

III-021 – ESTUDO DE UM CONJUNTO DE INDICADORES DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE

Milene Gomes da Silva ⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Maracanaú.

Francisco Humberto de Carvalho Júnior

Engenheiro Civil especializado em Engenharia Urbana/UNIFOR-CE. Mestre e Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Endereço⁽¹⁾: Rua Cajamar, 120 – Novo Mondubim – Fortaleza – CE – CEP: 60467-325 – Brasil – Tel: (85) 30469344- e-mail: milenegomesdasilva@yahoo.com.br

RESUMO

Na perspectiva de encontrar soluções para uma gestão sustentável dos resíduos, este estudo objetiva apresentar um conjunto de indicadores como ferramentas capazes de auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisões. A metodologia baseou-se num modelo detalhado por divisão administrativa, tratando os indicadores separadamente entre as sete regionais do município, considerando o fato das regionais apresentarem peculiaridades que as diferem dentro um mesmo espaço geográfico. Apresentou-se indicadores de coleta, geração *per capita* e varrição para um período de 4 anos, correspondidos de 2010 a 2013. Como forma de subsidiar as interpretações dos resultados também se apresentou alguns indicadores socioeconômicos das regionais, que foram correlacionados com a geração de RSU. As maiores *per capita*s de geração de RDO foram constatadas nas regionais SERCEFOP, SER II e SER IV, onde também foram verificados os maiores rendimentos econômicos e IDH. As *per capita*s das regionais mostraram-se bastante superior às *per capita*s dos municípios de mesma faixa populacional apresentados pelo SNIS. As taxas de resíduos domiciliares mostraram uma tendência decrescente ao passo que as taxas de resíduos públicos aumentaram no decorrer do período. Os maiores gastos no manejo de resíduos são destinados à coleta com 79% de incidência sobre o total no último ano (2013), a SER VI deteve o maior percentual do gasto com coleta, numa média de 20% entre os quatro anos. Os custos com serviço de varrição apresentaram incidência em torno de 3% ao ano, percentual este representativo de somente duas regionais (SER II e SERCEFOP), posto que não existem dados de varrição para as demais regionais. Conclui-se que os fatos investigados através dos indicadores exigem a elaboração de um modelo detalhado a ser seguido por Fortaleza e diversos municípios, melhorando a qualidade no atendimento das demandas de cada divisão setorial e evitando imprecisões no dimensionamento de coleta e outros serviços.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Indicadores, Gestão Municipal, Sustentabilidade..

INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos tem se tornado um desafio para as autoridades e órgãos competentes diante da crescente geração de resíduos provocada, em grande parte, pelo aumento do consumo de bens e serviços da sociedade moderna. Importantes estudos na área mostram que nas últimas décadas a taxa de crescimento de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil é significativamente superior à taxa de crescimento populacional. Outro fator preocupante é o gerenciamento inadequado desses resíduos que causam grandes problemas ambientais, tais como destinação em diversos lixões sem tratamentos, contaminando o solo e recursos hídricos. Estima-se que 58% dos resíduos coletados diariamente são destinados aos aterros sanitários e os 42% restantes, os quais correspondem a 76 mil toneladas diárias, são despejados em lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2012). Além dos graves problemas ambientais existem também os ligados à saúde pública, aspectos sociais e econômicos.

Neste cenário e semelhante aos diversos municípios brasileiros encontra-se a cidade de Fortaleza. Com uma população de 2.452.185 habitantes (Censo IBGE, 2010), a capital cearense é um dos municípios que mais gera resíduos no país. De acordo com dados dos últimos anos coletados pela ACFOR (Autarquia de Regulação,

Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental) cerca de 4.000 toneladas são depositadas diariamente no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC).

A gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Fortaleza caracteriza-se por um modelo de gestão descentralizada composta por diversas empresas e também pelas Secretarias Executivas Regionais (SER's) responsáveis por alguns serviços relacionados à limpeza urbana.

Tendo em vista que o tratamento adequado dos resíduos sólidos em uma cidade contribui para a sustentabilidade local, a proposta deste trabalho é discutir o desenvolvimento de ferramentas capazes de auxiliar os gestores públicos na elaboração ou reformulação de políticas, princípios, normas e diretrizes em busca de uma gestão dos RSU mais sustentável.

Os indicadores de resíduos sólidos urbanos denotam as condições culturais, econômicas e sociais de uma sociedade, além de evidenciar os pontos frágeis da gestão de RSU. Assim, um país imenso com diversidades culturais e socioeconômicas, como o Brasil, exige estudos regionais mais detalhados relacionados ao manejo dos resíduos sólidos, o que torna o estudo de indicadores uma ferramenta indispensável nos processos decisórios.

Desta forma, o objetivo deste estudo é apresentar um conjunto de indicadores referente à gestão dos resíduos sólidos no município de Fortaleza, detalhando-os por divisão administrativa, como forma de subsidiar os gestores municipais nas tomadas de decisões. Para uma abordagem e análise mais ampla buscou-se também correlacionar os indicadores de RSU com alguns indicadores sociais do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa constituiu-se de levantamento de dados 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. Após mensuração dos dados estabeleceu-se médias mensais para os quatro anos na aplicação do conjunto de indicadores. Os indicadores apresentados foram selecionados de uma relação de indicadores disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Os indicadores de RSU e fórmulas utilizadas são listados na Tabela 1.

Tabela 1: Indicadores de resíduos sólidos. Brasil, 2013

	INDICADORES	FÓRMULAS	UNID
1	Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total (urbana + rural)	população total atendida declarada x 100/população total do município	%
2	Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta	qtd. Total de RDO coletada/pop. Total atendida declarada	Kg / hab/dia
3	Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU):	despesa total da prefeitura com serviço de coleta/qtd coletada por (prefeitura emp. contrat. coop./assoc. catadores)	R\$/ton
4	Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU	desp tot da prefeitura com serviço de coleta x 100/desp tot da prefeitura com manejo de RSU	%
5	Taxa da quantidade total coletada de resíduos domésticos (RDO) em relação à qtd. Tot. coletada de resíduos sólidos públicos (RPU)	qtd total coletada de RS domésticos x 100/qtd tot coletada de RSU	%
6	Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida (declarada) pelo serviço de coleta	quantidade total de (RDO + RPU) coletada/pop. Tot. atendida	Kg / hab/dia
7	Custo unitário médio do serviço de varrição (Prefeitura)	despesa total da prefeitura com serviço de varrição/extensão total de sarjeta varrida	R\$/Km
8	Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU	despesa total da Prefeitura com serviço de varrição x 100/despesa total da Prefeitura com manejo de RSU	%

Fonte: Adaptado do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2013.

Diante da intenção e propósito de apresentar um estudo detalhado por regionais (SER's), diversas foram as dificuldades encontradas na obtenção de dados disponíveis de tal forma. Essa dificuldade foi sentida principalmente na obtenção de dados dos serviços de varrição, razão pela qual só apresentamos dois indicadores (7 e 8 da Tabela) desse serviço e somente para duas regionais (SER II e SERCEFOP). Nas demais SER's não existem dados de varrição disponíveis por regionais.

Como fase complementar do trabalho buscou-se determinar alguns indicadores sociais que podem ser correlacionados com a geração de RSU, na perspectiva de aprofundar as discussões e análises comparativas entre as 7 (sete) 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 (R^2) 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 à 2013 recorreu-se ao cálculo das projeções através do *Método Geométrico*, onde foi determinado uma taxa de crescimento geométrico (K) considerando as populações do censo IBGE de 2000 e 2010. O método corresponde à aplicação das seguintes equações (1) e (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.

Para obtenção dos indicadores sociais recorreu-se ao somatório dos dados de todos os 119 bairros que compõem o município e, em seguida, esses dados foram agrupados pelos bairros que formam cada regional. Esses dados foram obtidos junto ao Banco de Dados Agregados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), além de informações paralelas sobre as regionais através do site da prefeitura de Fortaleza.

O estudo também contemplou a revisão bibliográfica e documental, utilizando-se de pesquisas existentes na área para contribuição do embasamento teórico.

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM FOORTALEZA

A gestão dos resíduos sólidos urbanos de Fortaleza caracteriza-se por um modelo de gestão descentralizada, onde podemos verificar a composição da estrutura organizacional na Figura 1.

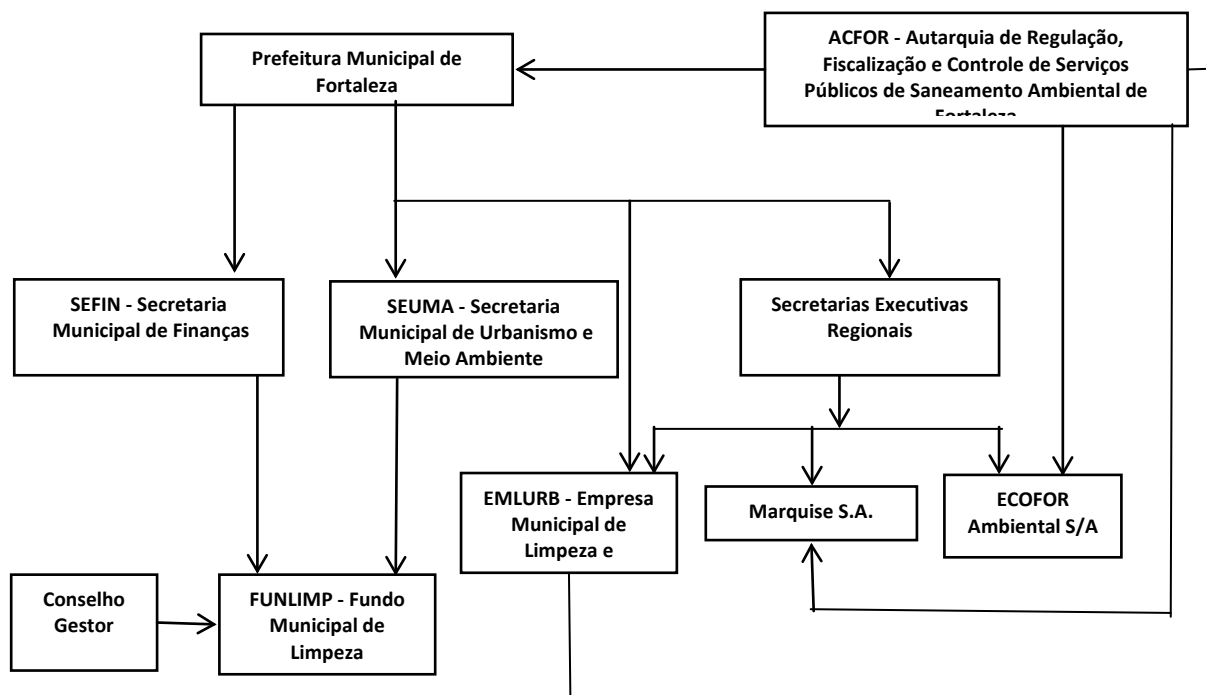


Figura 1: Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos de Fortaleza.

Fonte: Adaptado de SANETAL, 2013.

Segundo Gemmelle *et al* (2008), a estratégia de subdivisão da cidade em regionais se deu “quando os diversos problemas da capital cearense atingiram grandes proporções e exigiram tratamentos diferenciados, pois as realidades sociais e ambientais, de cada bairro, foram e ainda são diferentes”.

Com a criação das SER's houve transferências de competências para que fosse possível atender, de forma descentralizada, as demandas da sociedade no que diz respeito aos diversos serviços públicos de competência da administração municipal. As SER's também são delimitadas em Zonas Geradoras de Lixo (ZGL's) e compostas por vários bairros. A Figura 2 mostra a delimitação das 7 SER's do município; a Tabela 2 mostra a quantidade de ZGL's, bairros e a área que compõe cada regional.

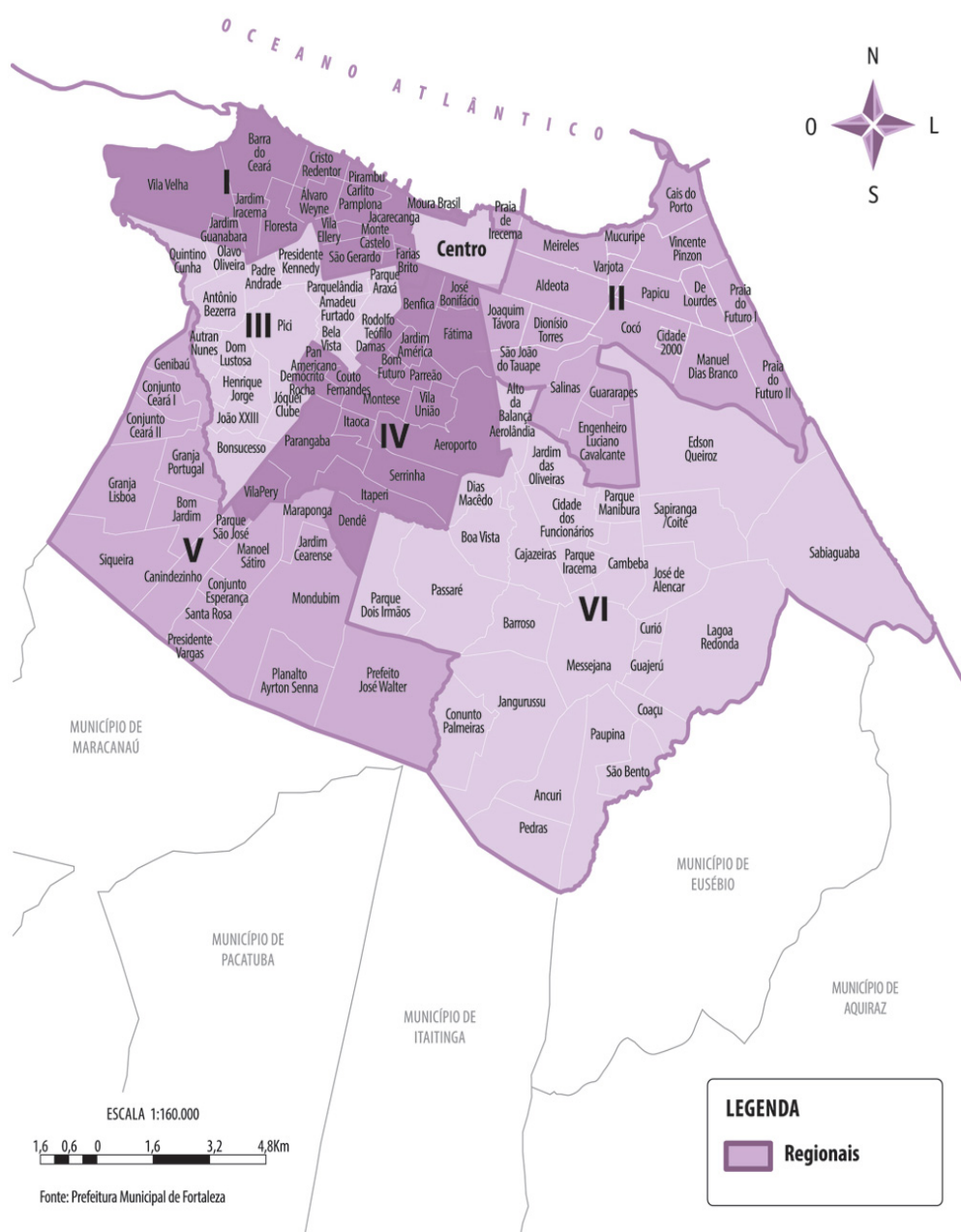


Figura 2: Mapa das Regionais de Fortaleza-CE.
Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2013.

Tabela 2: Dados Característicos das Regionais de Fortaleza

Regionais	Área Total (Km ²)	Bairros	ZGL's
SER I	24,4	15	3
SER II	44,42	20	5
SER III	25,85	17	3
SER IV	33,07	19	3
SER V	56,11	18	5
SER VI	119,98	29	5
SERCEFOR	4,85	1	1
TOTAL		119	25

Fonte: Prefeitura de Fortaleza, 2014; IBGE, 2010.

Quanto ao destino e disposição final dos resíduos atualmente o município dispõe de sistema composto por usina de triagem, estação de transbordo e o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), além de um incinerador que recebe os resíduos de serviços de saúde. A concessionária ECOFOR Ambiental é responsável pela operação do aterro sanitário e estação de transbordo, coleta e transporte dos resíduos domiciliares e públicos, além de outros serviços pertinentes ao gerenciamento dos resíduos na cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Indicadores dos Serviços de Coleta e Geração de RSU

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Fortaleza informa que a taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO (resíduos domiciliares) em relação à população é de 100%. Considerou-se assim, para cálculos posteriores, a taxa de 100% de cobertura para todas as 7 regionais do município.

A massa de resíduos domiciliares (RDO) coletada *per capita* em relação à população atendida pelo serviço de coleta variou, numa média dos quatro últimos anos, de 0,499 a 1,508 Kg/hab./dia, sendo a menor *per capita* pertencente à Regional V (SER V) e a maior da Regional do Centro (SERCEFOR). A maior *per capita* apresentada na SERCEFOR já era previsto, pois se trata de uma área comercial (centro comercial) de Fortaleza, além do fato dos moradores locais possuírem um elevado poder aquisitivo quando comparado às demais regionais. A questão do maior poder aquisitivo das comunidades com relação à maior geração de resíduos é novamente verificada quando observamos que a SER II ocupa o segundo lugar no *ranking* decrescente da *per capita* de RDO. Observa-se também, através da Figura 3, que essa *per capita* vem reduzindo de 2010 a 2013 em quase todas as regionais, com exceção apenas da SERCEFOR que elevou substancialmente esse indicador no ano 2012, representando uma taxa de 55% de aumento em relação ao ano de 2011.

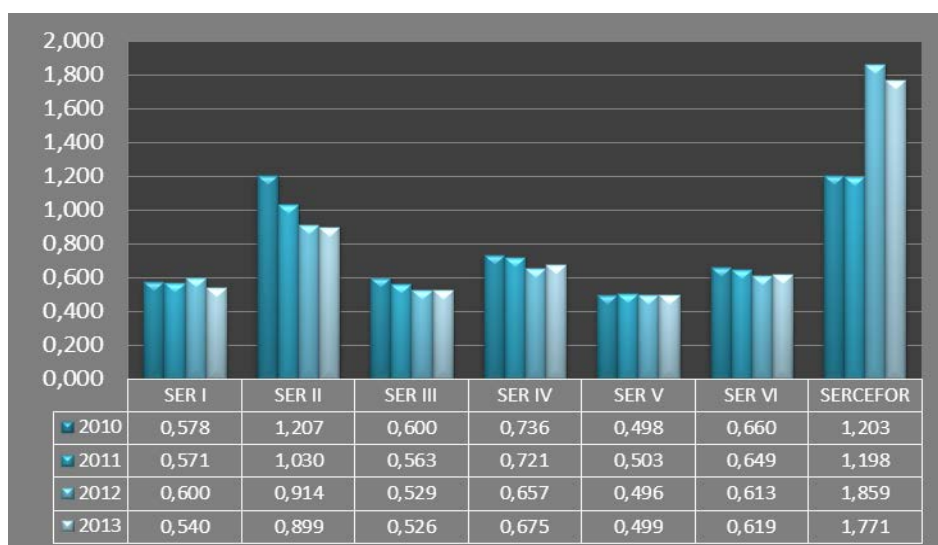


Figura 3: Per capita de RDO (Kg/hab./dia) por regionais em Fortaleza – 2010 – 2013.

Considerando-se os resíduos sólidos urbanos (RSU), ou seja, os resíduos domiciliares (RDO) com o incremento dos resíduos públicos (RPU), o valor da *per capita* aumenta expressivamente em todas as regionais, traduzindo a grande quantidade gerada de RPU no município. Neste caso, obteve-se variações médias dos quatro anos entre 1,26 e 3,85 kg/hab./dia, ambas pertencentes às regionais SER V e SERCEFOR, da mesma forma como ocorreu para a *per capita* de RDO. Com uma *per capita* de 2,07 kg/hab./dia a SER II também é a segunda regional com maior *per capita* de RSU (Figura 4). Comparativamente, a diferença observada entre os dois tipos de *per capita*s (RDO e RSU) é com relação à terceira posição do *ranking*, ocupada pela SER IV no primeiro caso e pela SER VI no caso da *per capita* de RSU.

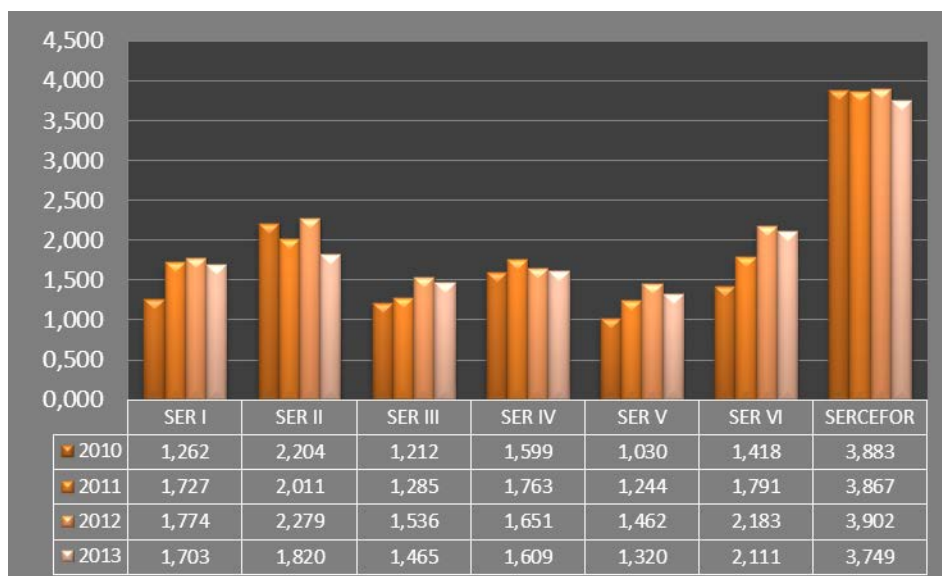


Figura 4: Per capita de RSU (Kg/hab./dia) por regionais em Fortaleza – 2010 – 2013.

Outro fator perceptível no gráfico da Figura 4, analisando de forma geral, é a tendência crescente dos valores *per capita*s de RSU no decorrer dos quatro anos; salvo, porém, algumas exceções como no caso da SER II que apresentou alternâncias bastante variadas. Em todas as regionais observa-se um pequeno decréscimo, não muito significativo, no ano de 2013 em relação ao ano anterior (2012). Os maiores acréscimos foram registrados em 2012, exceto para a SER IV onde ocorreu maior acréscimo em 2011 e decresceu nos anos seguintes.

Os rankings em ordem decrescente das médias *per capita*s de RDO e RPU são descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Ranking por regionais das médias per captas de RDO e RSU (Kg/hab./dia). Fortaleza, 2010 – 2013

Ordem	<i>per capita</i> RDO		<i>per capita</i> RSU	
1º	SERCEFOR	1,508	SERCEFOR	3,850
2º	SER II	1,013	SER II	2,078
3º	SER IV	0,697	SER VI	1,876
4º	SER VI	0,635	SER IV	1,656
5º	SER I	0,572	SER I	1,616
6º	SER III	0,555	SER III	1,375
7º	SER V	0,499	SER V	1,264

Por meio do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, publicado anualmente pelo SNIS, podemos obter a média *per capita* brasileira e região Nordeste nos últimos anos e comparar com as *per captas* das regionais de Fortaleza. Infere-se, desse modo, que as *per captas* das regionais representam uma diferença que chega a mais de 100% da média nacional e Nordeste no período de 2010 a 2012. Até o momento dessa pesquisa, o SNIS não havia publicado a edição de 2013 do Diagnóstico do manejo RSU. A Tabela 4 mostra as *per captas* nacionais.

Tabela 4: Per capita média de RSU nacional. Brasil e Nordeste, 2010 - 2012.

Ano	<i>Per capita</i> de RSU - Brasil	<i>Per capita</i> de RSU - Nordeste
2010	0,93	1,00
2011	0,96	1,09
2012	1,00	1,17

Fonte: Adaptado do SNIS, 2010 a 2012.

Outra avaliação passível e mais recomendada do que em relação às *per captas* nacional e Nordeste é comparar as *per captas* regionais apresentadas com as *per captas* dos municípios estratificados por faixas populacionais que o SNIS apresenta, diminuindo erros e imprecisões nas análises e detalhando o estudo de cada regional. Assim, considerando as regionais como se fossem pequenos municípios e sabendo que as regionais da SER I à SER VI apresentam populações acima de 250.000 habitantes, adotamos a faixa populacional 4 do SNIS (250.001 a 1.000.000 hab.) para comparar com estas regionais. Para a SERCEFOR que apresenta menos de 30.000 habitantes consideramos a faixa 1 do SNIS (até 30.000 hab.). Os dados comparativos e as variações são apresentados na Tabela 3 adiante, onde verificamos taxas superiores às médias dos municípios de mesmo porte populacional das regionais atingindo taxa acima de 100% nas SER II e SER VI. As taxas de variação da SERCEFOR são alarmantes, chegando a ser 409% maior que a média dos municípios de mesmo porte, porém, como já assinalado, estas altas taxas incorrem de imprecisões por esta regional se tratar de um centro comercial, embora mesmo considerando este fato a diferença seja ainda exacerbante.

Tabela 5: Comparação entre as *per capita*s de RSU de acordo as faixas populacionais do SNIS e variações das *per capita*s regionais em relação às *per capita*s médias dos municípios de mesma faixa populacional. Brasil e Fortaleza, 2010 – 2012.

Regionais	<i>Per capita</i> por faixas populacionais do SNIS 2010	<i>Per capita</i> por regionais 2010	Variação 2010	<i>Per capita</i> por faixas populacionais SNIS 2011	<i>Per capita</i> por regionais 2011	Variação 2011	<i>Per capita</i> por faixas populacionais SNIS 2012	<i>Per capita</i> por regionais 2012	Variação 2012
SER I	0,90	1,26	40%	0,93	1,73	86%	0,94	1,77	89%
SER II	0,90	2,20	145%	0,93	2,01	116%	0,94	2,28	142%
SER III	0,90	1,21	35%	0,93	1,28	38%	0,94	1,54	63%
SER IV	0,90	1,56	78%	0,93	1,76	90%	0,94	1,65	76%
SER V	0,90	1,03	14%	0,93	1,24	34%	0,94	1,46	56%
SER VI	0,90	1,42	58%	0,93	1,79	93%	0,94	2,18	132%
SERCEFOR	0,80	3,88	385%	0,76	3,87	409%	0,83	3,90	370%

Fonte: SNIS (2010, 2011 e 2012); Silva, 2014; ACFOR, 2014.

No gráfico da Figura 5 é apresentada a geração média de RSU do município no período de 2010 a 2013 em cada regional. Cumpre-se esclarecer que nesses dados não estão inclusos os resíduos de origem comercial coletado por empresas particulares, cooperativas e associação de catadores. A quantidade de RSU de Fortaleza representa cerca de 75% do total de resíduos sólidos destinados ao Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC); a porcentagem restante em torno de 25% corresponde aos de origem comercial, além dos resíduos de capina, varrição e raspagem do município coletados pela Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização (EMLURB). Salienta-se ainda que dentre os 25% também existem quantidades de resíduos provenientes do município de Caucaia.

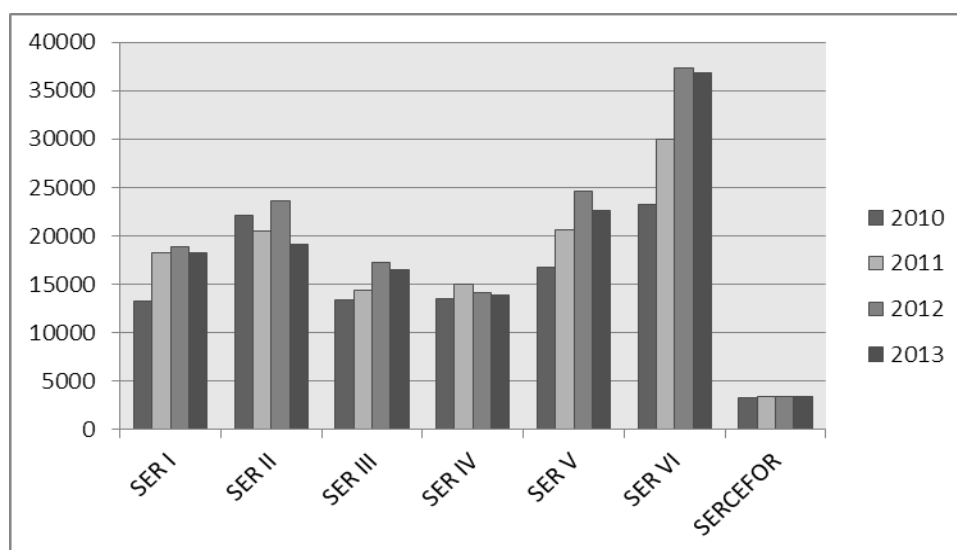


Figura 5: Geração média mensal de RSU (t) por regionais. Fortaleza, 2010 – 2013.

Calculando uma média de geração de RSU entre os quatros anos para cada regional obtemos outro ranking das regionais em ordem decrescente, das quais geram mais resíduos até as menos geradoras, apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5: *Ranking* da geração média de RSU.
Fortaleza, 2010 – 2013.**

Ordem	Regional	média de RSU (ton)
1 ^o	SER VI	31.887
2 ^o	SER II	21.354
3 ^o	SER V	21.140
4 ^o	SER I	17.125
5 ^o	SER III	15.378
6 ^o	SER IV	14.159
7 ^o	SERCEFOR	3.367

Para o indicador 5, taxa da quantidade total coletada de RDO em relação à quantidade total coletada de RSU, a Figura 6 dispõe de uma série de gráficos que foram elaborados no intuito de transmitir informações claras e detalhadas tanto do percentual de RDO quanto do percentual de RPU. Cada gráfico apresenta uma regional com os percentuais dos dois tipos de resíduos ao longo dos quatro anos, o que nos permite uma visão precisa do modo de evolução dos percentuais médios dessas taxas.

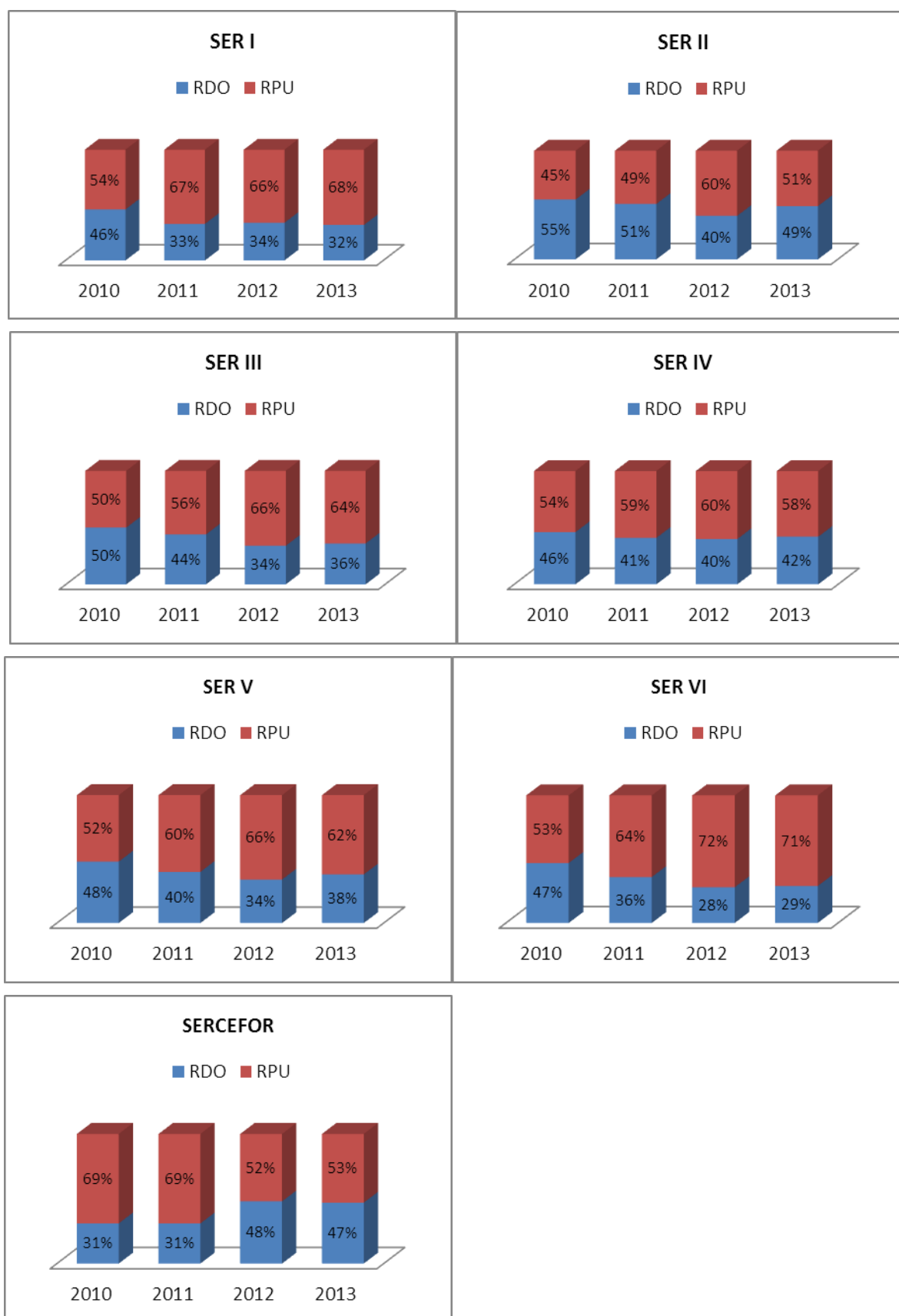


Figura 6: Taxa da quantidade média mensal de RDO e RPU por regionais. Fortaleza, 2010 – 2013.

Percebe-se, de forma geral, que a taxa de composição dos RDO vem reduzindo ao longo do tempo, enquanto a dos RPU vem aumentando. Quanto a este fato existe exceção apenas para a SERCEFOR que, ao contrário das demais regionais, apresentou aumento da taxa de RDO e redução da taxa de RPU nos últimos dois anos. Ressalta-se ainda que houve pequenas reduções e elevações nas taxas de RDO e RPU, respectivamente, no ano de 2013 para as regionais com exceção da SER I.

Existem vários pontos de lixo na cidade, estimados em cerca de 2.000 pontos pela ECOFOR. Nesses locais a coleta é realizada regularmente, seguindo um plano de coleta definido. Porém, a evolução da quantidade desses resíduos vem tomando grandes proporções, tornando-se um dos maiores desafios da gestão de resíduos sólidos no município. Segundo o PMGIRS (2012), a consolidação dos pontos de lixo ocorre devido a diversos fatores como: os grandes geradores (bares, restaurantes, comércio) que não se responsabilizam pelo destino de seus resíduos e não aceitam pagar pela coleta; falta de locais para destinação dos resíduos volumosos (eletrodomésticos, móveis) e da construção civil; falta de educação ambiental e ineficiência da fiscalização.

No gráfico da Figura 7 é apresentada a evolução da quantidade em toneladas dos RPU (entulho, pontos de lixo e poda) e também dos resíduos domiciliares. É visível o crescimento exponencial da quantidade de pontos lixos ao longo do tempo, atingindo 40% de crescimento em 2011, 37% em 2012 e uma redução de apenas 5% em 2013. Compara-se também a proporção dos pontos de lixo em relação aos demais tipos, superando as quantidades dos outros tipos de RPU (poda e entulho) e inclusive as de domiciliares nos anos de 2012 e 2013. A quantidade de resíduos originados dos pontos de lixo foram 31% maior que a quantidade dos RDO nos dois últimos anos.

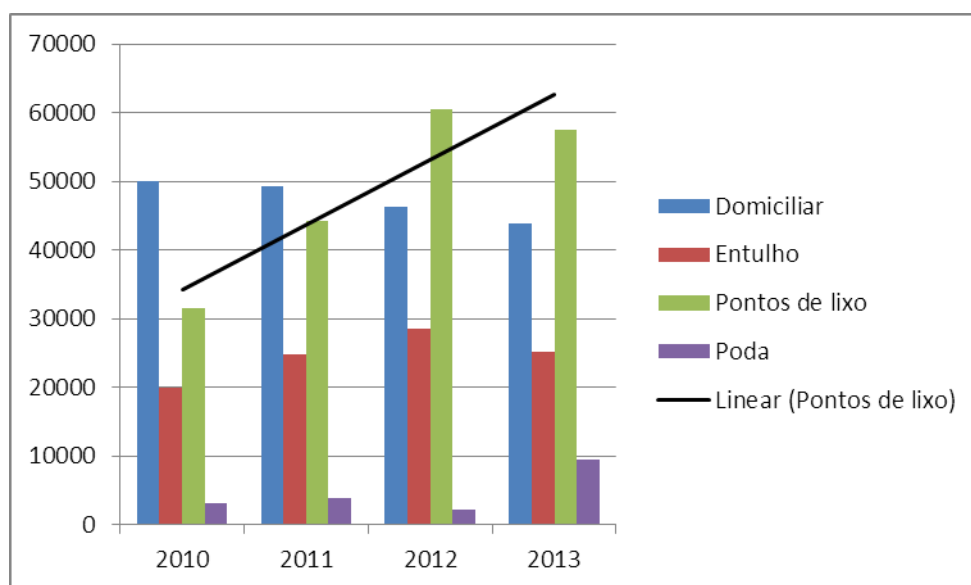


Figura 7: Evolução dos pontos de lixo comparados à evolução dos resíduos domiciliares, entulho e poda. Fortaleza, 2010 – 2013.

- **Indicadores Financeiros dos serviços de coleta, varrição e manejo de RSU**

A análise dos indicadores de RSU nos instiga a questões pertinentes da sustentabilidade da gestão em seus diversos aspectos, sejam eles institucionais, operacionais, econômicos ou financeiros. Este tópico aborda os indicadores referentes aos custos e investimentos com a gestão de RSU na cidade, realizando-se comparações com indicadores de outras fontes como forma de análise e avaliação.

No município de Fortaleza não existe cobrança de taxas ou tarifas pela manutenção dos serviços de coleta e limpeza pública, ficando as despesas sob encargo da prefeitura através do FUNLIMP com recursos orçamentário municipal.

Para todas as regionais é cobrado um mesmo valor unitário por tonelada coletada de RPU, variando de acordo com o tipo de resíduos (entulho, pontos de lixo e poda). Observa-se na Tabela 6 que maior custo unitário por tonelada corresponde ao da poda, em seguida os dos pontos de lixo e por último os de entulho. No decorrer dos quatro anos os três tipos de resíduos sofreram as mesmas variações percentuais nos períodos de 2010 a 2011, 2011 a 2012 e 2012 a 2013; correspondendo às variações de 12%, 28% e -5% respectivamente.

Tabela 6: Custo unitário médio (R\$/t) do serviço de coleta e transporte dos RPU em Fortaleza, 2010 – 2013.

Tipo de Resíduos	2010	2011	2012	2013
Entulho	32,05	35,90	46,01	43,925
Pontos de lixo	54,07	60,57	77,64	74,12
Poda	121,39	135,97	174,3	166,4

Diferentemente do modelo adotado para os RPU e também de diversas cidades brasileiras, a cobrança pela coleta e transporte dos resíduos domiciliares (RDO) de Fortaleza é referente a chamada “área limpa” e não por tonelada de resíduos coletadas. Portanto, os custos unitários médios desse serviço sofrem tanto variações temporais como regionais, já que o valor médio pago pela coleta permanece fixo enquanto a quantidade de resíduos altera em todas regionais. É importante ressaltar que os valores pagos por “área limpa” também sofrem alterações de regional para regional em virtude do tamanho da área de cada uma. O gráfico da Figura 8 apresenta as variações do custo unitário da coleta e transporte de RDO em todas as regionais nos quatros últimos anos.

Nos indicadores financeiros referentes aos serviços de coleta, as regionais SER II e SERCEFOR são representadas como uma única regional devido à falta de separação dos dados de cada uma.

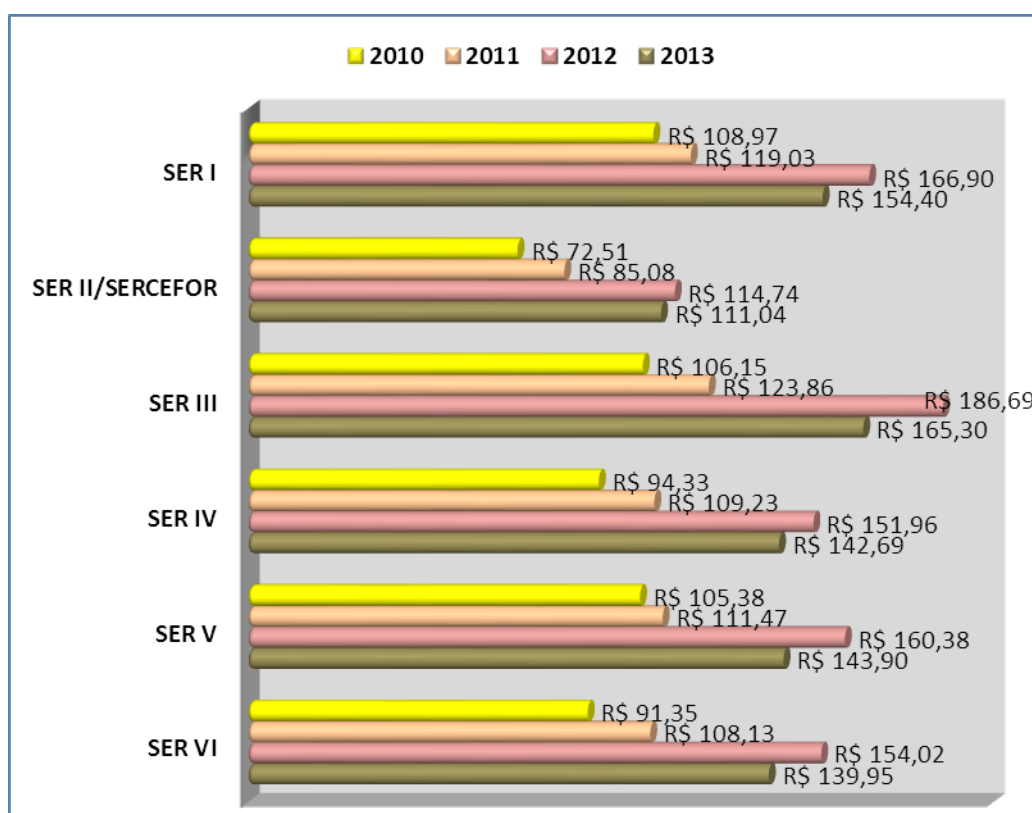


Figura 8: Custo unitário médio do serviço de coleta e transporte de RDO (R\$/t) por regional. Fortaleza, 2010 – 2013.

O valor mínimo do custo unitário do serviço de coleta de RDO, no período analisado, correspondeu a R\$/t 72,51 no ano de 2010 na SER II. O valor máximo foi de R\$/t 186,69 no ano de 2012 e na SER III. Observa-se ainda elevadas variações dos valores em todas as regionais no ano de 2012, com média de 42% de elevação em relação a 2011. Já em 2013 houve reduções em torno de 8%.

De forma geral, os custos unitários médios dos serviços de coleta (RPU + RDO) para a cidade de Fortaleza foram: R\$/t 75,91; R\$/t 85,65; R\$/t 116,42 e R\$/t 108,64 nos quatros anos consecutivos (2010 a 2013).

No gráfico da Figura 9 é apresentada a incidência dos custos com serviços de coleta no custo total com manejo de RSU. Vale ressaltar novamente que todos os indicadores aqui analisados são referentes somente à empresa ECOFOR Ambiental S/A, a qual detém a maior parte dos serviços de manejo de RSU na capital cearense, o que nos leva a resultados e estimativas muito próximas da realidade.

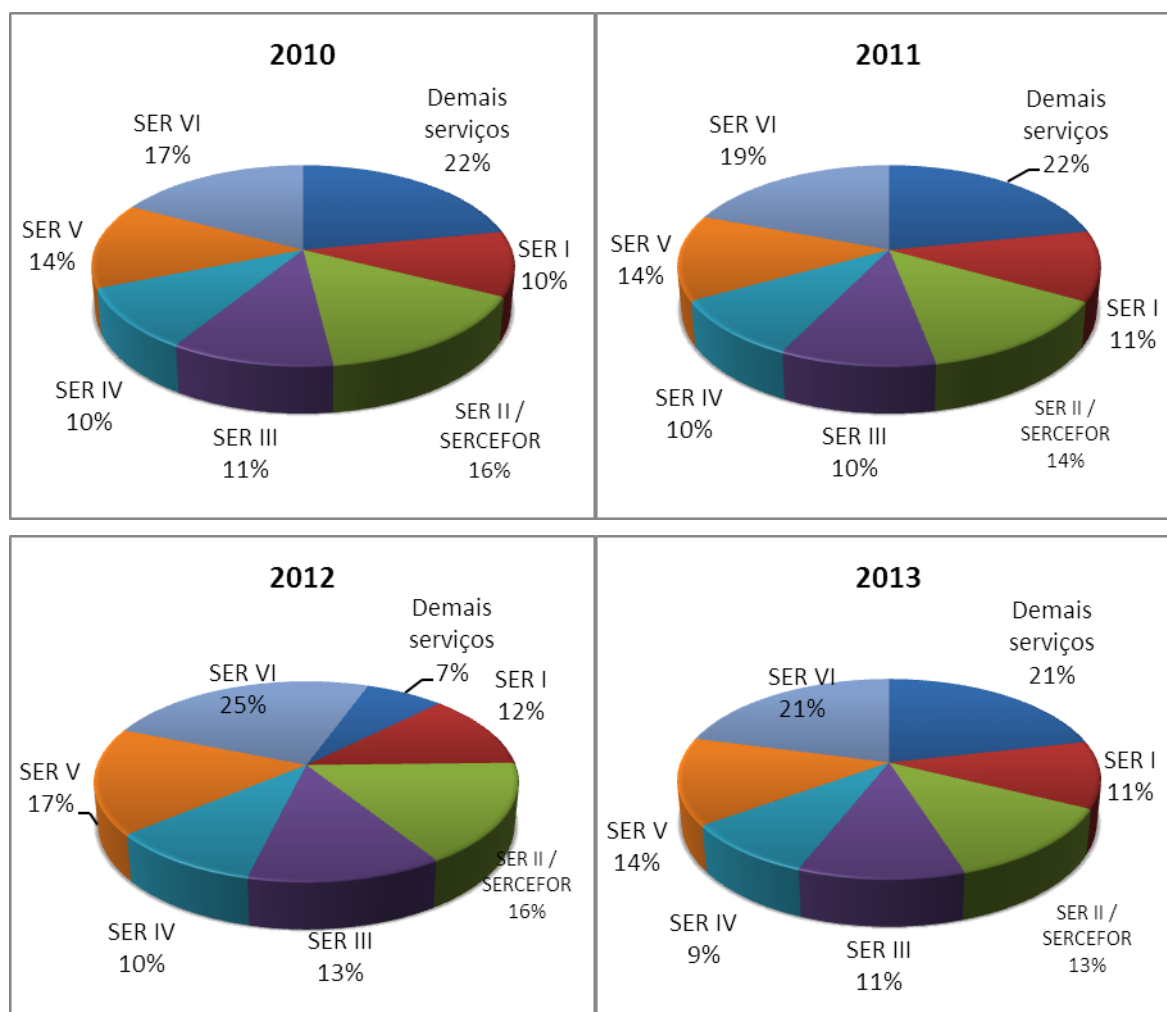


Figura 9: Incidência média mensal do custo do serviço de coleta por regional no custo total do manejo de RSU. Fortaleza, 2010 – 2013.

Quanto à incidência dos custos com coleta no custo total com manejo dos resíduos, observa-se que em todos os quatro anos a regional que apresentou o maior percentual de incidência do custo de coleta foi a SER VI com 17% em 2010, 19% em 2011, 25% em 2012 e 21% no último ano (2013). O segundo maior percentual incidente de coleta foi na SER II/SERCEFOR (16%) em 2010, e na SER V nos três anos seguintes com percentuais médios de 14%, 17% e 14% respectivamente. As demais regionais apresentam percentuais semelhantes e pouco variáveis.

O custo total com coleta de RSU representou 78% nos dois primeiros anos (2010 e 2011), 95% em 2012 e 79% em 2013 sobre o custo total com manejo de resíduos. Os demais recursos são destinados a programas de educação ambiental, coleta seletiva, SAC, implantação e operação de aterro sanitário, locação de equipamentos e pessoal etc. Observa-se que ocorreu certa discrepância no percentual médio dos recursos aplicado aos demais serviços no ano de 2012, ficando apenas com 7% do total das despesas com manejo.

A Tabela 7 trata dos custos unitários médio com serviços de varrição. Como já citado anteriormente, no tópico de metodologia, os dados referentes aos serviços de varrição foram obtidos somente para duas regionais (SER II e SERCEFOR). Os dados apresentados foram obtidos também através da ECOFOR, e esta é responsável pelo serviço de varrição somente dessas duas regionais, mais especificamente da varrição da beira-mar (SER II) e de vias, praças e logradouros públicos do centro (SERCEFOR).

Tabela 7: Custo unitário médio mensal com serviços de varrição. Fortaleza (SER II e SERCEFOR), 2010 – 2013.

Regionais - serviço	2010	2011	2012	2013
SER II - varrição manual da beira-mar (R\$/Km²)	10.097,35	11.310,48	12.696,40	13.841,98
SERCEFOR - varrição manual de vias, praças e logradouros públicos (R\$/Km)	86,47	93,03	100,74	108,80

A varrição também é executada nas demais localidades e regionais da cidade, porém, não existe um sistema de informação detalhado por regionais na EMLURB (Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização), o que não contribuiu para obtenção de mais indicadores de varrição nesse estudo, já que o foco principal foram as regionais. Salienta-se ainda a dificuldade para obtenção não somente de tais dados, mas de forma geral, os conjuntos de dados que compuseram esse estudo encontravam-se dispersos. Incorre-se, assim, na falta de um sistema próprio unificado e detalhado das informações sobre os serviços de limpeza urbana e gerenciamento dos RSU no município.

Retomando a questão dos indicadores dos serviços de varrição apresentados nesse estudo, a ECOFOR realiza mensalmente a varrição manual de 13,07 Km² da beira-mar (SER II) e 3.135,86 km de extensão de vias, praças e logradouros no centro da cidade. As variações dos custos unitário desse serviço na SER II foram de 12% em 2011 e 2012 e 9% em 2013. As variações do custo unitário na SERCEFOR permaneceram constantes no período com taxa de 8% de aumento.

Na Tabela 8 é possível visualizar as despesas mensais e incidência do custo dos serviços de varrição da SER II e SERCEFOR no período analisado. A incidência ficou em torno de 3% nos três últimos anos e de 4% em 2010, percentuais estes considerados não muito significativos para este serviço, diante do fato de representar pontos específicos de somente duas regionais.

Tabela 8: Despesa média mensal e incidência dos custos do serviço de varrição na SER II e SERCEFOR. Fortaleza, 2010 – 2013.

Ano	Regionais	Despesa	Incidência
2010	SER II	R\$ 131.976,36	1,4%
	SERCEFOR	R\$ 271.171,75	2,9%
	TOTAL	R\$ 403.148,11	4,2%
2011	SER II	R\$ 147.832,50	1,2%
	SERCEFOR	R\$ 291.729,06	2,4%
	TOTAL	R\$ 439.561,55	3,7%
2012	SER II	R\$ 165.946,96	1,2%
	SERCEFOR	R\$ 315.890,86	2,2%
	TOTAL	R\$ 481.837,82	3,3%
2013	SER II	R\$ 180.920,21	1,1%
	SERCEFOR	R\$ 341.186,79	2,2%
	TOTAL	R\$ 522.107,01	3,3%

O Diagnóstico do Manejo de RSU do SNIS disponibiliza a despesa *per capita* com manejo de RSU em R\$/hab.ano segundo as faixas populacionais de municípios e também por região e nacional. Como neste estudo não foram relatados dados das despesas gerais com manejo de RSU, ficando de fora os recursos provenientes de órgãos como a EMLURB, não podemos estabelecer comparações com a média nacional ou faixas populacionais da despesa total *per capita* de RSU com os dados disponíveis no diagnóstico anual do SNIS. No entanto, à guisa de estudo e análise comparativa dos recursos financeiros com RSU, podemos obter uma avaliação em relação às despesas com coleta, pois sabe-se que a ECOFOR é responsável por atender 100% do perímetro urbano do município no serviço de coleta. Essa avaliação é possível através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado anualmente pela ABRELPE, o panorama apresenta a despesa *per capita* em R\$/hab.mês com coleta de RSU estratificado em regiões (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul) e também uma síntese a nível nacional.

Dessa forma, procedeu-se aos cálculos adequados para obtenção dos valores *per capita* mensais com o serviço de coleta no município. Na Tabela 9 são apresentados os valores obtidos para o município e os valores publicados nas edições dos panoramas da ABRELPE para a região nordeste e também as médias nacionais. Observa-se variações positivas para os anos de 2011 e 2012 nos três casos, porém, é notório as elevadas variações nesse período na cidade em relação a região Nordeste e País. Nota-se ainda que em 2012 a *per capita* foi altamente elevada, superando tanto a *per capita* Nordeste quanto a brasileira. No ano de 2013 a cidade teve uma variação decrescente de 8%, o que poderia representar uma pequena compensação da alta taxa de 2012. Até o momento deste estudo a edição de 2013 da ABRELPE não foi publicada.

Tabela 9: Despesa média *per capita* com coleta de RSU em Fortaleza, Nordeste e Brasil 2010 – 2013.

Fortaleza						
2010	2011	Variação	2012	Variação	2013	Variação
R\$ 3,02/ hab.mês	R\$ 3,77/ hab.mês	25%	R\$ 5,32/ hab.mês	41%	R\$ 4,87/ hab.mês	-8%
Região Nordeste (ABRELPE)						
2010	2011	Variação	2012	Variação	2013	Variação
R\$ 3,19/ hab.mês	R\$ 3,4/ hab.mês	7%	R\$ 3,6/ hab.mês	6%	-	-
Brasil (ABRELPE)						
2010	2011	Variação	2012	Variação	2013	Variação
R\$ 3,71/ hab.mês	R\$ 3,94/ hab.mês	6%	R\$ 4,15/ hab.mês	5%	-	-

Os dados obtidos com despesas de coleta de RSU em cada regional e, a distribuição da quantidade de habitantes nas SER's nos permite calcular também os custos *per capita*s regionais e compará-los com a *per capita* municipal. A série de gráficos da Figura 10 mostra esses resultados para os quatro anos de 2010 a 2013. A SER II/SERCEFOP, além de apresentar a maior *per capita* regional de RSU nos três primeiros anos, superou a *per capita* municipal em todo o período com taxas de 35%, 19%, 18% e 9% maior que a de Fortaleza nos quatro anos consecutivos. No último ano (2013) a SER VI que apresentou a maior *per capita* regional de custo com coleta e foi 17% maior que a média municipal, além de ser a segunda maior no ano de 2012 com valor bastante próximo do valor da SER II/SERCEFOP. A SER V foi a que apresentou o menor valor de custo *per capita* regional nos quatro anos.

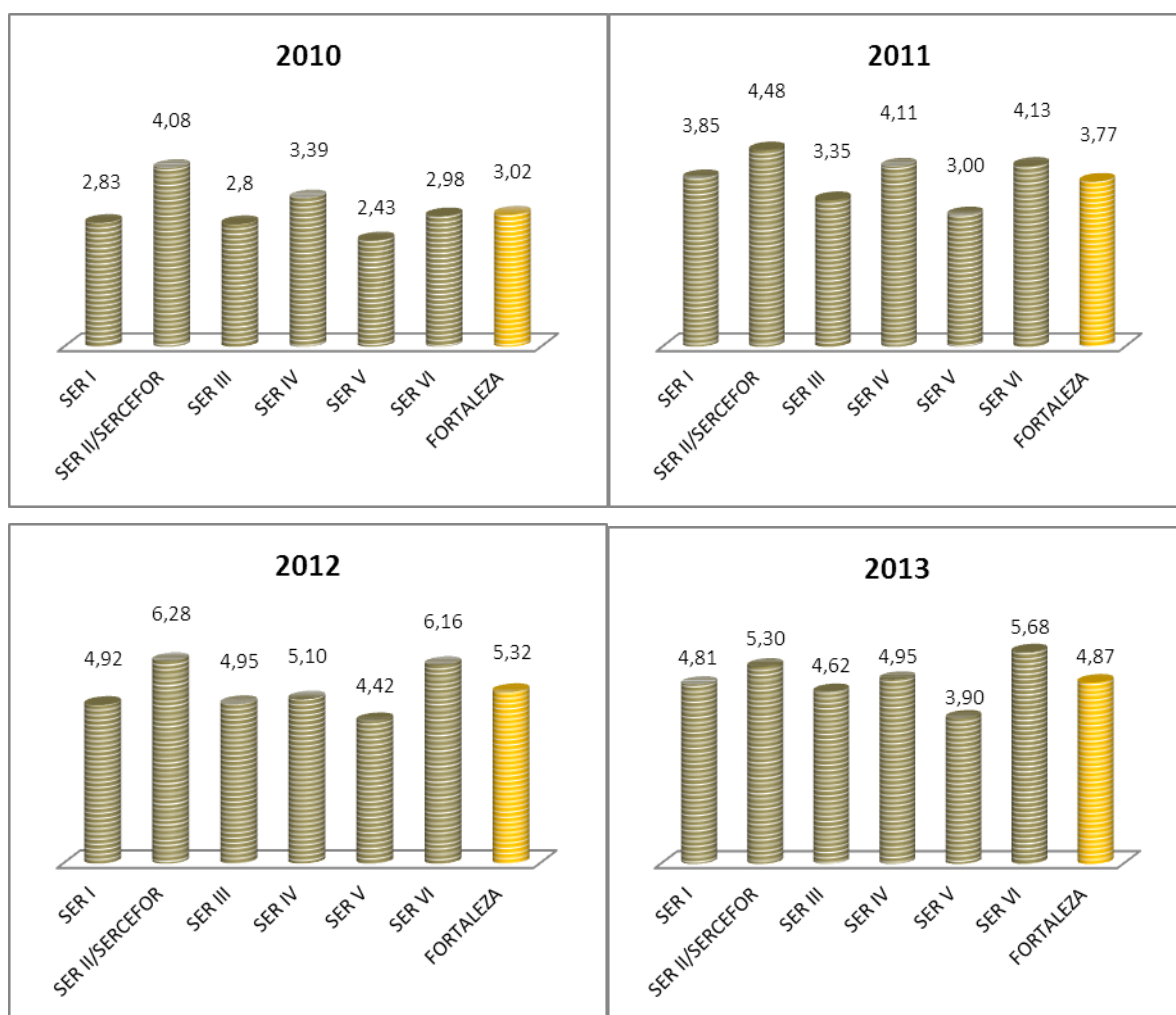


Figura 10: Comparação da despesa média *per capita* (R\$/hab.mês) com coleta de RSU entre as regionais e o município de Fortaleza, 2010 – 2013

- Indicadores Correlacionados com a Geração de RSU**

O trabalho com indicadores de RSU exige uma visão holística e análises minuciosas, devendo levar em conta não somente as informações diretamente ligadas à gestão dos RSU, mas também fatores capazes de influenciar a geração e até as características dos resíduos em cada região. Assim, alguns autores como Carvalho (2013) e Gemmelle (2008) defendem a ideia de que os aspectos sociais, culturais e econômicos das comunidades possuem relações com a questão dos resíduos sólidos, principalmente com a geração. Fatores econômicos também interferem na qualidade dos resíduos sólidos, por exemplo as áreas mais ricas tendem a gerar mais resíduos de materiais recicláveis, enquanto nas mais pobres os resíduos orgânicos são predominantes.

Considerando as disposições citadas no parágrafo anterior, esta parte do estudo apresenta de forma simplória apenas alguns indicadores das SER's no intuito de auxiliar as investigações e conclusões sobre a realidade local de cada regional, que assumem características diferenciadas dentro de um mesmo espaço geográfico, e as inter-relações desses aspectos com a questão dos resíduos sólidos. Os indicadores sociais apresentados são somente do ano de 2010, pois correspondem aos dados do último censo IBGE até a presente pesquisa. A Tabela 9 apresenta os indicadores considerados na análise de cada regional.

Tabela 10: Indicadores sociais, demográficos e econômicos das regionais. Fortaleza, 2010.

Regionais	População 2010	Densidade demográfica (hab./Km ²)	Renda (R\$/hab. a partir de 10 anos/mês)	IDH	Taxa de Alfabetização (%)
SER I	349.407	14.320	486,95	0,325	92,86
SER II	334.868	7.539	1865,97	0,585	95,13
SER III	368.960	14.273	611,93	0,385	94,29
SER IV	281.645	8.517	849,97	0,440	95,42
SER V	541.511	8.071	440,79	0,247	92,14
SER VI	547.256	4.561	663,99	0,313	92,78
SERCEFOR	28.538	5.884	1520,26	0,557	97,20
TOTAL	2.452.185				

Fonte: Adaptado do IBGE, 2010; Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE), 2014.

Sabe-se que a população residente tem, na maioria dos casos, influência direta na geração de RSU nas sociedades. Portanto, este indicador foi correlacionado com a geração em toneladas de RSU (RDO + RPU) no mesmo período (2010) dos dados analisados. As correlações foram verificadas a partir de uma análise simples de estatística por meio do coeficiente de Pearson, utilizando o programa *SPSS Statistics* versão 17.0. O coeficiente de determinação (R^2) também foi determinado, este indica o percentual de variância de uma das variáveis que pode ser explicado a partir da variância da outra.

A correlação de Pearson é uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis e assume valores entre -1 e 1. O sinal indica direção positiva ou negativa e os valores sugerem a força da relação entre as variáveis. É importante destacar que o conceito de correlação refere-se a uma associação numérica entre duas variáveis, não implicando necessariamente em relação de causa-efeito (FILHO & JÚNIOR, 2009).

Na Figura 12 é apresentado o gráfico de dispersão e a relação linear entre as variáveis “população residente” e “geração de RSU”. O coeficiente de Pearson encontrado foi 0,81, o que indica estatisticamente uma forte correlação positiva entre as variáveis. Já o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,65, isto explica que 65% da variabilidade da geração de RSU entre as regionais pode ser descrita pela variabilidade de suas populações e vice-versa.

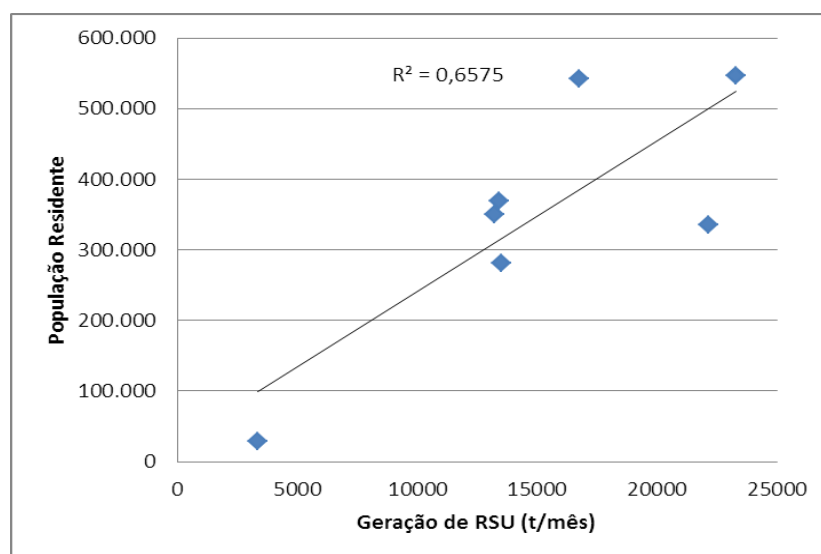


Figura 11: Relação linear entre Geração de RSU e População nas regionais de Fortaleza, 2010.

Para as demais variáveis IDH, renda e taxa de alfabetização, os coeficientes de Pearson foram determinados considerando a geração *per capita* de RDO como variável dependente. Na determinação da renda média das populações apresentada na Tabela 8, foi calculado a média ponderada das rendas entre os bairros de cada regional, esse critério foi adotado por levar em conta a população de cada bairro, diminuindo erros estatísticos devido as diferenças populacionais determinadas rendas. Além disso, considerando que o índice de Gini de Fortaleza apresentou um expressivo valor de 0,6267 em 2010, o que denota uma irregular distribuição da renda no município, torna-se importante ponderar dos bairros que compõem cada regional. O índice de Gini mencionado foi obtido em trabalho elaborado por Carvalho (2013) ao tratar da correlação de indicadores de sustentabilidade com a geração de RSU em Fortaleza, trabalho que despertou o interesse em apresentar esta parte complementar do estudo tratando das regionais.

A densidade demográfica de cada regional é apresentada somente à guisa de informação, à princípio foi determinado o coeficiente de Pearson dessa variável com a geração de RSU, porém, obteve-se um coeficiente estatisticamente muito fraco e negativo de - 0,19. No entanto, podemos inferir algumas observações com relação a este indicador que demonstra o grau de pressão antrópica e urbanização das regionais. Verifica-se que as regionais que apresentaram a maior geração de RSU (SER II e SER VI) no mesmo período, estão entre as três (SER VI, SERCEFOR e SER II) que apresentam as menores densidades demográficas da cidade. A SER II e SERCEFOR por sua vez apresentam as maiores rendas médias, isto implica alguma relação entre o nível econômico e de desenvolvimento com o adensamento dos locais, sendo, na maioria das vezes, os locais pobres mais densamente povoados e onde se encontram mais formações de aglomerados subnormais. Embora não tenha uma relação direta com a questão dos RSU, este indicador pode ser considerado para investimentos em infraestruturas e questões públicas de ordem social que possam interferir de modo indireto na questão dos resíduos.

A Tabela 11 apresenta os coeficientes de correlação Pearson entre as variáveis *per capita* de RSU, renda média, taxa de alfabetização e IDH.

Tabela 11 – Coeficiente de correlação Pearson entre indicadores socioeconômicos e de resíduos domiciliares das regionais. Fortaleza, 2010.

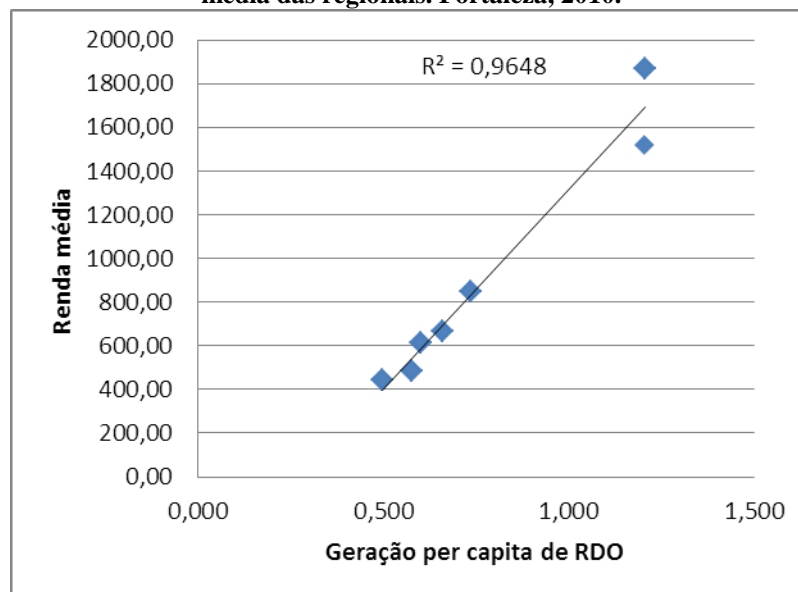
Indicadores	<i>Per capita</i> RDO	Renda média	IDH	Educação
<i>Per capita</i> RDO	1,00			
Renda média	0,98	1,00		
IDH	0,95	0,95	1,00	
Educação	0,82	0,75	0,90	1,00

Verifica-se que existem fortes correlações entre os indicadores *Per capita* de RDO, IDH, renda média e educação, os que apresentaram menor correlação (R= 0,75) foram os indicadores Educação e Renda média. Chamando atenção para o indicador Educação, embora este represente apenas a taxa de alfabetização das pessoas de 10 anos ou mais de idade, verifica-se uma correlação positiva ao contrário do que poderia esperar, ou seja, nesse sentido as maiores taxas de educação/alfabetização é função das sociedades mais desenvolvidas socioeconomicamente e que costumam gerar mais resíduos. Reforça-se este argumento observando na Tabela 8 que as maiores taxas de alfabetização, os maiores IDH e rendimentos médios são das regionais SER II, SERCEFOR e SER IV. De fato, o que contribui para menor geração de resíduos é o grau de conscientização ambiental da sociedade, um programa de educação efetivo e permanente que ainda é explorado de forma esporádica e insipiente no município, assim também como programas de coleta seletiva e reaproveitamento de resíduos por meio de reciclagem e compostagem. É importante salientar que atualmente somente três regionais

(SER I, SER II e SER III) são atendidas pela coleta seletiva da prefeitura de Fortaleza, ocorrendo ainda de forma fraca.

A correlação entre renda média e geração *per capita* de RDO foi a mais forte ($R = 0,98$), ratificando assim, afirmações de autores e importantes estudos que relacionam a geração de resíduos com o poder aquisitivo das comunidades. A Figura 13 mostra a relação linear entre essas duas variáveis, onde nota-se o quão forte é a relação e influência da renda na geração de resíduos e com coeficiente positivo de determinação de 96%.

Figura 13 – Relação linear entre geração de *per capita* de RDO e renda média das regionais. Fortaleza, 2010.



CONCLUSÕES

A formulação de um estudo sobre indicadores de RSU para as regionais de Fortaleza representou uma tarefa complexa e desafiante, pois exigiu uma visão holística e cuidados criteriosos na interpretação dos resultados, além da inexistência nos órgãos públicos de diversos dados da gestão municipal de RSU que estejam estratificados por regionais. Nesse sentido, mostra-se a importância de se trabalhar com a maior quantidade de dados possíveis da gestão de resíduos no município que leve em conta cada regional com suas peculiaridades e diferenças, garantindo melhor qualidade no atendimento das demandas de cada uma e evitando erros e imprecisões no dimensionamento da coleta e de outros serviços.

Contudo, além de contribuir na disseminação de informações e conhecimentos ainda escassos, alcançamos importantes resultados a partir dos indicadores trabalhados que, de modo conclusivo, pode-se obter um balanço geral das investigações do período estudado. Assim, os indicadores médios mensais de 2010 a 2013 no município indicam que os gastos mais onerosos referentes ao manejo dos resíduos sólidos na capital cearense são destinados à coleta e transporte dos RSU, incidindo em 79% do total investido no último ano (2013). Os custos dispendidos na varrição representam em torno de 3% ao mês, percentual considerado pouco significativo em virtude de representar a varrição somente de duas regionais (SER II e SERCEFOR), os dados de varrição para as outras regionais inexistem nos órgãos gestores.

Os indicadores de geração percentual de RDO e RPU nos revelou uma tendência decrescente das taxas de RDO ao passo que as taxas de RPU tendem a crescer ao longo do período. Este fato decorre, principalmente, da evolução dos pontos de lixo na cidade que apresentou taxas de crescimento de 40% e 37% em 2011 e 2012 respectivamente, além de superar em 31% a quantidade de RDO nos dois últimos anos (2012 e 2013). Fica evidenciada, assim, a necessidade de maiores investimentos em projetos efetivos que visem aspectos de redução, reciclagem, coleta seletiva e principalmente de programas permanentes e contínuos de educação

ambiental. Outro fator de forte significância é a intensificação na fiscalização, principalmente junto aos grandes geradores.

As maiores *per capita*s de geração de RSU foram verificadas na SERCEFOR, SER II e SER VI, enquanto as maiores *per capita*s de RDO foram da SERCEFOR, SER II e SER IV. O estudo complementar sobre as condições sociais das regionais apresentado no último tópico do capítulo 4, constatou que os maiores rendimentos econômicos são das SERCEFOR, SER II, SER IV e em quarta posição da SER VI, corroborando com ideia de que o poder aquisitivo das sociedades está intimamente ligado à geração de resíduos, fato decorrente de maiores hábitos de consumo por muitas vezes desenfreado e inconsciente. Assinala-se ainda que as *per capita*s de todas as regionais foram bastante superior às médias de municípios brasileiros com a mesma faixa populacional, o que pode caracterizar consumismo predominante na cidade e pontos falhos da gestão, além da existência de muitos comércios na região. Os maiores valores de IDH também são da SERCEFOR, SER II e SER IV. Nota-se, portanto, que os resíduos assumem características diferenciadas dentro de um mesmo espaço geográfico em consonância com os aspectos socioeconômicos locais, exigindo tratamentos específicos para cada regional.

Por fim, recomenda-se a necessidade de ampliação da pesquisa dentro do município de Fortaleza e também de um modelo detalhado a ser seguido por diversos municípios, que represente indicadores concisos e com isso estabelecer comparações avaliativas entre municípios, alertando o poder público nas tomadas de decisões e até mudanças de paradigmas de desenvolvimento nas sociedades. Ressalta-se ainda, além da elaboração de um modelo próprio de sistema de informação da gestão de resíduos sólidos no município, que este seja acessível à comunidade na busca de informações, sendo uma forma de incentivar a população na participação e colaboração das atividades inerentes à gestão dos resíduos, além de se manterem atualizados sobre essa questão em suas regionais. Contribuindo, dessa forma, na formação de atores conscientes numa busca incansável da sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2010**. 199 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
2. _____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2011**. 184 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
3. _____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2012**. 114 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES) – SEÇÃO CEARÁ. **Resíduos Sólidos Urbanos: Coleta e Destino Final**. Instrutores: Francisco Humberto C. Júnior e Raimundo C. Nogueira. Tribunal de Contas dos Municípios do Ceará – TCM / Ceará, 2006. 112 p.
5. AUTARQUIA DE REGULARIZAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO – ACFOR. **Boletins de Medição de Serviços da ECOFOR Ambiental, S/A**. Fortaleza-CE: Diretoria de Resíduos Sólidos, 2013.
6. 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.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2008**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, v. 5, 2008.
8. _____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Brasil 2008. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010.
9. _____. **Banco Sidra – Censo demográfico 2010**. Unidade Territorial: 2304400 - Fortaleza – CE (Unidades Territoriais do Nível Bairro). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/tabunitsub.asp?codunit=1411&nsub=102&z=t&o=4&i=P>>. Acesso em: mar. e mai. 2014.
10. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Glossário e Relação dos indicadores**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

11. _____. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 2010. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=93>>. Acesso em: 20 mai. 2014.
12. _____. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2011**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=102>>. Acesso em: 20 mai. 2014.
13. _____. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2012**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=104>>. Acesso em: 20 mai. 2014.