



INDICADORES DE PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PROVENIENTES DA TEMÁTICA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, EM ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ - PARÁ.

Eduarda Guimarães Silva¹;
Rafaela Nazareth Pinheiro De Oliveira Silveira²

Eixo Temático/Área de Conhecimento: Saneamento básico/Resíduos sólidos domésticos e Industriais.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento “desequilibrado e corrigido” foi a premissa adotada para o crescimento das cidades amazônidas. 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 da 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 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), pois possibilita realizar uma análise quantitativa dos indicadores na área temática relativa a resíduos em qualquer município do Brasil. Desta forma, 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 realizado 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 próximos, 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 Resíduos de Construção Civil (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.

1.1 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 amazônida (BECKER, 2013). E alguns acontecimentos mais recentes foram bem significativos na variação econômica da 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

¹ Discente do curso de Engenharia Civil da Unifesspa, e-mail: eduardatabasilva@gmail.com

² Professora do IGE/Unifesspa, e-mail: rafaelasilveira@unifesspa.edu.br

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.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

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). No Alencar et al. (2014) utilizou o teste estatístico de Spearman para avaliar a tendência de crescimento ou decréscimo da precipitação ao longo do tempo.

Para **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 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 01:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \text{ Eq. (01)}$$

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 02 a 04.

$$\text{Var}_{[r_s]} = \frac{1}{n-2} \text{ Eq. (02)}$$

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

$$t_{\text{crit.}} = \frac{r_s}{\sqrt{\text{Var}_{[r_s]}}} \text{ Eq. (03)}$$

Em que: $\text{Var}_{[r_s]}$ - Variabilidade da amostra; $t_{\text{crít.}}$ = t de student ou crítico.

$$t_{\text{calc.}} = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{1-r_s^2}{n-2}}} \text{ Eq. (04)}$$

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta dos dados brutos da série histórica do SNIS, fez-se o Figura 1 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 maior que o de Marabá. E devido a esse maior gasto espera-se que Imperatriz tenha um ISLU mais alto do que Marabá. Todavia, não é isso que acontece, pois Marabá tem uma classificação C, enquanto que Imperatriz, possui uma D.

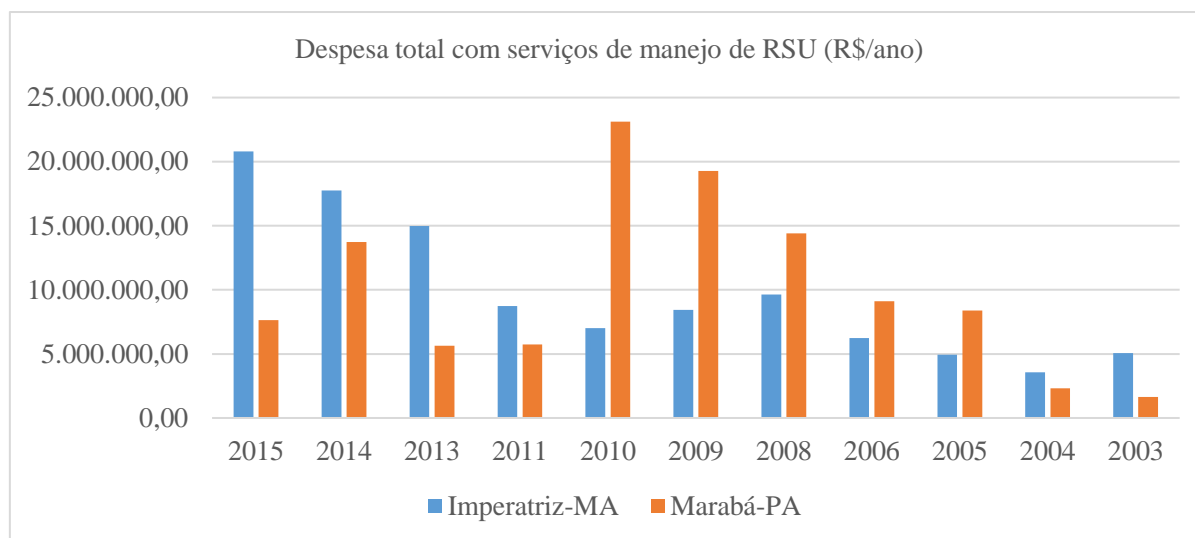


Figura 1 - Despesa total com serviços de manejo de RSU.

Fonte: SNIS, 2017.

A Figura 2 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 1.1 deste 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.

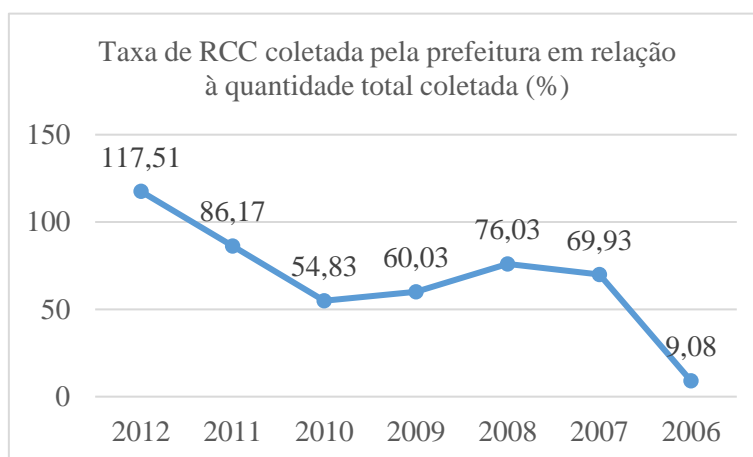


Figura 2 - Taxa de RCC coletada pela prefeitura

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. A Tabela 1 apresenta os resultados do coeficiente de Spearman e os valores de $t_{crít.}$ 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)

Tabela 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	$r_s = 0,155$ $\text{Var}(r_s) = 0,111$ $t_{\text{crit.}} = 0,469$ $t_{\text{calc.}} = 1,014$	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 Tabela 1, pois o $|t_{\text{calc.}}|$ foi maior que o $t_{\text{crit.}}$, validando a correlação ser estatisticamente significativa, bem como indica que a série é estacionária.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todo o discutido pode-se notar 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.

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.

REFERÊNCIAS

- BECKER, Bertha Koiffman. *A Urbe Amazônica: a floresta e a cidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- CALLEGARIA-JACQUES, S. (2003). **Bioestatística: princípios e aplicações**. Editora Artmed S.A., Porto Alegre, Brasil
- 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.
- 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 Wageningenq The Netherlands, 1990.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Senso Demográfico, 2010*. Disponível em < <http://cidades.ibge.gov.br>>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.
- 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.
- NASCIMENTO, A. C. S. Do; SILVA, E. G.; DIAS, E. R. C., **A Produção do Espaço Cidadino 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.
- 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.
- 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.