

## III-402 – COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO EM 2016

### **Bianca Ramalho Quintaes<sup>(1)</sup>**

Biomédica pela Universidade do Rio de Janeiro (UNI-RIO). Mestre em Microbiologia Médica pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Biologista do Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB.

### **Juacyara Carbonelli Campos**

D.Sc. em Engenharia Química - PEQ/COPPE/UFRJ. Engenharia Química/UFRJ. Professora Adjunta do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química/UFRJ.

### **Verônica Ramiro Amorim**

Química Industrial – EQ/UFRJ. Gerente de Divisão do Laboratório de Físico-química/COMLURB.

### **Marco André Giovaninni Hinojosa**

Biologista do Laboratório de Microbiologia do Centro de Pesquisas da COMLURB.

### **André Luiz Ferreira Menescal Conde**

Biólogo/USU. Mestrando em Engenharia Ambiental/PEA/UFRJ. Biologista do Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Américo de Souza Braga, 647 - RJ - CEP: 22783-385 - Brasil - Tel: (21) 3417-2090 - e-mail: [bianca.quintaes@comlurb.rio.rj.gov.br](mailto:bianca.quintaes@comlurb.rio.rj.gov.br)

## **RESUMO**

O mais recente trabalho sobre a composição dos resíduos sólidos domiciliares produzidos em diferentes bairros da cidade do Rio de Janeiro em 2016 é apresentado a fim de verificar mudanças de comportamento e tendências de consumo das famílias. Foram coletadas 22 toneladas de resíduos sólidos domiciliares de casas e condomínios de apartamentos de 156 bairros no município do Rio de Janeiro, durante o ano de 2016. Esse tipo de estudo vem sendo realizado anualmente desde 1995 e demonstra que os resíduos sólidos domiciliares coletados na cidade do Rio de Janeiro são compostos, na sua maioria, por papel, plástico e matéria orgânica. Os resultados mostraram que a matéria orgânica é o maior componente do fluxo de resíduos (53,2%), seguido por materiais recicláveis (40,3%) e outros componentes (6,5%). Comparando-se diferentes zonas sócio-econômicas da cidade, os bairros de renda mais alta descartam materiais recicláveis mais do que as zonas de mais baixa renda, assim destacando a relação deste componente com o poder de compra. Como uma cidade urbanizada em que esses resíduos são formalmente geridos em nível municipal, o Rio de Janeiro exibiu uma composição de resíduos sólidos comparável a outras cidades de países em desenvolvimento. Informações sobre a composição física dos resíduos sólidos podem contribuir significativamente para a eficiência do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, adotado na cidade do Rio de Janeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Composição física, resíduos sólidos, Rio de Janeiro.

## **INTRODUÇÃO**

Um dos maiores desafios da administração de cidades é o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD). O crescimento populacional, aliado à mudança de padrão de consumo e ao nível de industrialização influenciam na quantidade e na diversidade de resíduos gerados.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define o RSD como material, substância, objeto ou bem descartado, originários de atividades domésticas em residências urbanas, cujo manejo se procede nos estados sólido ou semissólido (BRASIL, 2010).

O gerenciamento integrado RSD constitui uma combinação de métodos, políticas e comportamentos que devem ser usados para controlar seus impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana (Othman et al., 2013), considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Para uma gestão integrada de RSD é indispensável elucidar sua geração e composição (Thanh et al., 2010), pois esses dados auxiliam na definição de políticas públicas, bem como na escolha técnicas e métodos de manejo mais adequadas às peculiaridades locais.

## OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo determinar a composição física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2016 e estabelecer uma relação entre o padrão socioeconômico e as tendências de consumo da população.

## METODOLOGIA

A Cidade do Rio de Janeiro ocupa uma área aproximada de 1.200 km<sup>2</sup>, com uma população de 6.476.631 habitantes (IBGE, 2016). Na cidade do Rio de Janeiro, os moradores costumam dispor seus resíduos em sacos plásticos e depois colocá-los na calçada para serem coletados duas vezes por semana. Durante o período da pesquisa, foram realizadas coletas aleatórias de porta em porta, ao longo dos itinerários selecionados. Foram abrangidos 360 roteiros dos 742 previstos para a coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD) da cidade. A pesquisa envolveu 156 bairros do total de 162 bairros cariocas. Dentro de cada bairro, as rotas levam em conta os perfis socioeconômicos equivalentes, as estruturas urbanas, os costumes e os padrões de vida, bem como a ausência de programas oficiais de reciclagem. Todos os anos, essas rotas são revistas tendo em conta as mudanças na estrutura urbana e, se for necessário, sofrem alterações. Para reduzir interferências sazonais, as amostras são coletadas sempre no mesmo período do ano. As amostras foram enviadas para um laboratório de triagem de resíduos. A análise da composição física consistiu na determinação dos componentes dos resíduos obtidos por amostragem, diferenciando-os em 7 componentes e em 23 subcomponentes.

## RESULTADOS

O crescimento da geração de resíduos sólidos domésticos evidencia mudanças nos hábitos e tendências de consumos resultantes do desenvolvimento socioeconômico e dos padrões de consumo. A Figura 1 apresenta o aumento na quantidade de RSD gerados na cidade do Rio de Janeiro de 1.580.952 toneladas em 2009 para 1.786.722 toneladas em 2016. Considerando que a população era 6.476.631 em 2016, cada residente do Rio de Janeiro produziu 276 kg per capita por ano (IBGE, 2016). Na Bélgica, Gellynck *et al.* (2011) afirmam que a meta global é reduzir a quantidade de RSD gerado e mantê-la em 150 kg per capita por ano.

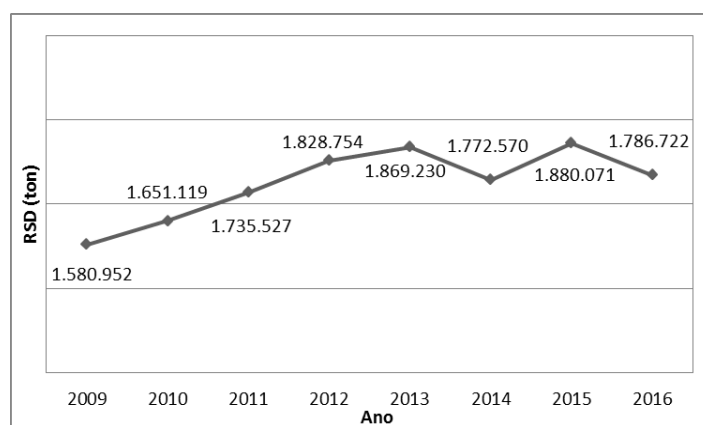


Figura 1: Geração de resíduos sólidos domiciliares no Rio de Janeiro (toneladas por ano).

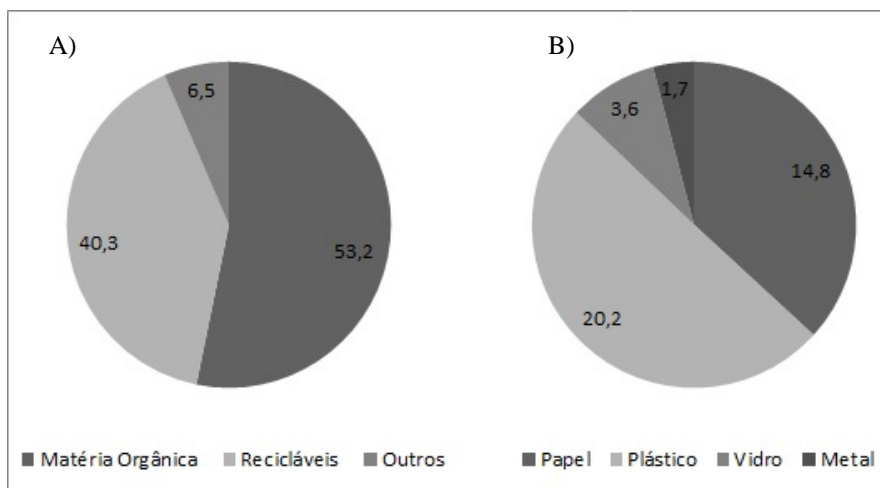
Segundo os dados da COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana, relativos ao ano de 2016 (COMLURB 2016, comunicação pessoal), os resíduos coletados na cidade do Rio de Janeiro e encaminhados às unidades de recebimento do sistema público municipal atingiram a média de 8.965 t/dia, montante este que se refere a todas as frações que compõem os resíduos sólidos urbanos (Tabela 1).

**Tabela 1: Resíduos sólidos encaminhados às unidades de disposição final do sistema público da Cidade do Rio de Janeiro.**

Tipo	t/dia	%
RSD	4.882	54,47
Resíduos de Limpeza	2.754	30,73
Remoção gratuita	180	0,20
Emergência	454	5,06
RSS	2	2,01
Coleta seletiva	61	0,68
Resíduos de poda	55	0,61
Total de competência do município	8.386	93,58
Particulares, RCC, pneus e outros	577	6,44
Total do município	8.963	100

Fonte: COMLURB/2016, Comunicação Pessoal

Em geral, o diagnóstico dos resíduos sólidos domiciliares da cidade do Rio de Janeiro através da composição física mostra similaridade com os obtidos por cidades de outros países, particularmente, os países subdesenvolvidos. Os resíduos sólidos orgânicos são a maior parte do fluxo de resíduos (53,2%), seguido por materiais recicláveis (40,3%) e outros componentes (6,5%, incluídos os resíduos inertes) (Figura 2). As mesmas proporções foram encontradas por Sabeen *et al.* (2017) nos resíduos sólidos urbanos gerados em Pasir Gudang, Malásia, com 50% de resíduos orgânicos e 30% de materiais recicláveis (papel, metais, vidro e plástico). Ogwueleka (2013) obteve o mesmo perfil para o RSD gerado em Abuja, na Nigéria, tendo os resíduos orgânicos (62,9% em média) como o componente mais abundante e 16,29% de materiais recicláveis. Um estudo realizado por Forouhar e Hristovski (2012) em Cabul, Afeganistão, que tinha como objetivo avaliar o fluxo de gestão de resíduos sólidos revelou que a maioria dos RSD era orgânica, contendo grandes frações de excrementos humanos e putrecíveis. Na Dinamarca, um estudo sobre as metodologias de gerenciamento de resíduos mostrou que os RSD eram compostos principalmente por resíduos sólidos alimentares, em torno de 42%, em base úmida (Edjaboua *et al.*, 2015).



**Figura 2: Composição física dos RSD da cidade do Rio de Janeiro em 2016. A) Caracterização em 3 componentes. B) Caracterização da fração reciclável.**

No Rio de Janeiro, a composição de resíduos revelou a presença de materiais contaminados, tais como papel higiênico, toalhas de papel, fraldas descartáveis, preservativos, carcaças de animais, curativos e resíduos oriundos de tratamento em domicílio, que foram classificados como "outros", além de fezes de humanos e animais (especialmente cães e gatos).

Esses resultados são utilizados pela empresa pública responsável pela limpeza urbana para planejar o futuro do gerenciamento de resíduos e realizar intervenções ao longo do tempo. Dados de produção e de composição

podem justificar aumentos nos recursos necessários para planejar demandas futuras. As intervenções no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos ao longo dos últimos anos na cidade do Rio de Janeiro exemplificam o uso e a importância da caracterização dos resíduos anualmente. Por exemplo, foram realizadas alterações nos aspectos operacionais da coleta de RSD com a introdução do uso obrigatório de contêineres nas regiões mais turísticas e nas de maior densidade populacional, reduzindo a equipe de trabalhadores nessas rotas e reduzindo os riscos operacionais. Nas regiões de menor renda per capita foram introduzidos sistemas de equipamentos do tipo “roll-on-roll off”, que melhoram a eficiência e as condições de trabalho na coleta.

Os percentuais de material reciclável (40,3%) e de matéria orgânica (53,2%), identificados pela composição física de 2016, condicionam o planejamento de gerenciamento de resíduos no município através de tecnologias de recuperação de energia, biometanização, compostagem e reciclagem, propostas do Plano de gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro. A verificação do aumento dos resíduos de limpeza em alguns bairros do Rio de Janeiro favoreceu a implantação do programa Lixo Zero, que tem como objetivo conscientizar a população da importância de não jogar lixo nas ruas, praias, praças e demais áreas públicas, dando destinação ambientalmente adequada aos resíduos e melhorando a qualidade da limpeza da Cidade.

O crescimento populacional, a mudança nos padrões de consumo, a quantidade crescente e a diversidade de resíduos, além da introdução de novos produtos da vida moderna, mudaram a composição física dos RSD na cidade do Rio de Janeiro ao longo dos anos. A Figura 3 mostra os resultados para os componentes: Matéria orgânica, recicláveis e outros, em estudo de caracterização realizado ao longo de 21 anos. Foi observada a composição física dos resíduos sólidos domiciliares coletados na cidade do Rio de Janeiro de 1995 a 2016, no qual o estudo mostrou elevados percentuais de resíduos sólidos orgânicos gerados, que vão desde 45,43% em 1995 para 61,35% em 2006 que foi o valor mais alto encontrado na nesses 21 anos. Por outro lado, houve uma diminuição da quantidade de resíduos de papel/papelão produzido a partir de 1995 até 2016, passando de 24,05% em 1995 para 14,82 em 2016.

Aumentos nos percentuais de componentes plásticos foram evidentes ao longo dos anos. A introdução de bolsas plástica mostra correlação entre o aumento deste componente e a diminuição do componente papel. Quanto ao metal, a diminuição do número médio encontrado ao longo dos anos é principalmente devido à remoção de latas de alumínio por habitantes ou catadores informais. Embora as taxas de reciclagem para outros materiais recicláveis tenham aumentado, o mercado de latas de alumínio apresenta o maior valor de mercado, pago por tonelada. Em geral, os preços de materiais reciclados, como garrafas plásticas e de vidro, papel e papelão, aumentaram ao longo do período estudado. Também aumentou a ocorrência de resíduos eletroeletrônicos. Constatou-se que os montantes médios de 0,20% em 2012 e 0,50% em 2016 do resíduo total correspondem a um aumento de 150%. Da mesma forma, Thanh *et al* (2010), que estudou a composição dos resíduos gerados no Vietnã, descobriu que a taxa média de geração de resíduos domésticos perigosos era aproximadamente 0,20% do total de RSD.

A caracterização física dos RSDs realizada entre os anos 1996 e 2006 evidencia um aumento da parcela orgânica, provavelmente devido à maior oferta de serviços e incentivos das autoridades locais que resultaram em grandes aumentos na reciclagem municipal por agregado familiar, particularmente no ano de 2006. Essas atitudes reduziram as porções recicláveis dos resíduos e, conseqüentemente, aumentaram a percentagem de resíduos orgânicos detectados.

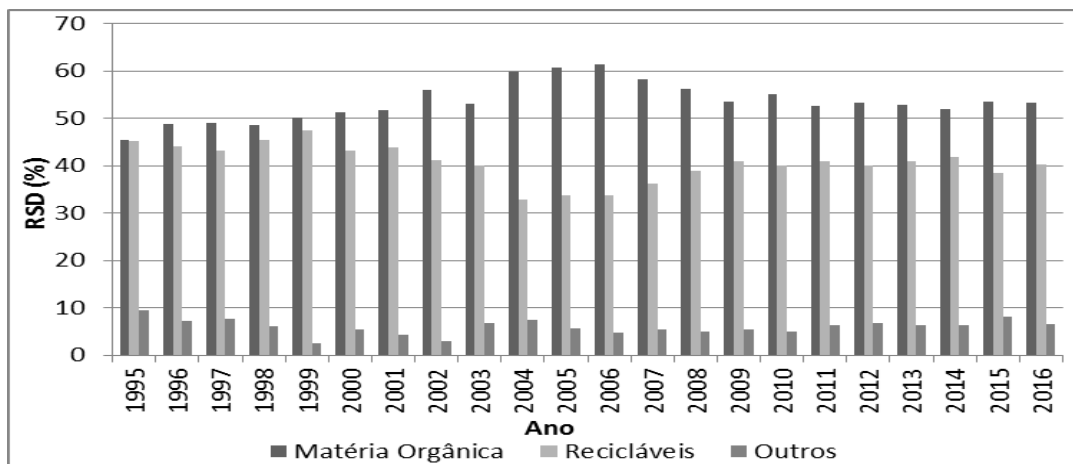


Figura 3: Composição geral dos resíduos sólidos domésticos coletados na cidade do Rio de Janeiro de 1995 a 2016.

A composição das frações recicláveis (papel, plástico, vidro e metal) dos resíduos sólidos domésticos recolhidos na cidade do Rio de Janeiro de 1995 a 2016 está ilustrada na Figura 4. É evidente que a proporção de materiais recicláveis é constante durante a maior parte dos anos, mas apresenta uma tendência de crescimento desde 2006. A opção de reciclagem foi disponibilizada na Bélgica por meio de um programa para vários materiais recicláveis, tais como, papel e papelão, garrafas plásticas e frascos, embalagens metálicas e caixas de bebida e em alguns municípios, mesmo vidro e outros materiais recicláveis (Gellynck *et al.*, 2011). Todas essas atividades têm sido realizadas para tornar conveniente para os cidadãos a redução dos resíduos através da reciclagem. Vários autores relataram que a reciclagem de recursos valiosos contribui significativamente para os benefícios ambientais, como a conservação dos recursos naturais, a prevenção da poluição e a atenuação da mudança climática global (Manfredi *et al.*, 2011; Menikpura *et al.*, 2012; , Song *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2010).

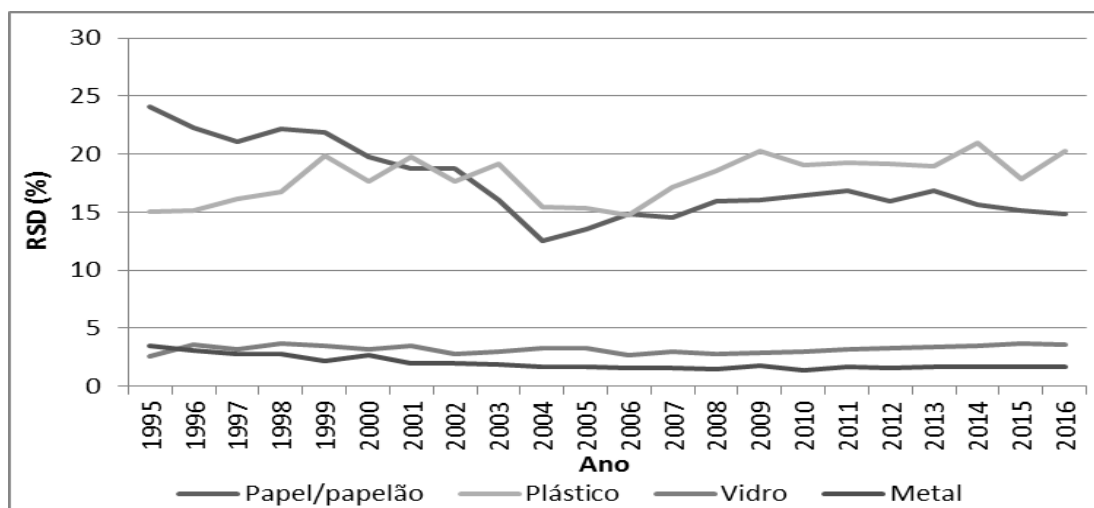


Figura 4: Comparação da quantidade de componentes recicláveis dos resíduos sólidos domésticos coletados na cidade do Rio de Janeiro de 1995 a 2016.

## CONCLUSÃO

Mudanças na composição física e na quantidade de resíduos sólidos produzidos pelas cidades foram observadas ao longo do tempo, como resultado tanto de modelos de desenvolvimento adotados, como de mudanças comportamentais nos padrões de consumo. Neste estudo, revelamos que o total de resíduos sólidos domiciliares (RSD) coletados tem oscilado últimos anos, apesar de ter um crescimento de 13,01% desde 2009. A metodologia de amostragem utilizada aqui mostrou a quantidade real de materiais que são descartados pelos

cidadãos e depois dispostos no aterro sanitário. Se os catadores ou cooperativas não removem as frações recicláveis dos resíduos, 40,3% desses materiais serão dispostos no aterro sanitário. Os resíduos orgânicos representaram o maior componente dos RSD em todos os bairros. Aproximadamente 53,2% dos RSD são resíduos orgânicos, sendo diretamente depositados em aterro. Estes dados indicam que deve haver um esforço para reduzir a quantidade de RSD produzido através de atividades de reutilização e reciclagem de resíduos orgânicos através da compostagem. Os resíduos orgânicos gerados na cidade do Rio de Janeiro, mesmo nos distritos de maior renda, como Copacabana e Leblon, revelam semelhanças com outras cidades de países não desenvolvidos, como a Nigéria, Camboja, Nepal e Vietnã. No entanto, a presença de componentes recicláveis pode ser utilizada como um parâmetro para indicar poder de compra nos bairros, especialmente resíduos como, revistas, jornais e embalagens de alimentos de entrega. Nos últimos 22 anos, demonstrou-se que os RSD coletados na cidade do Rio de Janeiro apresentaram predominância de três elementos: resíduos orgânicos, plásticos e papel. Como uma cidade urbanizada, onde os resíduos são formalmente administrados em escala municipal, o Rio de Janeiro exibiu uma composição de lixo comparável às cidades subdesenvolvidas do mundo. Essa investigação detalhada da composição de RSD na cidade do Rio de Janeiro pode ser uma ferramenta útil para a melhoria das soluções de gerenciamento de resíduos sólidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.
2. EDJABOUA, M. E., JENSENA, M. B., GÖTZE, R., PIVNENKO, K., PETERSEN, C., SCHEUTZA, C., ASTRUPA, T. F. Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. *Waste Management* 36, 12-23. 2015.
3. FOROUHAR, A., HRISTOVSKI, K.D. Characterization of the municipal solid waste stream in Kabul, Afghanistan. *Habitat International* 36, 406-413. 2012.
4. GELLYNCK, X., JACOBSEN, R., VERHELST, P. Identifying the key factors in increase recycling and reducing residual household waste: A case study of the Flemish region of Belgium. *Journal of Environmental Manag.* 92, 2683-2690. 2011.
5. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 2000-2060. 2016.
6. MANFREDI, S., TONINI, D., CHRISTENSEN, T. Environmental assessment of different management options for individual waste fractions by means of life-cycle assessment modeling. *Resources, Conservation and Recycling* 55, 995- 1004. 2011.
7. MENIKPURA, S.N., GHEEWALA, S. H., BONNET, S. Framework for life cycle sustainability assessment of municipal solid waste management systems with an application to a case study in Thailand. *Waste Management Research* 30, 708. 2012.
8. OGWUELEKA, T. C. Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling* 77, 52-60. 2013.
9. OTHMAN, S. N., NOOR, Z. Z., ABBA, A. H., YUSUF, R. O., HASSAN, M. A. A. Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries. *J. Cleaner Production* 41, 251 - 262. 2013.
10. SABEEN, A. H.; NGADI, N.; NOOR, Z. Z. Minimizing the cost of municipal solid waste management in Pasir Gudang Johor Malaysia. *Journal of Materials Environmental Science*, 1819-1834. 2017.
11. SONG, Q., WANG, Z., LI, J. Environmental performance of municipal solid waste strategies based on LCA method: a case study of Macau. *Journal of Cleaner Production*, 1-9. 2013.
12. THANH, N. P., MATSUI, Y., FUJIWARA, T. Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietna. *Journal of Environmental Management* 91, 2307-2321. 2010.
13. ZHANG, D., KEAT, T. S., GERSBERG, R. M. A comparison of municipal solid waste management in Berlin and Singapore. *Waste management* 30, 921-933. 2010.