



RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS EM JOÃO PESSOA/PB: COMPARATIVO DAS TAXAS DE GERAÇÃO ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Mariana Moreira de Oliveira (*), Gilson Barbosa Athayde Júnior, Matheus Vieira Carvalho, Joácio de Araújo
Morais Júnior

* Universidade Federal da Paraíba (Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental), marianamoreira@hotmail.com

RESUMO

O aumento da geração de RSU vem causando diversos impactos ambientais negativos. A fim de regulamentar a gestão dos resíduos sólidos no Brasil foi promulgada a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instrumento este que estimula a adoção de padrões sustentáveis na gestão desses resíduos. O presente trabalho tem por objetivo comparar as taxas de geração de RSD em condomínios residenciais em dois períodos distintos: antes (período I) e depois (período II) da promulgação da PNRS no Brasil. Além disso, analisar a percepção da população dos condomínios abordados neste trabalho quanto à problemática e sua disposição para implantação de medidas de minimização da geração de tais resíduos. Para analisar a evolução da taxa de geração dos resíduos sólidos domiciliares, comparou-se esta grandeza em três condomínios (A, B e C) e em dois períodos distintos: antes (período I) e após (período II) a implantação da PNRS. A fim de conhecer o grau de conscientização dos moradores em relação à problemática dos resíduos sólidos e sua disposição a implantar medidas de minimização dos mesmos foi distribuído um questionário a todos os moradores dos condomínios analisados na pesquisa. A análise de variância revelou que não existem diferenças significativas, ao nível de 5%, entre as taxas de geração de antes e de depois da PNRS para os condomínios A e B. Por outro lado, encontrou-se uma diferença (redução de 15%) significativa (ao nível de 5%) entre a taxa dos dois períodos para o condomínio C. De acordo com os resultados, 77% (média dos três condomínios) dos moradores estão dispostos a adotar medidas de minimização no seu cotidiano. Essa disposição está possivelmente relacionada ao grau de conscientização dos moradores, uma vez que 72% (média dos três condomínios) afirmaram ter conhecimentos de diversos aspectos concernentes a esse resíduo. Conclui-se que, apesar de passados quase dez anos da implementação da PNRS no Brasil, houve poucos avanços no tocante a redução da quantidade de resíduos produzidos nos condomínios da amostra. No entanto, a maioria dos moradores que responderam os questionários mostram-se conscientes quanto a problemática dos resíduos sólidos e dispostos a implantarem medidas que visem minimizar a geração dos resíduos bem como a quantidade a ser encaminhadas à aterros sanitários, através da reciclagem por exemplo.

PALAVRAS-CHAVE: Taxa de geração, PNRS, resíduos sólidos, resíduos residenciais, grau de conscientização

ABSTRACT

The increase in the generation of MSW has been causing several negative environmental impacts. To regulate solid waste management in Brazil, Law 12305/2010 was enacted, which deals with the National Solid Waste Policy (PNRS), an instrument that encourages the adoption of sustainable standards in the management of this waste. The present study aims to compare household waste generation rates in residential condominiums in two different periods: before (period I) and after (period II) of the PNRS enactment in Brazil. Besides, analysing the perception of the condominium population addressed this work on problems and their willingness to implement measures to minimize waste generation. To analyse the evolution of the generation rate of household solid waste, this quantity was compared in three condominiums (A, B, and C) and two different periods: before (period I) and after (period II) the implementation of PNRS. To know the degree of awareness of residents concerning the issue of solid waste and their willingness to implement measures to minimize it, a questionnaire was distributed to all residents of the condominiums analysed in the survey. The analysis of variance revealed that there are no significant differences, at the 5% level, between the generation rates before and after the PNRS for condominiums A and B. On the other hand, a difference was found out (reduction of 15%) significant (at the 5% level) between the rate of the two periods for condominium C. According to the results, 77% (average of the three condominiums) of residents are willing to adopt measures to minimize the waste generation their daily lives. This disposition is possibly related to the residents' degree of awareness, since 72% (average of the three condominiums) claimed to know several aspects concerning this waste. It is concluded that, despite almost ten years after the implementation of the PNRS in Brazil, there has been little progress in terms of reducing the amount of household waste produced in the sample condominiums. Although, most residents who answered the questionnaires are aware of the problem of solid waste and are willing to implement measures to minimize the generation of waste as well as the quantity to be sent to landfills, through recycling, for example.

KEY WORDS: Generation rate, PNRS, solid waste, household waste, degree of awareness.



INTRODUÇÃO

Diariamente grande quantidade de resíduos é produzida no mundo. No Brasil, no ano de 2018, estima-se que foram geradas entre 63 (SNIS, 2019) e 79 (ABRELPE, 2019) milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU). Dentre os resíduos sólidos, há os domiciliares (RSD), resultantes de atividades domésticas em residências e que fazem parte, juntamente com os resíduos de limpeza urbana (RPU), dos RSU. De acordo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), no Brasil, os RSD representam, em média, 75% do total dos RSU.

O aumento da geração de RSU vem causando diversos impactos ambientais negativos. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública E Resíduos Especiais – ABRELPE, em 2019, muitos municípios destinaram seus resíduos de forma inadequada, somando um total de 15 milhões de toneladas de resíduos (ABRELPE, 2019). Como resultado dessa situação, diversos impactos ambientais e na saúde humana podem ser elencados, a exemplo da poluição do solo, da água, proliferação de vetores transmissores de doenças, ocorrência de enchentes, etc.

A fim de regulamentar a gestão dos resíduos sólidos no Brasil foi promulgada a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instrumento este que estimula a adoção de padrões sustentáveis na gestão desses resíduos, preconizando a seguinte hierarquia: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Essa tendência de redução da produção de resíduos é observada em diversos países na Europa, tornando-se o principal objetivo nas suas políticas de gestão. A Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, também prioriza a não geração na gestão dos resíduos: prevenção, preparação para reutilização, reciclagem, outra recuperação, em especial recuperação de energia, e disposição final (UNIÃO EUROPEIA, 2008).

O presente trabalho tem por objetivo comparar as taxas de geração de RSD em condomínios residenciais em dois períodos distintos: antes (período I) e depois (período II) da promulgação da PNRS no Brasil. Além disso, analisar, para a população dos condomínios abordados neste trabalho, sua percepção quanto à problemática e sua disposição para implantação de medidas de minimização da geração de tais resíduos.

Taxa de geração de RSU e RSD

Uma importante etapa na gestão dos resíduos é conhecer a quantidade de resíduo gerada, fundamental para a fase de diagnóstico, prevista em vários instrumentos da PNRS. Esse consiste em realizar uma análise quantitativa e qualitativa dos diferentes tipos de resíduos sólidos. Segundo Monteiro (2001) a determinação da geração *per capita* é um parâmetro essencial para o gerenciamento do sistema de limpeza urbana, tais como a projeção das quantidades de resíduos a coletar e a dispor, bem como para o dimensionamento da frota de veículos, a determinação da taxa de coleta e o dimensionamento de todas as unidades do sistema. Portanto, muitos estudos têm buscado determinar a taxa de geração (Tabela 1). De acordo com ABRELPE (2019) a média nacional é 1,039 kg/hab.dia de RSU. Visto a importância dos RSD nos resíduos produzidos no município, parte da literatura está direcionada a conhecer a geração e composição dos mesmos.

Tabela 1. Taxa de geração de RSD

Resíduo	Taxa de geração (kg/hab.dia)	Localidade	Fonte
RSD	0,48	Annaba, Algeria	Cheniti et al (2013)
RSD	0,53	João Pessoa, PB, Brasil ^a	Athayde Júnior et al (2014)
RSD	0,79	João Pessoa, PB, Brasil ^b	Athayde Júnior et al (2014)
RSD	0,35	Xiamen, China	Xiao et al (2015)
RSD	0,25	Medan Tuntungan, Indonesia;	Khair et al (2019)
RSD	0,23	Medan Labuhan, Indonesia	Khair et al (2019)

^a Apartamentos em edificações multifamiliares.

^b Residências unifamiliares

Como pode-se observar na Tabela 1, os valores da taxa de RSD variaram de 0,23 a 0,79 kg/hab.dia nas localidades estudadas. Na cidade de Annaba, Cheniti et al (2013) investigaram a composição e geração dos RSD em diferentes épocas do ano. Os autores observaram variações na geração dos resíduos nas diferentes estações e tipos de moradias, com média de 0,48 kg/hab.dia. Athayde Júnior et al (2014) analisaram a geração de RSD em edificações multifamiliares (0,79 kg/hab.dia) e residências unifamiliares (0,53 kg/hab.dia) e obtiveram valores distintos para as taxas, com valor superior no último tipo de residência. Segundo os autores esse aumento é atribuído à existência de jardins. Com base na técnica de amostragem espacial multi-objeto, Xiao et al (2015) selecionaram 191 residências na região de rápida urbanização de Xiamen. Os resultados revelaram disparidade na geração de RSD entre as residências, com média de 0,35 kg/hab.dia. No

estudo de Khair et al (2019) foi estimado a geração e composição das cidades de Medan Tuntungan e Medan Labuhan, obtendo valores de 0,25 e 0,23 kg/hab.dia, respectivamente.

METODOLOGIA

Caracterização da amostra

Na presente pesquisa foram analisados três condomínios localizados na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. Algumas características dos condomínios mencionados, denominados de A, B e C, estão listadas na Tabela 2.

Tabela 1. Características dos condomínios analisados

Condomínio	Quantidade de apartamentos	População média (hab)		Quantidade de apartamento não ocupados durante o período II
		Período I (2005-2006)	Período II (2019)	
A	96	322	278	7
B	13	37	35	2
C	28	90	74	5

Os condomínios da amostra possuem padrões semelhantes e histórico da taxa de geração de RSD (ATHAYDE JÚNIOR et al, 2007). A maioria dos moradores nos três condomínios possuem renda mensal entre 4 e 20 mil reais (Figura 1) e possui ensino superior ou pós-graduação (Figura 2).

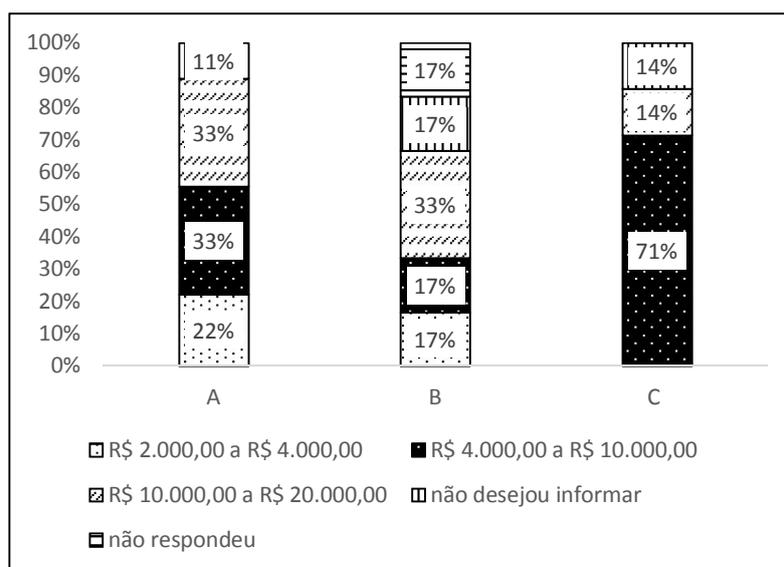


Figura 1: Renda média dos condomínios da amostra. Fonte: Autor do Trabalho.

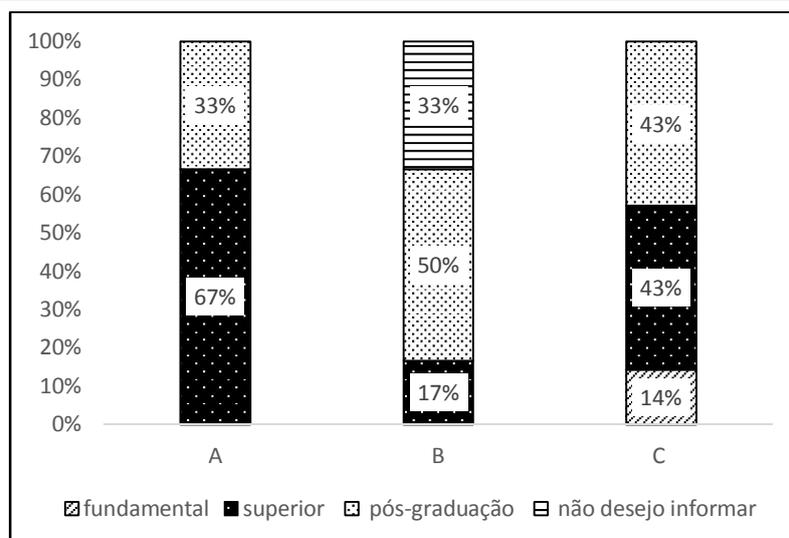


Figura 2: Escolaridade dos condomínios da amostra. Fonte: Autor do Trabalho.

Taxa de Geração de RSD

Para analisar a evolução da taxa de geração dos resíduos sólidos domiciliares, comparou-se esta grandeza em três condomínios (A, B e C) e em dois períodos distintos: antes (período I, em 2005/2006) e após (período II, em 2019) a implantação da PNRS (promulgada em 2010).

A taxa de geração dos RSD, em kg/hab.dia, foi obtida através da razão entre massa de RSD e a população no período estudado (Equação 01).

$$Tx = (\text{massa de RSD (kg) em n dias}) / (\text{nº moradores (hab)} * \text{n dias}) \quad \text{equação (1)}$$

Os dados referentes ao período I (84 dias ininterruptos de pesagens) foram levantados por Athayde Júnior et al (2007) e cedidos para elaboração do presente trabalho. Os dados para o segundo período foram obtidos por meio da pesagem diária dos resíduos durante 60 dias, de junho a agosto de 2019 nos condomínios da amostra.

Análise estatística da taxa de geração dos RSD

Para comparação da taxa de geração média entre os dois períodos, em cada condomínio, foi utilizada análise de variância que é um procedimento estatístico que analisa a variação de dados de duas ou mais amostras por meio de testes de hipóteses. Foi adotado nível de significância de 5%.

Grau de conscientização sobre resíduos sólidos

A fim de conhecer o grau de conscientização dos moradores em relação à problemática dos resíduos sólidos e sua disposição a implantar medidas de minimização dos mesmos foi distribuído um questionário a todos os moradores dos condomínios analisados na pesquisa.

RESULTADOS

Taxa de geração dos RSD

Na Figura 3 são apresentadas as taxas de geração de RSD nos três condomínios, antes e após a promulgação da PNRS. Os valores obtidos variaram de 0,508 a 0,541 kg/hab.dia e 0,460 a 0,528 kg/hab.dia, para os períodos I e II, respectivamente. Percebe-se que os valores de taxa de geração RSD encontrados em ambos os períodos estão dentro do intervalo observado na literatura (0,21 e 0,79 kg/hab.dia), ver Tabela 1.

A análise de variância revelou que não existem diferenças significativas, ao nível de 5%, entre as taxas de geração de antes e de depois da PNRS para os condomínios A e B. Por outro lado, encontrou-se uma diferença (redução) significativa (ao nível de 5%) entre a taxa dos dois períodos para o condomínio C, que passou de 0,541 para 0,460 kg/hab.dia (redução

de 15%). Percebe-se, portanto, que os efeitos potenciais da PNRS na redução dos RSD ainda não são completamente expressivos para esta população estudada.

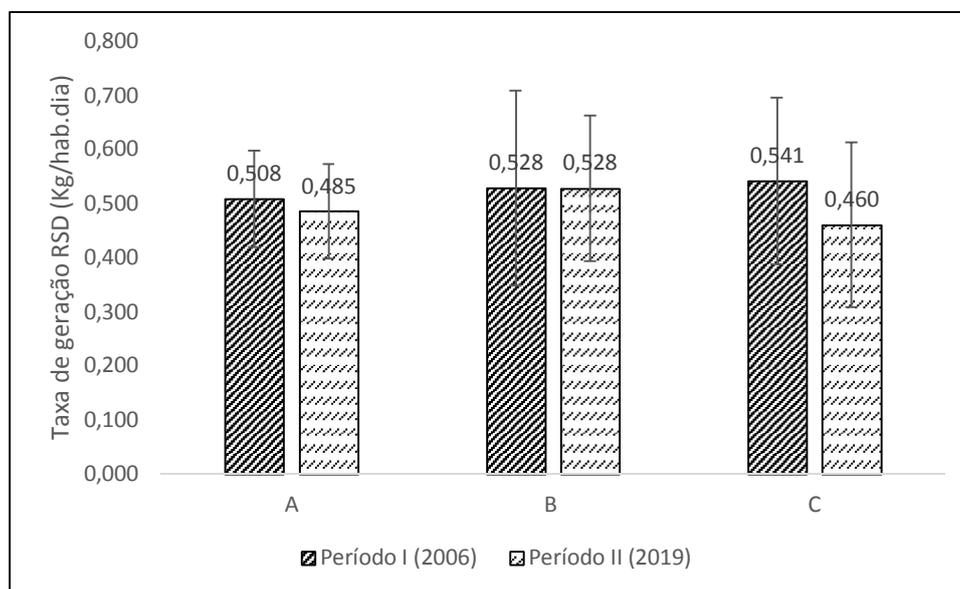


Figura 3: Taxa de geração dos RSD antes (período I) e após (Período II) a PNRS. Fonte: Autor do Trabalho.

Estudos sobre os avanços da PNRS em seus diversos aspectos tem observado que a PNRS não tem sido muito eficaz na redução da geração de resíduos sólidos, a nível nacional, um dos principais objetivos da política (OKAWARA, 2018; CETRULO ET AL. 2018; DIAS, 2019). No entanto, uma análise específica por regiões mostrou uma redução de 37,8% na quantidade *per capita* de resíduos gerados no Nordeste, entre os anos de 2008 e 2015, que pode ser atribuída à influência da PNRS (DIAS, 2019). Segundo Cetrulo et al (2018) a dificuldade de diminuir a geração dos resíduos pode estar relacionada a ausência na PNRS de aspectos relacionado ao consumo sustentável.

Grau de conscientização sobre resíduos sólidos

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os resultados dos questionários aplicados à população dos condomínios. Os percentuais de retornos dos questionários, calculado com base no número de apartamentos efetivamente ocupados, foram de 10, 55, e 30% para os condomínios A, B e C, respectivamente.

De acordo com os resultados, 77% (média dos três condomínios) dos moradores estão dispostos a adotar medidas de minimização no seu cotidiano, tais como: diminuir o uso de embalagens e produtos descartáveis; reutilizar itens que permitam tal ação (reutilização de papel, embalagens de vidro, embalagens de plástico, etc); separar o resíduo seco e úmido da sua residência; e realizar a compostagem caseira da fração orgânica dos RSD (Figura 4). Essa disposição está possivelmente relacionada ao grau de conscientização dos moradores, uma vez que 72% (média dos três condomínios) afirmaram ter conhecimentos de diversos aspectos concernentes a esse resíduo (Figura 5). No entanto, o baixo percentual de retorno dos questionários pode refletir a falta de interesse dos demais moradores sobre a temática.

Segundo Godoy (2013) a participação da população no processo da gestão dos resíduos sólidos é fundamental para obter resultados satisfatórios. Essa participação está prevista na PNRS, a qual estabelece a responsabilidade compartilhada dos resíduos sólidos, envolvendo diversos atores, inclusive os geradores de pequeno porte. Cetrulo et al (2018) afirma que essa ausência de participação da população tem impactos negativos na taxa de geração resíduos, bem como na destinação final dos mesmos. De acordo Lavnitcki et al (2018) apesar da PNRS ser um grande marco na gestão dos resíduos sólidos do país, ainda não estabeleceu grande mudança no comportamento da sociedade no tocante a temática dos resíduos. Conforme Okawara (2018) as mudanças da sociedade como um todo estão mais relacionadas à não geração, à redução e ao aumento do tratamento dos resíduos sólidos do que melhoria dos serviços proporcionados pela implementação de planos municipais, previstos na PNRS. Segundo Bernad-Beltrán et al (2014) a existência de campanhas de conscientização podem aumentar o nível de participação na coleta seletiva dos resíduos. Nesse sentido, um ponto positivo observado é que grande parte dos moradores (82%, média dos três condomínios) está disposta a receber mais informações em seu condomínio, em forma de curta palestra, sobre a diminuição dos impactos gerados pelo descarte e/ou disposição inadequada (item 6), passo inicial para a participação da população no processo de gestão.



Como pode ser visto na Figura 5, a maioria dos moradores afirma desconhecer a quantidade de resíduos gerada no seu condomínio, contudo, diz estar ciente do percentual de resíduos recicláveis e dos que podem ser transformados em biofertilizante (compostagem) e/ou biogás (biometanização). A totalidade concorda que a redução da geração de resíduos sólidos é uma importante medida para a manutenção de um meio ambiente equilibrado. Assim como, a maioria afirma ter o conhecimento que os resíduos sólidos têm relação com a geração de gases do efeito estufa, bem como que a compostagem de resíduos sólidos orgânicos pode ser realizada adequadamente em domicílios (Figura 5).

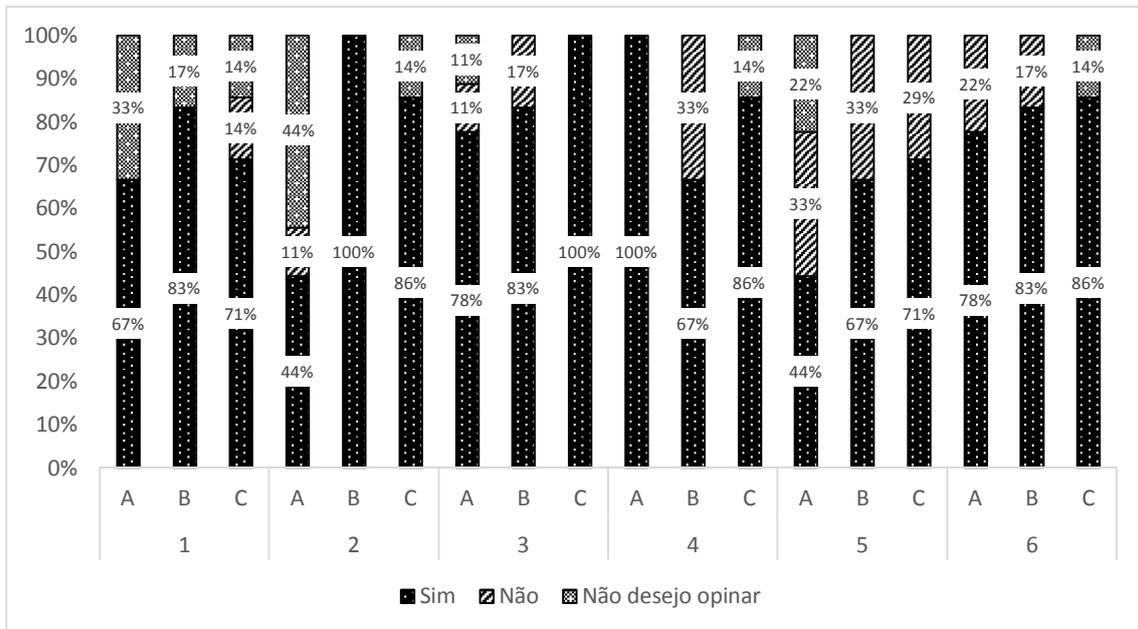


Figura 4: Disposição à implantação das estratégias de minimização. 1- Disposição a diminuir o uso de embalagens que podem ser evitadas; 2- Disposição a diminuir o uso de produtos descartáveis que podem ser evitadas; 3- Disposição a reutilizar item que permitam tal ação (reutilização de papel, embalagens de vidro, embalagens de plástico, etc); 4- Disposição a separar o resíduo seco do úmido da sua residência; 5- Disposição a realizar a compostagem caseira do resíduo úmido da sua residência; 6- Disposição a receber mais informações em seu condomínio, em forma de curta palestra, sobre a diminuição dos impactos gerados pelo descarte e/ou disposição inadequada. Fonte: Autor do Trabalho. Fonte: Autor do Trabalho.

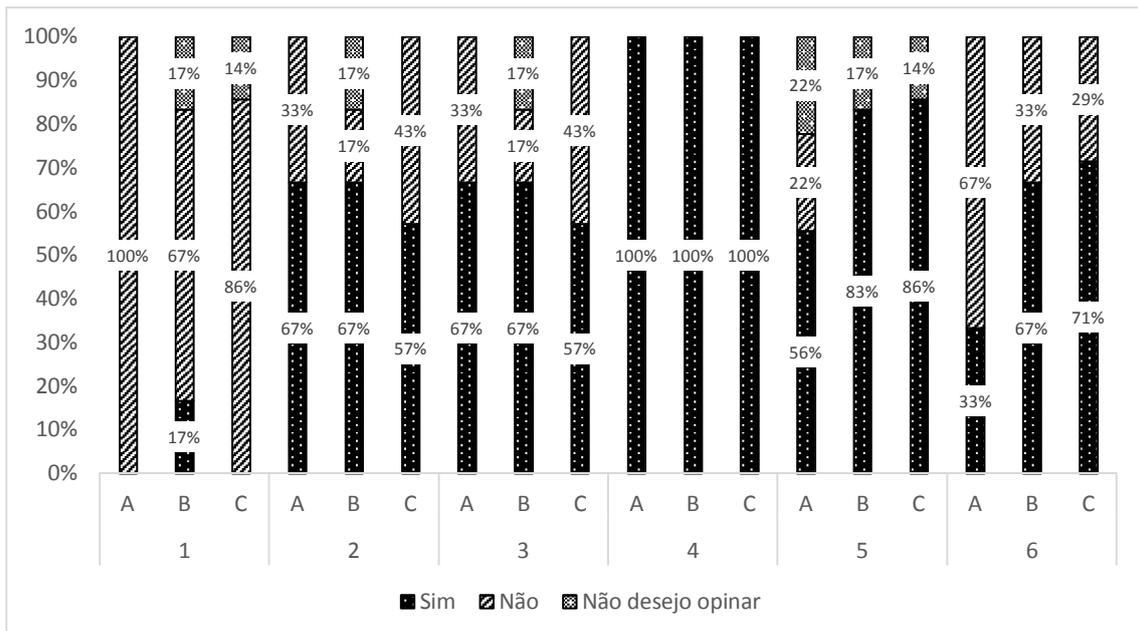


Figura 5: Grau de conscientização dos moradores. 1 - Conhecimento da quantidade diária de resíduos sólidos gerada por cada pessoa de seu condomínio; 2 - Conhecimento da quantidade dos resíduos recicláveis do seu condomínio; 3 - Conhecimento da quantidade de resíduos do seu condomínio poderiam ser transformados em



fertilizante (compostagem) ou ainda em biogás (biometanização); 4 - Concordância de que a redução da geração de resíduos sólidos é uma importante medida para a manutenção de um meio ambiente equilibrado; 5 - Opinião se os resíduos sólidos têm relação com a geração de gases do efeito estufa; 6- Conhecimento de que a compostagem de resíduos sólidos orgânicos pode ser realizada adequadamente em domicílios. Fonte: Autor do Trabalho.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, apesar de passados quase dez anos da implementação da PNRS no Brasil, houve poucos avanços no tocante a redução da quantidade de resíduos produzidos nos condomínios da amostra. No entanto, a maioria dos moradores que responderam os questionários mostram-se conscientes quanto a problemática dos resíduos sólidos e dispostos à implantarem medidas que visem minimizar a geração dos resíduos bem como a quantidade a ser encaminhadas à aterros sanitários, através da reciclagem por exemplo. Nesse sentido, a implementação das medidas de minimização, mencionadas no presente trabalho, nos condomínios da amostra, mostram-se pertinentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil - 2019**. 2019.
2. ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; BESERRA, L. B. D. S.; FAGUNDES, S.F. **Sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares em bairros de classe média e alta de João Pessoa**. Revista de estudos ambientais, v. 9, n. 2, p. 73-88, 2007.
3. ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; ONOFRE, F. L.; DE SÁ BESERRA, L. B. **Tax calculation proposal for waste collection based on the amount of residential solid waste**. Acta Scientiarum. Technology, v. 36, n. 1, p. 15-21, 2014.
4. 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**. 2010.
5. BERNAD-BELTRÁN, D.; SIMÓ, A.; BOVEA, M. D. **Attitude towards the incorporation of the selective collection of biowaste in a municipal solid waste management system**. A case study. Waste Management, v. 34, n. 12, p. 2434-2444, 2014.
6. CETRULO, T. B.; MARQUES, R.C.; CETRULO, N.M.; PINTO, F.S.; MOREIRA, R.M.; MENDIZABAL-CORTES, A.D.; MALHEIROS, T.F. **Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil**. Journal of Cleaner Production, v. 205, p. 179-187, 2018.
7. CHENITI, H.; SERRADJ, T.; BRAHAMIA, K.; MAKHLOUF, A.; GUERRAICHE, S. **Physical knowledge of household waste in Algeria: Generation and composition in the town of Annaba**. Waste management & research, v. 31, n. 11, p. 1180-1186, 2013.
8. DIAS, J.D. DE S. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: impactos sobre a geração de resíduos, coleta de recicláveis, ampliação e frequência dos serviços de limpeza urbana nas regiões brasileiras**. 2019. 43f. Trabalho de Dissertação (Economia Aplicada) - Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2019.
9. GODOY, M.R.B. **Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil**. Caderno de Geografia, v.23, n.39, 2013.
10. KHAIR, H.; MUTIA, D. D. S.; MATSUMOTO, T. **Study of household solid waste generation and composition in Medan City, Indonesia; a case study in Medan Labuhan and Medan Tuntungan**. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. p. 012021.
11. LAVNITCKI, L.; BAUM, C.M.; BECEGATO, V.A. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na região Sul**. Revista ambiente & educação, v. 23, n. 3, 2018.
12. OKAWARA, J. M. **Avaliação de impacto da política de resíduos sólidos na saúde**. Trabalho de Dissertação (Economia) Fundação Getúlio Vargas, 2018.
13. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)/Ministério das Cidades, 2019.
14. UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos e que revoga certas diretivas**. Jornal Oficial da União Europeia, 22/11/2008.2008.
15. XIAO, L., LIN, T., CHEN, S., ZHANG, G., YE, Z., & YU, Z. **Characterizing urban household waste generation and metabolism considering community stratification in a rapid urbanizing area of china**. Plos one, v. 10, n. 12, 2015.