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas. Eles são constituídos por restos de alimentos, produtos deteriorados e uma grande diversidade de outros itens, dentre os quais, alguns podendo ser tóxicos.

A quantidade de resíduo doméstico produzido tem aumentado nos países em desenvolvimento, como resultado direto do rápido crescimento populacional e da urbanização. Segundo Campos (2012) algumas hipóteses que podem estar relacionadas ao aumento da geração de RSD no Brasil, são: aumento do emprego e elevação da massa salarial; políticas de enfrentamento da pobreza; maior facilidade na obtenção de crédito para o consumo; estímulo frenético ao consumo pelos veículos de comunicação; uso indiscriminado de produtos descartáveis; dentre outros.

Globalmente, 120 a 130 bilhões de toneladas de recursos naturais são consumidos a cada ano e produzem cerca de 3,4 a 4 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (GILJUM *et al.*, 2008; CHALMIN; GAILLOCHET, 2009). No Brasil, Waldman (2012) afirma que entre 1991 e 2000 a população brasileira cresceu 15,6%. Porém, o descarte de resíduos aumentou 49%, uma diferença três vezes maior em relação ao aumento da população. Sabe-se que em 2019 a população cresceu 0,40%, mas a produção de RSU cresceu 0,80% (ABRELPE, 2019).

A falta de gestão desses resíduos acarreta grandes impactos negativos. Em relação aos aspectos ambientais, pode ocorrer o comprometimento da qualidade da água, do solo, e do ar, em virtude da presença de compostos voláteis ou materiais patogênicos. A decomposição da matéria orgânica resulta na formação de chorume, que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas. Também é possível a formação de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que se acumulam no subsolo ou são liberados na atmosfera e, em longo prazo, podem contribuir para alterações climáticas. E os resíduos expostos tornam o ambiente propício à proliferação de vetores, afetando a saúde humana (GOUVEIA, 2012).

Com relação ao aspecto econômico, os custos e despesas associados à coleta e destinação final adequada dos resíduos sólidos consomem valores significativos, principalmente do poder público, em especial das prefeituras que são as responsáveis pela coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos domiciliares (AQUINO; MOURA, 2014). Oliveira, Alves e Douhi (2012) ressaltam o fato de que custos mais elevados e prejuízos à qualidade de vida e ambiental da população ocorrem quando não existe planejamento adequado nem coleta eficiente dos resíduos sólidos.

Há, ainda, um problema de viés social, já que muitos cidadãos se voltam à catação de resíduos sólidos como forma de obter meios de sobrevivência e estão sujeitos a diversos riscos. Sem planos de destinação adequada, a separação na fonte não ocorre com frequência, o que acaba por oferecer riscos aos catadores de materiais recicláveis (DANTAS, 2017). Em relação a estes indivíduos, ocorre um preconceito social, ainda que estejam cada vez mais organizados e conscientes de seu papel e sua contribuição (BORTOLI, 2013; COSTA *et al.*, 2015; SOUZA; SILVA; BARBOSA, 2014), algo antitético quando se analisa o benefício que sua atividade provoca à sociedade e ao meio ambiente (CAVALCANTE; SILVA, 2015).

Diante do crescente aumento da geração de resíduos sólidos e, considerando o potencial poluidor desses resíduos, os custos associados e o aspecto social, medidas que visem garantir a gestão dos resíduos sólidos tem se tornado cada vez mais importantes. O ideal seria a não geração de resíduos, no entanto dificilmente pode-se chegar neste nível. Neste sentido, faz-se necessário reunir esforços para o conhecimento de medidas que reduzam a geração dos RSU, e em especial, de seu principal componente: os RSD.

No Brasil, a sanção da Lei Federal 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), representou um marco para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos. Dentre os objetivos descritos na PNRS, tem-se a redução da geração de resíduos, bem como a expansão da reciclagem e reutilização dos mesmos, a valorização dos agentes ambientais no processo de gestão dos resíduos sólidos, a destinação ambientalmente adequada dos resíduo, o estabelecimento de metas para eliminação dos lixões e a responsabilidade compartilhada entre os geradores de resíduos (BRASIL, 2010).

Práticas de educação ambiental, redução, reutilização, separação na fonte, reciclagem e compostagem são ferramentas importantes para diminuir o volume de RSU destinado a aterros e, por sua vez, encaminhar apenas material rejeitado para esses depósitos. Essa redução no volume de resíduos enviados para a disposição final é extremamente importante para aumentar

a vida útil dos aterros sanitários e reduzir tanto as novas áreas de disposição quanto os custos e os impactos ambientais e sociais.

Devido à grande quantidade de moradores no mesmo local, os condomínios residenciais verticais merecem destaque no gerenciamento dos resíduos sólidos. A pressão sobre recursos e serviços é intensa, especialmente o consumo de água, de energia e a produção de resíduos (SOUSA FILHO; SILVA, 2012), o que pode ser verificado de forma praticamente instantânea quando do surgimento de um empreendimento desse tipo. Os benefícios de padrões sustentáveis de gestão de resíduos sólidos, em condomínios, são diversos e estão presentes tanto no bem-estar dos condôminos quanto em aspectos sanitários satisfatórios presentes nos locais, até mesmo na valorização do empreendimento, o qual passa a transmitir boas práticas de governança em sua administração (CBCS; SECOVI, 2011).

Perante o cenário exposto, faz-se necessário estudos que busquem avaliar estratégias de minimização da geração de resíduos sólidos domiciliares. Portanto, a pesquisa concentrou-se em uma abordagem preventiva, ou seja, na avaliação de maneiras de evitar que grandes quantidades de resíduo sejam geradas nas unidades habitacionais e encaminhadas para um aterro sanitário ou outra forma de disposição final, com vistas a diminuir, no futuro, a necessidade de recuperação de áreas degradadas por esses resíduos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar, em um edifício residencial de apartamentos localizado na cidade de João Pessoa-PB, o impacto de estratégias de minimização na geração de resíduos sólidos domiciliares e no fluxo a ser disposto em aterros sanitários.

2.2 Específicos

- Quantificar e qualificar os resíduos sólidos domiciliares gerados no edifício;
- Avaliar o potencial de recuperação de recicláveis do edifício.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Resíduos sólidos

A Norma Brasileira (NBR) 10.004/2004 que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p. 1).

Segundo a Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos (RS) diferenciam-se dos rejeitos e podem ser definidos como:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Os RS podem ser classificados, segundo a sua origem, em (CEMPRE, 2018):

- a) doméstico: aquele originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, dentre outros itens;
- b) comercial: aquele originado dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviço, tais como, supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes etc. Esse tipo de resíduos contém muito papel, plástico, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, como papel toalha, papel higiênico, dentre outros;
- c) público: aquele originado dos serviços de limpeza pública urbana, incluindo os resíduos de varrição de vias públicas, limpeza de praias, galerias, terrenos e podas de árvores. Incluem-se também os resíduos provenientes da limpeza de feiras livres, constituídos por restos de vegetais diversos, embalagens etc.;
- d) hospitalar: constituem os resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos oriundos de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde etc.;
- e) portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, produzidos nos portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. Basicamente, constituem-se de materiais de higiene, asseio pessoal e restos de alimentos, os quais podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países;
- f) industrial: aquele originado nos diversos ramos da indústria, como metalúrgica, química, papelaria, alimentícia etc. A grande maioria dos resíduos considerados tóxicos está presente nos resíduos provenientes das indústrias;
- g) entulho: resíduo da construção civil, composto por materiais de demolições, restos de obras, solos de escavações diversas etc. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento;
- h) agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita etc.;

Nas atividades de limpeza urbana, os tipos doméstico, comercial e público, representam a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades e são denominados resíduos sólidos urbanos.

Vários estudos indicam que grande parte dos resíduos sólidos municipais de países em desenvolvimento são gerados em residências (55 a 80%), seguidos por áreas comerciais ou de mercado (10 a 30%) com quantidades variadas dos gerados nas ruas, indústrias, instituições, entre outras (NABEGU, 2010; NAGABOOSHNAME, 2011; OKOT-OKUMU, 2012).

De acordo com a PNRS, quanto à periculosidade, os resíduos podem ser classificados como (BRASIL, 2010):

- a) Perigosos: são aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam riscos à saúde pública, com aumento da mortalidade ou da morbidade, ou, ainda, provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;
- b) Não perigosos: os que não possuem as características citadas anteriormente.

Os resíduos não perigosos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, serem equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal, entretanto os resíduos dessa origem podem conter alguns resíduos perigosos em sua composição como as pilhas e baterias, os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), as tintas e solventes, os medicamentos, etc., devendo esses resíduos ser manipulados, tratados, destinados e dispostos adequadamente (BASSANI, 2011).

Os RSU ainda podem ser classificados de acordo com a composição química, sendo orgânico ou inorgânico, e quanto à presença de umidade, caracterizando-se como seco ou úmido (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010).

Atualmente, os resíduos são gerados mais rapidamente do que outros poluentes ambientais, incluindo gases de efeito estufa (GEE) (HOORNWEG; LAM; CHAUDHRY, 2005). A visão geral da maioria da população atualmente é que o problema dos resíduos acaba quando o caminhão de coleta recolhe o saco de lixo que eles deixam na frente de suas casas.

O impacto ao meio ambiente inicia desde a produção dos resíduos quando esse ainda é um produto até seu descarte. A maioria desses impactos é originada da disposição inadequada dos resíduos nas margens de ruas ou cursos d'água, terrenos baldios e fundos de vale. Do total de RSU gerados no Brasil, 92% foram coletados e destes apenas 59,5% tiveram disposição final correta. Deste modo tem-se que a quantidade de resíduos com disposição incorreta, ou seja,

enviados para lixões ou aterros controlados é de 29,5 milhões de toneladas/ano (ABRELPE, 2019). No estado da Paraíba, estudo realizado por Tavares e Athayde Júnior (2014) confirma essa realidade: 88,89% da amostra analisada (equivalente a 41,55% da população do estado) ainda utilizam lixões e aterros controlados.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos pode afetar a ambiência em face de poluir o solo e os corpos hídricos aumentando a proliferação de doenças e epidemias, acarretando danos para a saúde da população, gerando, por conseguinte, elevados índices de morbidade e mortalidade (BATISTA *et al.*, 2013). Também pode haver o assoreamento dos recursos hídricos, enchentes, geração de odores desagradáveis, poluição visual, mau cheiro e indisponibilidade das áreas atingidas para fins econômicos (MONTAGNA *et al.*, 2012). De modo geral, os impactos dessa degradação estendem-se para além das áreas de disposição final dos resíduos, afetando toda a população (GOUVEIA, 2012).

Quanto aos impactos econômicos, as despesas associadas a gestão dos RSU são elevadas, Siqueira e Moraes (2009) ressalta que a administração dos resíduos urbanos consome de 20 a 40% dos orçamentos municipais em cidades mais pobres. De acordo com ABRELPE (2019) os municípios do nordeste apresentam uma despesa média de R\$ 37,70 por habitante/ano com a coleta de RSU, levando em consideração que a cidade de João Pessoa tem uma população de 809 mil habitantes (IBGE, 2019), esta despesa fica em torno de R\$ 2.540.260,00/mês.

O Brasil perde cerca de 2,5 bilhões de dólares anualmente porque os resíduos recicláveis são descartados inadequadamente em aterros (IPEA, 2010). Jacobi e Besen (2011) aponta que a ineficiência e a baixa abrangência da coleta seletiva em São Paulo causam perdas econômicas estimadas em R\$ 749 milhões anuais.

Sabe-se, no entanto, que é possível promover o reaproveitamento e/ou a reciclagem de grande parte da matéria descartada como fonte de recursos, podendo deixar de ser considerado um passivo ambiental, evitando-se impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade. A parcela de material reciclável pode ser reintroduzida no processo produtivo industrial e a matéria orgânica selecionada pode passar por um processo de tratamento, como o biológico, diminuindo significativamente o volume a ser ocupado nos aterros sanitários e aumentando o período útil de tais instalações (DANTAS, 2017).

3.2 Composição gravimétrica

A composição gravimétrica ou caracterização física é o termo utilizado para descrever os componentes individuais que constituem os resíduos sólidos urbanos e sua distribuição relativa. Essa informação constitui um importante instrumento de gestão, devendo ser, em cada caso, adaptada e ajustada aos objetivos gerais e/ou específicos a que pretende dar resposta (LIPOR, 2000). Pode indicar a possibilidade de aproveitamento dos resíduos para a reciclagem, sendo a escolha dos componentes da composição gravimétrica realizada em função do estudo que se pretende realizar (IBAM, 2001).

Os componentes predominantes na composição física dos RSU são matéria orgânica, papel, papelão, tecidos, materiais poliméricos (plásticos e borrachas), vidro, madeira, metais ferrosos e não ferrosos. Nesta mistura, existem alguns materiais biodegradáveis, mas também existem substâncias que serão conservadas na natureza por um longo tempo, representando uma fonte de poluição ambiental (COX; YESILLER; HANSON, 2015; GIDARAKOS; HAVAS; NTZAMILIS, 2006; RAFIZUL; ALAMGIR, 2012).

A maior parte do RSU gerado na África do Sul, Brasil, China, Índia e Rússia é composta de material orgânico, refletindo os padrões de consumo dessas populações (GONÇALVES *et al.*, 2018). Esse cenário pode ser esperado, uma vez que nos estudos de Singh *et al.* (2014) e Sharholy *et al.* (2008), em países considerados subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, há uma taxa crescente de geração de RSU e o principal contribuinte é o material orgânico.

Al-Khatib *et al.* (2010), determinaram a composição gravimétrica dos RSU de Nablus, na Cisjordânia, os principais componentes foram resíduos orgânicos (de jardins e alimentos; 65,1%), papel e cartão (9,1%) e plástico (7,6%), com um conteúdo médio de reciclável e compostável de 87,5%. Isso fornece um potencial significativo para a recuperação de resíduos.

Na Malásia, em estudo realizado por Ali *et al.* (2018), os resíduos foram classificados em três: (i) resíduos alimentares, (ii) recicláveis, (iii) não recicláveis. Os resultados mostraram que 45,51% (1.201,61 kg) dos resíduos gerados são materiais recicláveis, 33,98% (897,18 kg) são resíduos alimentares e 20,51% (541,54 kg) não são recicláveis.

No Brasil, os resíduos sólidos urbanos coletados, apresentam elevado percentual de matéria orgânica, da ordem de 51,4% e ainda outros componentes como embalagens plásticas, latas, vidros, metais etc., os quais podem ser reciclados, totalizando 31,9%, conforme Tabela 1 (IPEA, 2012).

Tabela 1 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no

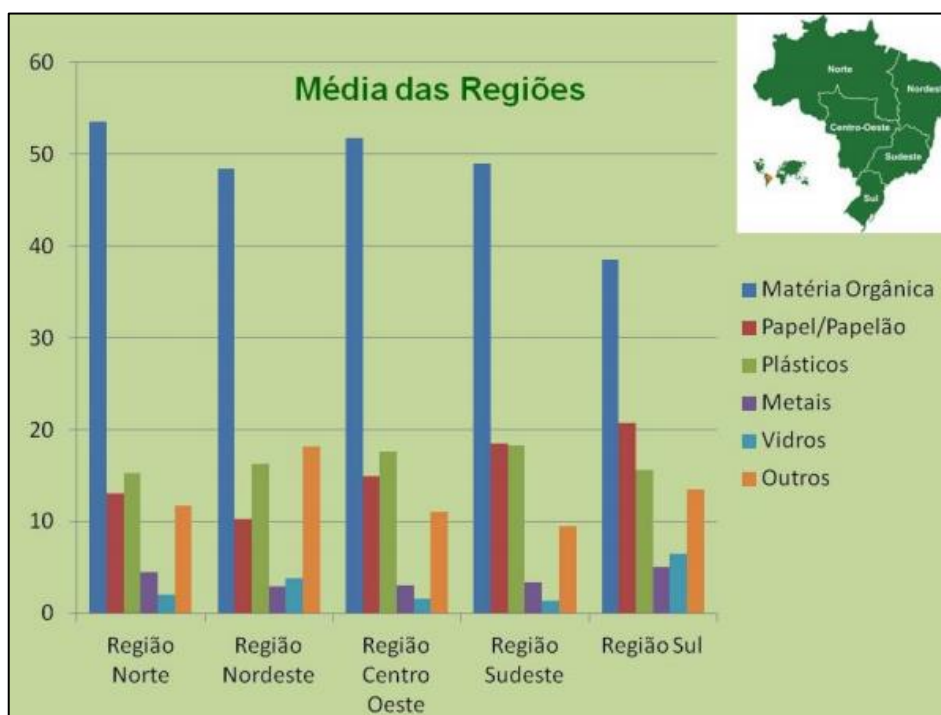
Brasil

Materiais	Participação (%)
Material reciclável	31,9
Metais	2,9
Papel, papelão e tetrapak	13,1
Plástico	13,5
Vidro	2,4
Matéria orgânica	51,4
Outros	16,7

Fonte: IPEA (2012).

Com relação a composição gravimétrica de RSU por região brasileira, é possível identificar que a fração orgânica é expressiva, representando uma característica dos estados brasileiros em geral, embora haja uma variação nos percentuais. No Nordeste, abaixo da matéria orgânica encontra-se a categoria “outros” e dentre os recicláveis há uma predominância dos plásticos (SOARES; SOARES, 2017). A Figura 1 mostra a composição gravimétrica dos RSU por região no Brasil.

Figura 1 – Composição gravimétrica dos RSU por região brasileira



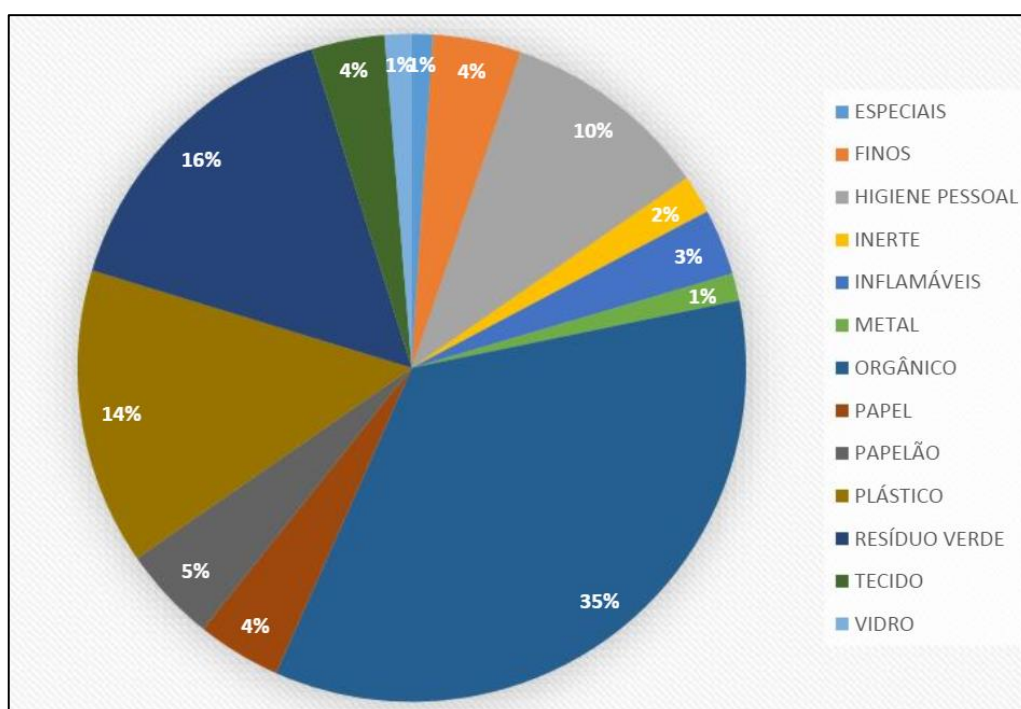
Fonte: Soares e Soares (2017).

Em termos de caracterização dos resíduos relacionados às atividades humanas (RSD), Bogotá gerou, 60,56% de resíduos orgânicos (alimentos); 10,45% de plástico; 12,94% de resíduos perigosos domésticos; 7,1% de papel e cartão; 1,89% de têxteis; 0,42% de borracha e couro; 0,85% de metais; 2,08% de vidro e 0,32% de madeira (PADILLA; TRUJILLO, 2018).

Em Suzhou, cidade chinesa, a taxa de geração de RSD foi de 280,5 g/hab.dia e a geração anual atingiu 568 mil toneladas. Estes resíduos gerados são compostos principalmente por desperdício de alimentos (65,7%), papel (14,3%) e plástico (8,9%). Os resíduos compostáveis somado aos recicláveis representaram 89,3% da geração total de RSD (GU *et al.*, 2015).

No município de João Pessoa/PB, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos traz a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados no município, esta composição pode ser observada na Figura 2. A figura mostra que a matéria orgânica e resíduos verdes correspondem a aproximadamente 51% dos resíduos destinados ao aterro sanitário da cidade, enquanto a fração inorgânica reciclável corresponde a aproximadamente 26% (PMJP, 2014).

Figura 2 – Composição gravimétrica dos RSD de João Pessoa/PB



Fonte: PMJP (2014).

Seixas *et al.* (2006) estabeleceram a caracterização física dos RSD gerados em três edifícios residenciais de João Pessoa (Tabela 2). Os resultados mostraram que 62,32% dos RSD

gerados nos edifícios correspondem a matéria orgânica (restos alimentares), sendo este, portanto, o componente de maior participação percentual. Em segundo lugar em participação no computo dos RSD apareceu o item plástico filme, em sua maioria constituído de embalagens e da própria sacola usada para acondicionar os RSD. O percentual de itens recicláveis chegou a 86,27% caso a matéria orgânica fosse incluída no computo (excluídos trapos, madeira e outros).

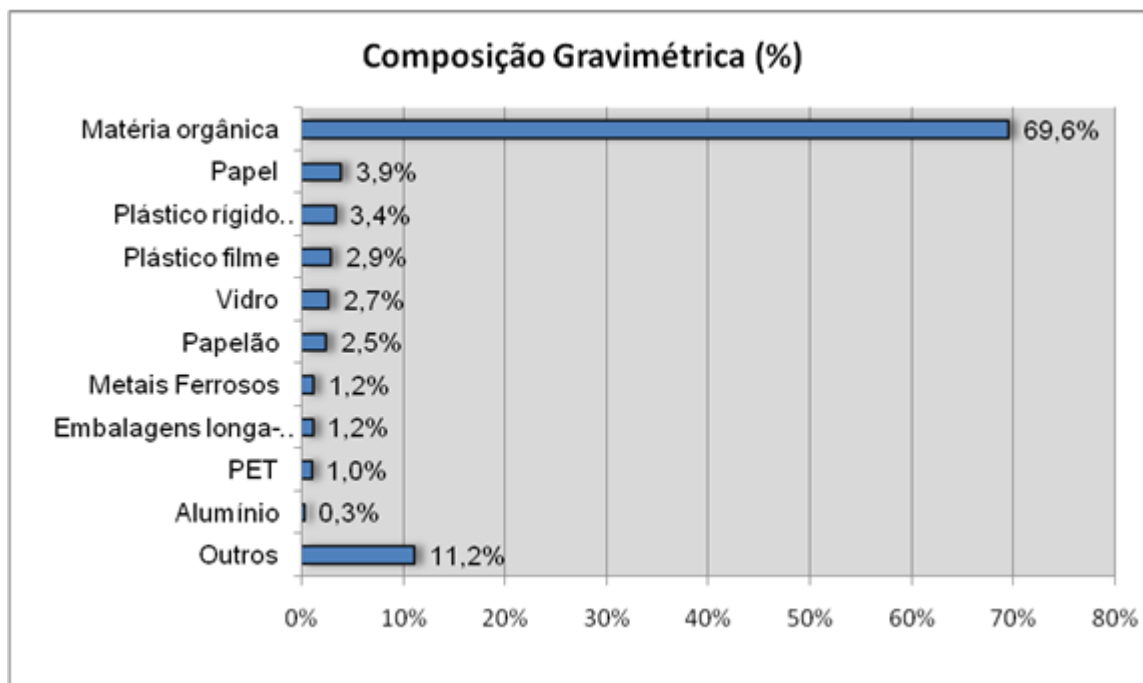
Tabela 2 - Composição gravimétrica dos edifícios de apartamentos e média geral da amostra

COMPONENTES	EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS A (%)	EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS B (%)	EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS C (%)	MÉDIA (%)
Matéria orgânica	60,92	72,53	64,64	62,32
Plástico filme	6,89	6,81	6,43	6,85
Papel	6,02	5	1,78	5,58
Vidro	2,89	1,13	4,71	2,86
Plástico rígido (exceto PET)	2,75	2,86	1,46	2,66
Papelão	2,26	2,88	2,27	2,32
Metais ferrosos	1,34	0,84	2,1	1,35
Trapo	0,85	0,52	4,83	1,13
Embalagem longa-vida	0,85	0,99	1,64	0,93
PET	0,81	1,15	0,5	0,82
Alumínio	0,64	0,39	0,2	0,58
Madeira	0	0	0,21	0,02
Outros	13,79	4,89	9,22	12,57
Itens recicláveis	24,45	22,05	21,09	23,95
Itens recicláveis e matéria orgânica	85,37	94,58	85,73	86,27

Fonte: Adaptado de Seixas *et al.* (2006).

Luna *et al.* (2010), determinaram a composição gravimétrica dos RSD gerados em um condomínio vertical de João Pessoa localizado no bairro Jardim Luna, com o objetivo de estudar ações que aumentem a eficiência da coleta seletiva neste edifício. Os resultados obtidos mostraram um percentual de 69,6% de resíduo orgânico e de 18,6% de recicláveis, confirmando o elevado teor de itens recicláveis encontrados nos RSD. Dentre os itens recicláveis, o componente predominante foi o papel (com 3,9%). Caso a matéria orgânica fosse incluída no computo (para fins de compostagem), o percentual de itens recicláveis chegaria a 88,80%, evidenciando que apenas 11,2% dos RSD poderiam ser considerados como rejeito. Na Figura 3, tem-se os resultados da caracterização.

Figura 3 – Composição gravimétrica dos RSD gerados em condomínio no Jardim Luna



Fonte: Luna *et al.* (2010).

3.3 Geração de resíduos sólidos

Há muito tempo, os resíduos não eram vistos como um problema, pois eles eram gerados em menor quantidade e sua maior parte era composta por materiais biodegradáveis, facilmente transformados pela natureza (ONOFRE, 2011). No entanto, a quantidade de RS gerados tem aumentado consideravelmente devido ao crescimento populacional, que ocorreu de forma intensa nas últimas décadas. Aliado a esse crescimento acontece um processo de urbanização, fazendo com que a maior parte da população se concentre em pequenos espaços, agravando ainda mais os problemas decorrentes da geração de resíduos. Outro fator importante na geração de RS é a industrialização, cujos produtos são em sua grande parte não biodegradáveis e, principalmente, porque são consumidos e descartados em larga escala (ATHAYDE JÚNIOR; BESERRA; FAGUNDES, 2007).

O desperdício é o símbolo da ineficiência de qualquer sociedade moderna e uma representação de recursos mal alocados. O volume global de resíduos sólidos é estimado em

cerca de 11 bilhões de toneladas por ano (o uso de caminhões de 2,5 toneladas pode girar 300 círculos ao redor do equador) em 2011, e a geração *per capita* de resíduos sólidos é de aproximadamente 1,74 toneladas/ano no mundo (MENIKPURA; SANG-ARUN; BENGTTSSON, 2013; PLAGANYI *et al.*, 2013).

O Banco Mundial de Desenvolvimento Urbano e a unidade de governo local da rede de desenvolvimento sustentável apresentou estimativas e composição para os RSU a nível mundial, bem como projetou um cenário da geração desses resíduos para 2025 (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

A projeção dos dados para o ano de 2025 sugere que os níveis de produção de RSU irão dobrar, passando de 3.535.252 para 6.069.703 t.dia⁻¹. A geração *per capita* também aumentará, de 1,2 para 1,4 kg.hab⁻¹.dia⁻¹. Na Tabela 3 podem ser observados os valores estimados para o ano de 2025, de acordo com as tendências de crescimento da população em cada região.

Tabela 3 - Geração de RSU – Projeção para 2025 por regiões do mundo

Região	Dados atualmente disponíveis			Projeção para 2025			
	População urbana total (milhões)	Geração de RSU		Projeção da população		Projeção do RSU	
		<i>Per capita</i> (kg.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Total (t.dia ⁻¹)	População total (milhões)	População urbana (milhões)	<i>Per capita</i> (kg.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Total (t.dia ⁻¹)
AFR	260	0,65	169.119	1.152	518	0,85	441.840
EAP	777	0,95	738.958	2.124	1.229	1,50	1.865.379
ECA	227	1,10	254.389	339	239	1,50	354.810
LCR	399	1,10	437.545	681	466	1,60	728.392
MENA	162	1,10	173.545	379	257	1,43	369.320
OECD	729	2,20	1.566.286	1.031	842	2,10	1.742.417
SAR	426	0,45	192.410	1.938	734	0,77	567.545
Total	2.980	1,20	3.535.252	7.644	4.285	1,40	6.069.703

Fonte: Hoornweg e Bhada-tata (2012).

Notas:

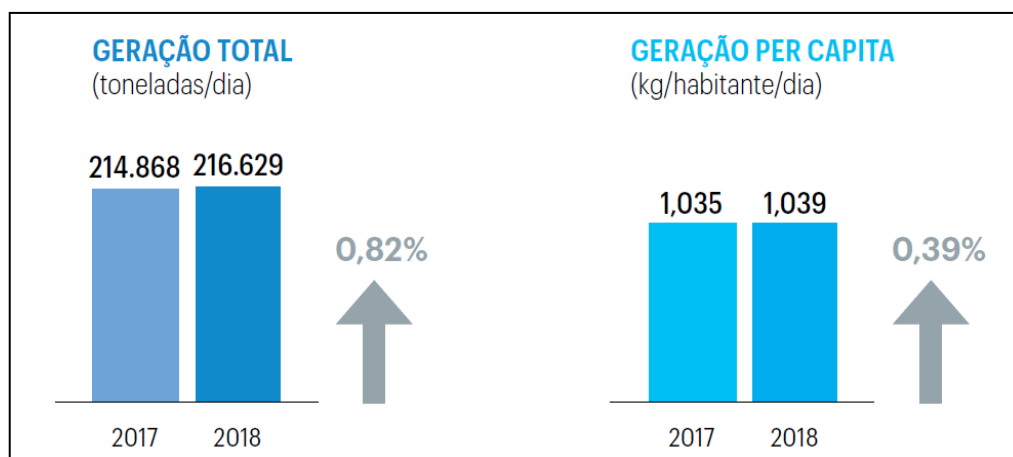
AFR – África; EAP – Leste da Ásia e Pacífico; ECA – Europa e região central da Ásia; LCR – América latina e região do Caribe; MENA – Oriente médio e África do Norte; OECD – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico; SAR – Região sul da Ásia.

Espera-se que em menos de uma década, a produção de resíduos sólidos (medida em toneladas/dia) na África, América Latina e Caribe tenha crescido 160% e 66%, respectivamente. Esses números são bastante altos em comparação com outras regiões do mundo (SUTHAR; SINGH, 2015).

Este aumento da geração de RSU é uma preocupação crescente nas cidades do mundo (PATEL; JAIN; SAXENA, 2010), principalmente devido ao fato de que estratégias específicas de gestão municipal se tornaram mais necessárias.

No Brasil, segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019), em seu Panorama dos Resíduos Sólidos, no ano de 2018 foi gerado aproximadamente de 79 milhões de toneladas de RSU. A comparação entre os dados de 2017 e 2018, observados na Figura 4, mostra um crescimento de pouco menos que 1% na quantidade total gerada de RSU e de aproximadamente 0,39% no índice de geração *per capita*.

Figura 4 – Geração de RSU no Brasil

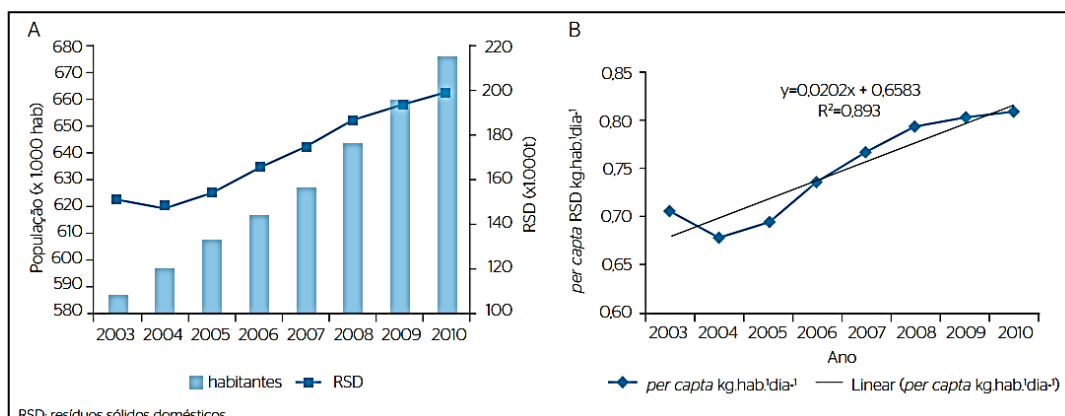


Fonte: ABRELPE (2019).

Em relação aos RSD, na cidade de João Pessoa/PB, a quantidade coletada em 55 bairros, foi de 150.982 t em 2003 e 198.870 t em 2010, o que representa um aumento de 32,4% nesse período de 7 anos (Figura 5). No mesmo período, a população da área correspondente aumentou de 587.219 para 676.112 habitantes, cerca de 15,1%. Ou seja, tem-se proporcionalmente o dobro do aumento da massa de RSD em relação ao aumento populacional, o que é devido ao aumento da geração de RSD *per capita*. De fato, a massa coletada de RSD *per capita* passou de 0,704 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ em 2003 para 0,806 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ em 2010, o que representa um aumento de 14,4% (MEDEIROS; PAZ; MORAIS JÚNIOR, 2015).

O aumento contínuo desse valor *per capita* pode ser entendido como um aumento da geração de RSD, o que por sua vez está relacionado ao aumento do padrão de consumo de bens pela população.

Figura 5 - População e massa coletada de resíduos sólidos domiciliares em termos absolutos (A) e *per capita* (B) no período de 2003 a 2010 nos 55 bairros analisados



Fonte: Medeiros, Paz e Morais Júnior (2015).

Em estudo realizado por Athayde Júnior, Onofre e Beserra (2014), em três prédios residenciais multifamiliares (Prédio de apartamentos A, Prédio de apartamentos B e Prédio de apartamentos C) e duas residências unifamiliares (Residência unifamiliar A e Residência unifamiliar B), localizados na cidade de João Pessoa/PB, a taxa de geração de RSD *per capita* encontrada variou de 0,508 a 0,797 kg/hab.dia, conforme Tabela 4. Os resultados encontrados forneceram evidências suficientes de que a quantidade relativa de RSD gerada em residências unifamiliares é significativamente maior (1,51 vezes) do que em edifícios multifamiliares (prédio de apartamentos). Segundo os autores supracitados, a presença de jardins e quintais (associados à geração de RSD na forma de folhas) em casas, mas não em edifícios, pode ter contribuído para essa diferença.

Tabela 4 – Geração *per capita* de RSD em 3 prédios de apartamentos e 2 residências unifamiliares na cidade de João Pessoa

Prédios/Residências unifamiliar	Massa de RSD gerada (kg/hab.dia)
Prédio de apartamentos A	0,508
Prédio de apartamentos B	0,527
Prédio de apartamentos C	0,541
Residência unifamiliar A	0,797
Residência unifamiliar B	0,792

Fonte: Athayde Júnior, Onofre e Beserra (2014).

Em estudo de caso realizado na cidade de Campina Grande (PB), nordeste do Brasil, foi possível verificar a relação entre a geração *per capita* de RSD e o poder aquisitivo da população. De acordo com o diagnóstico feito, a geração *per capita* de RSD, que variou de aproximadamente 400 a 1200 g.hab⁻¹.dia⁻¹, com média de 664,62 g.hab⁻¹.dia⁻¹, foi inferior em localidades cuja população possui menor poder aquisitivo (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Medeiros, Paz e Moraes Júnior (2015), mostram que se o ritmo de geração de resíduos continuar a aumentar, projeta-se de 0,85 a 1,78 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ de massa coletada de RSD em João Pessoa por volta de 2030, o que trará desafios ainda maiores em termos de coleta, gestão do aterro e necessidade de medidas mitigadoras de potenciais impactos ambientais.

Segundo Abdul, Tavakolli e Azari (2013), é essencial compreender a quantidade e o tipo de RSU gerado para planejar e desenvolver uma política de gerenciamento adequada para esses materiais em um local específico. Além disso, o desconhecimento, principalmente sobre a quantidade de RSU e suas características, pode inviabilizar algumas etapas, como tratamento e disposição final (COSTA *et al.*, 2012).

Geralmente essa taxa de geração *per capita* de resíduos é determinada nas unidades de destinação final dos resíduos e não leva em conta que podem estar misturadas frações de resíduos de diferentes origens tais como domiciliares, comerciais, de varrição de vias públicas e, até mesmo, hospitalares ou industriais. Para que se estime mais confiavelmente a taxa de geração de apenas uma dessas frações, seria necessário mensurar a massa de resíduos nos pontos de geração, antes de serem coletados (ATHAYDE JÚNIOR; BESSERA; FAGUNDES, 2007).

3.4 Estratégias de minimização da geração de resíduos sólidos e da disposição em aterros sanitários

Diante dos impactos adversos causados pelos resíduos sólidos e com a tendência cada vez maior de geração de resíduos, o manejo ambientalmente saudável dos resíduos se encontra entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente do planeta Terra e, principalmente, para alcançar o desenvolvimento sustentável (CNUMAD, 2003). Dessa forma, segundo Ribeiro e Morelli (2009), nos restam duas possibilidades: buscar reduzir a geração ou buscar alternativas economicamente viáveis para reutilizar e/ou reciclar estes resíduos.

No Brasil, após cerca de 20 anos de pressões de setores da sociedade envolvidos com a questão dos resíduos, das discussões de diversas comissões especiais que foram criadas no Congresso Nacional com a finalidade de debater o assunto, foi aprovada Lei Federal nº 12.305/2010. Essa Lei instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e foi sancionada pela Presidência da República em 2 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto no 7.404, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010).

Esta Lei, constitui um importante instrumento para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Atuando em consonância com as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), as Políticas Nacional de Meio Ambiente, com as Políticas de Recursos Hídricos, Políticas de Saneamento e de Saúde (QUERINO, 2015).

A nova política compreende objetivos claros e viáveis, como: reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos; fomentar seu desenvolvimento, a utilização e a produção de bens e serviços com menor potencial de geração de resíduos em todo o ciclo da vida; estimular a reutilização de produtos e a ampliação de mercados para produtos reciclados direta e indiretamente; criar condições para o desenvolvimento de tecnologia que favoreçam o gerenciamento adequado de resíduos; implementar programas de educação ambiental e incentivar a criação de cooperativas de trabalhadores autônomos (REVEILLEAU, 2011).

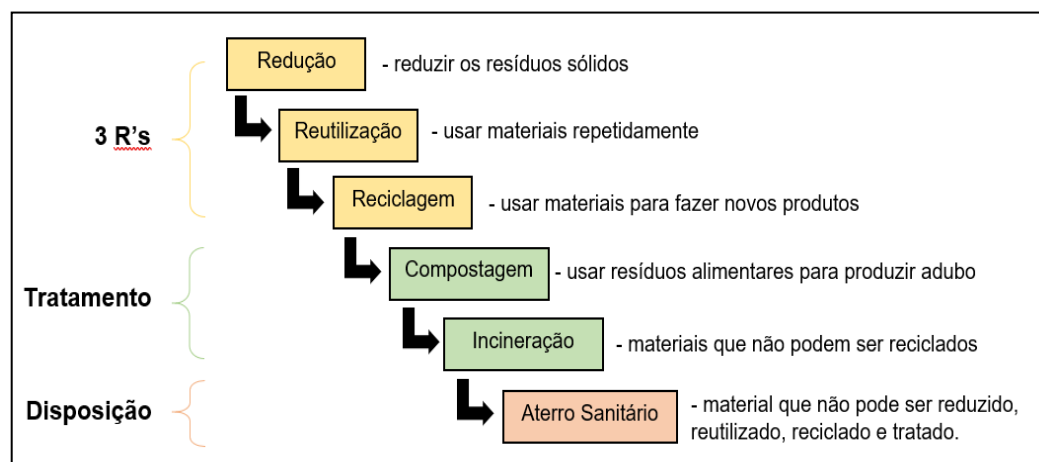
A PNRS em seu artigo 3º, inciso VII se porta a destinação final ambientalmente adequada, que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético (LOPES, 2012).

Dentre os objetivos da política pode-se destacar a redução da quantidade de resíduos. A minimização é considerada essencial para a gestão dos RSU porque proporciona a economia de matéria-prima e conservação dos recursos naturais, redução de custos de manufatura, tratamento e disposição de resíduos. É definida como o processo de reduzir a quantidade de resíduos em fluxos. O importante conceito de minimização de resíduos é através de 3R's (Reduzir, reutilizar e reciclar) (FRANCHETTI, 2009) e tratamento, na forma de compostagem ou incineração (SCHALL, 1992).

A hierarquia de minimização de resíduos sólidos incorpora o conceito de redução de resíduos sólidos em fluxos. O processo envolve seis etapas classificadas de acordo com o impacto ambiental. A redução, que oferece os melhores resultados para o meio ambiente, está no topo da ordem de prioridade, seguida pela preparação para reutilização, reciclagem,

compostagem, incineração e descarte. O conceito de tratamento, por sua vez, é melhor do que o descarte para aterros sanitários (ALI; SIONG, 2016). A Figura 6 mostra o fluxograma de minimização de resíduos, onde a redução é a opção preferida, enquanto o aterro sanitário é visto como a opção menos favorecida. Zhang, Tan e Gersberg (2010) afirmam que qualquer atividade para tratamento de RSU não apenas diminui a quantidade total de resíduos gerados, mas também os custos de descarte.

Figura 6 – Hierarquia da minimização de resíduos



Fonte: Ali e Siong (2016).

A versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos possui diretrizes estratégicas e metas que visam dar suporte para que os objetivos propostos na Política Nacional de Resíduos Sólidos sejam cumpridos. Das diretrizes propostas, duas foram utilizadas como norte para a aplicação das estratégias de minimização aqui propostas (BRASIL, 2012):

1. Redução dos RSU secos dispostos em aterros sanitários.
 - Diretriz 01: Redução progressiva dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários com base composição gravimétrica de 2013.
 - Meta 03: Reduzir a disposição de resíduos recicláveis em aterros sanitários em 26% em 2019, 29% em 2023 e 36% em 2031, a nível nacional. Para o Nordeste estas reduções são 16% em 2019, 19% em 2023 e 25% em 2031.
2. Redução de RSU úmidos dispostos em aterros sanitários.

- Diretriz 01: Induzir a compostagem, o aproveitamento energético do biogás gerado visando a geração de energia a partir da parcela úmida de RSU.
- Meta 04: Reduzir a disposição de resíduos orgânicos dispostos em aterros sanitários em 28% em 2019, 38% em 2023 e 53% em 2031. Para o Nordeste a meta é reduzir em 20% em 2019, 30% em 2023 e 50% em 2031.

Para alcançar uma gestão efetiva e eficiente dos RSU no Brasil, os desafios são antecipados da seguinte forma (ALFAIA; COSTA; CAMPOS, 2017):

1. Mudança de cultura e hábitos da população em relação ao consumo consciente e geração de resíduos sólidos. Este é um processo longo e até que os efeitos dessa nova concepção se concretizem, a dependência de aterros sanitários será mantida. Portanto, é necessário procurar alternativas que permitam a destinação final adequada dos resíduos.
2. Implementação da redução e triagem de RSU nas fontes de geração, pelo menos uma simples separação de resíduos orgânicos e não orgânicos em residências. Os municípios devem tentar incentivar a triagem de materiais reciclados, colocando diferentes recipientes coloridos para coleta seletiva em áreas residenciais.
3. Fechamento de todos os lixões abertos. Mesmo havendo leis mais restritivas em vigor desde 2010, o descarte inadequado de RSU continua em todas as regiões do Brasil. Sanções financeiras substanciais provavelmente poderiam mudar essa situação, bem como mais investimentos e articulações do governo entre o governo e o setor empresarial, visando a cooperação técnica e financeira.
4. Redução do aterro de resíduos urbanos orgânicos. A composição física dos RSU no Brasil possui um alto conteúdo biodegradável. Alternativas para resíduos orgânicos são compostagem para obter nutrientes orgânicos para uso na agricultura, geração de metano e incineração.

3.4.1 Coleta seletiva e reciclagem

A coleta seletiva, segundo a PNRS, é definida como a “coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com sua constituição e composição, devendo ser

implementada pelos municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos sólidos”, dentre as quais inclui-se a reciclagem (BRASIL, 2010).

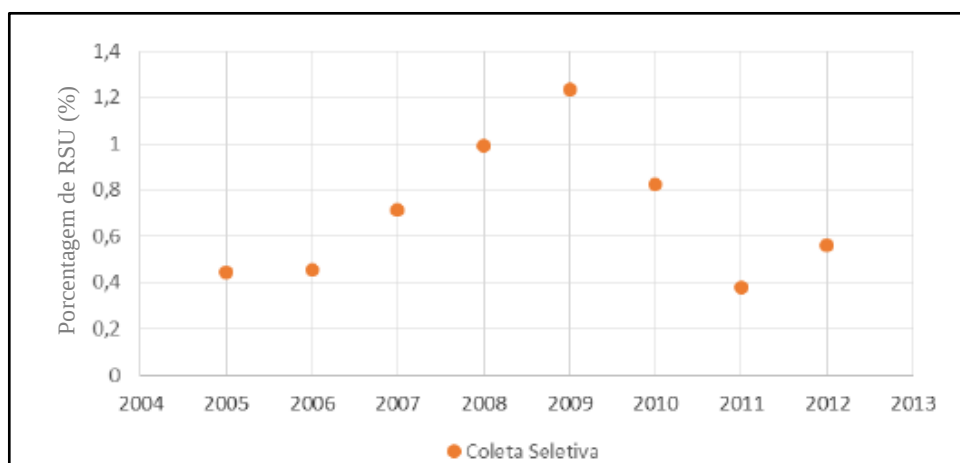
A devida segregação de materiais na fonte, apesar de não ser a única solução para a problemática dos resíduos sólidos, quando realizada adequadamente e de forma planejada, promove o hábito da separação do resíduo na fonte geradora para o seu aproveitamento, a educação ambiental voltada para a redução do consumo supérfluo e do desperdício, a prevenção e controle das doenças decorrentes da gestão inadequada dos resíduos, a geração de emprego e renda (inclusão social), a melhoria da qualidade da matéria orgânica para a compostagem, a economia de recursos naturais e valorização de bens econômicos (materiais recicláveis) (JACOBI; BESEN, 2006). Além disso, contribui para que apenas rejeitos sejam enviados para disposição, desonera custos de coleta e de triagem dos materiais recicláveis, sendo, portanto, um compromisso a ser atendido por todos (PINTO; MONDELLI, 2017).

No Brasil, a coleta seletiva foi iniciada na cidade de Niterói, no bairro de São Francisco, em abril de 1985, como o primeiro projeto sistemático e documentado. A partir daí, um número cada vez maior de municípios passou a praticá-la, tendo sido identificados 82 programas de coleta seletiva em 1994, iniciados, de um modo geral a partir de 1990 (CEMPRE, 1995).

Atualmente, segundo a ABRELPE, um pouco mais de 73% dos municípios brasileiros possuem algum tipo de coleta seletiva. Em muitos deles, porém, essas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros. Este resultado é mais expressivo nas regiões Sul e Sudeste, onde mais de 89% dos municípios possuem a coleta seletiva. No Nordeste, essa quantidade é de apenas 54% (ABRELPE, 2019). Aterros que recebam apenas rejeitos, atualmente, não é a realidade dos municípios brasileiros.

Em João Pessoa, as porcentagens de resíduos destinados a coleta seletiva considerando o volume total coletado no município, é possível ser observada na Figura 7. Visualiza-se a brusca queda na coleta de resíduos coletados seletivamente no ano de 2011, porém não há explicação plausível por parte da autarquia responsável para esta redução. O que pode ter acontecido, provavelmente, foi a falta de divulgação contínua do programa e a taxa redução da adesão da população ao programa, consequentemente reduzindo a quantidade de material reciclável (SILVA, 2014).

Figura 7 – Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos encaminhados para reciclagem em João Pessoa/PB



Fonte: Silva (2014).

A falta de seleção na fonte dificulta o trabalho de catadores de materiais recicláveis e proporciona-lhes uma qualidade de vida inferior, assim como promove uma perda maior de material que poderia ser recuperada e acaba por ser inapropriadamente encaminhada a aterros e lixões (MAIA *et al.*, 2013).

Os resíduos recicláveis coletados seletivamente são encaminhados para reciclagem. A reciclagem de resíduos constitui o reprocessamento de materiais, permitindo novamente sua utilização. Assim, materiais descartados são reintroduzidos num ciclo produtivo por meio de sua transformação, ou seja, materiais considerados resíduos passam a ser matérias-primas secundárias. A diferença entre a reciclagem e a reutilização é que aquela exige maior grau de processamento, excedendo a simples triagem e limpeza do material (PHILIPPI JÚNIOR; ROMERO; BRUNA, 2004).

Em 2017 foram geradas no Brasil, aproximadamente 16 milhões de toneladas de resíduos recicláveis, dos quais 31% foram recuperados e em pesquisa realizada visando conhecer as perspectivas do cidadão brasileiro a respeito da reciclagem, 98% das pessoas entrevistadas entendem a reciclagem como algo importante para o país, 94% concordam que a melhor maneira de descartar os resíduos é segregando-os, porém, 75% afirma que não separam os resíduos sólidos por eles gerados (ABRELPE, 2017).

Os custos que a reciclagem evita para a prefeitura com a coleta, transporte e disposição final dos resíduos são de aproximadamente 50 dólares por tonelada (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Estimativas do CEMPRE (2013) apontam que, em 2012, a coleta, triagem e processamento dos materiais em indústrias recicladoras geraram um faturamento de R\$ 10 bilhões no país.

No município de Paulista-PE, a separação dos RSU na fonte geradora associado ao processo de coleta seletiva com a gestão integrada de resíduos sólidos foi capaz de gerar uma receita bruta de mais de R\$ 2 milhões/mês na comercialização de recicláveis (SEMAS, 2012). Tabalipa e Fiori (2006) encontrou que ocorrendo a separação dos recicláveis, o volume de RSU destinados ao aterro sanitário da cidade de Pato Branco-PR seria reduzido em 42% gerando uma receita de mais de R\$ 45 mil/mês com a comercialização dos recicláveis.

Segundo Baptista (1999) e Calderoni (1999), diversos ganhos ambientais podem ser proporcionados pelo reprocessamento de material reciclável. A Tabela 5, apresenta algumas informações referentes à economia de recursos naturais, matérias-primas e energia decorrentes da reciclagem de papel, metais ferrosos, alumínio, vidro e plástico.

Tabela 5 – Ganhos ambientais proporcionados pelo reprocessamento de cada tonelada de material reciclável

PAPÉIS	-Poupa o corte de 34 árvores adultas de Eucalipto -Evita a utilização de 10,2 m ² de área de plantio de Eucalipto -Proporciona uma economia de 98 m ³ de água (100m ³ /t de consumo na produção primária contra 2 m ³ na reciclagem)
METAIS FERROSOS	-Evita a extração de 1,5 toneladas de minério de ferro (matéria-prima). -Evita o corte de 75 árvores adultas utilizadas na produção de carvão vegetal, que é usado como redutor do minério de ferro.
ALUMÍNIO	-Evita a extração de 5 toneladas de bauxita (matéria-prima).
VIDROS	-Economiza 1,3 toneladas de matérias-primas (barrilha, sílica, outros). -Economiza 33,36 kg de óleo combustível (em fornos 100% de eficiência de aproveitamento de energia no reprocessamento).
PLÁSTICO	-Cada 100 toneladas de plástico reciclado economiza 1 tonelada de petróleo

Fonte: Adaptado de Baptista (1999) e Calderoni (1999).

Segundo Moraes (2003), em relatório da Prefeitura do Município de São Paulo, em regiões onde o nível de verticalização é alto, a organização na separação de recicláveis é maior do que em regiões de baixa verticalização, em função da maior organização dos funcionários de condomínios e prédios comerciais. Tal constatação contribui para indicar as oportunidades existentes na segregação de recicláveis em sua fonte, especialmente em condomínios verticais.

No entanto, o sucesso de qualquer sistema de segregação de resíduos projetado dependerá em grande parte da participação ativa dos geradores de resíduos nas várias

comunidades e de como eles cumprem os princípios de classificação e separação dos resíduos (MIEZAH *et al.*, 2015). É relatado que, quando os cidadãos são conscientizados e educados sobre as formas de segregar e os benefícios da reciclagem, é mais provável que participem de tais esforços (GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2012).

De acordo com Afroz *et al.* (2009), vários fatores podem desmotivar a população a separar os resíduos sólidos, tais como: falta de espaço para separar e armazenar os resíduos recicláveis nas residências, falta de tempo para separar os resíduos sólidos, falta de estrutura e instalações para a coleta seletiva e não ter hábito de fazer a separação dos resíduos para a coleta seletiva.

3.4.2 Educação ambiental

Embora sejam consideradas difíceis de serem alcançadas, mudanças de comportamento visando a redução da geração de resíduos devem ser adotadas. Essas mudanças dependem de um trabalho educacional que promova a conscientização, a participação política para a transformação social a partir da consciência crítica, o que leva à formação de novos valores éticos para a convivência do homem com a natureza (BRITO, 2016). Atualmente, esse trabalho de conscientização vem sendo realizado por meio da Educação Ambiental (EA).

O marco legal neste tema para o território brasileiro é a Lei 9795, da Política Nacional de Educação Ambiental, estabelecida em 27 de abril de 1999. Esta considera “educação ambiental como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, por sua vez, coloca a Educação Ambiental como diretriz no seu Art. 2º, inciso IV, o que sinaliza a importância deste quesito para a PNRS (BRASIL, 2012).

Para Carvalho (2008), a educação ambiental exerce um papel fundamental de conscientização da população urbana acerca dos resíduos produzidos, incentivando o consumo consciente e a destinação adequada do mesmo, seja por meio da coleta seletiva, da reciclagem e do reaproveitamento, seja pela simples mudança de hábitos.

É importante esclarecer ao cidadão o seu papel como gerador de resíduos e a educação ambiental pode atingir todas as classes sociais em diferentes segmentos: escolas, repartições públicas, residências, escritórios, fábricas, lojas, ou nos demais locais geradores de resíduos ou

rejeitos. Com a população conscientizada do seu dever de separar os resíduos fica mais fácil executar um programa de coleta seletiva (GRIPPI, 2006).

Usando análise empírica, Minton e Rose (1997) concluíram que as atitudes ambientais eram determinantes dos comportamentos na coleta seletiva de RSD. Um homem que se preocupava com a natureza era mais propenso a separar os resíduos. Desa, Kadir e Yusoof (2011) apontaram que o nível de conhecimento, a atitude e a consciência ambiental do público impactaram na coleta seletiva de RSD.

No entanto, Zhang e Wen (2014) mantêm uma opinião oposta de que atitudes e disposição não tiveram impactos significativos no comportamento da coleta seletiva de RSD no estudo de caso em Suzhou, China.

Mazeto e Abreu (2014) implantaram a coleta seletiva em um condomínio residencial em Curitiba, e em geral, as atividades de sensibilização realizadas com os moradores apresentaram uma baixa participação. Este fator foi evidenciado pelo número de participantes na reunião do condomínio, onde apenas 7 moradores do total de 126 apartamentos compareceram e na atividade lúdica realizada com apenas 3 crianças.

3.4.3 Compostagem

Quando não é possível reduzir o fluxo de resíduos por meio dos 3 R's, tem-se como última opção a etapa de tratamento, por meio da incineração ou compostagem (conforme Figura 6). A compostagem é um dos conceitos de tratamento para técnica de redução que pode desviar grandes volumes e se concentra apenas em alimentos e resíduos domésticos. A compostagem reduz em cerca de 50% os resíduos destinados ao aterro, aumentando com isso sua vida útil e proporcionando aproveitamento agrícola da matéria orgânica, pois recicla nutrientes para o solo, elimina patógenos, além de proporcionar economia no tratamento de efluentes, já que o chorume produzido nos aterros sanitários advém da decomposição da matéria orgânica lá disposta (TAVARES; ATHAYDE JÚNIOR, 2014).

A compostagem pode ser definida como sendo o processo de decomposição biológica dos resíduos orgânicos, realizada em condições aeróbias e termofílicas por um conjunto diversificado de organismos (ABNT, 1996). Seu principal objetivo é converter resíduos orgânicos previamente segregados na fonte geradora em um rico fertilizante orgânico (ONU, 2017). De acordo com Rezende, Botreli e Carvalho (2017) esse composto orgânico pode ser

aplicado no solo para melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas, além de fornecer nutrientes para plantas.

Um bom processo de compostagem necessita de uma mistura adequada de resíduos úmidos (ricos em nitrogênio) e de matéria seca (rica em carbono). A quantidade de porção seca necessária depende do volume da porção úmida. Como regra geral, para cada porção de resíduos úmidos colocada na composteira, duas porções de matéria seca serão necessárias. Com o tempo, a quantidade de matéria seca necessária pode ser aumentada ou diminuída, conforme observações do processo em cada leira específica (BRASIL, 2017).

Para fornecer oxigenação para os microrganismos atuantes na compostagem, deve-se proceder ao revolvimento das leiras que pode ser realizado de forma manual com auxílio de pás, enxadas e garfos, ou de forma mecânica utilizando máquinas revolvedoras, pás carregadeiras e caçambas processadoras (VALENTE *et al.*, 2009).

Kumar, Ambika e Somashekar (2009) afirmam que a compostagem dos RSD na própria fonte é benéfica em situações nas quais existem restrições de espaço e indisponibilidade de jardim ou área grande para realizar o processo em leiras, visto que podem ser utilizados reatores aeróbios de pequeno volume. Uma das principais vantagens desse tipo de compostagem é a possibilidade de evitar que resíduos indesejáveis sejam utilizados no processo, além de assegurar a produção de um composto com boa qualidade, visto que o material orgânico é selecionado (GAJALAKSHMI; ABBASI, 2008).

O Diagnóstico de Resíduos Sólidos publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA, 2012) informa que o Brasil produz, aproximadamente, 200 mil toneladas de resíduos orgânicos por dia. Essa quantidade de matéria orgânica equivale a mais de 50% do total de resíduos sólidos urbanos gerados dispostos em aterros sanitários, aterros controlados e vazadouros a céu aberto. Contudo, apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são destinados para unidades de compostagem. Esse baixo índice pode estar relacionado a não segregação do resíduo na fonte geradora, onde muitas vezes os resíduos orgânicos são destinados misturados.

É notável que as cidades brasileiras gerem altas proporções de resíduos orgânicos (o maior contribuinte para os RSU) e, no entanto, não há estratégia para a simples separação de resíduos orgânicos e não orgânicos em residências (ALWAEELI, 2015; ONU HABITAT, 2010).

3.5 Estudos de caso relacionados a adoção de estratégias de minimização

3.5.1 No mundo

A cidade de São Francisco, nos Estados Unidos, com 826 mil habitantes, é um exemplo internacional a ser seguido (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013). Com a iniciativa *Zero Waste* (Resíduo Zero), 78% dos resíduos produzidos, deixaram de ser encaminhados para o aterro sanitário para serem reintroduzidos em diversos processos produtivos. Esse percentual foi obtido, a partir da criação de políticas que reduzem o desperdício e aumentam o acesso à reciclagem e à compostagem, utilizando-se, principalmente, das seguintes estratégias:

- 1) Evitar a produção de resíduos – as empresas são estimuladas a serem responsáveis por seus produtos, reduzindo a produção de resíduos pelo acúmulo de embalagens.
- 2) Reciclar e compostar – a cidade implantou programas para reciclagem e compostagem de quase todo o resíduo produzido.
- 3) Manuseio seguro de produtos tóxicos – com métodos convenientes para evitar a poluição e obedecer à lei, não descartar resíduos de produtos tóxicos juntamente com resíduos comuns.

Outro exemplo, é o Japão que possui o mais alto nível de gerenciamento sustentável de resíduos (THEMELIS; MUSSCHE, 2014). Gera anualmente cerca de 65 milhões de toneladas, das quais trata 40 milhões de toneladas termicamente. O restante é reciclado ou compostado, e apenas 2% vão para aterros sanitários. Para melhorar a redução de resíduos na fonte, os governos locais prepararam folhetos e manuais que explicavam em linguagem simples e usando ilustrações como classificar e separar os resíduos, e estes foram distribuídos às famílias para promover o entendimento da coleta seletiva. A equipe do governo local fez demonstrações usando recipientes e embalagens de plástico para atender às necessidades de cada indivíduo. Portanto, a campanha de separação de fontes neste país foi um sucesso e alcançou uma alta taxa de reciclagem em comparação com a de outros países.

A ilha de Taiwan enfrentou uma crise de resíduos na década de 1980 devido à falta de espaço para expandir sua capacidade de aterro. Quando o governo se voltou para a incineração em larga escala, a feroz oposição da comunidade não apenas interrompeu a construção de dezenas de queimadores, mas também levou o governo a adotar metas e programas para prevenção e reciclagem de resíduos (ALLEN, 2012). Esses programas e políticas foram tão

eficazes que o volume de resíduos gerados diminuiu significativamente, enquanto a população e o produto interno bruto (PIB) aumentaram. Sua taxa de desvio de resíduos foi de cerca de 48,82%, e os gastos com gerenciamento de resíduos *per capita* foram de US\$ 25,40 por ano.

Um programa de zero resíduos foi estabelecido para os estados membros da União Europeia (UE). O objetivo era reduzir a quantidade de matéria orgânica biodegradável em aterro sanitário para 35% até 2016, com exceção de alguns países da Europa Oriental, como a Polônia, que teve o prazo estendido (até 2020) para atingir esse objetivo (FUDALA-KSIAZEK *et al.*, 2016). Quatro anos antes do prazo, em 2012, cerca de 42% dos resíduos europeus tratados eram destinados à reciclagem ou compostagem (EUROSTAT, 2014). Em 2015, dos 476 kg *per capita* de RSU gerados nos 28 países da UE, 463 kg *per capita* foram tratados, 30% foram destinados à reciclagem, 17% foram para compostagem, 26% foram para aterros sanitários e 27% foram para aterros sanitários para incineração. O país mais proeminente em termos de compostagem foi a Áustria, com 32%, enquanto a Alemanha se destacou por sua reciclagem (49%). A disposição de aterros nesses dois países foi de 3% e abaixo de 0,2%, respectivamente (EUROSTAT, 2016).

3.5.2 No Brasil

No Brasil, de acordo com o relatório das Cidades Sustentáveis (2013), como exemplo de experiência bem-sucedida em relação aos resultados relevantes que tem obtido no encaminhamento de todos os resíduos produzidos, tem-se o município de Tibagi, no interior do estado do Paraná, localizado a 200 km de Curitiba. Em 2007, após o fechamento do lixão da cidade, por determinação do Ministério Público, a Prefeitura deu início ao programa Recicla Tibagi, com duas frentes de ação: dar destinação correta aos resíduos, recolhendo e separando-os, e conscientizar a população sobre a importância da coleta seletiva e do papel dos catadores no sistema de reciclagem. Assim, após a implantação do programa, do total de resíduos produzidos no município, 56% são transformados em composto orgânico, 28% são materiais recicláveis e apenas 16% são rejeitos destinados ao aterro sanitário, que teve um aumento de 400% em sua vida útil.

Alguns estudos relacionados a minimização da geração de resíduos foram realizados no país. Nunes (2004), estudou a Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis em Condomínios Residenciais em Curitiba (PR), considerando a grande geração de resíduos domésticos em condomínios, elaborou uma proposta de implantação de coleta seletiva em condomínios

residenciais e demonstrou o impacto positivo que este programa poderia causar em termos da redução da quantidade de resíduos depositados diariamente no aterro sanitário da cidade, podendo chegar a 30%. Bassani (2009) em estudo similar encontrou que cerca de 37% dos resíduos de condomínios gerados no município de Vitória deixariam de ser destinados a aterros.

Pinto e Mondelli (2017), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o potencial de recuperação de resíduos recicláveis de um condomínio residencial vertical de grande porte localizado no município de São Caetano do Sul (SP). A partir dos resultados encontrados, pode-se observar que com a coleta seletiva houve uma redução de apenas 5% no total de resíduos encaminhados a coleta convencional, dos 3594,24 kg/dia de RDO produzido no edifício, apenas 186,78 kg/dia correspondente aos recicláveis tiveram uma destinação adequada. O potencial de recuperação de recicláveis presente nos resíduos produzidos no condomínio é de 37,8% e o potencial real de recuperação com a coleta seletiva foi de 13,7%.

No estudo de Luna *et al.* (2010), foi implantada a coleta seletiva em um condomínio vertical localizado em João Pessoa/PB, os resultados mostraram que durante a primeira semana após a palestra informativa e início da coleta seletiva o percentual de itens recicláveis variou de 4,6% a 8,2%, sendo o valor médio de 6,3%. Já na segunda semana após a distribuição de um informativo com resultados parciais da coleta seletiva, tais percentuais foram de 0,5%, 16,2% e 8,5%, respectivamente. Considerando as duas semanas estudadas após a implantação da coleta seletiva, o índice de recuperação de material reciclável foi de 7,5%, que está bem aquém do potencial encontrado para o condomínio estudado (18,61%),

Dantas (2017), promoveu a educação ambiental e implantou a coleta seletiva em um condomínio vertical, localizado em Campina Grande-PB, a caracterização gravimétrica realizada após a implantação da coleta seletiva permitiu apurar que houve a redução proporcional da porção não reciclável dos resíduos sólidos, que passou de 36% para 23%, enquanto a parte reciclável subiu de 64% para 77%, com grande destaque para a recuperação de recicláveis secos, que passou de 12% para 26% do total da massa de resíduos sólidos gerados.

Mazeto e Abreu (2012), buscou sensibilizar adultos e crianças moradoras de um condomínio vertical de Curitiba - PR, além de orientar os funcionários do condomínio através de palestras e conversas informais, com o objetivo de verificar a eficiência dessas práticas na separação dos resíduos produzidos. Assim, foi observado na análise gravimétrica realizada antes da adoção das práticas de sensibilização, que o coletor de resíduos comuns tinha em média 49% de resíduo sólido orgânico, 49,3% de resíduo reciclável e 1,7% de trapos e resíduos

perigosos. Após as atividades realizadas verificou-se que o coletor de resíduos comuns tinha em média 53,3% de resíduo sólido orgânico, 45,7% de resíduo reciclável e 1,0% de trapos e resíduos perigosos. Ocorrendo assim uma pequena melhora no descarte. Também foi verificado no estudo que após a sensibilização dos moradores a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário reduziu 4,8%.

Por fim, Melo e Zanta (2016), analisaram o uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Domingos – Bahia. Os moradores das residências que aceitaram aderir a prática de compostagem (78% do total de residências) receberam kits de compostagem doméstica, contendo: uma composteira doméstica, uma colher de cabo longo para revolver o material, 8,0 litros de serragem e um folder explicativo sobre o uso das composteiras domésticas. Os moradores que fizeram a compostagem doméstica relataram que houve redução significativa da quantidade de resíduos dispostos para a coleta municipal, pois utilizaram todos os resíduos orgânicos produzidos em casa para essa finalidade, ou seja, dos 0,20 kg/hab.dia de RSD produzidos, 0,08 kg/hab.dia que correspondiam aos resíduos orgânicos estavam sendo utilizados na compostagem. Assim, com a composteira doméstica houve uma redução de 40% na quantidade de resíduos enviadas a coleta convencional.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Características da área de estudo

A presente pesquisa teve como objeto de estudo um edifício residencial de apartamentos, Residencial Pérola, localizado no bairro Jardim Cidade Universitária (Figura 8) na cidade de João Pessoa, capital paraibana. Este edifício possui 3 pavimentos, onde o 1º e o 2º pavimento contém duas unidades residenciais (apartamentos) cada, com 75 m² e o 3º é a cobertura, com 150 m². O edifício não possui área de lazer e nem jardim.

Este local foi selecionado por ter um tamanho relativamente pequeno quando comparado a outros empreendimentos residenciais, permitindo o contato com todos os moradores mais facilmente, e por ter sido demonstrado interesse, da parte dos moradores, em contato previamente estabelecido.

Figura 8 – Localização da área de estudo



Atualmente, os resíduos do município de João Pessoa são enviados para o Aterro Sanitário da Região Metropolitana (ASMJP), local de disposição final. O aterro está em

operação desde agosto de 2003, foi projetado para 24 células de 150 x 150 x 20 metros e ter uma vida útil de 25 anos (NÓBREGA, 2003).

Quanto à destinação dos resíduos sólidos no edifício, os moradores depositavam tais resíduos num coletor externo (Figura 9). Catadores de materiais recicláveis informais faziam a coleta dos resíduos sólidos recicláveis que conseguiam separar dos demais resíduos. E a Emlur recolhia os resíduos que restavam no coletor externo nas segundas, quartas e sextas-feiras à noite.

Figura 9 – Coletor externo existente no edifício



4.2 Etapas para o levantamento de dados

A análise do impacto de estratégias de minimização no edifício foi realizada em 3 etapas:

- ETAPA 1 – Determinação da geração *per capita* de RSD do edifício (09/07/2018 a 11/03/2019) e determinação da composição gravimétrica dos RSD gerados (06/02/2019 a 13/02/2019).
- ETAPA 2 – Aplicação das estratégias de minimização de resíduos (12/03/2019 a 07/10/2019).
- ETAPA 3 – Análise dos resultados.

Na primeira etapa, inicialmente os moradores do edifício foram informados (pessoalmente e através de informativos afixados nas áreas de circulação do prédio) para depositarem seus resíduos não mais no coletor externo e sim em um coletor (um balde de lixo de 15 L) colocado na área interna do edifício para que os resíduos fossem pesados diariamente, a fim de determinar a geração de RSD. Após a pesagem os resíduos eram encaminhados para o coletor externo.

As pesagens ocorreram diariamente às 21hs, horário em que os moradores já tinham depositado seus resíduos no balde, visto que a coleta de resíduos pela prefeitura é realizada às segundas, quartas e sextas-feiras após às 22hs. Também procurava-se realizar as pesagens dos resíduos sempre no mesmo horário, a fim de que os resíduos pesados correspondessem a um período de 24h. O período de pesagem desta etapa foi do dia 09/07/2018 até 11/03/2019, totalizando 246 dias. Para todas as pesagens realizadas durante a pesquisa, utilizou-se uma balança digital da marca Welmy, com incerteza de 0,05 kg.

A geração *per capita* de RSD foi obtida por meio da Equação 1, dividindo-se a quantidade de resíduos gerados pela quantidade de moradores no edifício, sendo anotadas alterações na população, sempre que ocorriam.

$$\text{Geração per capita} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab.dia}} \right) = \frac{\text{massa de resíduos gerados em um dia}}{\text{população do edifício}} \quad (1)$$

A caracterização gravimétrica prévia dos resíduos sólidos gerados no edifício, ocorreu, paralelamente, com a determinação da taxa *per capita* de RSD, durante 8 dias, de 06/02/2019 a 13/02/2019. Assim, para isto foi realizada uma separação manual dos resíduos gerados de acordo com sua classificação e efetuadas as pesagens dos materiais segregados.

Os resíduos foram divididos nos seguintes grupos: papel, papelão, vidro, plástico filme, plástico rígido, embalagem longa vida, alumínio, metais ferrosos e matéria orgânica biodegradável. Materiais como cosméticos, remédios, tecidos, lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, pilhas e madeira foram classificados como “outros”. Os materiais foram quantificados na forma de percentuais (massa/massa).

A composição percentual de cada um dos componentes foi calculada pela fórmula (Equação 2):

$$\text{Composição gravimétrica (\%)} = \frac{\text{massa dos resíduos separados}}{\text{total de resíduos misturados amostrados}} \times 100 \quad (2)$$

Depois da etapa anterior, foi dado início a mobilização e preparação da população do edifício visando à implantação das práticas de redução da geração de RSD. A comunicação com os moradores se deu por meio impresso, entregue a todos os apartamentos e disponibilizados no quadro de avisos localizado na entrada do edifício.

Com a população do edifício ciente da pesquisa, iniciou-se a segunda etapa, de adoção das estratégias de minimização. As práticas adotadas foram a coleta seletiva com encaminhamento dos recicláveis para uma cooperativa, a sensibilização ambiental por meio de uma palestra e a compostagem caseira utilizando baldes. Essas estratégias foram aplicadas sequencialmente e em intervalos de tempo iguais, durante 70 dias, a fim de observar o impacto de cada uma na redução da geração de RSD. Durante esta etapa, os resíduos continuaram a serem pesados diariamente às 21hs, para determinar a taxa de geração de RSD após cada estratégia e assim calcular a eficiência de cada uma delas, ou seja, a quantidade de resíduos que deixou de ser enviado ao aterro sanitário após a aplicação de cada estratégia.

No dia 11/03/2019, informativos foram distribuídos, comunicando a implantação do programa de coleta seletiva no dia 12 de março de 2019 (Apêndice A). Nesse informativo foram discriminadas informações acerca da segregação dos materiais recicláveis e úmidos, para manter os moradores informados. Após a implantação da coleta seletiva, cada apartamento passou a encaminhar seus RSD para dois coletores de 15 L cada, localizados próximos ao portão de entrada, devidamente identificados (Figura 10), sendo um deles para os itens recicláveis e o segundo para os resíduos orgânicos e o item “outros”. Esta estratégia foi adota do dia 12/03/2019 ao dia 20/05/2019.

Para que os resíduos recicláveis não fossem coletados junto aos demais e encaminhados ao aterro sanitário, estes eram recolhidos, armazenados e levados (1 vez por semana) até uma cooperativa de reciclagem nas proximidades do edifício.

Figura 10 – Identificação dos baldes destinados a coleta seletiva



No dia 20 de março, foi iniciada a adoção da sensibilização ambiental através de uma palestra informativa sobre os resíduos sólidos, ministrada aos moradores nas dependências do próprio edifício (Figura 11). Na palestra foram abordados tópicos a respeito da quantidade de resíduos gerados atualmente no Brasil e no mundo, dos impactos causados pela destinação inadequada desses resíduos, da importância de reduzir os resíduos gerados, dos 3 R's, da coleta seletiva, dos materiais recicláveis e da compostagem doméstica (Apêndice B). Foram também sanadas possíveis dúvidas dos participantes. Para determinar o impacto da palestra na geração de RSD e na porcentagem de reciclados esta etapa foi realizada do dia 21/05/2019 ao dia 29/07/2019.

Figura 11 – Palestra sendo ministrada aos moradores



A última estratégia adotada para minimização dos resíduos sólidos gerados no edifício foi a compostagem doméstica. No dia 20 de julho, os moradores foram informados pessoalmente de como fazer uma composteira doméstica, como é o seu funcionamento e quais tipos de resíduos poderiam ser depositados na mesma.

Assim, foi confeccionada uma composteira doméstica e entregue aos moradores que aceitaram adotar esta prática (Figura 12). Esta composteira foi construída a partir da reutilização de 3 baldes plásticos como recipientes, com volumes de 18L, sobrepostos. O mais alto e o do meio possuem a base, a lateral e as tampas perfuradas com diâmetros de 0,5 cm, para permitir a entrada de ar. O posicionado na parte inferior é utilizado como base e não possui perfurações, servindo para coletar o chorume, caso seja gerado.

Juntamente com a composteira foi entregue pó de serra para cobrir os resíduos orgânicos depositados na composteira e evitar mau cheiro e proliferação de mosquitos. A composteira foi alimentada descontinuamente por camadas formadas por resíduos de alimentos, por exemplo, cascas de frutas, legumes, hortaliças, casca de ovos, pó de café, e restos de comida, exceto carne, peixe e gorduras. Ao final de cada dia, essa camada era recoberta por serragem com espessura de no máximo 1 cm. Uma vez por semana o material disposto no balde era revolvido. Esta etapa teve início no dia 30/07/2019 e terminou dia 07/10/2019.

Figura 12 – Composteira doméstica disponibilizada para os moradores



Também foi determinado o potencial de recuperação dos resíduos recicláveis durante a adoção de cada uma das estratégias, este cálculo foi feito conforme proposto por Pinto e Mondelli (2017). A massa dos resíduos secos recuperados do edifício foi relacionada à quantidade potencialmente presente de recicláveis nos resíduos, utilizando-se as informações de composição gravimétrica e a quantidade dos resíduos totais gerados diariamente no edifício, de acordo com a Equação 3:

$$\text{Potencial de recuperação de recicláveis (\%)} = \frac{M_{\text{recuperado}}}{P_{\text{reciclável}} \times M_{\text{total}}} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

$M_{\text{recuperado}}$ = massa dos resíduos secos recuperados do edifício (kg/dia);

$P_{\text{reciclável}}$ = porcentagem de recicláveis presentes nos resíduos do edifício, de acordo com a composição gravimétrica (%);

M_{total} = massa total de resíduos gerados diariamente pelo edifício (kg/dia).

Por fim, para a comparação entre as médias da geração de RSD sem intervenção e após a aplicação de cada estratégia, foi utilizada a análise de variância segundo o método gráfico GT-2 (SOKAL; ROHLF, 2012) com nível de significância de 5%. Este método pode ser utilizado para comparação simultânea de várias médias, sendo que os intervalos, cujos limites se sobrepõem, não têm médias significativamente diferentes entre si.

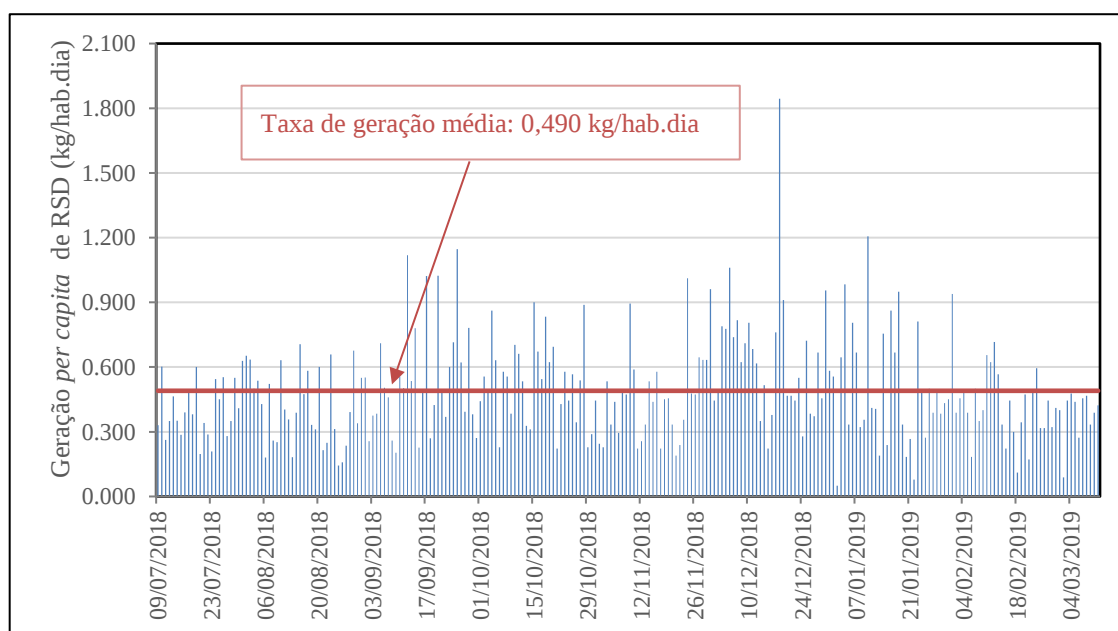
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Taxa de geração *per capita* de RSD

A taxa de geração de RSD do edifício calculada diariamente antes da aplicação das estratégias, e sua respectiva média, podem ser observadas na Figura 13. Os valores calculados variaram de 0,050 kg/hab.dia em 02/01/2019 a 1,84 kg/hab.dia em 18/12/2018. Este pico de 1,84 kg/hab.dia aconteceu devido a presença de vários livros no balde de resíduos.

A geração *per capita* média de RSD foi de 0,490 kg/hab.dia. Este resultado não é compatível com a geração de 1,039 kg/hab.dia prevista por ABRELPE (2019) para os RSU do Brasil no ano de 2019 e nem com o valor de 0,704 a 0,806 kg/hab.dia encontrado por Medeiros, Paz e Moraes Júnior (2015) para os RSD da cidade de João Pessoa em 2003 e 2010. Porém esta geração *per capita* do edifício é bem próxima da encontrada por Athayde Júnior, Onofre e Beserra (2014), em três prédios residenciais multifamiliares (Prédio de apartamentos A, B e C) de João Pessoa, 0,508, 0,527 e 0,541 kg/hab.dia, respectivamente. Essa discrepância deve-se ao fato de que as determinações de taxa de geração de RSD neste trabalho e em Athayde Júnior, Onofre e Beserra (2014) foram efetuadas na fonte, não havendo possibilidade de mistura com outras frações de resíduos.

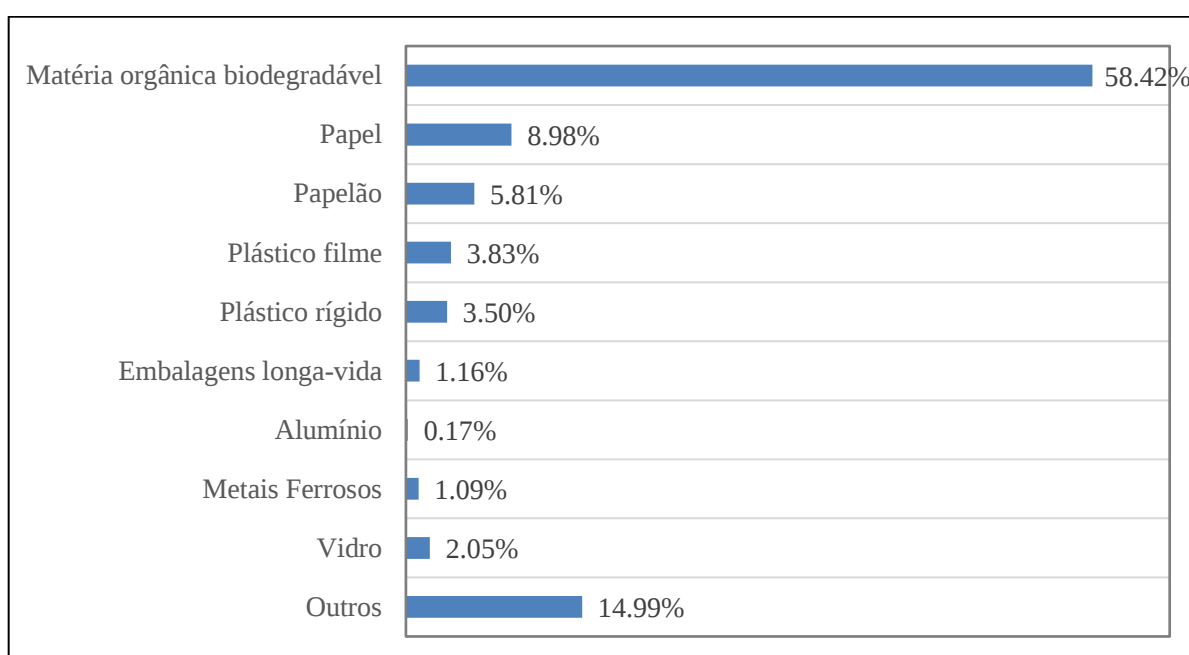
Figura 13 - Taxa de geração *per capita* de RSD do edifício antes da aplicação das estratégias de minimização e sua respectiva média (0,490 kg/hab.dia)



5.2 Composição gravimétrica dos RSD

Com relação a composição gravimétrica dos resíduos, de acordo com a Figura 14, pode-se observar que o resíduo gerado no edifício é composto em sua maior parte por matéria orgânica biodegradável, o que corresponde a 58,42%, já os recicláveis representam 26,59% (excluindo o item outros). Dentre os itens recicláveis, o componente predominante foi o papel (com 8,98%).

Figura 14 – Composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados no edifício



Somando-se os recicláveis e a matéria orgânica, tem-se que 85,05% dos resíduos gerados no edifício podem ser recuperados, podendo ter seu fluxo desviado do aterro sanitário e que apenas 14,99% dos RSD podem ser considerados como rejeito. Assim, existe no edifício um potencial para implantação da coleta seletiva e da compostagem.

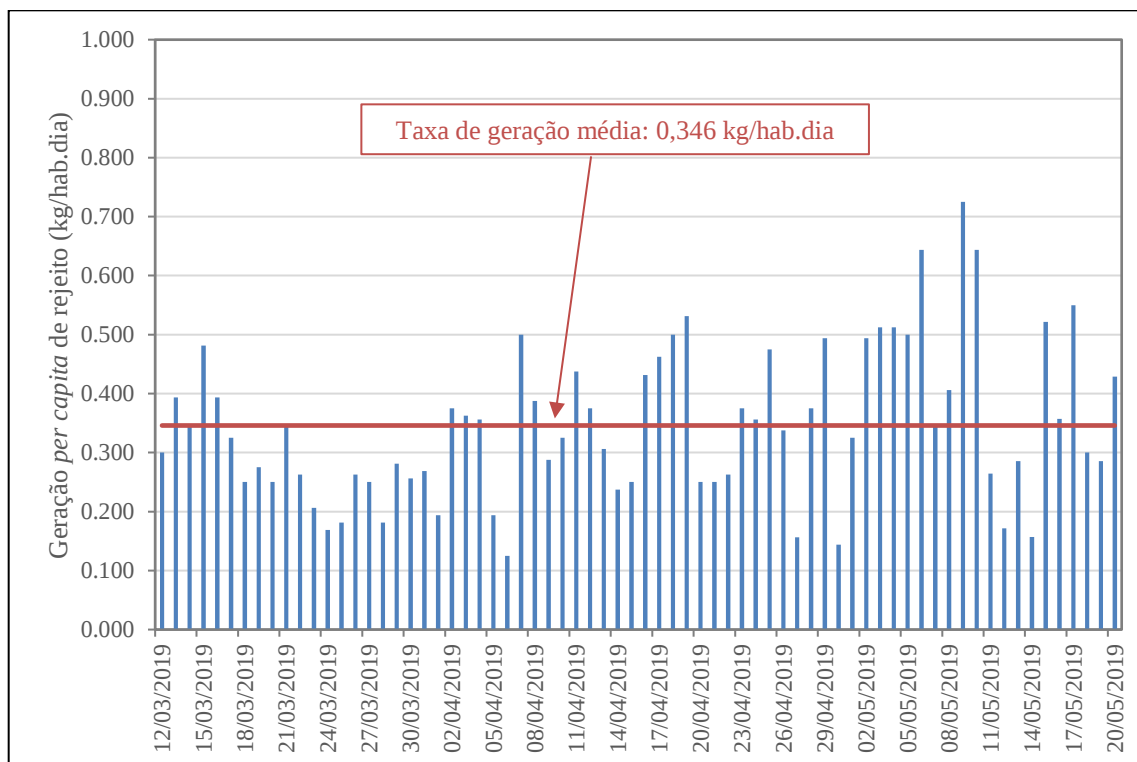
Os percentuais encontrados na caracterização estão próximos dos valores encontrados no Plano Municipal de Resíduos Sólidos da cidade de João Pessoa, onde 51% dos resíduos sólidos domiciliares são compostos por matéria orgânica e 26% por recicláveis (PMJP, 2014). Também próximos aos percentuais determinados no estudo conduzido por Seixas *et al.* (2006) em edifícios multifamiliares de João Pessoa, que foram de 62,32% para matéria orgânica e 21,08 % para os recicláveis. Porém, um pouco discrepantes dos percentuais encontrados por

Luna *et al.* (2010) para um condomínio residencial, localizado no bairro do Jardim Luna em João Pessoa que foram de 69,6% para os resíduos orgânicos e de 18,6% para os recicláveis.

5.3 Coleta seletiva

A primeira estratégia adotada para minimização dos resíduos sólidos gerados no edifício foi a coleta seletiva. A taxa de geração *per capita* de rejeito calculada diariamente durante esta etapa e sua respectiva média podem ser observados na Figura 15. A geração média de RSD no edifício por tipo de resíduos, encontra-se na Tabela 6.

Figura 15 - Taxa de geração *per capita* de rejeito no edifício durante a adoção da coleta seletiva



Na Figura 15, tem-se uma taxa média de geração de rejeito de 0,346 kg/hab.dia, resultando numa redução de 29% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Ou seja, com a implantação da coleta seletiva no edifício 29% dos resíduos gerados deixaram de ser enviados ao aterro sanitário. Este percentual está bastante

acima do encontrado por Pinto e Mondelli (2017), em um condomínio residencial vertical de grande porte localizado no município de São Caetano do Sul (SP), que foi de apenas 5%.

Tabela 6 - Geração de RSD média do edifício após a coleta seletiva

REJEITO		
quantidade de RSD (kg/dia)	2,720	84,94%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,346	
RECICLÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	0,482	15,06%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,062	
REJEITO + RECICLÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	3,202	100,00%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,408	

Em relação a geração total de resíduos (rejeito + recicláveis), observa-se pela Tabela 6, que foi gerado no edifício 0,408 kg/hab.dia, o que resulta numa diminuição de 17% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Com a coleta seletiva esperava-se uma redução na geração relativa apenas a parcela dos recicláveis, que estava sendo desviada, porém como foi visto houve uma diminuição no total de resíduos gerados. Essa diminuição, portanto, está relacionada a outros fatores e não apenas a adoção da coleta seletiva, como por exemplo, uma maior conscientização das pessoas.

Do total de resíduos gerados nessa etapa, 84,94% representa os rejeitos e 15,06% (0,062 kg/hab.dia) corresponde aos resíduos recicláveis. Pode-se observar que o percentual de resíduos recicláveis recuperados foi relativamente próximo do percentual de recicláveis presente nos resíduos do edifício que é de 26,59%, de acordo com a composição gravimétrica. Este valor de recicláveis recuperados, é bem mais elevado do que o encontrado por Luna *et al.* (2010), de 7,5% para um condomínio vertical de João Pessoa.

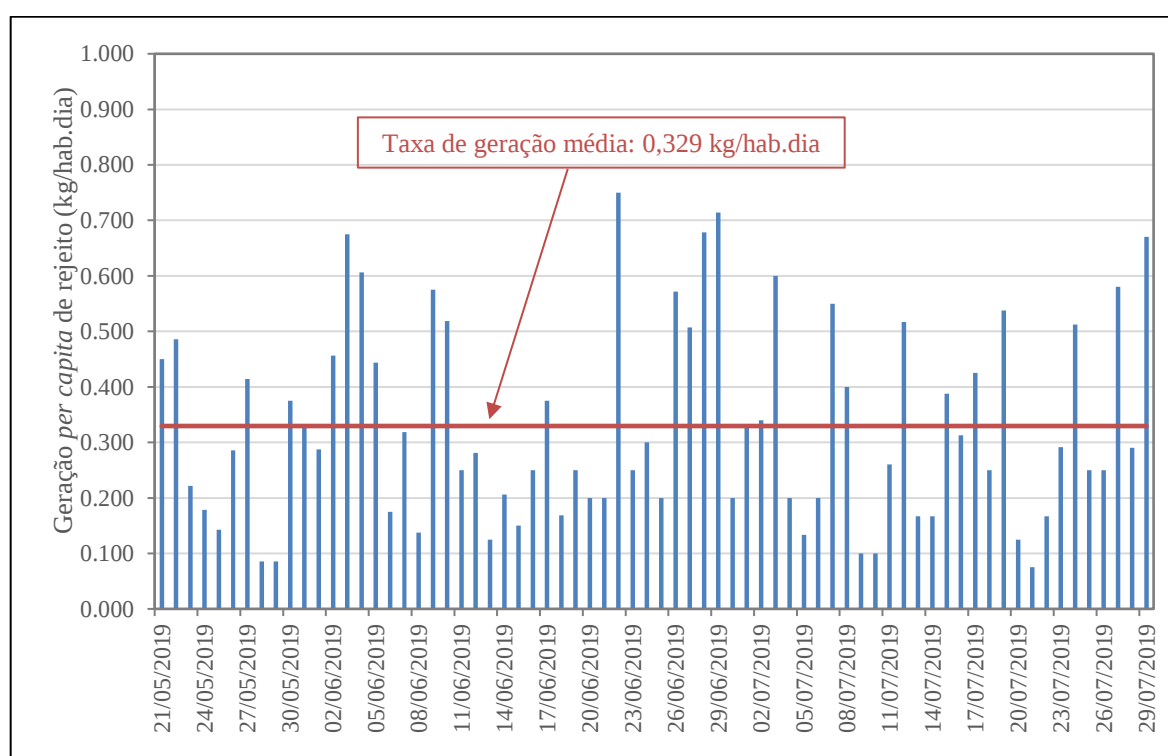
5.4 Sensibilização ambiental

A segunda estratégia adotada no edifício para minimização dos resíduos sólidos gerados foi a de sensibilização ambiental. Participaram da palestra educativa, 62% do total de moradores presentes no edifício no dia da palestra. Aos moradores faltosos foi enviado um arquivo com a apresentação. Esse percentual de participantes pode ser considerado elevado, visto que em

estudo realizado por Mazeto e Abreu (2014), apenas 7 moradores do total de 126 apartamentos compareceram à reunião de sensibilização sobre a coleta seletiva em um condomínio em Curitiba.

A taxa de geração *per capita* de rejeito calculada diariamente durante esta etapa e a respectiva média podem ser observados na Figura 16. A geração média de RSD por tipo de resíduos, encontra-se na Tabela 7.

Figura 16 - Taxa de geração *per capita* de rejeito no edifício durante a sensibilização ambiental



Na Figura 16, tem-se uma taxa média de geração de rejeito de 0,329 kg/hab.dia, resultando numa redução de 32,85% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Ou seja, com a palestra ministrada aos moradores do edifício 32,85% dos resíduos gerados deixaram de ser enviados ao aterro sanitário. Tem-se ainda uma diminuição de 5% em relação a taxa de geração *per capita* após a coleta seletiva (0,346 kg/hab.dia). Esse percentual de 5%, está de acordo com o percentual encontrado por Mazeto e Abreu (2012), onde a sensibilização dos moradores em um condomínio que praticava a coleta seletiva reduziu a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário em 4,8%.

Tabela 7 - Geração de RSD média do edifício após a palestra educativa

REJEITO		
quantidade de RSD (kg/dia)	2,071	86,80%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,329	
RECICLÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	0,315	13,20%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,055	
REJEITO + RECICLÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	2,386	100,00%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,385	

Em relação a geração total de resíduos (rejeito + recicláveis), observa-se pela Tabela 7, que foi gerado no edifício 0,385 kg/hab.dia, o que resulta numa diminuição de 21% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia) e de 6% com relação a taxa de geração após a coleta seletiva (0,408 kg/hab.dia).

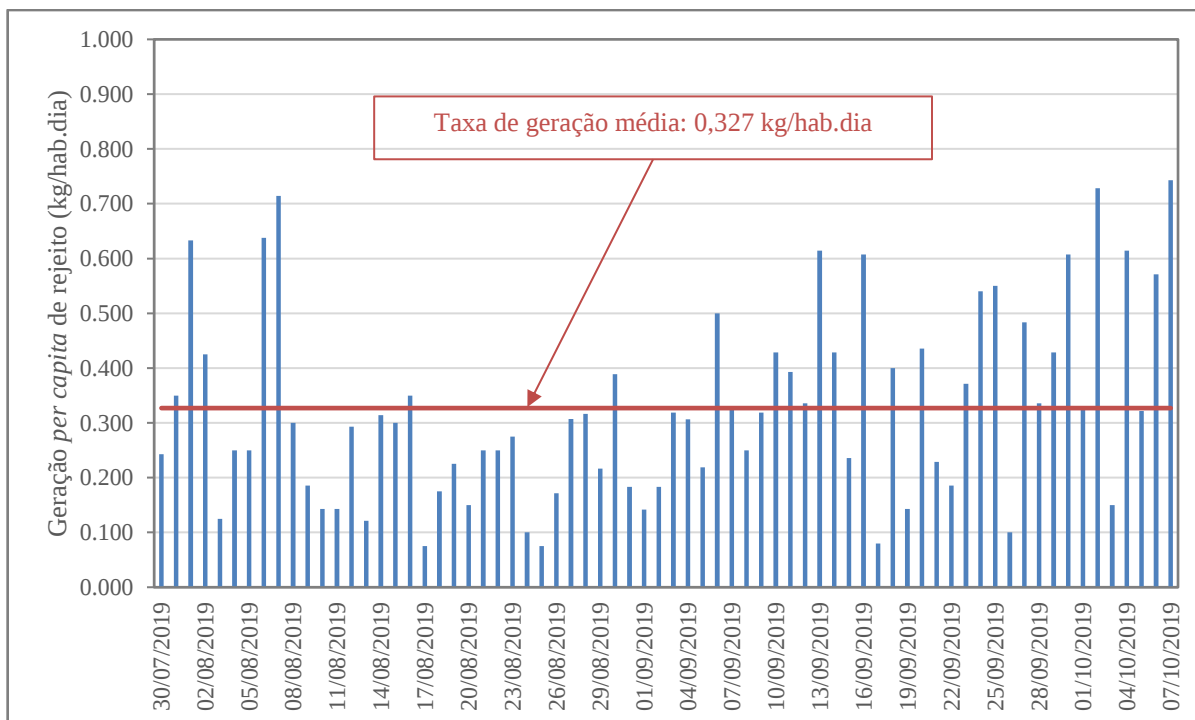
Nesta etapa da pesquisa, a porcentagem de recicláveis no total de resíduos foi de aproximadamente 13%. Com a palestra é possível perceber tanto uma diminuição nos rejeitos quanto nos recicláveis, uma vez que a taxa de geração dos recicláveis foi de 0,055 kg/hab.dia, enquanto no período antes da palestra esse valor tinha sido de 0,062 kg/hab.dia. Logo, a abordagem na palestra sobre práticas de redução e reaproveitamento de resíduos, pode ser um dos fatores que contribuíram para a redução na geração de resíduos no edifício.

5.5 Compostagem

A última estratégia adotada no edifício para minimização dos resíduos sólidos gerados foi a compostagem doméstica. Apenas um apartamento (correspondendo a 33% da população) concordou em implantar esta estratégia em sua residência. Essa taxa de aceitação é bem inferior a encontrada por Melo e Zanta (2016), onde 78% das residências estudadas aceitaram aderir a compostagem.

A taxa de geração *per capita* de rejeito calculada diariamente durante esta etapa e a respectiva média podem ser observados na Figura 17. A geração média de RSD no edifício por tipo de resíduos, encontra-se na Tabela 8.

Figura 17 - Taxa de geração *per capita* de rejeito no edifício durante a compostagem



Na Figura 17, tem-se uma taxa média de geração de rejeito de 0,327 kg/hab.dia, resultando numa redução de 33,26% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Ou seja, com a composteira doméstica, 33,26% dos resíduos gerados deixaram de ser enviados ao aterro sanitário. Porém com relação a etapa anterior (0,329 kg/hab.dia) a diminuição da taxa de rejeitos foi de apenas 0,61%. Em estudo realizado por Melo e Zanta (2016) com a composteira doméstica houve uma redução de 40% na quantidade de resíduos enviadas a coleta convencional, valor bastante superior ao encontrado nesta pesquisa (0,61%).

Em relação a geração total de resíduos (rejeito + recicláveis + compostáveis), observa-se pela Tabela 8, que foi gerado no edifício 0,394 kg/hab.dia, o que resulta numa diminuição de 19,6% com relação a taxa de geração calculada sem nenhuma intervenção (0,490 kg/hab.dia). Porém houve um aumento de 2,33% com relação a taxa de geração total após a sensibilização ambiental (0,385 kg/hab.dia).

Do total de resíduos gerados nessa etapa, 83,24% representa os rejeitos, 10,77% os recicláveis e 5,99% os orgânicos dispostos na composteira. Pode-se observar que houve uma diminuição no percentual de resíduos recicláveis recuperados e que o percentual de orgânicos recuperados ficou muito abaixo do percentual de orgânicos presentes nos RSD gerados no

edifício que é de 58,42%, segundo a composição gravimétrica. Essa discrepância se deu, devido apenas um apartamento ter aderido a esta estratégia, o que sugere a necessidade de uma maior conscientização por parte dos moradores.

Tabela 8 – Geração de RSD média do edifício após a compostagem doméstica

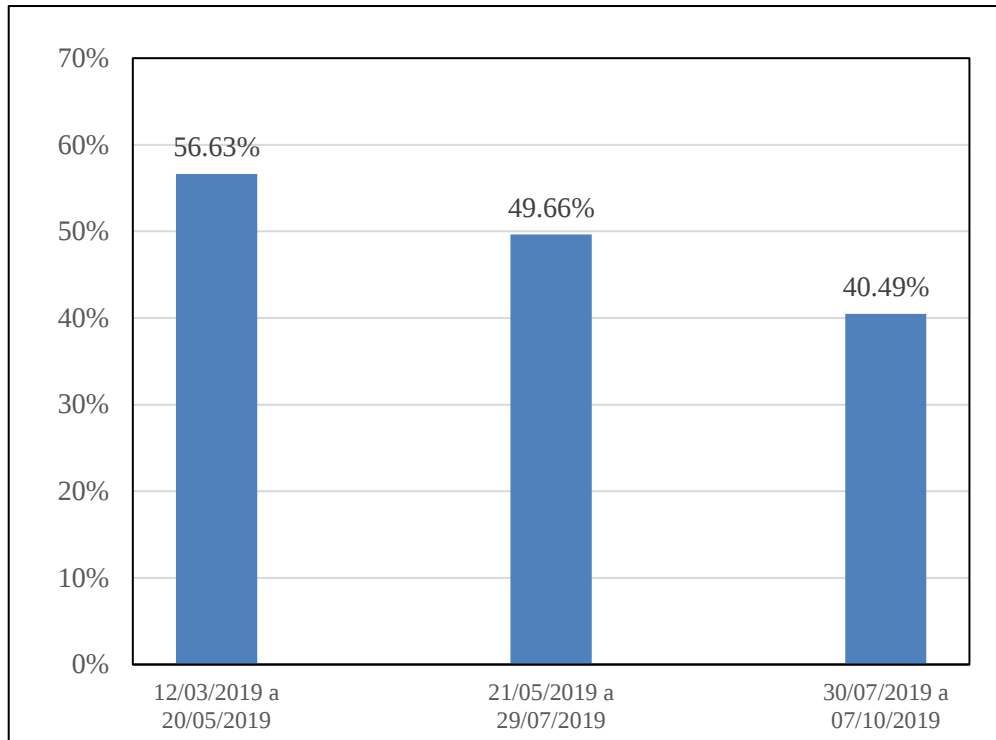
REJEITO		
quantidade de RSD (kg/dia)	2,154	83,24%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,327	
RECICLÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	0,279	10,77%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,043	
COMPOSTÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	0,155	5,99%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,024	
REJEITO + RECICLÁVEIS + COMPOSTÁVEIS		
quantidade de RSD (kg/dia)	2,587	100,00%
taxa de geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	0,394	

5.6 Potencial de recuperação de recicláveis

A Figura 18 mostra o potencial de recuperação de recicláveis durante a adoção de cada uma das estratégias. A composição gravimétrica dos RSD do edifício mostrou, conforme Figura 14, que 26,59% dos resíduos gerados no edifício são recicláveis. Logo, de acordo com o cálculo do potencial de recuperação de recicláveis durante cada etapa, tem-se que desses 26,59%, mais da metade, 56,63%, estava sendo separada durante a adoção da primeira estratégia (12/03/2019 a 20/05/2019). Porém durante a segunda (21/05/2019 a 29/07/2019) e a terceira estratégia (30/07/2019 a 07/10/2019), esse potencial foi de 49,66% e 40,49%, respectivamente em cada período. Com isso, percebe-se que esse percentual foi caindo com o tempo, sugerindo uma adoção constante de sensibilização ambiental.

Porém durante todos os períodos, esse potencial se encontrou bem acima do potencial de recuperação encontrado por Pinto e Mondelli (2017), onde o potencial real de recuperação com a coleta seletiva foi de 13,7%.

Figura 18 – Potencial de recuperação de recicláveis médio durante cada estratégia adotada



5.7 Análise de variância para os resíduos gerados no edifício

A análise de variância segundo o método gráfico GT-2 com nível de significância de 5% para o total de resíduos gerados no edifício antes da intervenção e após a adoção de cada uma das estratégias de minimização, pode ser observada na Figura 19. E os valores mínimo, médio e máximo encontrados com a análise de variância encontram-se na Tabela 9.

A partir da Figura 19 pode-se observar que houve uma diminuição significativa na produção de resíduos pelos moradores do edifício, após o início da adoção das práticas de minimização, porém entre as práticas não houve uma redução significativa. Pode-se também observar que a maior redução ocorreu com a sensibilização ambiental.

Figura 19 – Variação da taxa de geração *per capita* de RSD (totais) do edifício sem adoção de estratégias de minimização e após a coleta seletiva, a sensibilização ambiental e a compostagem

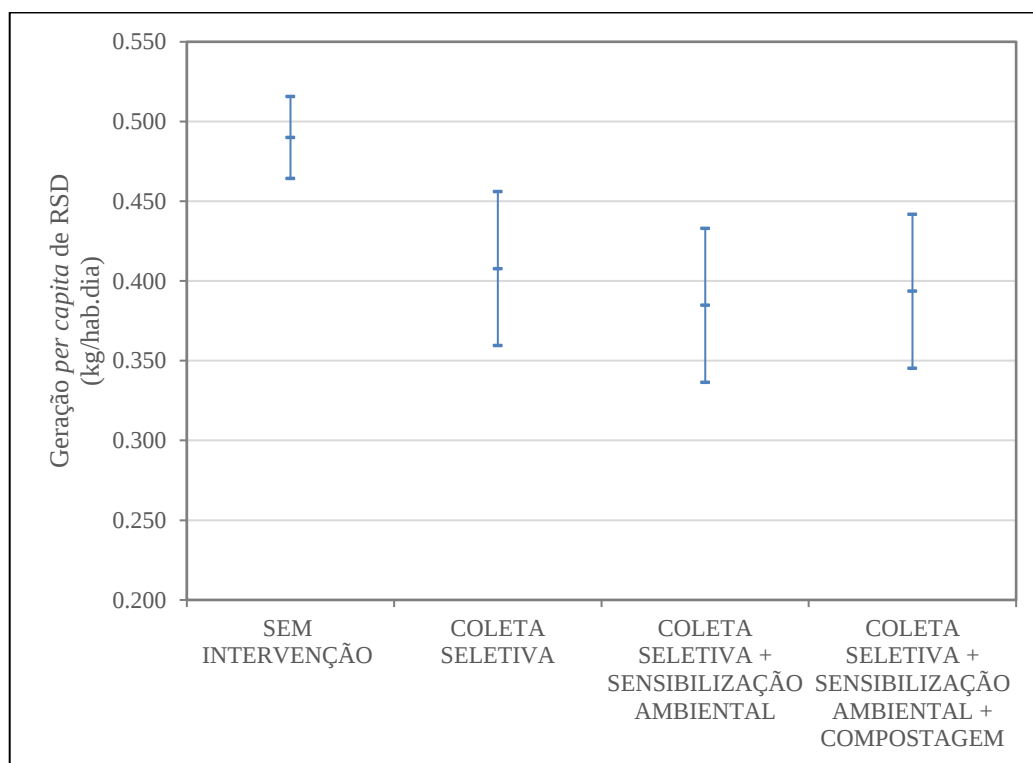


Tabela 9 – Valores mínimo, médio e máximo de cada etapa encontrados com a análise de variância para a geração *per capita* total de RSD no edifício (kg/hab.dia)

	SEM INTERVENÇÃO	COLETA SELETIVA	COLETA SELETIVA + SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL	COLETA SELETIVA + SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL + COMPOSTAGEM
MÁXIMO	0,516	0,456	0,433	0,442
MÉDIO	0,490	0,408	0,385	0,394
MÍNIMO	0,464	0,359	0,336	0,345

5.8 Análise de variância para os fluxos de resíduos provenientes do edifício serem dispostos em aterro sanitário

A análise de variância segundo o método gráfico GT-2 com nível de significância de 5% para os fluxos de resíduos provenientes do edifício a serem dispostos em aterro sanitário, após a adoção de cada uma das estratégias de minimização, pode ser observada na Figura 20.

E os valores mínimo, médio e máximo encontrados com a análise de variância encontram-se na Tabela 10.

Através da Figura 20 é possível observar que com a implantação da coleta seletiva, da sensibilização ambiental e da compostagem houve uma redução significativa na taxa de geração *per capita* de RSD que são efetivamente destinados ao aterro sanitário no edifício. Porém, entre cada estratégia não há uma diferença significativa entre as médias. Pode-se observar também, que a maior redução ocorreu com a compostagem.

Figura 20 – Variação da taxa de geração *per capita* de RSD destinados a coleta convencional sem adoção de estratégias de minimização e após a coleta seletiva, a sensibilização ambiental e a compostagem

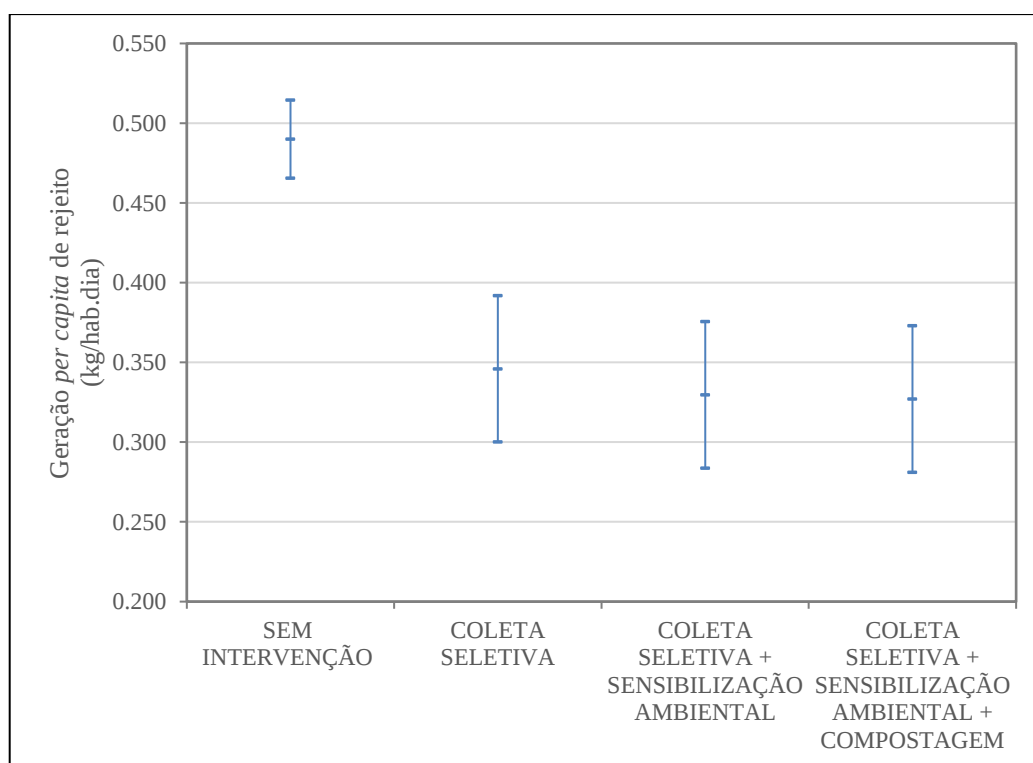


Tabela 10 - Valores mínimo, médio e máximo de cada etapa encontrados com a análise de variância para os fluxos de resíduos provenientes do edifício a serem dispostos em aterro sanitário (kg/hab.dia)

	SEM INTERVENÇÃO	COLETA SELETIVA	COLETA SELETIVA + SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL	COLETA SELETIVA + SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL + COMPOSTAGEM
MÁXIMO	0,515	0,392	0,375	0,373
MÉDIO	0,490	0,346	0,329	0,327
MÍNIMO	0,465	0,300	0,284	0,281

Esta redução da geração *per capita* de rejeitos no edifício, em termos de valor médio (de 0,490 kg/hab.dia para 0,327 kg/hab.dia), representa uma diminuição expressiva na quantidade de resíduos que seriam dispostos em aterros sanitários na cidade de João Pessoa. E portanto, prolongando bastante a vida útil do mesmo.

No entanto, este cenário positivo, não pode ser considerado como resultado definitivo e inalterável. Ainda se faz necessário manter o trabalho de educação ambiental, de forma que os moradores do edifício se mantenham sensíveis à questão ambiental, e permaneçam atuando como entes ativos na busca de um ambiente sustentável e saudável para todos.

6 CONCLUSÕES

A taxa de geração *per capita* média de RSD no edifício sem a adoção de nenhuma estratégia de minimização foi de 0,490 kg/hab.dia. A composição gravimétrica mostrou que a matéria orgânica representa a maior parte com 58,4%, já os recicláveis representaram 26,6%. E apenas 15,0% dos RSD podem ser considerados como rejeitos.

Com a adoção das estratégias de minimização da geração de resíduos, 33,36% dos RSD gerados no edifício deixaram de ser enviados ao aterro sanitário da cidade. Considerando cada estratégia em separado os percentuais de redução foram de 29% com a adoção da coleta seletiva, reduzindo de 0,490 kg/hab.dia para 0,346 kg/hab.dia, de 32,85% com a sensibilização ambiental, reduzindo de 0,346 kg/hab.dia para 0,329 kg/hab.dia e de 33,36% com a compostagem, reduzindo a geração *per capita* de 0,329 kg/hab.dia para 0,327 kg/hab.dia.

Do total de recicláveis presentes nos resíduos gerados no edifício (26,59%), mais da metade, 56,63%, estava sendo separada durante a adoção da primeira estratégia (12/03/2019 a 20/05/2019). Porém durante a segunda (21/05/2019 a 29/07/2019) e a terceira estratégia (30/07/2019 a 07/10/2019), esse potencial foi de 49,66% e 40,49%, respectivamente em cada período.

De acordo com a análise de variância, tanto em relação ao total de resíduos gerados, quanto em relação apenas aos resíduos destinados ao aterro sanitário, houve uma diminuição significativa na geração *per capita* de RSD após a adoção das estratégias, porém entre as estratégias embora tenha ocorrido diminuição, essa diminuição não foi significativa a um nível de significância de 5%.

Por fim, é possível concluir que as ações organizadas no edifício proveram a sensibilização e motivação dos moradores para a resolução de um problema ambiental tão sério, que é o da destinação inadequada dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULI, M. A.; TAVAKOLLI, H.; AZARI, A. Alternatives for solid waste management in Isfahan, Iran a case study. **Waste Management & Research**, v. 31, n. 5, p. 532-537. 2013.
- ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13591: Compostagem**. Rio de Janeiro, 1996.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2018/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 29 dez. 2019.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil - 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf . Acesso em: 20 out. 2018.
- AFROZ, R.; HANAKI, K.; TUDDIN, R.; AYUP, K. Survey of recycling behaviour in households in Dhaka, Bangladesh. **Waste management and Research**, v. 28, n. 6, p. 552-560, 2009.
- ALFAIA, R. G. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: A review. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 12, p. 1195-1209. 2017.
- ALI, N. E. H.; SIONG, H. C.; MOKHTAR, K.; TALMIZI, N. M.; SALEH, A. A. Solid waste management in Shah Alam City residential area. **Journal of Sustainability Science and Management**, v. 13, n. 1, p. 211-227, 2018.
- ALI, N. E. H., SIONG, H. C. Social Factors Influencing Household Solid Waste Minimisation. **MATEC Web of Conferences**, v. 66, n. 00048, p. 1 – 8, Jul. 2016.
- AL-KHATIB, I. A., MONOU, M.; ZAHRA, A. S. F. A.; SHAHEEN, H. Q.; KASSINOS, D. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 1131-1138. 2010.
- ALLEN, C. **Taiwan: Community Action Leads Government Toward Zero Waste**. GAIA, 2012. Disponível em: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/ZW-Taiwa-n.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.
- ALWAEI, M. An overview of municipal solid waste management in Poland. The current situation, problems and challenges. **Environment Protection Engineering**, v. 41, n. 4, p. 181–193. 2015.

AQUINO, J. G.; MOURA, G. B. Aspectos econômicos e financeiros da separação de resíduos sólidos urbanos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 195-200, abr/jun. 2014.

ATHAYDE JUNIOR., G. B.; BESERRA, L. B. S.; FAGUNDES, G. S. Sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares em bairros de classe média e alta de João Pessoa. **Revista de Estudo Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 73-88, jul./dez. 2007.

ATHAYDE JUNIOR, G. B.; ONOFRE, F. L.; BESERRA, L. B. S. Tax calculation proposal for waste collection based on the amount of residential solid waste. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 36, p. 15-21, 2014.

BAPTISTA, F. R. M. **A Vitória da Reciclagem**. No prelo, 1999.

BASSANI, P. D. **Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais – Estudo de caso em Vitória-ES**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2011. 187 f.

BASSANI, P. D. **Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis em Condomínios Residenciais no Município de Vitória (ES): Aspectos Econômicos e Ambientais**. 2009. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória, 2009.

BATISTA, F. G. A.; SOUSA NETO, J. B.; OLIVEIRA, D. S.; QUEIROZ, F. R. P. Percepção socioambiental sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares na zona urbana da Campina Grande – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 17 – 23. 2013.

BORTOLI, M. A. Processos de organização de catadores de materiais recicláveis: lutas e conformações. **Revista Katálisis**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 248-257, jul.-dez. 2013.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 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**. Diário Oficial da União de 03/08/2010. Brasília-DF. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Brasília, DF: MMA, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012.

BRITO, R. M. S. **Educação ambiental para manejo dos resíduos sólidos no IFMG, Campus Ouro Preto: uso da gestão do conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Sistema de Informação e Gestão do Conhecimento) – Fundação Mineira de Educação e Cultura (FUMEC), Faculdade de Ciências Empresariais. Belo Horizonte, 2016. 106 f.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Publicações FFLCH/USP, 3. Ed, 1999.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 17, n. 2, p. 171-180, abr./jun., 2012.

CARVALHO, V. S. **Educação ambiental urbana**. Rio de Janeiro: Wak, 2008.

CAVALCANTE, L. P. S.; SILVA, M. M. P. Influência da organização de catadores de materiais recicláveis em associação para a melhoria da saúde e minimização de impactos socioambientais. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p.1-13, jan./abr. 2015.

CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável; SECOVI - Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Comerciais e Residenciais de São Paulo. **Condutas de sustentabilidade do setor imobiliário residencial**. 2011. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Projeto/CBCS_Secovi_Condutas_Sustentabilidade.pdf . Acesso em: 28 jan. 2020.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **CEMPRE Informa**. Nº131, São Paulo, set-out 2013.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Manual de gerenciamento integrado do lixo municipal**. São Paulo: CEMPRE, 1995.

CHALMIN, P.; GAILLOCHET, C. **From Waste to Resource: an Abstract of World Waste Survey**. Available. 2009. Disponível em: http://www.veolia-environmentalservices.com/veolia/ressources/files/1/927,753,Abstract_2009_GB-1.pdf . Acesso em: 29 out. 2018.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Guia para a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios brasileiros de forma efetiva e inclusiva**. Rede Nossa, São Paulo. 2013.

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21**, 3. ed. Brasília-DF, Senado Federal, 2003.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. Gravimetric model of household solid waste and socio-economic profile in the city of Salinas/MG. **Revista Ibero – Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 73-90. 2012.

COSTA, M. P; SABINO S. N.; SOUZA, D. M; SILVA, M. M. P. Diagnóstico socioambiental de catadores e catadoras de materiais recicláveis que atuam no bairro das Malvinas, Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28., 2015. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2015.

COX, J. T.; YESILLER, N.; HANSON, J. L. Implications of variable waste placement conditions for MSW landfills. **Waste Management**, v. 46, p. 338-351, 2015.

DANGI, M. B.; PRETZ, C. R.; URYNOWICZ, M. A.; GEROW, K. G.; REDDY, J. M. Municipal solid waste generation in Kathmandu, Nepal. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 240-249, 2011.

DANTAS, M. T. N. S. **Gestão de resíduos sólidos em condomínio vertical: possibilidades e desafios**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande, 2017. 104 f.

DESA, A.; KADIR, N. B. A.; YUSOOF, F. A study on the knowledge, attitudes, awareness status and behaviour concerning solid waste management. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 18, p. 643–648. 2011.

EUROSTAT. **In 2012, 42% of treated municipal waste was recycled or composted**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/5180394/8-25032014-AP-EN.PDF/a-266b63d-3fb3-4b27-8a97-4dcc44c600c1> .Acesso em: 28 nov. 2019.

EUROSTAT. **Municipal waste generation and treatment, by type of treatment method**. Luxemburgo: Eurostat Press Office, 2016. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/municipal-waste-generation-and-treatment> . Acesso em: 12 mai. 2019.

FRANCHETTI, M. J. **A Systems Approach Solid Waste. Analysis & Minimization**, McGrawHill Companies, Inc., 2009.

FUDALA-KSIAZEK, S.; PIERPAOLI, M.; KULBAT, E.; LUCZKIEWICZ, A. A modern solid waste management strategy – the generation of new by-products. **Waste Management**, v. 49, p. 516–529. 2016.

GAJALAKSHMI, S.; ABBASI, S.A. Solid waste management by composting: state of the art. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 38, n. 5, p. 311-400, 2008.

GIDARAKOS, E.; HAVAS, G.; NTZAMILIS, P. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. **Waste Management**, v. 26, p. 668–679. 2006.

GILJUM, S.; LUTZ, C.; JUNGNTZ, A.; BRUCKNER, M.; HINTERBERGER, F. **Global Dimensions of European Natural Resource Use: First Results from the Global Resource Accounting Model (GRAM)**. Sustainable Europe Research Institute (SERI) and Institute for Economic Structures Research (GWS). Available. 2008. Disponível em: http://www.pe-tre.org.uk/pdf/Giljum%20et%20al_GRAMresults_pe-trE.pdf . Acesso em: 25 out. 2018.

GONÇALVES, A.T. T.; MORAES, F. T. F.; MARQUES, G. L.; LIMA, J. P.; LIMA, R. S. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Revista Ambiente e Água**, v. 13, n. 2, p. 1-20. 2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun. 2012.

GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história: Um guia para as prefeituras brasileiras**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

GU, B.; WANG, H.; CHEN, Z.; JIANG, S.; ZHU, W.; LIU, M.; CHEN, Y.; WU, Y.; HE, S.; CHENG, R.; YANG, J.; BI, J. Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 98, p. 67-75. 2015.

GUERRERO, A. L.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232. 2012.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. Washington, DC: World Bank, 2012.

HOORNWEG, D., LAM, D., CHAUDHRY, M. **Waste Management in China: Issues and Recommendations**. East Asia Infrastructure Development. Washington, DC: World Bank, 2005.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 10 jan.2020.

IPEA — Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos – Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf . Acesso em: 08 nov. 2018.

IPEA — Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão de resíduos sólidos - Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf . Acesso em: 20 out. 2018.

JACOBI, P. R., BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos na região metropolitana de São Paulo: avanços e desafios. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 90-104, abr./jun. 2006.

JACOBI, P. R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158. 2011.

KUMAR, P. R.; AMBIKA, J.; SOMASHEKAR, R. K. Assessment of the performance of different compost models to manage urban household organic solid wastes. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 11, p. 473-484, 2009.

LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto. **A Caracterização dos Resíduos Sólidos: Cadernos Técnicos N° 1**. Porto (PT): Lipor, 2000. Disponível em: www.lipor.pt. Acesso em: 18 nov. 2019.

LOPES, M. A. **Percepção ambiental dos moradores de viçosa sobre resíduos sólidos**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental) - Faculdade Redentor, Ponte nova, 2012. 50 f.

LUNA, Y. H. D. M.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; BATISTA, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Avaliação da eficiência da coleta seletiva em condomínio vertical de João Pessoa. In: Simpósio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 3., 2010, João Pessoa. **Anais...João Pessoa**: Universidade Federal da Paraíba, 2010.

MAIA, H. J. L; CAVALCANTE, L. P. S.; OLIVEIRA, A. G.; SILVA, M. M. P. Educação ambiental: instrumento de mudança de percepção ambiental de catadores de materiais recicláveis organizados em associação. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 13, p. 2797-2806, out.-dez. 2013.

MANO, E. B., PACHECO, E. B. A. V., BONELLI, C. M. C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2010. 42 p.

MAZETO, C. C.; ABREU, E. P. **Implantação de coleta seletiva em um condomínio residencial em Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Processos Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2014. 53 f.

MEDEIROS, J. E. S. F.; PAZ, A. R.; MORAIS JÚNIOR, J. A. Analysis of the evolution and future estimates of collected domestic solid waste in João Pessoa and its relation with other consumption indicator. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p 119-130, jan./mar. 2015.

MELO, S. L.; ZANTA, V. M. Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Domingos – Bahia. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 4, n. 2, p 169-180. 2016.

MENIKPURA, S.N.M.; SANG-ARUN, J.; BENGTTSSON, M. Integrated Solid Waste Management: an approach for enhancing climate co-benefits through resource recovery. **Journal of Cleaner Production**, v. 58, n. 1, p. 34-42. 2013.

MIEZAH, K.; OBIRI-DANSO, K.; KÁDÁR, Z.; FEI-BAFFOE, B.; MENSAH, M.Y. Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. **Waste Management**, v. 46, p. 15–27. 2015.

MINTON, A. P.; ROSE, R. L. The effects of environmental concern on environmentally friendly consumer behavior: An exploratory study. **Journal of Business Research**, v. 40, n. 1, p. 37-48. 1997.

MONTAGNA, A.*et al.* Curso de Capacitação. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: planejamento e gestão**. Florianópolis: AEQUO: 2012. 98p.

MORAES, T. (Coord). **Caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo**. São Paulo: PMSP/Limpurb. 2003. 133 p.

NABEGU, A. B. An Analysis of Municipal Solid Waste in Kano Metropolis, Nigeria. **Journal of Human Ecology**, v. 31, n. 2, p. 111-119. 2010.

NAGABOOSHNAME, J. K. **Solid waste generation and composition in Gaborone, Botswana. Potential for resource recovery**. 2011. Dissertação (Mestrado em Energia e Engenharia Ambiental) – Universidade de Linköping, Suíça. 2011.

NÓBREGA, C. C. **Viabilidade Econômica, com Valoração Ambiental e Social de Sistemas de Coleta Seletiva - estudo de caso: João Pessoa / PB**. 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - UFCG/CCT, Campina Grande. 2003. 177 p.

NUNES, S. **Coleta seletiva de materiais recicláveis em condomínios residenciais em Curitiba**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. 2004.

OKOT-OKUMU, J. **Solid waste management in African cities – East Africa**, Waste Management – An Integrated Vision, InTech. 2012. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/waste-management-an-integrated-vision/solid-waste-management-in-african-cities-east-africa> . Acesso em: 12 dez. 2019.

OLIVEIRA, E. S.; ALVES, C. E.; DOUHI, N. Análise da satisfação dos moradores em relação à coleta de lixo na comunidade rural de terra nova do Piquiri-PR. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 64-72, out/dez. 2012.

OLIVEIRA, S. A.; LEITE, V. D.; PRASAD, S.; RIBEIRO, M. D. Estudo da produção *per capita* de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande-PB. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 37-44, abr –jun, 2004.

ONOFRE, F.L. **Estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – PPGECA/UEPB, João Pessoa. 2011. 100 f.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Organic Waste Management in Latin America: Challenges and Advantages of the Main Treatment Options and Trends**. 2017.

ONU Habitat - Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos. **Solid waste management in the world's cities**. Water and Sanitation in the World's Cities. Washington, DC. 2010. Disponível em: https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/solid_waste_management_in_the_worlds-cities.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

PADILLA, A J.; TRUJILLO, J. C. Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. **Waste Management**, v. 74, p 16-33. 2018.

PATEL M. L.; JAIN, R.; SAXENA, A. Assessment of the Municipal Solid Waste & Status of Implementation of Municipal Solid Waste (Management & Handling), Rules, 2000 in the State of Madhya Pradesh, 2008 – A case study. **Waste Management & Research**, v. 29, n. 3, p. 558-562. 2010.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri-SP: Manole, 2004.

PINTO, R. A. F. R.; MONDELLI, G. Potencial de recuperação de recicláveis em um condomínio residencial de grande porte de São Caetano do Sul. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p 647-656, jul./ago. 2017.

PLAGANYI, E. E.; VAN PUTTEN, I.; HUTTON, T.; DENG, R. A.; DENNIS, D.; PASCOE, S.; SKEWES, T.; CAMPBELL, R. A. Integrating indigenous livelihood and lifestyle objectives in managing a natural resource. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 9, p. 3639-3644. 2013.

PMJP - Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Plano Municipal de Resíduos Sólidos, PMGIRS**. 2014. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/em-lur/planomunicipal-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 01 nov. 2018.

QUERINO, L. A. L. **Percepção ambiental acerca dos resíduos sólidos domiciliares: um estudo com os moradores de São Sebastião de Lagoa de Roça- PB**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, 2015, 77 p.

RAFIZUL, I. M.; ALAMGIR, M. Characterization and tropical seasonal variation of leachate: Results from landfill lysimeter studied. **Waste Management**, v. 32, p. 2080–2095. 2012.

REVEILLEAU, A. C. Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo da vida do produto. **Revista internacional de direito e cidadania**, n. 10, p. 163-174, jun. 2011.

REZENDE, R. M.; BOTRELI, E. P.; CARVALHO, A. M. Compostagem de resíduos agrícolas: uma fonte de substâncias húmicas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 4, p. 414 – 421. 2017.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 158p.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar - estudo de casos. **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 50-69, dez/2000.

SCHALL, J. **Does The Solid Waste Management Hierarchy Make Sense? Working paper series, Programme on Solid Waste Policy**. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, 1992.

SEIXAS, M. G.; BESERRA, L. B. S.; FAGUNDES, G. S.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. Composição gravimétrica e valor econômico de resíduos sólidos exclusivamente domiciliares

de bairros de classe média alta em João Pessoa. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 8., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Abes, 2006. p. 1-6.

SEMAS - Secretaria de meio ambiente e sustentabilidade. **Plano estadual de resíduos sólidos**. Recife, 2012. 306 p.

SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R. C. Municipal solid waste management in Indian cities – A review. **Waste Management**, v. 28, p. 459-467, 2008.

SILVA, A. C. Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais do nordeste brasileiro: o caso de Aracaju-SE e João Pessoa-PB. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2014. 156 f.

SINGH, J.; LAURENTI, R.; SINHA, R.; FROSTELL, B. Progress and challenges to the global waste management system. **Waste management & Research**, v. 32, n. 9, p. 800-812, 2014.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2115-2122. 2009.

SOARES, A. M. B.; SOARES, A. M. B. Análise de estudos gravimétricos de resíduos sólidos urbanos nas regiões brasileiras. In: Congresso de Iniciação Científica, 16., 2017, Ourinhos-SP. **Anais...** Ourinhos: UNIFIO, 2017. p. 1 -16.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry - The Principles and Practice of Statistics in Biological Research**. New York: W. H. Freeman and Company, 4 ed. 2012.

SOUSA FILHO, S. D.; SILVA, K. O. O condomínio horizontal fechado e a problemática ambiental – Mossoró/RN. **Geotemas**, v. 2, n. 2, p. 69-84, jul-dez 2012.

SOUZA, M. A; SILVA, M. M. P.; BARBOSA, M. F. N. Os catadores de materiais recicláveis e sua luta pela inclusão e reconhecimento social no período de 1980 a 2013. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3998-4010, dez. 2014.

SUTHAR, S.; SINGH, P. Household solid waste generation and composition in different family size and socio-economic groups: a case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 14, p. 56–63. 2015.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbanos do município de Pato Branco, PR. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 4, p. 23-33. 2006.

TAVARES, P.T.; ATHAYDE JUNIOR, G. B. Disposição final dos resíduos sólidos em 90 municípios paraibanos - Análise da condição atual frente às exigências da política nacional de resíduos sólidos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, p. 38-52, 2014.

THEMELIS, N. J.; MUSSCHE, C. **Energy and economic value of municipal solid waste (MSW), including Non-recycled Plastics (NRP), currently landfilled in the fifty states.** USA: Earth Engineering Center, 2014.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 59-85, 2009.

WALDMAN, M. A civilização do lixo. Entrevista concedida a Graziela Wolfart. **IHU On-Line**, n. 410, ano XII. 2012.

ZHANG, D. Q.; TAN, S. K.; GERSBERG, R. M. Municipal solid waste management in China: Status, problems and challenges. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 1623-1633, 2010.

ZHANG, H.; WEN, Z. G. Residents' household solid waste (HSW) source separation activity: A case study of Suzhou, China. **Sustainability**, v. 6, n. 9, p. 6446–6466. 2014.

APÊNDICE A

INFORMATIVOS SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
Informativo Coleta Seletiva – 11/03/2019

Trabalho de pesquisa: Minimização da geração de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso em condomínio na cidade de João Pessoa-PB.

Mestranda: Natália de Souza Guedes

Aos Condôminos(as) do Residencial Pérola

Gostaria de comunicar a implantação no edifício de mais uma etapa da minha pesquisa de mestrado que vem estudando estratégias de redução dos resíduos sólidos domiciliares, questão esta importantíssima no nosso atual contexto ambiental, social e econômico. **Dia 12/03 (terça-feira) darei início ao processo de Coleta Seletiva neste condomínio.** Conto com a compreensão, colaboração e participação de todos!

Haverá dois baldes coletores no edifício, localizados na parte lateral do prédio. A separação será baseada em dois tipos de resíduos.

1) O resíduo ORGÂNICO/NÃO RECICLÁVEL que são os restos de alimentos, cascas de verduras e frutas, e materiais que não são recicláveis como: madeira, tecido, pó de varrição, chicletes. Este balde será vermelho e terá a seguinte etiqueta:	
2) O resíduo RECICLÁVEL que são os papéis, papelões, plásticos, metais e vidros. Este balde será preto e terá a seguinte etiqueta:	

A seguir, informações adicionais sobre materiais recicláveis.

	RECICLÁVEIS	NÃO RECICLÁVEIS
PAPEL E PAPELÃO	Aparas de papel, jornais, revistas, caixas, papel de fax, formulários de computador, cartolinas, cartões, rascunhos escritos, envelopes, fotocópias, folhetos, impressos em geral, embalagens longa vida.	Adesivos, etiquetas, fita crepe, papel carbono, fotografias, papel toalha, papel higiênico, papéis e guardanapos engordurados, papéis metalizados, parafinados, plastificados, papéis de extrato bancário.
PLÁSTICO	Tampas, potes de frascos, embalagens de refrigerante, garrafas de água mineral, recipientes para produtos de higiene e limpeza, PVC, tubos e conexões, sacos plásticos, isopor.	Cabos de panela, tomadas, adesivos, espumas, cotonete, papel celofane
METAIS	Latas de alumínio (ex: latas de bebidas), latas de aço (ex: latas de óleo, sardinha, molho de tomate), tampas, ferragens, canos, esquadrias, arame, parafusos, papel alumínio.	Clipes, grampos, esponjas de aço, latas de tinta e verniz, pilhas.
VIDRO	Podem ser inteiros ou quebrados. Tampas, potes, frascos, garrafas de bebidas, copos, embalagens.	Espelhos, cristal, ampolas de medicamentos, cerâmicas e louças, lâmpadas, vidros temperados planos.

APÊNDICE B

**PALESTRA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS MINISTRADAS AOS MORADORES DO
EDIFÍCIO**



RESÍDUOS SÓLIDOS

▪ Definição

"Materiais heterogêneos resultante das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser reciclados e parcialmente utilizados gerando proteção à saúde pública e economia de energia e recursos."

Um terço do lixo tem destinação inadequada na América Latina e Caribe

Publicado em 20/10/2018 - 08:30 Por Cândia Bordin - Repórter da Agência Brasil - São Paulo

Um terço do lixo produzido nos países da América Latina e Caribe, o que representa 145 mil toneladas de resíduos, é descartado em locais inadequados diariamente, segundo relatório do setor de Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU). O Brasil responde por 25% do volume destinado de forma inadequada na região.

Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial

Publicado em 01/10/2018 - atualizado em 01/10/2018 TAMANHO DA LETRA

De acordo com o organismo da ONU, 99% dos produtos que compramos são jogados fora dentro de seis meses. Para acomodar os 7,6 bilhões de moradores do mundo, suprir o uso de recursos e absorver o lixo gerado, seria necessário 70% de outro planeta Terra.

"O volume de lixo no mundo é enorme. Uma parte é reciclada, mas muito (dele) é simplesmente descartado, causando problemas de saúde para as pessoas, seus animais e poluindo nosso meio ambiente. A quantidade de lixo produzido por indivíduos, comunidades, empresas, instituições, mercados e fábricas continua a crescer tremendamente", alertou Sharif.

Estimativa revela que quantidade de lixo produzido no mundo será 70% maior em 2030

Equipe XCycle

Segundo o Pnuma, a consequência da gestão incorreta dos resíduos pode causar grandes danos a população

PREJUÍZOS CAUSADOS PELO LIXO

- Poluição das águas, mares, rios, lagos, oceanos, lençóis subterrâneos;
- Poluição visual;
- Mau cheiro e odores;
- Deslizamento de terra (acumulada em topo de morros);
- Assoreamento de rios, lagos e manguezais (podendo causar até a morte);
- Inundação nas grandes cidades, entupimento ou obstrução de bueiros e bocas de lobo;
- Destruição da Fauna e Flora (aquática e terrestre).
- Doenças através dos seus vetores (ratos, moscas, baratas, mosquitos, etc.).

O QUE FAZER?

Tudo bem, não tem jeito de viver sem produzir lixo. Mas será que há um meio de conviver de uma forma mais civilizada com os resíduos que produzimos?



A população nem sempre se dá conta de que a lata de lixo não é um desintegrador instantâneo da matéria que lá é colocada.

REDUZIR

- É consumir menos. Evitar a geração de resíduos. Isso só é possível com uma mudança dos nossos hábitos de consumo.
- Procure sempre produtos mais duráveis;
- Compre apenas o suficiente para consumo, evite desperdício de produtos e alimentos;
- Reforme e conserte os objetos, no lugar de substituí-los por outros;
- Evite comprar legumes, frios e carnes em bandejas de isopor, que não são recicláveis.
- Recuse embrulhos e embalagens supérfluas na hora de fazer compras. Quando for ao supermercado, leve uma sacola de lona para dispensar os saquinhos de plástico.
- Pilhas - substitua as pilhas comuns pelas recarregáveis, que têm um tempo de vida útil muito maior.



REUTILIZAR

- Forma de evitar que vá para o lixo aquilo que não é lixo. É ser criativo, inovador, usar um produto de várias maneiras.

Exemplos:

- Reutilizar os potes de margarina como recipientes para congelar alimentos.
- Utilizar canecas rachadas como mini vasos.
- Aproveitar os dois lados das folhas de papel.
- Não jogar fora aquele livro que não quer ler mais. Doar para uma escola ou biblioteca pública.
- Doar o que ainda pode ser usado por outras pessoas para brechós e instituições de caridade: roupas, sapatos, móveis, bijouterias, brinquedos, CDs, DVDs.



RECICLAR

Se não deu para reduzir nem reutilizar, a melhor solução é enviar as embalagens pós-consumo para a **reciclagem**.

Reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíram.



COLETA SELETIVA

A coleta seletiva é uma forma de se diferenciar o lixo diretamente no seu gerador para serem coletados com a finalidade de serem reciclados.



COMO SELECIONAR?

- Cada um pode ajudar na coleta seletiva, basta colocar o lixo gerado no lugar certo.
- Para isso a coleta seletiva pode ser feita através da separação dos resíduos em dois ou em mais coletores.
- Utilizando apenas dois recipientes, basta separar o lixo em "recicláveis" e "não recicláveis". Fácil, não?



Reciclável	Não Reciclável
ATENÇÃO: Papel higiênico, guardados e restos de frutas não são recicláveis	
PAPEL ● Jornais e revistas ● Folhas de caderno ● Papéis de computador ● Envelopes ● Processos / Apontamentos / Resumos ● Cartões postais / Folhetos ● Papéis toalha ● Papelões / Caixas em geral ● Folhas de papel	
METAL ● Latas de Bala de Bordo ● Óleo, latas, enlatados em geral ● Lata de alumínio ● Lata de latão ● Chaves sucatas	
VIDRO ● Garrafas em geral ● Recipientes em geral ● Copos ● Frascos (cosméticos, perfumes, remédios, etc.)	
PLÁSTICO ● Copos plásticos ● Copinhos de café ● Sacos plásticos ● Embalagens de margarina ● Embalagens de material de limpeza ● Embalagens de refrigerantes ● Cintas e tubos ● Vasos plásticos	
PAPEL ● Papéis sujos ou engordurados ● Papel higiênico / guardanapos ● Papéis metalizados (alumínio) ● Papéis parafinados (papel) ● Papéis Plásticos (capa de caderno) ● Papel carbono ● Envelopes ● Etiquetas adesivas ● Flocos de cigarro ● Papéis de fax	
METAL ● Cacos ● Grampos ● Espuma de aço ● Cacos	
VIDRO ● Espelhos ● Lâmpadas ● Cerâmicas ou barro (utilize como estufa) ● Porcelana ● Tubos de TV ● Vidro temperado (carro, ferros, cristais, etc.) ● Anéis de remédios	
PLÁSTICO ● Cacos de panela ● Tornos ● Embalagens de plástico ● Misturas de papel, plástico e metal (embalagem de leite de caixinha) ● Fitas de vidro ● Acrílicos	

DESTINAÇÃO FINAL



Lixo Reciclável:
Deverá ser encaminhado para cooperativa de catadores, ou usina de reciclagem. No condomínio o lixo reciclável, após a implantação da coleta seletiva, é levado uma vez por semana para cooperativa de catadores.

Lixo Orgânico:
Deverá ser encaminhado para usina de compostagem. No condomínio, o lixo orgânico, é descartado junto com o rejeito e coletados pela Emlur, que encaminha para o aterro.

Rejeitos:
Devem ser levados para a destinação final, no caso de João Pessoa, para um aterro sanitário. No condomínio, o rejeito é coletado pela Emlur que encaminha para o aterro.



COMPOSTAGEM

Consiste em transformar os resíduos orgânicos domésticos em adubo orgânico.

Qualquer um pode fazer!

Materiais:

- 3 baldes com tampa
- furadeira
- lixa
- fita isolante
- torneira
- serragem ou folhas secas
- terra
- minhocas

Passo a passo:



Passo a passo:



1/4 DE TERRA NO BALDE 1

O que pode e o que não pode ir numa composteira?

- O que pode sempre: frutas, verduras, legumes, grãos, sementes, saquinhos de chá, borra e filtro de café e cascas de ovos.
- O que pode de vez em quando: frutas cítricas, laticínios, comidas cozidas, guardanapos e flores ou ervas medicinais.
- O que não pode: carnes, limão, temperos fortes (alho, pimenta, cebola), líquidos (iogurte, caldos, sopas, etc), óleos e gorduras, fezes de animais domésticos e papel higiênico.

Para ajudar no processo de compostagem, o ideal é não colocar as cascas dos restos de alimentos inteiras, e sim, picadas grosseiramente.





A reciclagem na Suécia é tão revolucionária que eles estão ficando sem lixo

Por Juliana Blum, em 21.11.2016

Brasil produz mais lixo, mas não avança em coleta seletiva

Uso de lixões cresce, taxa ou incentivos seriam boa saída, diz especialista

Menos de 1% do resíduo orgânico é tratado no país

Compostagem teria o potencial de reduzir emissões de gases de efeito estufa correspondentes à retirada de 7 milhões de automóveis das ruas

Brasil perde R\$ 3 bilhões ao ano por não reciclar resíduos

Valor se refere ao que poderia ser obtido com os 45 milhões de toneladas de recicláveis que ficam para lixões nos últimos 3 anos

SEJA UM AGENTE MULTIPLICADOR!

- Se o seu colega continua pensando: "não adianta nada separar, dentro do caminhão juntam tudo" ou "jogar um papelzinho de bombom pela janela não vai mudar o planeta", converse com ele!
- Explique como é fácil contribuir para que o lixo tenha o destino correto!
- Adote essa ideia e seja um agente multiplicador, contribuindo para a preservação do meio ambiente.



OBRIGADA

**PRESEERVE O
MEIO AMBIENTE**

