

III-363 – A APLICABILIDADE DO USO DE INDICADORES NA GESTÃO DE RSU DE FORTALEZA/CE

Gleyciane Nobre Rocha⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Sócia da Diretora da ECOTERRA ENGENHARIA E CONSULTORIA AMBIENTAL. Consultora da ECO V MONITORAMENTO AMBIENTAL.

Francisco Humberto de Carvalho Junior⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Sócio Diretor da ECOTERRA ENGENHARIA E CONSULTORIA AMBIENTAL.

Marisete Dantas de Aquino⁽³⁾

Doutora em Meio Ambiente Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professora Associada IV da UFC.

Milene Gomes da Silva⁽⁴⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Francisco José Freire Araújo⁽⁵⁾

Doutor em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professor da Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

Endereço⁽¹⁾: Rua Lourdes, 27 - Mondubim – Fortaleza - CE - CEP: 60762-210 - Brasil - Tel: (85) 9926.0773 - e-mail: nobregleyciane@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central – Distrito Industrial – Maracanaú - CE - CEP: 61925-315 - Brasil - Tel: (85) 8600.0909 - e-mail: frabeto@gmail.com

Endereço⁽³⁾: Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia – Departamento de Hidráulica. Campus do Pici, Bloco 713 – Pici. Fortaleza - CE - CEP: 60.451-970 - Brasil - Tel: (85) 3366.9772 - e-mail: marisete@ufc.br

Endereço⁽⁴⁾: Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central – Distrito Industrial – Maracanaú - CE - CEP: 61925-315 - Brasil - Tel: (85) 8724.9547 - e-mail: mlenegomesdasilva@yahoo.com.br

Endereço⁽⁵⁾: Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia – Departamento de Hidráulica. Campus do Pici, Bloco 713 – Pici. Fortaleza - CE - CEP: 60.451-970 - Brasil - Tel: (85) 3366.9772 - e-mail: freire-araujo@hotmail.com

RESUMO

A ausência de um modelo econômico alternativo que possa mudar a lógica do consumismo e a consequente geração de resíduos nas cidades preocupa os gestores e ambientalistas. O controle dos RSU nas cidades brasileiras com estatísticas reais é por enquanto o termômetro que mede essa febre de consumismo. A quantidade de resíduo urbano constitui um importante indicador de consumismo na sociedade. Três fatores devem ser levados em conta: 1. Analisar os resíduos domiciliares; 2. A produção per capita; e 3. A geração dos resíduos segundo a renda e classe social (Gino, 2008). A geração de resíduos urbanos depende de vários fatores, notadamente a renda. O PIB está atrelado ao maior consumo e maior poder aquisitivo da população. Sendo assim a geração maior de resíduos cresce de acordo o poder aquisitivo. No Brasil vem aumentando essa geração nas grandes cidades e notadamente nas capitais, com taxas de crescimento maior que a da população. O presente trabalho teve como objetivo analisar e verificar a importância do uso de indicadores de sustentabilidade para a gestão dos resíduos sólidos urbanos de Fortaleza, bem como a sua aplicabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de Sustentabilidade, Gestão de RSU, Resíduos Sólidos.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento da era industrial favoreceu o crescimento econômico com o uso dos recursos não renováveis da natureza e de crescente geração de resíduos nas cidades. No mínimo deve-se iniciar a procurar alternativas,

como a expectativa de mudanças dos padrões de consumo, a fim de garantir a sobrevivência no planeta (CARVALHO JR., 2013).

Contudo, a dificuldade dos povos mudarem seus padrões de consumo, entre outros fatores, está provocando impactos ambientais irreversíveis. A amplitude dos impactos pode ser percebida a partir da crescente geração de RSU – Resíduos Sólidos Urbanos, associados ao nível de eficácia da sua gestão e aos prejuízos que podem acarretar. A geração, impulsionada pelos fatores econômicos e comportamentais, também sofre a influência de fatores populacionais, relativos ao crescimento da população e sua concentração nas áreas urbanas. (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2012).

A ausência de um modelo econômico alternativo que possa mudar a lógica do consumismo e a consequente geração de resíduos nas cidades preocupa os gestores e ambientalistas. O controle dos RSU nas cidades brasileiras com estatísticas reais é por enquanto o termômetro que mede essa febre de consumismo.

A quantidade de resíduo urbano constitui um importante indicador de consumismo na sociedade. Três fatores devem ser levados em conta: 1. Analisar os resíduos domiciliares; 2. A produção per capita; e 3. A geração dos resíduos segundo a renda e classe social (Gino, 2008).

A geração de resíduos urbanos depende de vários fatores, notadamente a renda. O PIB está atrelado ao maior consumo e maior poder aquisitivo da população. Sendo assim a geração maior de resíduos cresce de acordo com o poder aquisitivo. No Brasil vem aumentando essa geração nas grandes cidades e notadamente nas capitais, com taxas de crescimento maior que a da população.

Costumeiramente o cálculo para dimensionar a geração de RSU é feita multiplicando-se a população urbana pela *per capita*, ou seja, a quantidade cresce de acordo com a população urbana. Esse cálculo serve para dimensionar número de veículos coletores; equipe de coleta; área para aterro sanitário; galpão de triagem; estações de transbordo, entre outros equipamentos e serviços.

Por isso, muitos aterros sanitários e projetos de coleta de resíduos públicos estão subdimensionados. Notadamente isso acontece devido ao crescimento do consumo, que decorre principalmente quando o poder aquisitivo da população aumenta.

Então os indicadores de gestão de RSU poderão corrigir essa distorção, e servir também como termômetro de como está o poder de compra da população, Algo similar com um indicador muito conhecido que é o PIB.

Conforme Carvalho Jr. (2013), Fortaleza em 2000 era a 5ª capital em termos da proporção de pessoas na classe baixa, passando para 9ª em 2010, reduzindo essa medida de 54,4% para 35,7% da sua população. Esse fenômeno vem ocorrendo principalmente na Região Nordeste. De acordo com estudos do IPECE (2012) é possível conjecturar que o aumento da participação da classe média deve-se diretamente a ascensão de indivíduos e famílias que antes pertenciam à classe baixa. O crescimento da Classe Média na capital cearense definiu um novo perfil para a população em termos de renda e padrão de consumo o que dessa forma precisa ser acompanhado de políticas públicas que se não possam antecipar esses movimentos pelo menos acompanhar as novas demandas.

Fortaleza caracteriza-se como uma cidade turística e com muito comércio. Por isso a geração de RSU cresceu acima da média das capitais brasileiras, nos últimos dez anos.

A geração de resíduos urbanos depende de vários fatores, dentre estes a renda média da população. O Produto Interno Bruto (PIB) está atrelado ao maior consumo e ao maior poder aquisitivo da população. Sendo assim, a geração maior de resíduos cresce de acordo com o poder aquisitivo e não mais somente pelo crescimento populacional.

A expansão da economia provocou maior consumo de bens populares. Com efeito, a intensificação do comércio em escala mundial aporta uma infinidade de bens a baixo preço e que, quando obsoletos, serão descartados. Um dos exemplos é a quantidade de resíduos eletroeletrônicos no Brasil, descartados pela sucessão de modelos (BARROS, 2012).

Os RSU são um indicador de sustentabilidade ambiental, pois manifestam o rumo da economia e das condições sociais de uma sociedade. É uma espécie de registro das situações como uma crise econômica ou uma melhora na renda média das famílias. Nos nossos lixos diários é encontrada a síntese de nossas ações e atos humanos que nos identificam, e o montante diário dos resíduos coletados em uma cidade é a média da nossa maneira de viver e de como nos alimentamos, vestimos, divertimos, trabalhamos e o que consumimos.

2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo analisar e verificar a importância do uso de indicadores de sustentabilidade para a gestão dos resíduos sólidos urbanos de Fortaleza, bem como a sua aplicabilidade.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar a influência da aplicabilidade do uso de indicadores como ferramenta da gestão de resíduos sólidos no município de Fortaleza/CE.

4 METODOLOGIA UTILIZADA

Foram considerados indicadores sociais, ambientais e econômicos que possuem influência direta na geração de resíduos sólidos urbanos. Para esse estudo foram considerados: população urbana, geração de RSU, PIB total, energia acumulada e consumo de água.

O horizonte de verificação de aplicabilidade desse estudo compreende o período de 2012 a 2014 para o município de Fortaleza, contemplando as sete regionais.

Foi realizada coleta de dados secundários considerando as informações disponibilizadas pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais e ACFOR – Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental de Fortaleza, para o período em análise. Conforme citado anteriormente, a pesquisa compreende o período de 2012 a 2014, sendo assim, a verificação da aplicabilidade do uso de indicadores permanece em análise. Salientamos que os dados utilizados estão distribuídos nas sete regionais do município de Fortaleza (SER I, SER II, SER III, SER IV, SER V, SER VI e SECEFOP). O trabalho objetiva verificar a influência do uso de indicadores na gestão de RSU no município de Fortaleza, não sendo realizada distinção por regional.

Além dos dados secundários coletados, durante todo o estudo foram consideradas revisão bibliográfica e documental de pesquisas existentes na área.

Foi considerado, afim de verificar a influência do uso de indicadores, o modelo proposto por Carvalho Jr. (2013), onde foram adotados os indicadores de sustentabilidade e gerada a equação resposta abaixo:

$$Y = (-18.863.381,14) + 0,052X_1 + 28.231.315,30X_2 - 1,27X_3 + 0,00046X_4 - 0,017X_5$$

Onde:

Y = A Geração dos RSU para Fortaleza

X₁ = PIB

X₂ = IDH

X₃ = População Urbana

X₄ = Energia Acumulada

X₅ = Consumo de Água

Assim, utilizou-se essa equação para verificar a aplicabilidade da influência desses indicadores no período de 2012 a 2014. Salientamos que algumas variáveis, como energia acumulada e consumo de água, permanecem em análise, considerando a variação do tempo proposto no estudo em questão.

Os indicadores sociais escolhidos foram o IDH, o Índice de Gini e a população urbana de Fortaleza. Os indicadores econômicos foram o PIB total, o PIB *per capita*, o IPCA e o INPC. Os indicadores ambientais sugeridos para esta pesquisa foram o consumo de água tratada, o consumo de energia, a geração dos RSU e sua *per capita*. Todos os indicadores escolhidos têm influência no consumismo e, consequentemente, na geração dos RSU.

Com efeito, a seleção dos indicadores foi pautada na identificação dos principais aspectos da temática, no caso, o consumismo e a geração dos RSU. Foi utilizada ferramenta estatística que permitiu constituir de um ordenamento, onde seria a partir daqueles que têm maior correlação até aqueles que não os têm, ou seja, buscamos verificar quais eram os indicadores mais apropriados e disponíveis para efetuar essa mensuração.

Salientamos que tal comparação com a equação proposta por Carvalho Jr (2013) só é possível a partir da detenção de todos os indicadores, assim, considerando o nosso horizonte de pesquisa de 2012 a 2014 alguns indicadores permanecem em análise, considerando a disponibilidade do órgão competente. Entretanto, diante da obtenção dos dados de geração de resíduos sólidos do município de Fortaleza e da geração do PIB, já foi possível observar influência direta deste indicador na geração de RSU da capital do Ceará.

A pesquisa constituiu-se de levantamento de dados e visitas junto a órgãos responsáveis pela gestão e manejo dos resíduos sólidos no município, especificamente: ACFOR (Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental), ECOFOR Ambiental S/A e EMLURB (Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização) no período de outubro de 2013 a março de 2014.

Foram coletadas quantidades de informações possíveis para a elaboração de indicadores pertinentes à gestão dos RSU no município. As informações e dados obtidos são referentes ao período dos quatro últimos anos (2010, 2011, 2012 e 2013), período sobre o qual é desenvolvida a análise deste estudo. É importante frisar que esses dados estão distribuídos por Secretarias Regionais (SER I, SER II, SER III, SER IV, SER V, SER VI e SERCEFOR), os quais são coletados mensalmente através dos órgãos já citados anteriormente. Procedeu-se à tabulação de dados da pesagem dos resíduos; das despesas totais com manejo de RSU; das despesas e custos unitários com serviços de coleta e varrição. Os dados de pesagem foram obtidos do sistema de pesagem *Oracle*, o qual é operado pela ECOFOR Ambiental e monitorado pela ACFOR. Através do sistema de pesagem é possível gerar relatórios mensais e filtrar os dados por regionais.

Os indicadores sociais investigados foram: População residente, densidade demográfica, renda média mensal, taxa de alfabetização e índice de desenvolvimento humano (IDH). O índice de gini de Fortaleza foi utilizado como base de informação sobre o grau de distribuição da renda entre toda a população do município. Através da estatística descritiva empregaram-se os coeficientes de Pearson (R) e coeficiente de determinação (R²) como métodos de análise de correlação. Na obtenção destes coeficientes fez-se uso do programa *SPSS Statistics* versão 17.0, a escolha deste programa foi devido as constantes citações na literatura acadêmica e praticidade na obtenção de resultados estatísticos.

Para estimativa das populações de 2011 a 2013 recorreu-se ao cálculo das projeções através do *Método Geométrico*, onde foi determinada uma taxa de crescimento geométrico (K) considerando as populações do censo IBGE de 2000 e 2010. Determinada a taxa K (Equação 1) obtém-se a população estimada (P) através da aplicação na Equação 2:

$$K = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \quad (1)$$

$$P = P_0 \times e^{K \times t} \quad (2)$$

Onde:

K – taxa de crescimento geométrico;

t – Tempo de Projeto;

P0 – População do último censo (2010);
P1 – População do penúltimo censo (2000);
P – População estimada.

5 RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Espera-se testar o modelo proposto por Carvalho Jr (2013) através da aplicação da equação-resposta para o período de 2012 a 2014, para posteriormente realizar comparação entre a geração real dos RSU para Fortaleza com a da equação-resposta.

Até o momento, verificou-se que a diferença entre o valor real e a previsão do valor origina o erro de previsão, onde de acordo Dilworth (1992), o valor da previsão raramente é igual ao valor real em decorrências das variações aleatórias que caracterizam a variável.

Afim de verificar a confiabilidade do modelo, em cada ano, está sendo verificado o erro-padrão da estimativa pela média de resíduos sólidos, afim de verificar sua aplicabilidade.

O cálculo foi feito da seguinte maneira:

Erro-padrão da estimativa / média de y

A média de y é a variável dependente da geração de resíduos urbanos x 100.

Como o modelo aplicado para verificar a influência do uso de indicadores para gestão de RSU de Fortaleza foi aplicado para o município entre os anos de 2001 e 2011, estimamos que apresente boa representatividade e baixo erro para o período em análise (2012 a 2014).

Quando consideramos o estudo de Carvalho Jr (2013) podemos observar que foram analisado os seguintes indicadores: IDH, o Índice de Gini, a população urbana, PIB total, o PIB *per capita*, o IPCA, o INPC, consumo de água tratada, o consumo de energia, a geração dos RSU e sua *per capita*. Todos os indicadores escolhidos têm influência no consumismo e, conseqüentemente, na geração dos RSU, conforme comprovado pela equação-resposta de Carvalho Jr (2013).

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Até o momento foi possível concluir que o modelo indicado como equação-resposta tem-se mostrado eficiente como ferramenta de decisão para gestão de RSU do Município de Fortaleza.

Recomendamos que o período do estudo seja concluído afim de obter análise crítica da aplicabilidade do modelo, bem como sua influência como ferramenta de gestão de RSU do Município de Fortaleza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2011**. 184 p. 2004.
2. _____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2012**. 114 p. 2013
3. AUTARQUIA DE REGULARIZAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO – ACFOR. **Relatório de Gestão de Resíduos Sólidos de Fortaleza**. Fortaleza – CE: Diretoria de Resíduos Sólidos. 2011.
4. _____. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Fortaleza**. 104 p. 2012.
5. CARVALHO JR., F.H. **Estudos de Indicadores de Sustentabilidade e sua Correlação com a Geração de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Fortaleza-CE**. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013. 210 p.
6. CEARÁ. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2011 do município de Aracati-CE**. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG), 2011. 18p. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2011/Aracati.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2012.

7. DILWORTH, J.B. **Operations management: design, planning, and control for manufacturing and services**. Singapura: McGraw-Hill, 1992.
8. GODECKE, M. V.; NAIME, R.H.; FIGUEIREDO, J. A. S. **O CONSUMISMO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL**. Cascavel-PR; Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2012. Disponível em: < <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget.pdf>>. Acesso em: 4 mai. 2015.
9. SILVA, M. G. **Estudo de um conjunto de indicadores da gestão de resíduos sólidos do município de Fortaleza-CE**. Fortaleza, 2014. 40p.