



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

ANÁLISE DE INDICADORES OBTIDOS DO SNIS PROVENIENTES DA TEMÁTICA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, EM ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ - PARÁ

Eduarda Guimarães Silva (*), Alysson Costa Silva, Jean Lucas de Souza Lima, Karlos Henrique Mota Costa, Rafaela Nazareth Pinheiro De Oliveira Silveira

* Unifesspa (Universidade Federal do Sul do Sudeste do Pará), eduardatabasilva@gmail.com.

RESUMO

A concepção do saneamento básico como parte crucial da infraestrutura urbana para a melhoria da qualidade de vida, é ainda muito lesada devido à expansão desordenada das cidades. No tocante a estas discussões, uma temática que tem se sobressaído é a dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU, por conta de que se mal gerenciado, pode causar problemas alarmantes na sociedade, sobretudo, na saúde pública. Uma das ferramentas para estudo desses resíduos é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, de onde foram retirados dados referentes a coleta, custo e geração de resíduos do município de Marabá, Pará. Sendo esta a cidade escolhida, devido a sua grande influência na mesorregião de atuação. Referindo-se o objetivo deste trabalho, de uma forma geral, ao estudo e análise dos indicadores coletados do SNIS. Procedendo-se, após isto, à comparação de indicadores do objeto analisado com os de outro município (Imperatriz - MA). Além de que foram considerados dados de outros índices, histórico da cidade e testes estatísticos para um estudo mais amplo dos indicadores coletados. Pode-se perceber, a partir do estudado, que a cidade se encontra razoavelmente bem quanto ao Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana - ISLU; que o ocorrido socioeconomicamente na cidade pode influenciar direta e indiretamente na temática dos resíduos; e que, a partir de testes paramétricos, não foi possível identificar tendência futura relacionada a massa coletada de resíduos domiciliares e resíduos públicos para os anos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Resíduos de Construção, ISLU, Amazônia.

ABSTRACT

The basic sanitation conception as a crucial part of urban structure to improve the quality life is still damaged a lot by the disordered expansion of the cities. Regarding these discussions, the Urban Solid Waste subject has stood out because, if it is poorly managed, may cause major problems with the society, and specially with the public health. One of the tools for the study of these wastes is the National Sanitation Information System - SNIS, from which data were collected on the collection, cost and generation of waste from the municipality of Marabá, Pará. influence in the mesoregion of performance. Referring to the objective of this work, in general, to the study and analysis of indicators collected from the SNIS. After this, the indicators of the analyzed object were compared with those of another municipality (Imperatriz - MA). In addition, data from other indexes, city history and statistical tests were considered for a broader study of the indicators collected. It can be seen from the study that the city is reasonably well on the Sustainability Index of Urban Cleaning - ISLU; that what happened socioeconomically in the city can influence directly and indirectly in the thematic of the residues; and that, based on parametric tests, it was not possible to identify a trend of mass collected from household waste and public waste for the years studied.

KEY WORDS: Solid Urban Waste; Construction Waste; ISLU; Amazon.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento “desequilibrado e corrigido” foi a premissa adotada para o crescimento das cidades amazônicas. Como previsto, essas urbes adensaram-se, todavia, a sua expansão não foi acompanhada pari passu pela infraestrutura urbana (NASCIMENTO; SILVA e DIAS, 2016).

No tocante à infraestrutura urbana, tem-se que um de seus elementos cruciais é o saneamento básico, devido a relação direta com o meio ambiente e a saúde coletiva. Porém, esses também estão lesados pelo efeito do desordenamento nas expansões citadinas. O que tem propiciado aglomerações urbanas que não dispõem da mínima infraestrutura necessária a qualidade de vida da população. (CRISPIM et al., 2016).

Dentro da temática do saneamento básico, surgiu a preocupação com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, que emergiu nas últimas décadas do século passado, quando o problema causado pelo mau gerenciamento dos RSU passou a influenciar negativamente na qualidade de vida da população (WALDMAN, 2012).

Nesse contexto, uma ferramenta importante para análise desse gerenciamento e na formulação de políticas públicas é o SNIS, pois possibilita realizar uma análise quantitativa dos indicadores na área temática relativa a resíduos em qualquer município do Brasil. Dessa forma, a cidade escolhida como foco principal deste trabalho foi o município de Marabá, Pará. Devido ao fato deste ser um dos municípios com maior influência na dinâmica de seu estado, por sua grande representatividade na quantidade de habitantes e no Produto Interno Bruto (PIB) da região.

OBJETIVOS

Este trabalho objetivou a seleção e quantificação de indicadores de resíduos provenientes da plataforma SNIS, de modo a apresentar um diagnóstico de RSU e Resíduos de Construção Civil (RCC) para o município de Marabá-PA. Ainda dentro do objetivo desta pesquisa, foi realizada uma análise comparativa entre os indicadores obtidos para o Município de Marabá-PA com o município de Imperatriz-MA. A comparação justificou-se por estas cidades serem polos de suas respectivas mesorregiões, por estarem inseridas na Amazônia Oriental e por possuírem um número de habitantes aproximados, uma vez que Marabá possui 233.669 habitantes, enquanto que Imperatriz possui 247.505 habitantes (IBGE, 2010).

Além da geração dos resíduos domésticos nas cidades de médio a grande porte, para Menezes et al. (2012), os RCC são elementos importantes para o agravamento no seguimento ambiental, uma vez que os entulhos podem representar mais de 70% da massa total dos Resíduos Sólidos Urbano (RSU).

Como objetivo específico do trabalho tem-se a análise e correlação do indicador de RCC com eventos importantes do histórico da cidade. Finalmente, o estudo também objetiva caracterizar a ocorrência de tendências da massa coletada de resíduos domiciliar e resíduos públicos no município de Marabá, com base nos dados do indicador IN021 do SNIS, entre os anos de 2005 a 2015.

BREVE HISTÓRICO SOBRE MARABÁ-PA

Para a compreensão da análise dos RSU e RCC de Marabá-PA faz-se necessário uma breve discussão do histórico mais recente da cidade.

A série de surtos econômicos e a localização estratégica da cidade de Marabá compuseram o seu desenvolvimento como urbe amazônica (BECKER, 2013), sendo ainda, uma cidade considerada média e de grande influência na sua mesorregião. E alguns acontecimentos mais recentes foram bem significativos na variação econômica desta cidade. Dentre eles, destacam-se a crise do setor sidero-metalúrgico que abateu a economia marabaense a partir do ano de 2009, sendo que o parque industrial da cidade passou de 11 (no início de 2008) para apenas uma das grandes siderúrgicas que funcionavam com ampla capacidade em 2009. Acarretando, inclusive, no decaimento da construção civil, visto que, muitas empresas do ramo se instalaram e se consolidaram na cidade como prestadoras de serviços dessas grandes siderúrgicas e mineradoras.

Outro acontecimento importante na alteração da economia da cidade, foi a bolha especulativa que esteve sobre Marabá de 2010 a 2012. Com a “esperança” da construção de diversos empreendimentos significativos na cidade e investimento de capital externo de multinacionais, a prefeitura, investiu milhões de reais em obras públicas, o que fez com que esta acumulasse enormes dívidas até o final de 2012, e mais uma vez Marabá se encontrava em crise.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados foram a série histórica do SNIS de indicadores de RCC da cidade de Marabá, no período de 2006 a 2012, de modo a associar com a economia local e o gerenciamento desse resíduo. E no caso dos RSU foram coletados dados dos anos de 2003 a 2015, sendo todos obtidos na plataforma oficial SNIS.

Para os RSU, correlacionou-se a despesa total anual com serviços de manejo de RSU dos municípios de Marabá-PA e Imperatriz-MA com o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros (ISLU), que é baseado em diversos dados, entre eles os dados do SNIS do ano de 2014. Sendo que, a partir desses dados constitui-se

uma pontuação de 0 a 1, onde 0 é a pontuação mínima e 1 é a máxima; e quanto mais próximo de 1, melhor é a aderência da limpeza urbana do município às premissas da Plano Nacional de Resíduos Sólidos. A partir dessa pontuação, foi realizada a análise por faixa de classificação: onde as pontuações são divididas em cinco classes (A, B, C, D e E), para uma melhor análise qualitativa dos municípios (SELUR, 2017).

Para avaliação da tendência da série histórica de massa coletada (resíduo domiciliar + resíduos públicos) per capita em relação à população urbana (kg/hab/dia) ao longo do tempo, correspondente ao indicador IN021 do SNIS, foi utilizado o teste não paramétrico denominado Spearman, conforme metodologia adotada por (ALENCAR et al., 2014). A Figura 1, mostrada abaixo, expõe a relação entre o indicador IN021 e o período estudado, que foi de 2005 a 2015.

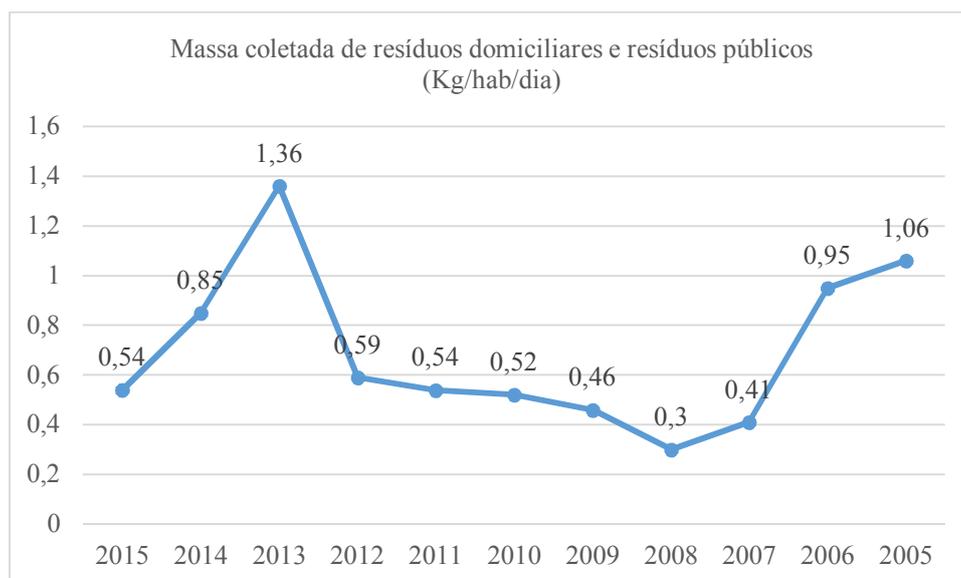


Figura 3: Massa coletada de resíduo domiciliar e resíduo público per capita em relação à população urbana (kg/hab/dia). Fonte: SNIS, 2017.

O trabalho de Alencar et al. (2014) utilizou o teste estatístico não-paramétrico de Spearman para avaliar a tendência de crescimento ou decrescimento da precipitação ao longo do tempo. E para o presente trabalho, o teste serviu para avaliar a tendência positiva ou negativa em relação a quantidade de massa coletada de RSU e resíduos público.

Para Callegaria-Jacques (2003) o coeficiente de r_s de Spearman mede a intensidade da relação entre as variáveis ordinais (postos) e sua interpretação é semelhante ao coeficiente de Pearson. Porém, o coeficiente r_s indica correlação entre postos e não entre os valores efetivamente medidos, podendo variar de -1 a 1.

Neste trabalho, os postos são dois em sua totalidade, sendo um referente aos anos das séries história com dados do indicador IN021 e o segundo posto com os valores de massa coletada (resíduo domiciliar + resíduos públicos) per capita em relação à população urbana (kg/hab/dia).

O Coeficiente r_s de Spearman é calculado pela equação 1:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad \text{equação (1)}$$

Em que: d_i - $y_i - x_i$ (diferença de ranque); n - Tamanho da amostra.

Para a avaliação de tendência é necessário determinar os parâmetros conforme as equações 2 a 4.

$$\text{Var}_{[r_s]} = \frac{1}{n-2} \quad \text{equação (2)}$$

Em que: $\text{Var}_{[r_s]}$ - Variância da amostra; n - Tamanho da amostra.

$$t_{\text{crit.}} = \frac{r_s}{\sqrt{\text{Var}_{[r_s]}}} \quad \text{equação (3)}$$

Em que: $Var_{[rs]}$ - Variabilidade da amostra; $t_{crit.}$ = t de student ou $t_{critico}$.

$$t_{calc.} = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{1-r_s^2}{n-2}}} \quad \text{equação (4)}$$

Callegaria-Jacques (2003) comenta que neste caso, o valor de $t_{calc.}$ obtido é comparado com o t de student crítico, e a regra de decisão é a tradicional para o teste: se $|t_{calc.}|$ for igual ou maior do que o $t_{crit.}$, a correlação é estatisticamente significativa.

RESULTADOS

Após a coleta dos dados brutos da série histórica do SNIS, fez-se o Figura 2 que demonstra um panorama da despesa total com serviços de manejo de RSU. A partir dele nota-se que ao longo dos anos, principalmente dos mais recentes (2011 a 2015), o gasto da cidade maranhense foi bem superior que o de Marabá. E devido a esse maior gasto espera-se que Imperatriz tivesse um ISLU mais alto do que Marabá. Todavia, não foi isso o ocorrido, pois Marabá tem uma classificação C, enquanto que Imperatriz, possui uma D.

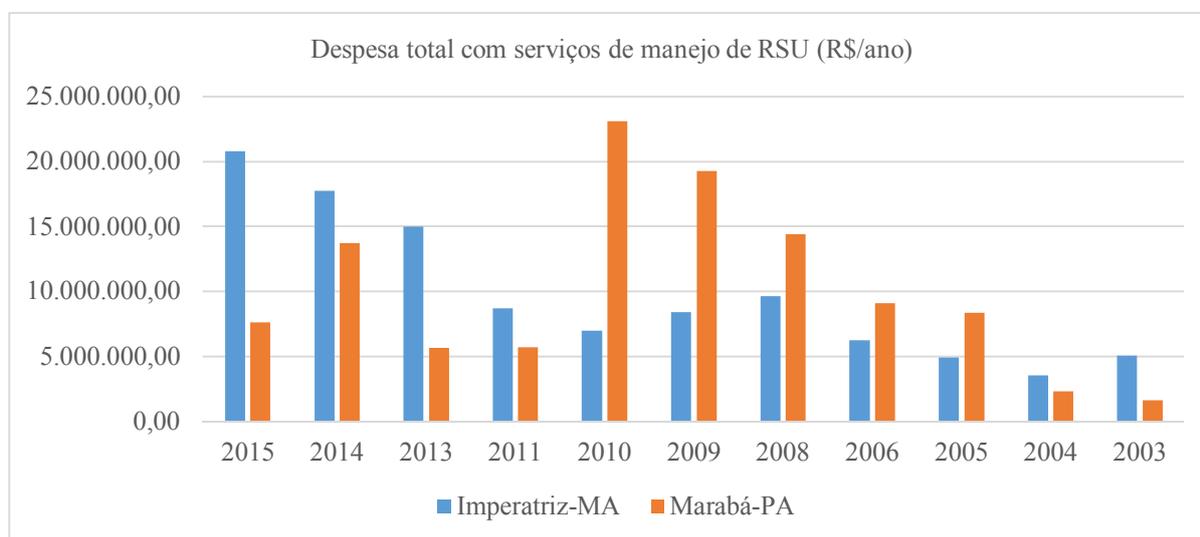


Figura 2: Despesa total com serviços de manejo de RSU. Fonte: SNIS, 2017.

A Figura 3 mostra a taxa de RCC coletada pela prefeitura em relação à quantidade total de resíduo coletada. A curva evidencia a relação direta com eventos relatados com o histórico econômico marabaense, descritos na seção de histórico da cidade neste trabalho. Pois, entre os anos 2006 a 2008, a taxa de RCC estava em elevação, enquanto que entre os anos de 2009 e 2010 houve um decaimento desta taxa, o que coincide com a crise do setor sidero-metalúrgico, que afetou bastante o setor da construção civil, logo na sua geração de resíduos. Já para os anos de 2010 a 2012, vale ressaltar o crescimento da taxa de RCC coletada, que corresponde com o mesmo período da bolha especulativa que ocorreu em Marabá nestes anos.

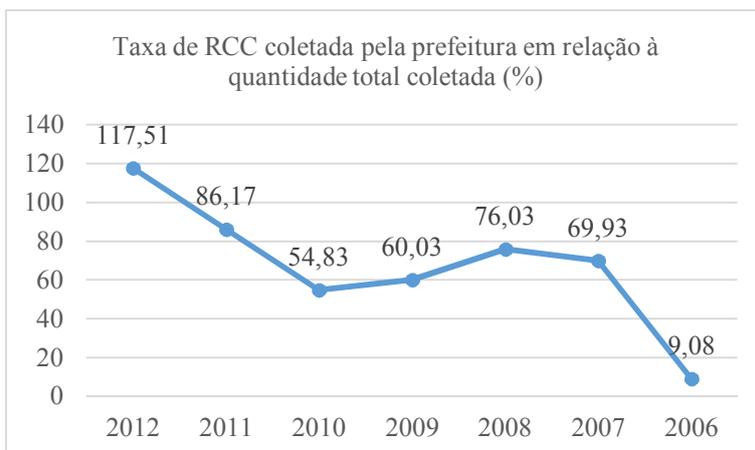


Figura 3: Taxa de RCC coletada pela prefeitura. Fonte: SNIS, 2017.

Os estudos de tendências em séries temporais são importantes por causa da necessidade de se compreender o impacto que o homem pode ter sobre o meio ambiente. Neste trabalho, utilizou-se o teste não-paramétrico chamado de Spearman para avaliação da tendência da série histórica sobre a massa coletada de resíduos domiciliares e resíduos públicos, no município de Marabá. O Quadro 1 apresenta os resultados do coeficiente de Spearman e os valores de $t_{crit.}$ e $t_{calc.}$, ambos utilizados para verificação se a série histórica tem tendência positiva ou negativa, ou se a mesma apresenta tendência nula (série estacionária).

Quadro 1 - Resultados do teste não-paramétrico da série temporal sobre a massa coletada de resíduos domiciliares e resíduos públicos, no município de Marabá.

Teste Não - Paramétrico	Resultados	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	Índices de tendência
Spearman (2005 - 2015) - 11 anos	$r_s = 0,155$ $Var(r_s) = 0,111$ $t_{crit.} = 0,469$ $t_{calc.} = 1,014$	1,65	1,96	2,58	S^0

Legenda: S^+ representa tendência positiva significativa, S^- tendência negativa significativa e S^0 mostra que a tendência é nula. α representa o nível de significância.

Análise do teste de Spearman validou a confirmação de hipótese nula (H_0) para todos os valores de α apresentados na Quadro 1, pois o $|t_{calc.}|$ foi maior que o $t_{crit.}$, validando a correlação ser estatisticamente significativa, bem como indica que a série é estacionária, sem tendência.

CONCLUSÕES

Verificou-se que diferentemente do que apregoa o senso comum, que para o caso de Marabá e Imperatriz, o município que dispunha do maior investimento nos serviços de manejo dos resíduos não foi aquele com maior Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana, ou seja, não é o município que apresenta o melhor gerenciamento dos seus resíduos.

Já quanto a temática de RCC, verificou-se que a economia local tem relação direta e proporcional na geração e na coleta de RCC. No tocante a isso, também foi possível observar a partir dos dados coletados, que é de crucial importância entender-se os acontecimentos de uma cidade para a melhor compreensão da temática de seus resíduos, ressaltando a associação inerente entre a dinâmica social e econômica local com este tema.

Em relação ao estudo de tendência sobre a massa coletada de resíduos domiciliares e resíduos públicos, no município de Marabá não se evidenciou tal variabilidade, uma vez que a hipótese nula foi confirmada no teste não-paramétrico de Spearman. Dessa forma é possível concluir que não são evidenciadas variabilidades significativas no indicador IN021 analisados entre os anos de 2005 e 2015, podendo ser consideradas estacionárias com base nesses resultados. Além disso, vale destacar ainda que, existe a possibilidade de não ter havido tendência para este teste, devida a quantidade de dados analisadas (11 anos), mostrando a importância da continuidade e ampliação dos estudos para maior compreensão dos cenários futuros da cidade analisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BECKER, Bertha Koiffman. **A Urbe Amazônica: a floresta e a cidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
2. CALLEGARIA-JACQUES, S. (2003). **Bioestatística: princípios e aplicações**. Editora Artmed S.A., Porto alegre, Brasil.
3. CRISPIM, Diêgo Lima et al. **Espacialização da cobertura do serviço de saneamento básico e do índice de desenvolvimento humano dos municípios do Marajó, Pará**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, n. 4, p. 112-122, 2016.
4. DARMEN, E. R. e HALL, M. J. **Screening of Hydrological Data: Tests for Stationarity and Relative Consistency**. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRIP.O.BOX4 5,6700 AA Wageningeq The Netherlands, 1990.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Senso Demográfico, 2010. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.
6. MENEZES, M. S; PONTES, F. V. M.; AFONSO, J. C. (2012). **Panorama dos Resíduos de Construção e demolição**. RQI, Edição 733, 4º trimestre, [S.L.]. 21p.
7. NASCIMENTO, A. C. S. Do; SILVA, E. G.; DIAS, E. R. C., **A Produção do Espaço Citadino Em Uma Urbe Amazônica: Efeitos Das Dinâmicas Socioeconômicas Para Acessibilidade**, In: Seminário de Desenvolvimento Regional, Estado e Sociedade, 3º, 2016 Blumenau-SC, Anais, Página Inicial: 345; Página Final: 364.
8. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Série Histórica. Site institucional, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 17 de julho de 2017.
9. SECRETARIA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO – SELUR. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza urbana para os municípios brasileiros**. Edição 2017. Disponível em: <https://www.selur.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2017/08/ISLU_2EDICAO_2017.pdf>. Acessado em 02/09/2017.