

ANÁLISE DE INDICADORES DO SNIS PARA VALIDAÇÃO DOS ECOPONTOS EM FORTALEZA/CEARÁ

Adriano Ricardo Almeida ALEXANDRE
Doutorando em Engenharia Civil da UFC
adricaral@gmail.com

Hozana Raquel de Medeiros GARCIA
Doutoranda em Engenharia Civil da UFC
hozana_raquel@hotmail.com

Marisete Dantas AQUINO
Doutora em Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Ecolé des Hautes Études em Sciences Sociales
Professora Titular da UFC
marisete@ufc.br

RESUMO

A cidade de Fortaleza foi considerada a capital mais densa do Brasil em 2010. Essa densidade populacional provoca uma série de problemas ambientais tais como a crescente geração de resíduos sólidos, bem como sua disposição inadequada, apesar dos esforços da gestão pública em sanar essa problemática. Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo é analisar dois indicadores do SNIS e a partir deles validar a mitigação dos descartes irregulares de resíduos sólidos através da adoção dos Ecopontos com sua avaliação de distribuição espacial pelo município de Fortaleza utilizando o método de polígonos de Voronoi. Para tanto, analisou-se os indicadores IN021 e IN022 do SNIS e apresentou-se um mapa com a distribuição dos Ecopontos, utilizando o método de Voronoi. Constatou-se neste artigo que o município estudado apresenta um crescimento significativo de Resíduos Sólidos Público (RPU) nos anos de 2013 e 2014, embora com redução de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO), apesar do crescimento populacional. Após este período, nos anos que se estende de 2015 a 2017, observou-se alteração neste comportamento com a redução de RPU e aumento do RDO.

Palavras chave: SNIS (Sistema Nacional de Saneamento), RPU (resíduos sólidos públicos), RDO (resíduos sólidos domiciliares), indicadores e método de Voronoi.

ABSTRACT

The city of Fortaleza was considered the densest capital of Brazil in 2010. This population density causes a series of environmental problems such as the growing generation of solid waste, as well as its inadequate disposal, despite the efforts of the public management to solve this problem. In this perspective, the objective of this article is to analyze two indicators of the SNIS and from them to validate the mitigation of the irregular discards of solid waste through the adoption of the Ecopoints, with its evaluation of spatial distribution by the municipality of Fortaleza using the Voronoi polygon method. For this, the IN021 and IN022 indicators of the NSIS were analyzed and a map with the distribution of the Ecopoints was presented, using the Voronoi method. It was verified in this article that the studied municipality presents a significant increase of Public Solids Waste (PSW) in the years of 2013 and 2014, although with reduction of Household Solids Waste (HSW), in spite of the population growth. After this period, in the years from 2015 to 2017, it was observed a change in this behavior with the reduction of PSW and increase of HSW.

Keywords: NSIS (National Sanitation Information System), PW (Public Solids Waste), HSW (Household Solids Waste)), indicators and Voronoi method.

INTRODUÇÃO

O município de Fortaleza está localizado no estado do Ceará e, em 2010, foi considerada a capital com maior densidade demográfica com 7.786,44 hab./km² (IBGE, 2010), neste período a população era de 2.452.185 hab. Estima-se que em 2018, o número de habitantes da referida cidade seja de 2.643.247 pessoas (IBGE, 2019).

Isto acarreta muitos problemas como o controle urbanístico, sobrecarga no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário; e outros impactos na vida cotidiana deste centro urbano. Porém um dos grandes impactos neste município se refere a geração de resíduos sólidos, cujo incremento ano após ano, torna um dos mais relevantes nesta cidade, principalmente o descarte clandestino e inapropriado em vias, logradouros públicos e particulares, vazios e desocupados, os denominados pela população “pontos de lixo”, sendo principalmente de resíduos de origem da construção civil, de podas e cortes de espécies vegetais.

Apesar do crescente esforço demandado pelas instituições municipais responsáveis pelo gerenciamento das operações de coleta e destino final dos resíduos sólidos, têm-se tornado pouco eficazes no intuito de debelar estes depósitos clandestinos, como dito no jargão pelos operadores locais “pontos de lixo”. Estes “pontos de lixos” são prejudiciais a boa estética visual da cidade, além de ser pontos que incentivam a proliferação de vetores como moscas, ratos e baratas, que transmitem diversas doenças nocivas à saúde humana.

O município de Fortaleza possui atualmente um sistema misto de operação de limpeza pública sendo uma grande parte terceirizada para concessionária Ecofor Ambiental S/A, o consórcio Fortaleza - Limpa, formado por três empresas, Construtora Marquise S/A, Construtora Maciel e Construtora Samaria. Uma pequena parte dos serviços de limpeza pública ainda é realizada pela própria Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), porém a cada ano foram a sua participação diminuída e substituída pela terceirização.

O destino final dos resíduos no período de 2007 a 2017 constitui-se em aterro sanitário, incinerador para resíduos sépticos e alguns industriais perigosos, com somente uma estação de transbordo. A partir de 2016, surgem os primeiros Ecopontos, que são pequenas estações de transbordo com o intuito de receber resíduos em pequenas quantidades da demolição e construção civil (entulhos), podas vegetais em geral, resíduos volumosos (sofás e móveis inservíveis, fogões

velhos e outros) e resíduos recicláveis para a coleta seletiva (papel, papelão, metais diversos, vidros e óleo de cozinha).

Atualmente o gerenciamento dos resíduos sólidos fica na responsabilidade da Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Urbanos (SCSP). A fiscalização dos serviços concedidos de limpeza urbana de autoria da concessionária Ecofor é realizada pela Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (ACFOR) conjuntamente com a SCSP e outros entes municipais como as Secretarias Regionais (SRs) e a Agência de Fiscalização (AGEFIS).

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO (SNIS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos promulgada pela Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, tem como um dos seus princípios expostos no seu artigo 6º, incisos X e XI, o direito da sociedade à informação e ao controle social; a razoabilidade e a proporcionalidade. No auxílio a este contexto surgiu um importante instrumento, o SNIS que nestes 24 anos de existência tem os seguintes objetivos à saber:

- planejamento e execução de políticas públicas;
- orientação da aplicação de recursos;
- avaliação de desempenho dos serviços;
- aperfeiçoamento da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia e
- orientação de atividades regulatórias, de fiscalização e de controle social.

A coleta de informações dos municípios com o uso de indicadores e séries históricas permitem que sejam feitas comparações e como guia para medições de desempenho. O último diagnóstico de 2017 abrangeu um universo de 3.670 municípios, correspondendo a 65,9% da população do país e mais de 84% da população urbana (DIAGNÓSTICO SNIS, 2017).

Além dos indicadores fornecidos pelo SNIS que auxilia na medição do desempenho da gestão dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros há outros que serão apresentados no próximo tópico.

O USO DE INDICADORES NA ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os usos de indicadores servem para criar parâmetros que podem ser estudados e relacionados com intuito de quantificar e sintetizar informações criando modelos empíricos da realidade, sendo exibidos em dados estatísticos ou gráficos (HAMMOND et. al., 1995).

Quiroga Martinez (2007) utilizou indicadores classificando-os em indicadores ambientais, indicadores de sustentabilidade e indicadores de desenvolvimento sustentável, sendo os primeiros a representação do ambiente, os segundos a mudança no tempo e os terceiros em o progresso no desempenho do desenvolvimento e na sustentabilidade do desenvolvimento.

A Norma ABNT NBR ISO 14.031 (2004) relata sobre os indicadores de desempenho operacional (IDO) relacionados aos resíduos sólidos das seguintes formas:

- quantidade de resíduos por ano ou por unidade de produto;
- quantidade de resíduos perigosos, recicláveis ou reutilizáveis produzidos por ano;
- quantidade de resíduos armazenados no local;
- quantidade de resíduos controlados por licenças;
- quantidade de resíduos perigosos eliminados devido à substituição do material;
- quantidade de resíduos convertidos em material reutilizável por ano; e
- quantidade de resíduos para disposição.

O pesquisador Carvalho Júnior (2013) propôs os usos de diversos indicadores de sustentabilidade ambiental como geração dos RSU, a população urbana e o PIB do Brasil no período 2000 a 2011 e comparou com outros indicadores como o IDH, GINI, INPC, IPCA, consumo de água tratada e consumo de energia elétrica, para a cidade de Fortaleza neste período, criando uma equação para geração de resíduos urbanos.

Medeiros et al (2015) estudou a variação temporal dos resíduos sólidos domiciliares no período de 2003 a 2010 da cidade João Pessoa na Paraíba e sua estimativa de evolução futura, com os usos de indicadores sociais com consumo de água, energia, renda e alfabetização com correlação da massa coletada de resíduos domiciliares com indicadores através do método IPAT (I- impacto ambiental, P- população, A- poder aquisitivo e T- tecnologia).

Na avaliação de sistemas de gestão de resíduos sólidos são utilizados vários indicadores ambientais, sociais, técnicos operacionais e econômico/financeiros, sendo um deles o coeficiente produzido pela divisão entre a geração de resíduos coletados diariamente pela população urbana do município analisado, sendo a unidade kg/ hab./dia (PEREIRA et al, 2018).

O uso de indicadores para área de resíduos sólidos foi proposto também por Bertanza et al (2018) para análise da performance de seus gestores municipais em cidades italianas, utilizando o coeficiente proveniente da divisão da quantidade coletada pelo total de habitantes da população.

Observa-se assim, que existem diferentes indicadores utilizados para avaliar a geração dos resíduos sólidos, contudo o objetivo do presente artigo é analisar indicadores do SNIS e a partir deles validar a mitigação dos descartes irregulares de resíduos sólidos pela adoção dos Ecopontos

com sua avaliação de distribuição espacial pelo município de Fortaleza utilizando o método de polígonos de Voronoi.

O INDICADOR DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO (SNIS)

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) foi uma ferramenta criada em 2002 pelo Ministério das Cidades do Governo Federal, hoje Ministério do Desenvolvimento Regional para auxiliar os municípios no planejamento e gestão dos resíduos sólidos. Elaboram diagnósticos anuais sobre sistemas de água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais abrangendo aspectos operacionais, administrativos, econômico-financeiros, contábeis e de qualidade dos serviços.

Os envios das informações são realizados pelos municípios de forma voluntária, contudo, caso o município não envie as informações ele será punido, pois não poderá pleitear recursos junto ao Ministério do Desenvolvimento Regional no ano correspondente ao não envio na área de resíduos sólidos. (DIAGNÓSTICO SNIS 2017).

O indicador utilizado para comparação neste trabalho foram o indicador IN021- Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana explicitada em kg/hab./dia e o indicador IN022-Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta, também explicitada em kg/hab./dia. O RDO é a sigla para resíduos sólidos domiciliares e o RPU a sigla para resíduos sólidos públicos. Os RDO constituem os resíduos de origem nos domicílios e estabelecimentos comerciais com coleta regular por agentes públicos ou privados e os RPU constituem os resíduos públicos de origem de outras atividades da limpeza pública como varrição de ruas, praças, faixa de praia, limpeza de feiras livres, capina e roçada de sarjetas e áreas públicas, assim como retiradas de depósitos clandestinos em terrenos baldios, públicos e outras operações de limpeza de logradouros públicos.

A fórmula do indicador IN021 é dada pela seguinte expressão:

$$IN021 = \frac{CO1 + CO2 + CS + CO3}{POP_URB} \times \frac{1000}{365}$$

Onde: CO1- quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público (ton);

CO2- quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados (ton);

CO3- quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores (ton)

CS- quantidade recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura (ton)

POP_URB- População urbana do município (Fonte: IBGE-estimativa populacional de habitantes-hab)

A fórmula do indicador IN022 é dada pela seguinte expressão:

$$IN022 = \frac{CO5+CO6+CS+CO7}{POP_ATEND} \times \frac{1000}{365}$$

Onde: CO5- quantidade de RDO coletada pelo agente público (ton);

CO6- quantidade de RDO coletada pelos agentes privados (ton);

CO7- quantidade de RDO coletada por outros agentes executores (ton);

CS- quantidade recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura (ton) e POP_ATEND.- População atendida pelo município com a coleta (hab), fornecida pelo gestor municipal pesquisado.

Pela série histórica para a cidade de Fortaleza no estado do Ceará, o SNIS apresenta os seguintes dados:

Tabela 1 - Evolução do RDO, RPU, indicadores IN021, IN022 e População da cidade de Fortaleza, Ceará no período de 2013 a 2017.

Ano	RDO (ton)	Incremento %	RPU (ton)	Incremento %	População (hab)	IN021 (kg/ hab/dia)	IN022 (kg/ hab/dia)
2013	857.161,10	-	1.185.883,50	-	2.551.806	2,19	0,94
2014	762.292,60	-11,07	1.334.212,90	11,12	2.571.896	2,23	0,83
2015	774.701,50	1,63	1.028.802,40	-29,69	2.591.188	1,91	0,84
2016	804.085,50	3,79	832.215,20	-23,62	2.609.716	1,72	0,86
2017	809.282,10	0,65	649.113,80	-28,21	2.627.482	1,52	0,86

Fonte: Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Urbanos (SCSP) da Prefeitura de Fortaleza-junho/2019-elaboração própria.

Observa-se na tabela 1, que o município de Fortaleza (CE) apresenta um incremento significativo do RPU nos anos 2013 e 2014 com diminuição do RDO de um ano para outro, mesmo com o crescimento populacional. Após este período ocorre uma diminuição do RPU começando de por 2015 até 2017 sendo acompanhado de um aumento do RDO.

Ao comparar os indicadores com as capitais de outros Estados como João Pessoa da Paraíba (PB), Recife de Pernambuco (PE), Rio de Janeiro de Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo de São Paulo (SP) têm-se as seguintes tabelas descritas abaixo:

Tabela 2- Evolução do indicador IN021 das cidades de Fortaleza (CE), João Pessoa (PB), Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP) no período de 2013 a 2017.

Ano	Fortaleza(CE)	João Pessoa (PB)	Recife (PE)	Rio de Janeiro (RJ)	São Paulo (SP)
2013	2,19	0,87	1,45	1,48	0,93

2014	2,23	0,9	1,49	1,41	1,24
2015	1,91	0,94	1,39	1,38	0,92
2016	1,72	0,99	1,38	1,33	0,87
2017	1,52	0,85	1,38	1,27	0,9

Fonte: Sistema Nacional de Saneamento (SNIS) do Ministério do Desenvolvimento Regional do Governo Federal, Secretaria Nacional de Saneamento (SNS), Série Histórica, disponível em: <http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>, acessado em 16 de junho de 2019 - elaboração própria.

Na tabela 2, pode-se visualizar que o indicador IN021 (Massa coletada RDO + RPU per capita em relação à população urbana em kg/hab./dia) da cidade de Fortaleza (CE) sempre foram superiores as outras capitais da pesquisa como João Pessoa (PB), Recife (PE), capitais de Estados nordestinos, das duas maiores cidades do Brasil como Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e a média nacional que foi de 0,95 kg/hab./dia (DIAGNÓSTICO SNIS 2017). O indicador IN022 (Massa coletada RDO per capita em relação à população atendida com serviço de coleta em kg/hab./dia) a cidade de Fortaleza (CE) não teve valores muito diferentes das outras cidades, conforme tabela 3 demonstrada abaixo.

Tabela 3- - Evolução do indicador IN022 das cidades de Fortaleza(CE), João Pessoa (PB), Recife (PE), Rio de Janeiro(RJ) e São Paulo (SP) no período de 2013 a 2017.

Ano	Fortaleza (CE)	João Pessoa (PB)	Recife (PE)	Rio de Janeiro (RJ)	São Paulo (SP)
2013	0,94	0,87	–	0,97	0,89
2014	0,83	–	–	0,93	0,9
2015	0,84	–	–	0,87	0,89
2016	0,86	–	–	0,83	0,84
2017	0,86	–	–	0,84	0,86

Fonte: Sistema Nacional de Saneamento (SNIS) do Ministério do Desenvolvimento Regional do Governo Federal, Secretaria Nacional de Saneamento (SNS), Série Histórica, disponível em: <http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>, acessado em 16 de junho de 2019 - elaboração própria.

A partir destes indicadores observa-se que o sistema de coleta dos resíduos de Fortaleza está com desempenho muito elevado de coleta de resíduos públicos, acima que muitas capitais. Apesar disso, o município ainda sofre com o descarte inadequado de resíduos sólidos em espaços públicos e privados com a presença crescente de “pontos de lixo”.

De acordo com a tabela 4, pode-se visualizar que a situação descrita acima ocorre com seguintes frequências nos meses de dezembro do período de 2013 a 2017, sendo que o último ano de 2018 o levantamento foi no mês de agosto.

Tabela 4- A evolução do quantitativo de “pontos de lixos” na cidade Fortaleza (CE) no período de 2013 a 2018.

Secretarias		2014	2015	2016	2017	2018
Regionais	2013 (Dez)	(Dez)	(Dez)	(Dez)	(Dez)	(Ago)
(SR)						

Fonte:	SR I	176	142	126	203	128	103	Secretaria de e Serviços (SCSP) da Fortaleza-
Municipal	SR II	380	271	300	282	131	108	
Conservação Urbanos	SR III	117	100	97	136	104	85	
Prefeitura de	SR IV	200	150	160	149	114	92	
	SR V	254	237	286	373	212	103	
	SR VI	416	359	347	648	338	313	
	TOTAL	1543	1259	1316	1791	1027	804	

agosto/2018- elaboração própria

A Tabela 4 demonstra que apesar de possuir elevados indicadores de desempenho, o sistema de limpeza pública da cidade de Fortaleza (CE) estava com problemas com o descarte clandestino de resíduos sólidos em diferentes regiões da cidade e necessita de outras soluções mais adequadas do que implementar um aumento nas operações de coleta. Várias análises foram realizadas e buscou-se uma solução de localização de unidades de transbordo para recebimentos por entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos oriundos da construção civil, da poda e corte de espécies vegetais com o surgimento dos Ecopontos em 2016, como forma de atenuar o problema.

O ECOPONTO E SUA AVALIAÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA PELOS POLÍGONOS DE VORONOI

Os Ecopontos foram a solução encontrada para minimizar o descarte clandestino de resíduos sólidos na cidade de Fortaleza, porém ele não foi a única ferramenta utilizada, outros programas foram implementados à saber:

- 1- a coleta seletiva incentiva com troca de bônus da energia elétrica por materiais recicláveis nos Ecopontos, com parceira entre distribuidora de energia e Prefeitura de Fortaleza (programa Recicla Fortaleza);
- 2- legislação e fiscalização mais abrangentes e rígida com multas majoradas estabelecidas por novas leis;
- 3- requalificação de espaços vazios como terrenos baldios e imóveis desocupados, por pinturas nos muros com lemas socioambientais, plantação de mudas nos passeios, parcerias público- privadas em alguns nas ações nestes espaços; e
- 4- educação ambiental com parcerias com a comunidade do entorno dos pontos de lixo, cadastramento de carroceiros avulsos da área, divulgação de proposituras ambientais com apoio de agentes de saúde, unidades escolares e outros órgãos municipais, estaduais e federais próximos ao locais do descarte clandestino.

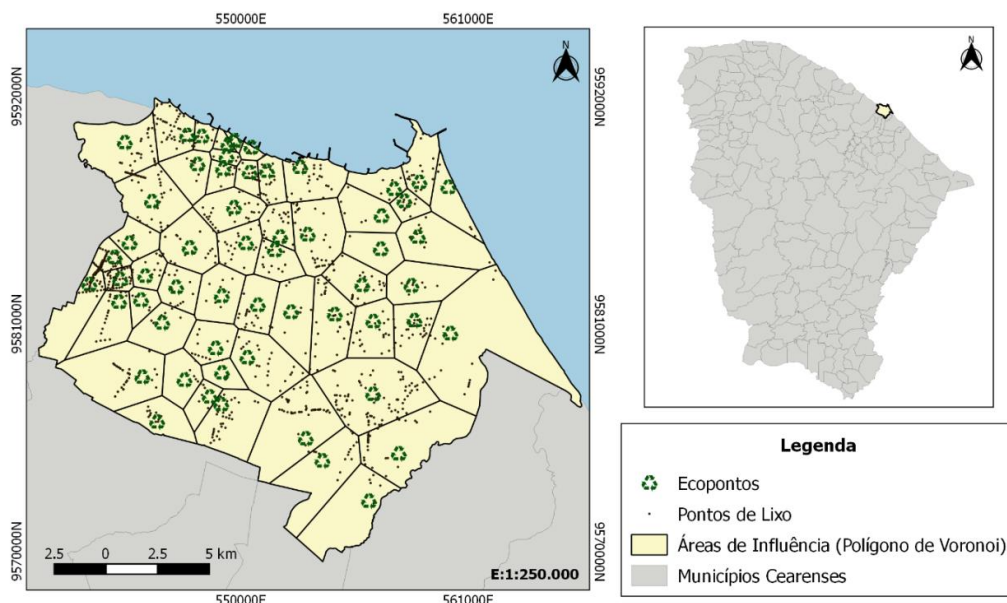
O Ecoponto foi escolhido como polo radiador destas ações sendo, portanto, necessário um estudo espacial de suas localizações. Os polígonos de Voronoi proposto para definir a sua área de abrangência foi o mesmo proposto por Moura (2009) que considerou como um território onde há pontos que estão mais próximos de uma fonte geradora do que qualquer outra fonte, resultando em um polígono cujas distâncias entre fonte e ponto são os menores possíveis.

Os polígonos Voronoi são descritos da seguinte forma, dado uma coleção de pontos não colineares no espaço Euclidiano $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_m\}$ onde $m \geq 2$, são chamados pontos geradores e as seções do plano R^2 são conjunto de $V = \{V_1, V_2, V_3, \dots, V_m\}$ onde todos os pontos de V_i estão mais próximos de p_i do que qualquer ponto do conjunto P . Os pontos que são equidistantes de dois ou mais elementos de P definem as bordas do polígono de Voronoi (REGIDOR et al, 2011). Matematicamente pode-se dizer que o polígono de Voronoi $V(p_i)$ do ponto $p_i \in P$, é dado pelo seguinte conjunto:

$$V(p_i) = \{ x \in R^2 / \|x - p_i\| \leq \|x - p_j\|, \forall 1 \leq j \leq m, \text{ onde } i \neq j\}$$
 e $\|x - p_i\|, \|x - p_j\|$ são as distâncias aos pontos p_i e p_j . (REGIDOR et al, 2011).

O estudo utilizou a plataforma gráfica computacional Quantum GIS, versão 2.18, onde foram fixados a localização dos 57 Ecopontos existentes e os "pontos de lixo" com levantamento em agosto de 2018 na planta cartográfica georreferenciada da cidade de Fortaleza no *datum* SIRGAS 2000, no formato "shapefile" (fonte: IPLANFOR, Instituto de Planejamento de Fortaleza, 2019). A camada existente foi reprojeta para coordenadas geográficas do sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) sendo adotado o sistema de referência SIRGAS 2000 UTM 24S. O algoritmo que calculou as áreas, é uma das rotinas computacionais da plataforma QGIS, versão 2.18, cuja representação gerou o seguinte mapa da cidade de Fortaleza conforme figura 1 abaixo:

Figura 1: Mapa da cidade de Fortaleza com áreas de influência dos Ecopontos pelos polígonos de Voronoi.



Fonte: Fortaleza em Mapas, Informações Georreferenciadas de Fortaleza- IPLANFOR. Adaptado e elaborado pelo autor (2019).

Tabela 5- Áreas de Influências dos Ecopontos da cidade de Fortaleza em Km² calculado pelos Polígonos de Voronoi através do QGIS, versão 2.18.

Ecoponto Denominação	Km ²	Ecoponto Denominação	Km ²	Ecoponto Denominação	Km ²
Ecoponto Pirambu II	0,4	Ecoponto Joquei Clube	3,7	Ecoponto Granja Portugal	5,8
Ecoponto Pirambu I	0,7	Ecoponto Mondubim II	4,1	Ecoponto Pici	6,3
Ecoponto Leste Oeste	0,7	Ecoponto Praia do Futuro	4,1	Ecoponto Conj. Ceará II	6,4
Ecoponto Carlito Pamplona	0,9	Ecoponto Alvaro Weyne	4,1	Ecoponto Edson Queiroz	6,5
Ecoponto Cristo Redentor	1,3	Ecoponto Jardim Cearense	4,2	Ecoponto Dias Macedo	7,1
Ecoponto Conj. Ceará	1,5	Ecoponto Damas	4,3	Ecoponto Jardim das Oliveiras	7,3
Ecoponto Jacarecanga	1,7	Ecoponto Guararapes	4,4	Ecoponto Antônio Bezerra	7,4
Ecoponto Papicu	1,8	Ecoponto Barra do Ceará	4,4	Ecoponto Joaquim Tavora	7,8
Ecoponto Vila Ellery	1,8	Ecoponto Vicente Pizon	4,5	Ecoponto Parque 2 Irmãos	7,9
Ecoponto Bonsucesso	1,9	Ecoponto Aracapé	4,6	Ecoponto José Walter	8,3
Ecoponto Conjunto Ceará I	1,9	Ecoponto Serrinha	4,6	Ecoponto Cidade 2000	8,5
Ecoponto Mondubim II3	2,2	Ecoponto Luciano Cavalcante	5,0	Ecoponto Vila Velha	8,9
Ecoponto Mondubim I	2,3	Ecoponto Cocó	5,0	Ecoponto São João	9,9
Ecoponto João XXIII	2,4	Ecoponto Jovita Feitosa	5,0	Ecoponto Paupina	10,5
Ecoponto Centro II	2,8	Ecoponto Sapiranga	5,2	Ecoponto Conj. Esperança	11,6
Ecoponto Bairro de Fátima	2,9	Ecoponto Vila Peri	5,2	Ecoponto São Bento	12,3
Ecoponto Autran Nunes	3,1	Ecoponto Parangaba	5,3	Ecoponto Jangurussu	12,9
Ecoponto Varjota	3,2	Ecoponto Cidade dos Funcionários	5,5	Ecoponto Messejana	14,6
Ecoponto Parreão	3,4	Ecoponto Centro I	5,5	Ecoponto Sapiranga II	26,6

Fonte: planilha do QGIS, versão 2.18, mapas da cidade de Fortaleza, IPLANFOR, elaboração própria (2019).

A figura 1 explicita as áreas de influência dos Ecopontos pelo método dos polígonos de Voronoi, calculado pela plataforma QGIS, versão 2.18, onde pode-se constatar maiores áreas na

região sul- sudeste (Ecoponto Sapiranga II e Ecoponto Messejana) de densidade populacionais mais baixas da cidade. As menores áreas são Ecoponto Pirambú I e Pirambú II, situadas em regiões de grandes densidades populacionais de Fortaleza. A média atual das áreas de influência é de 5,48 Km². Existe, porém uma política da Prefeitura de Fortaleza de instalar pelo menos um Ecoponto em cada bairro, onde as áreas tendem a diminuir, assim como a média atual. Isso far-se-á necessário para identificar o município com o Ecoponto e bairro, sendo este local o polo radiador de todas as ações para minimizar o descarte clandestino (pontos de lixo), principalmente as ações de educação ambiental junto com as unidades de saúde e educacionais de sua área de influência.

CONCLUSÕES

O presente artigo apresenta parâmetros para avaliação do sistema de gestão de resíduos sólidos da cidade de Fortaleza por indicadores do SNIS e a busca de solução para minoração do descarte clandestino dos resíduos públicos pela adoção dos Ecopontos com sua avaliação de distribuição espacial pela cidade de Fortaleza pelo método dos polígonos de Voronoi. O intuito com a esta avaliação espacial é minimizar custos e maximizar os efeitos da sua implantação, com uma distribuição espacial equilibrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR ISO 14031: *Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes*. Rio de Janeiro, 2004.

BERTANZA, G., ZILIANI e MENONI, L. *Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies*, Waste Management, New York, vol. 74, p. 86–97, 2018. - HAMMOND, A. et al. *ENVIRONMENTAL INDICATORS: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. Washington, DC: World Resources Instituit, 1995. Disponível em:<http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2016.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE FORTALEZA – IPLANFOR. *Fortaleza em Mapas: Informações Georreferenciadas de Fortaleza*, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Disponível em <http://mapas.fortaleza.ce.gov.br/#/>. Acesso em 30 de maio. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estimativa de população de residente em Fortaleza, 2018, Tabela 6579, Sistema IBGE de Recuperação*

Automática, SIDRA. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Ministério da Economia. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em 13 de maio de 2019.

JUNIOR, FRANCISCO H. DE C., *Estudos de indicadores de sustentabilidade e sua correlação com a geração de resíduos sólidos urbanos na cidade de Fortaleza – CE*. Dissertação de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Saneamento Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p. 209, 2013.

MEDEIROS, JULIE E. DA SILVA; PAZ, ADRIANO R. DA e JÚNIOR, JOÁCIO DE A. M, *Análise da evolução e estimativa futura da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares no município de João Pessoa e relação com outros indicadores de consumo*, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, vol. 20, nº1, janeiro/ março, p. 119-130, 2015.

MOURA, ANA C. M, *Aplicação do Modelo de Polígonos de Voronoi em Estudos de Áreas de Influência de Escolas Públicas: Estudo de Caso em Ouro Preto – MG*, Anais do VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, ENABER, São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, FEA, Universidade de São Paulo, USP, p.25, 2009.

PEREIRA, SUELLEN S., CURI, ROSIRES C. e CURI, WILSON F., *Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões*, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, vol. 23, nº3, maio/ junho, p. 417-483, 2018.

QUIROGA MARTINEZ, R. *Los indicadores de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL - Nações Unidas, 2007.

SECRETARIA MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E SERVIÇOS URBANOS – SCSP. Coordenadoria Especial de Limpeza Urbana e Resíduos Sólidos, *Relatório de Gestão de Resíduos Sólidos de Fortaleza, 2013 a 2018*.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO: SNIS, 2017, *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos 2017*, Ministério do Desenvolvimento Regional, MDR, Secretaria Nacional de Saneamento, SNS, Brasília, 2019. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>. Acesso em 29 de maio de 2019, 149p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO – SNIS. Ministério do Desenvolvimento Regional do Governo Federal, Secretaria Nacional de Saneamento, SNS, *Série*

Histórica, disponível em: <http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>, acessado em 16 de junho de 2019.

REGIDOR, PILAR M., LACALLEB, JÉSUS G. L. DE e CALLEJO, MIGUEL A. M., *Zone design of specific sizes using adaptive additively weighted Voronoi diagrams*, International Journal of Geographical Information Science, Londres, vol. 26, nº 10, p.1811–1829, 2012.