

III-011 – SISTEMATIZAÇÃO DOS PONTOS DE LIXO DE CAUCAIA – CE

Oscar Pedreira Aragão⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Francisco H. de Carvalho Junior⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Engenheiro e Consultor da Ecoterra Ambiental.

Gleyciane Nobre Rocha⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Pós Graduanda em Engenharia e Segurança do Trabalho pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Engenheira e Consultora da Ecoterra Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sargento Hermínio Sampaio, 950, 302 A – Monte Castelo - Fortaleza - Ceará - CEP: 60326-515 - Brasil - Tel: +55 (85) 9 9698-2066 - e-mail: oscarparagao88@gmail.com

RESUMO

Municípios do porte de Caucaia - CE, diversas vezes apresentam dificuldades no gerenciamento de resíduos sólidos. Quando não geridos adequadamente, os resíduos são causas de diversos problemas sociais, ambientais e econômicos para o município. Essa pesquisa tem como objetivo principal desenvolver um sistema de combate aos “Pontos de Lixo” do município de Caucaia. O trabalho dividiu-se nas seguintes etapas: Levantamento geográfico dos pontos de lixo, hierarquização destes a partir de parâmetros definidos, análise da eficiência do sistema de coleta domiciliar e proposição de medidas de controle e remediação dos pontos de lixo. Concluiu-se que os setores de coleta do Litoral e da Jurema I apresentaram situações mais grave quanto a quantidade de pontos de lixo, sendo o setor Litoral o que mais apresentou pontos de lixo em estado crítico. Além disso, constatou-se que o principal motivo da formação dos pontos de lixo se deu as falhas da coleta domiciliar, visto que aproximadamente 58% do resíduo que deveria ser coletado na coleta domiciliar estava indo para os pontos.

PALAVRAS-CHAVE: Pontos de lixo, sistema de combate, coleta domiciliar, coleta especial urbana, remediação.

INTRODUÇÃO

Zonas com grandes aglomerados urbanos trazem consigo a problemática de elevada geração resíduos sólidos. Esses resíduos, quando não recolhidos, muitas vezes são depositados em lixões abertos, ao longo das ruas ou em leitos de rio, prática essa que provoca a degradação ambiental e a traz riscos à saúde pública (EZEAH; FAZARKELEY; ROBERTS, 2013).

No Brasil, em 2017, foram contabilizados 78,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos, 1% a mais do que no ano anterior. Isso se deve também devido ao aumento de 0,48% na produção per capita de resíduos sólidos, que era 1,032 quilo ao dia em 2016, e ficou 1,035 em 2017 (ABRELPE, 2017). Existem diversas hipóteses para o aumento da geração *per capita* de resíduos sólidos, listam-se o aumento do emprego e da massa salarial, maior facilidade na obtenção de crédito para o consumo, maior participação da mulher no mercado de trabalho, não cobrança dos serviços de coleta e manejo dos resíduos sólidos aos municípios, fluxo de retorno da migração nordestina estimulando novos hábitos de consumo (CAMPOS, 2012).

Dos 78,4 milhões de toneladas gerados no Brasil, ocorre coleta de 91,2%, ou seja, cerca de 6,9 milhões de toneladas de resíduos não são coletados, conseqüentemente, não possuem destinação correta (ABRELPE, 2017), isso ao se considerar que boa parte do que é coletado segue para lixões e aterros controlados (depósitos que não possuem um sistema adequado para o tratamento dos resíduos, causando poluição e degradação ambiental).

Entre as regiões do país, o Nordeste é o que apresenta pior situação na questão da coleta de resíduos. Em 2017, dos 1.794 municípios, foram geradas 55.492 toneladas/dia de RSU (resíduos sólidos urbanos), das quais

79,1% foram coletadas. Do total coletado na região, 64,6% ou 28.351 toneladas diárias foram destinadas para lixões e aterros controlados. O estado do Ceará mostra a realidade da região, das 9.679 t/dia, 78,4% são coletados, 55,1% do montante coletado é destinado aos lixões e aterros controlados e 44,9% aos aterros sanitários (ABRELPE, 2016), percebe-se assim a ineficiência do processo de coleta e destinação em relação à média do país.

Dos municípios cearenses, o município de Caucaia, objeto dessa pesquisa, apresenta índices de coleta e destinação de RSU distinto do estado. A cobertura de coleta dos RSU em Caucaia chega a 100% no território urbano, consequentemente na teoria são coletados aproximadamente 352 toneladas/dia de RSU no município que são destinados ao Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC) (CAVALCANTI, 2013). Apesar dos dados considerarem 100% da área urbana, em áreas menos estruturadas do município, como na periferia ou em locais de difícil acesso, a coleta domiciliar muitas vezes é falha. A universalização do serviço de coleta é necessária, pois contribui para a redução do quadro de morbidade das crianças residentes em áreas carentes deste importante serviço de saneamento ambiental (MORAES, 2007).

Em estudo realizado em Salvador, a população afirmou que a ausência de coleta próximos aos domicílios submete os residentes a dispor o lixo em pontos cada vez mais distantes, consequentemente os moradores pagam pessoas para deixar o resíduo domiciliar em pontos de lixo, causando ônus à renda familiar. Além disso, foi relatado que o acúmulo desses pontos de lixo estava acarretando problemas respiratórios nas crianças residentes próximas aos pontos (REGO; BARRETO; KILLINGER, 2002).

Existem diversos fatores que contribuem para formação dos pontos de lixo, como foi exposto, um desses acontece quando a coleta domiciliar não funciona adequadamente, sujeitando assim, a população que não recebe a coleta dispor o resíduo em locais de acúmulo ou em áreas não urbanizadas como passeios sem piso, por exemplo.

A Teoria das Janelas Quebradas conforme James Q. Wilson, J. Q e Kelling, G. (1982) pode muito bem explicar o que acontece quando uma área urbana for abandonada ou deteriorada, pois atrairá resíduos de diversas origens formando os Pontos de Lixo. Além disso, a falta de comprometimento (ou educação) da população com a coleta, não colocando o resíduo no horário correto (pouco antes do caminhão compactador passar) ou a interpretação inadequada da coleta complementar, favorece a formação desses pontos.

Os pontos de lixo podem ser formados momentaneamente (por falha na coleta ou eventos específicos que gerem mais resíduo que o comum) sendo controlado mais facilmente, e podem ser crônicos, não adiantando simplesmente coletar em um dia, pois passado algum tempo serão formados novamente. A disposição dos pontos de lixo acontece em vias públicas, calçadas e em canteiros centrais. Sua composição apresenta tipologia diversificada, podem conter podas, entulhos, resíduos volumosos, animais mortos e resíduos perigosos. Caucaia conta com diversos pontos crônicos de lixo espalhados por toda a zona urbana da cidade, os mais comuns são de resíduo domiciliar, porém muitas vezes são misturados com os outros tipos de resíduos (CAVALCANTI, 2013).

Com base nessa problemática, este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema de combate, que vai desde a contabilização e obtenção das características dos pontos de lixo, até as possíveis ações de remediação a serem tomadas para mitigar a disposição irregular dos resíduos sólidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de estudo da pesquisa, Caucaia – CE, pertence a região metropolitana de Fortaleza, possui uma área territorial de 1.228,506 km² e uma população de 363.982 munícipes (IBGE, 2018), a segunda maior população do estado. A maior parte da população reside na área urbana do município, com mais de 290 mil habitantes, possuindo assim uma alta taxa de urbanização. O município é dividido politicamente em oito distritos, são eles: Caucaia (Sede), Catuana, Guararu, Sítios Novos, Tucunduba, Mirambé, Bom Princípio e Jurema. Os bairros localizados nos distritos de Caucaia e na Jurema são os que apresentam maior população e quase 100% urbana. Os distritos de Bom Princípio, Catuana, Guararu e Tucunduba possuem a maior parcela da população residindo na zona rural. A distribuição da população por distritos segundo o IBGE (2010) é mostrada no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - População censitária de Caucaia (1991 – 2000 – 2010)

Distritos	1991	2000	2010
Caucaia – Sede	72.792	115.383	165.459
Bom Princípio	2.283	2.761	3.257
Catuana	4.337	6.803	9.092
Guararu	2.179	4.007	4.278
Jurema	75.434	109.314	129.276
Mirambé	3.101	5.089	5.076
Sítios Novos	3.113	3.017	5.990
Tucunduba	1.860	2.440	3.013
População Total			325.441

Fonte: IBGE, 2010

Caucaia também possui uma elevada população flutuante, nos bairros litorâneos, sendo considerado uma rota turística nos finais de semanas e feriados. Os bairros Icaraí, Tabuba e Cumbuco localizados no distrito Caucaia - Sede são os mais procurados pelos turistas.

No período que concerne ao fim do ano de 2017 e início de 2018, Caucaia passou por uma transição no seu sistema de coleta urbana. Anteriormente a coleta era planejada e operada por uma empresa especializada, então, a partir do dia 25 de dezembro a empresa saiu e o serviço ficou sobre responsabilidade da prefeitura do município. Essa fase de transição foi marcado por um período de problemas referente a gestão dos resíduos sólidos do município. A coleta domiciliar urbana que não ocorria desde 25 de dezembro, só foi regularizada no dia 15 de janeiro, proporcionando assim, o surgimento de diversos pontos de lixo pela cidade.

No intervalo que não estava acontecendo a coleta domiciliar, os resíduos eram recolhidos por caçambas basculantes, sem planejamento de rotas e em apenas alguns bairros, causando desordem na cidade. O acúmulo de resíduos principalmente nos bairros da Jurema, região do Litoral e Centro de Caucaia estava crítico, e em alguns locais ocupavam amplas áreas, semelhante à pequenos lixões ou também conhecidos como “Pontos de Lixo”.

Após contratação de uma empresa especializada, iniciou-se um planejamento para a regularização da coleta domiciliar de 2018. Foram realizadas inicialmente para reduzir o montante acumulado de resíduos: operações de mutirões nos locais mais críticos. No primeiro mês de operações a maior parte do resíduo acumulado foi retirado, porém observou-se que a população tinha acostumado a pôr os resíduos em pontos e não mais na frente de suas residências. Surge então a partir desse costume os pontos de lixo, mesmo que a coleta domiciliar estava regularizada.

Para o desenvolvimento do sistema de combate aos pontos de lixo, a metodologia deste trabalho dividiu-se em três etapas:

1. Levantamento territorial dos pontos de lixo crônico de Caucaia;
2. Proposição de critérios de hierarquização dos pontos de lixo da cidade com o seus respectivos pesos e definição de uma escala hierárquica para a significância de cada ponto de lixo;
3. Levantamento de índices de coleta relacionados a formação dos pontos de lixo do município de Caucaia;

Após as análises dos resultados, serão propostas medidas de controle e remediação para os principais pontos de lixo da cidade de Caucaia.

1. Levantamento territorial e das características dos pontos de lixo crônico de Caucaia.

No período da pesquisa, a coleta especial urbana responsável pela coleta dos Pontos de Lixo em Caucaia foi dividida em 07 (sete) setores de coleta, Litoral, Jurema I, Jurema II, Sede, Mirambé, Sítios Novos e

Tucunduba, onde cada setor tem um fiscal/coordenador responsável por orientar e coordenar sua equipe de limpeza.

Para a realização do levantamento dos pontos de lixo, o coordenador de cada setor ficou responsável por informar a localização dos pontos, assim como suas características. Durante o processo de levantamento de dados, as coordenadas dos pontos de lixo foram registradas por meio do GPS e por meio do *Google Earth*. A localização espacial desses pontos auxilia na identificação das áreas/bairros mais críticos, aproximação de locais com grande fluxo de pessoas (residências, escolas, hospitais, praças), proximidade de recursos ambientais (lagoas, rios, vegetação), entre outros pontos.

2. Hierarquização dos Pontos de Lixo de Caucaia

Foi realizado o mapeamento georreferenciado dos principais pontos de lixo localizados no município objetivando estabelecer a hierarquização e as proposições específicas, conforme as características de cada ponto. Nesse processo foi criado um banco de dados, com informações primárias, contemplando parâmetros de ordem quantitativa (dimensão e temporalidade) e de ordem qualitativa (localização, características e reversibilidade). Os parâmetros considerados para o cálculo da significância estão presentes no Quadro 2.

Para elaboração dos perfis dos principais pontos a serem combatidos, foi necessário calcular o grau de significância de cada ponto, que variaram de 07 a 18. O cálculo de significância do ponto de lixo consiste na soma dos valores pré-definidos para cada parâmetro escolhido. Consequentemente, quanto maior a pontuação atingida, maior a urgência e necessidade de neutralização do ponto de lixo.

A significância dos pontos é classificada em três graus:

- Tolerável (até 9) – apresenta na maior parte dos parâmetros, valores pouco significantes, não sendo necessário o combate imediato. Entretanto, com necessidade de implantação de medidas de controle para que o ponto de lixo não se agrave.
- Grave (9 a 13) – apresenta valores de moderado a elevado. Com necessidade de remediação mais breve que os pontos toleráveis, devendo iniciar medidas de mitigação e controle.
- Crítico (acima de 13) – apresenta os valores mais elevados dos parâmetros, sendo necessário combate imediato dos pontos, principalmente pelos riscos sociais e ambientais envolvidos.

Quadro 2 – Parâmetros com os respectivos pesos para o cálculo da significância – Caucaia – 2018.

Parâmetro	Tópico	Peso
Localização	Próximos à Unidades de Saúde; Próximo à Escolas; Próximos à Recursos Hídricos.	6
	Em unidades residenciais com grande adensamento populacional; Em solos permeáveis, Próximo de vegetações; Em vias de trânsito rápido; Em vias arteriais.	4
	Em vias coletoras; Em solos impermeáveis; Em locais com pouco adensamento populacional	2
Característica	Presença de resíduos de serviço de saúde; Presença de chorume; Presença de resíduos especiais (baterias, pneus); Presença de vetores de doenças;	3
	Presença de entulho;	2
	Presença de poda; Presença de Resíduo Domiciliar	1
Reversibilidade	Difícilmente Reversível	3
	Moderadamente Reversível	2
	Facilmente Reversível	1
Dimensão	Grande (Mais que 4 m ³)	3
	Médio (De 2m ³ a 4m ³)	2
	Pequeno (Até 2m ³)	1
Temporalidade	Longa (Mais de 3 anos)	3
	Média (De 1 a 3 anos);	2
	Curta (Até 1 ano);	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

O parâmetro Localização refere-se à localidade que o ponto de lixo está inserido, tomando-se como referência os elementos ao seu redor. Para esse parâmetro foi atribuído maiores pesos, pois considerou-se o parâmetro mais relevante em relação aos riscos ambientais e sociais. Os pesos variaram em 6 – 4 – 2.

O parâmetro Característica, refere-se principalmente ao tipo de resíduo que o ponto de lixo se constitui, além da presença de chorume e vetores de doença. Os pesos variam em 3 – 2 – 1.

O parâmetro Reversibilidade está relacionado a complexidade de remediação do ponto de lixo a partir de medidas de controle e mitigação. A maioria das vezes esse parâmetro está relacionado com outros parâmetros. Os pesos variam em 3 – 2 – 1.

O parâmetro Dimensão é uma estimativa do volume que o ponto de lixo vai ter. Para todos os pontos de lixo, foi estimado uma altura média de 50 cm e a partir da dimensão da área ocupada pelo ponto é calculado o volume. Os pesos variam em 3 – 2 – 1.

O parâmetro Temporalidade é uma estimativa do tempo que o ponto de lixo existe. Esse parâmetro foi identificado a partir de imagens realizadas pelo *Google Street View*, visto praticamente toda a zona urbana e partes da zona rural possuem imagens de anos anteriores (desde 2012), então observando o ponto de lixo a partir desse recurso era possível mensurar o tempo de existência daquele ponto. Os pesos variam em 3 – 2 – 1. As figura 3 e 4 a seguir mostram o mesmo ponto de lixo em anos diferentes.

Figura 1 – Ponto de lixo no bairro Iparana (Setor Litoral) no ano de 2018



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Figura 2 - Ponto de lixo no bairro Iparana (Setor Litoral) no ano de 2016



Fonte: *Google Street View*, 2016

3. Levantamento dos atuais índices de coleta do município de Caucaia.

Para o levantamento dos dados da coleta do município de Caucaia, foram utilizadas as pesagens dos veículos coletores do Aterro Sanitário Oeste de Caucaia (ASMOC), pesagens essas obtidas na Prefeitura de Caucaia. As pesagens foram contabilizadas a partir do dia 2 de janeiro, quando se iniciou a coleta da nova gestão, em que a mesma ficou sendo realizada exclusivamente pela prefeitura do município, até 31 de março de 2018 quando finalizou-se o levantamento e a hierarquização dos pontos.

Inicialmente, foi realizada a projeção populacional urbana (a partir da área atendida pela coleta domiciliar) para o ano de 2018, de acordo com a população de 2000 e 2010 (IBGE). A estimativa adotada para os distritos foi a aritmética, a escolha desse método se deu devido a facilidade operacional que ele oferece (SOUZA; ASSIS; SILVA, 1997). O método aritmético considera que a população crescerá de forma linear com um incremento de uma constante (K_a) ano a ano em um intervalo de tempo (Δt).

A geração de resíduos é calculada a partir da multiplicação entre a população do distrito de Caucaia, geração per capita de resíduos domiciliares e número de dias de geração de resíduos nos 03 (três) meses de coleta. A geração per capita de resíduos domiciliares foi a mesma adotada para Fortaleza, de 0,66 kg/hab.dia (ECOFOR,

2012). Para a zona rural, como a geração é bem mais baixa que em zonas urbanas, a per capita de 0,66 kg/hab.dia será considerada para o resíduo total, e não apenas para o domiciliar. A estimativa da geração de resíduos é apresentado conforme a equação 1.

$$\text{RDE} = \text{População do Distrito (2018)} \times \text{Per Capta de RSD} \times \text{Número de dias} \quad (01)$$

Sendo:

RDE: Resíduo Domiciliar Estimado

Com base nos dados das pesagens, foi obtido os valores de coleta total, coleta domiciliar (realizada por compactadores), coleta especial urbana (realizada por caçambas), e depois foi calculado quanto de resíduo domiciliar e outros resíduos são destinados aos pontos de lixo.

Para o cálculo da quantidade de resíduo domiciliar que vai para os pontos de lixo da zona urbana foi subtraído o estimado de geração do resíduo da zona urbana pelo coletado por compactadores no mesmo período de tempo, considera-se que o lixo não coletado pelos compactadores foi para os pontos de lixo do município, conforme a equação 2.

$$\text{RDPL} = \text{RDE} - \text{RDC} \quad (02)$$

Sendo:

RDPL: Resíduo Domiciliar dos Pontos de Lixo;

RDE: Resíduo Domiciliar Estimado;

RDC: Coleta Domiciliar.

Já para identificação do total dos outros resíduos (poda, entulho, volumosos) que compõe os pontos de lixo da área urbana de Caucaia, é subtraído o resíduo total coletado por caçambas (coleta especial urbana) pelo resíduo domiciliar dos pontos de lixo e pelo resíduo da zona rural (coletado por caçambas), conforme a equação 3.

$$\text{RVPL} = \text{RCEU} - \text{RDPL} - \text{RZR} \quad (03)$$

Sendo:

RVPL: Resíduo Variado dos Pontos de Lixo;

RCEU: Resíduo Coleta Especial Urbana;

RDPL: Resíduo Domiciliar dos Pontos de Lixo;

RZR: Resíduo Zona Rural

Posteriormente foi analisado a eficiência da coleta domiciliar por compactadores (fundamental para não formação de pontos de lixo), analisando o gerado e o coletado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Levantamento e Hierarquização dos pontos de lixo de Caucaia

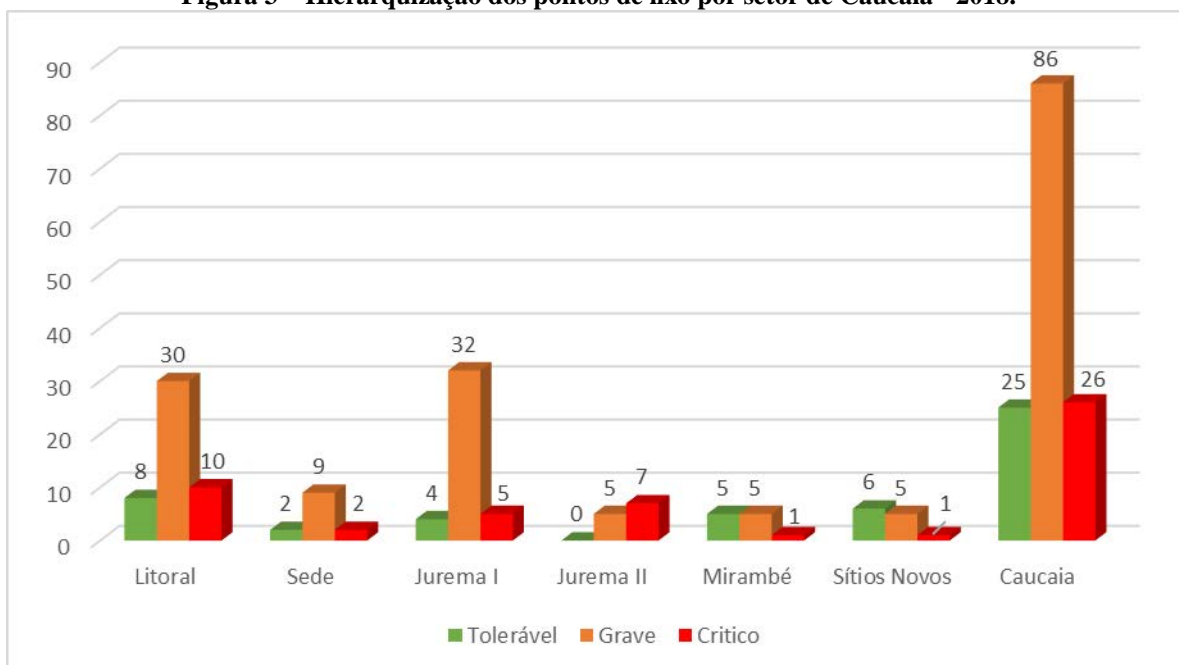
Segundo a contagem dos coordenadores dos setores de coleta, ao todo, foram contabilizados 137 pontos de lixo crônico no município de Caucaia, sendo a Jurema I e o Litoral os setores com maiores quantidades. O Quadro 3 e a Figura 1 a seguir mostram como ficou a distribuição e a hierarquização dos pontos por setor.

Quadro 3 – Distribuição dos Pontos de lixo por setor em Caucaia – 2018.

Setor	Total
Litoral	48
Sede	13
Jurema I	41
Jurema II	12
Mirambé	11
Sítios Novos	12
Tucunduba	0
Total	137

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Figura 3 – Hierarquização dos pontos de lixo por setor de Caucaia - 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

O setor Litoral, zona urbana, foi o setor que apresentou maior quantidade de pontos de lixo (48), sendo o setor que apresentou maiores quantidades em estado crítico (10). Outros 30 foram considerados graves e 08 (oito) toleráveis. O principal motivo da grande quantidade de pontos de lixo desse setor se dá devido à presença elevada de grandes geradores (pousadas, barracas de praia e restaurantes), que despejam os resíduos inadequadamente. Além disso, o litoral apresenta uma grande população flutuante nos fins de semana aumentando assim a geração de resíduos. Segundo a LEI nº 2483 de 24 de Setembro de 2013, os grandes geradores são os empreendimentos cuja produção diária ultrapasse os 100 litros ou 50kg (CAUCAIA, 2013). O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos (PMGIRS, 2012) salienta que um dos motivos da consolidação dos pontos de lixo são esses grandes geradores que não se responsabilizam pelo destino de seus resíduos e não aceitam pagar pela coleta, juntamente com a falta de fiscalização dos mesmos.

A quantidade elevada de pontos no setor da Jurema I (41), zona urbana, se dá devido à elevada densidade demográfica da área, conseqüentemente maior o consumo e maior disposição de resíduos. Segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Caucaia (SDE, 2012) o distrito da Jurema apresentou 7.657,38 hab/km² em 2012, equivalente à densidade demográfica de Fortaleza (7.786,44 hab/km² – IBGE, 2010). Apesar da quantidade elevada de pontos de lixo, apenas 05 (cinco) foram considerados críticos, pois a maior parte são

considerados de pequena dimensão e apresentam temporalidade curta, já 32 foram considerados graves e apenas 04 (quatro) toleráveis.

Vale salientar que a localização da maior parte dos pontos de lixo foi identificada pelo coordenador de cada setor de coleta, conseqüentemente o critério de avaliação do que é considerado ponto de lixo deve ter sido diferente para cada um.

No setor Jurema II, zona urbana, apesar da densidade demográfica semelhante a Jurema I, foi identificado apenas 12 pontos de lixo, porém todos foram classificados como grave (5) ou crítico (7), mostrando assim a diferença nos critérios de cada coordenador, onde provavelmente o coordenador do setor Jurema I contabilizaria mais pontos nesse setor. O mesmo acontece na Sede, onde foram contabilizados apenas 13 (treze) pontos de lixo dos quais 02 (dois) são toleráveis, 09 (nove) são graves e 02 (dois) críticos.

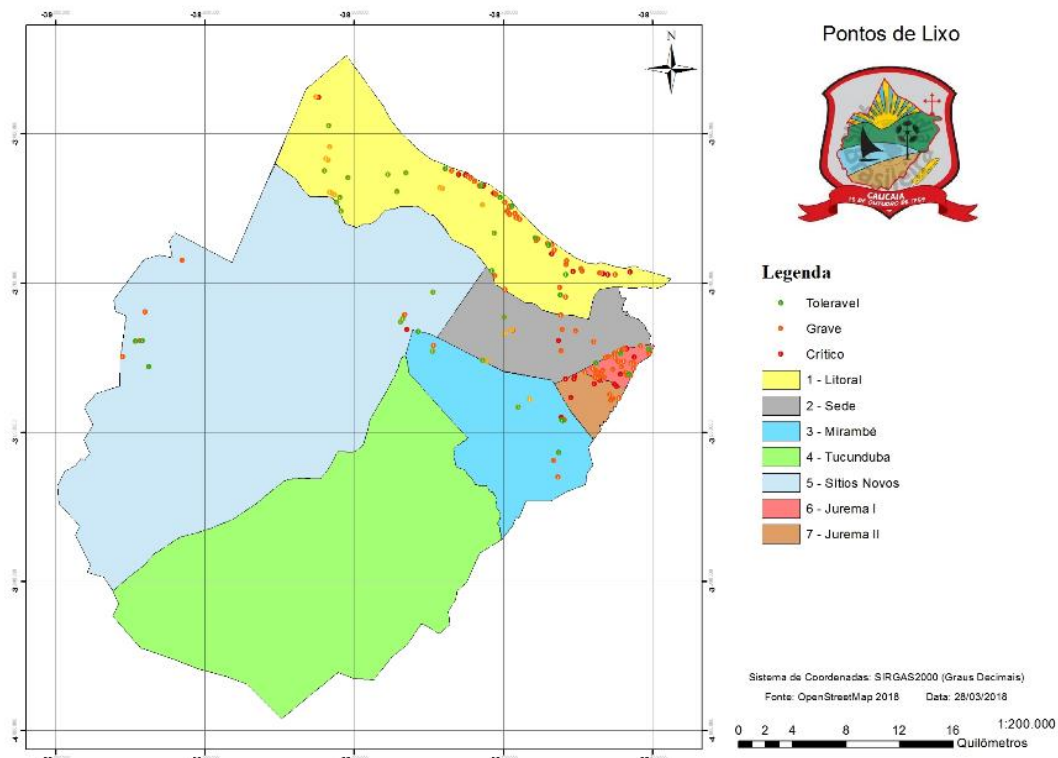
O setor Mirambé, zona rural, por ser um setor menos populoso apresentou poucos pontos de lixo, sendo apenas 01 (um) considerado crítico (apresentou semelhanças nos parâmetros dos outros pontos, porém a elevada dimensão, se estendendo por toda a via elevou o grau), 05 (cinco) foram considerados graves e 05 (cinco) toleráveis.

O setor Sítios Novos, zona rural, possui uma grande área, abrangendo alguns subdistritos de Caucaia (Alto do Garrote, Catuana, Boqueirão) e possui maior parte população residindo em área rural, conseqüentemente baixa densidade demográfica. Ao todo foram contabilizados 12 pontos, sendo 01(um) considerado crítico, devido principalmente, sua dimensão e proximidade de uma escola, outros 05 (cinco) são graves e 06 (seis) toleráveis.

No setor Tucunduba não foram encontrados pontos de lixo, pois é o setor com menor densidade demográfica. Nesses setor a coleta é totalmente esporádica devido à pouca geração de resíduo.

A divisão dos pontos de lixo por setor de coleta é apresentada na figura 2:

Figura 4 - Pontos de Lixo por Setor de Coleta de Caucaia - 2018



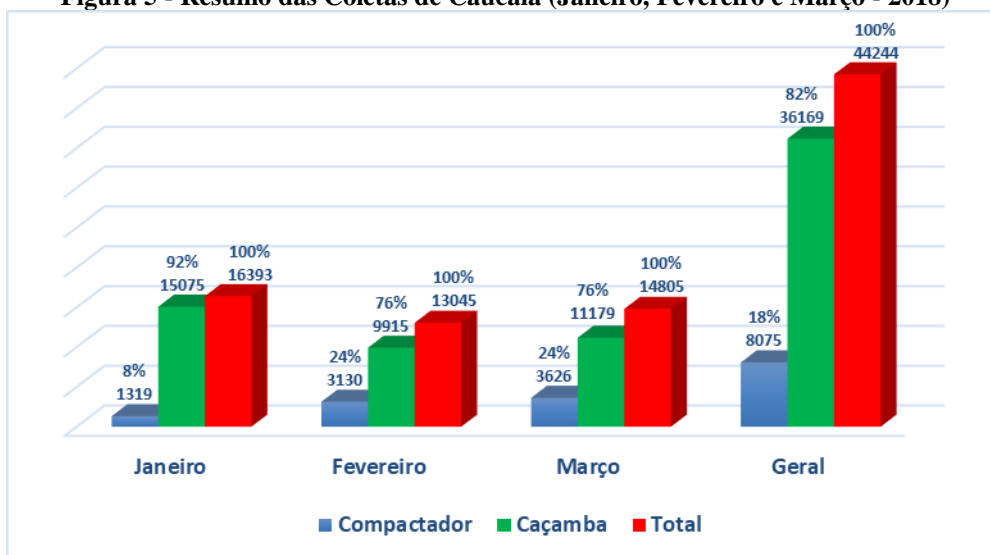
Fonte: Ecoterra Ambiental, 2018

2. Análise da coleta do município de Caucaia

De acordo com as pesagens do ASMOC a coleta total dos compactadores nos 03 (três) meses considerados foi de 8.074,8 toneladas, já o realizado pelas caçambas basculantes (coleta especial urbana) foi de 36.168,8 toneladas, resultando em um total de 44.243,7 toneladas de resíduos. Consequentemente, o total de resíduos que foram dispostos nos pontos de lixo é 36.169 toneladas, representando 82% do total coletado.

O resumo das coletas é mostrado na Figura 3 abaixo:

Figura 5 - Resumo das Coletas de Caucaia (Janeiro, Fevereiro e Março - 2018)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A quantidade coletada por caçamba em janeiro foi consideravelmente maior, pois eram realizados mutirões de coleta do acumulado dos meses anteriores, em quanto que a coleta domiciliar com os compactadores só iniciou a partir do dia 15 do referido mês. Dessa forma, a falta de coleta domiciliar proporcionou a formação de pontos de lixo que não existiam anteriormente, principalmente nas avenidas principais da cidade.

Nos meses de fevereiro e março, pode-se observar que ocorreu uma melhora significativa da coleta domiciliar (8% do total em janeiro e 24% em fevereiro e março), isso ocorreu devido aos ajustes e as melhorias de rotas e operação da coleta realizada pelos compactadores. Apesar das melhoras, a coleta de resíduos de Caucaia ainda é bastante dependente das caçambas, deixando assim, um sistema de coleta que favorece o aparecimento dos muitos pontos de lixo da cidade.

O Quadro 4 a seguir mostra como ficou a população urbana aproximada de Caucaia em 2018 e a geração de resíduos domiciliares estimado nesses 03 (três) meses para cada região.

Quadro 4 - Geração de resíduo domiciliar em Caucaia nos três primeiros meses de 2018.

Distrito Político	Setor de Coleta	Ano				Veículo de Coleta	Resíduo gerado (ton.) Jan/Fev/Mar
		2000	2010	Ka	2018		
Caucaia (Sede)	Litoral e Sede	108.217	149.896	4.167,9	183.239	Compactador	10.763,5
Jurema	Jurema I e Jurema II	109.314	129.276	1.996,2	145.246	Compactador	8.531,7
Bom Princípio	Tucunduba	808	1.196	38,8	1.506	Caçamba	88,5
Catuana	Sítios Novos	1.583	1.878	29,5	2.114	Caçamba	124,2
Guararu	Sítios Novos	714	918	20,4	1.081	Caçamba	63,5
Mirambé	Mirambé	2.072	2.609	53,7	3.039	Caçamba	178,5
Sítios Novos	Sítios Novos	3.284	4.270	98,6	5.059	Caçamba	297,2
Tucunduba	Tucunduba	96	177	8,1	242	Caçamba	14,2
Total		226.088	290.220	-	341.526	-	20.061,2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Considerando apenas a coleta domiciliar, é possível observar falhas em números de coleta, já que o gerado de resíduo domiciliar nos distritos urbanos Caucaia Sede (abrange os setores Litoral e Sede) e Jurema (abrange os setores Jurema I e Jurema II) nos três meses, foi aproximadamente 19.294 toneladas e o coletado de acordo com as pesagens foi 8.075 toneladas, representando conforme a equação 01, apenas 42% de eficiência de coleta, ou seja, 11.219 toneladas de resíduos domiciliares foram destinados aos pontos de lixo na zona urbana (58% do gerado). Necessita-se assim analisar os pontos falhos da coleta domiciliar.

Já o total de resíduos variados (poda, entulho, volumosos) destinados aos pontos de lixo nesses três meses foi obtido conforme a equação 02, a partir da subtração do total coletado pelas caçambas (36.169 toneladas) pelos resíduos domiciliares dos pontos de lixo (11.219 toneladas), menos os resíduos dos distritos coletados por caçamba (766 toneladas) resultando em aproximadamente 24.144 toneladas (68%) de resíduos variados nos pontos de lixo. A quantidade elevada desse resíduo acontece devido o resíduo especial urbano ter um peso específico maior do que o domiciliar, por exemplo, o entulho possui um peso específico aparente de 1200 kg/m³, enquanto o domiciliar é em média 230 kg/m³. (IBAM, 2001).

3. Medidas de controle e remediação para os principais pontos de lixo da cidade de Caucaia.

- **Correção dos pontos falhos da coleta domiciliar.**

A partir do analisado da coleta domiciliar de Caucaia, percebeu-se que o sistema de coleta não tem sido tão eficiente quanto o esperado, sendo uma das principais causas da formação dos pontos de lixo do município. As figuras 1 e 2 a seguir ilustram um exemplo de falha na operação da coleta domiciliar.



Figura 6 – Pontos de lixo no bairro São Miguel



Fonte: Google Earth, 2018

Figura 7 – Rota de Coleta Domiciliar no bairro São Miguel



Fonte: Caucaia, 2018

As duas figuras são do bairro São Miguel no setor da Jurema I. É possível observar na figura 6 a identificação de 06 (seis) pontos de lixo entre tolerável e graves, todos localizando-se na via Avenida Central. A figura 7 mostra exatamente o planejamento da rota de coleta domiciliar no bairro São Miguel. Como mostrado na figura 7, a via Avenida Central está contemplada em rota, porém ao comparar com o sistema de rastreamento dos caminhões compactadores foi possível identificar que o veículo de coleta não estava passando por essa via. A operacionalização da rota nessa via acontece da seguinte forma: O compactador percorre a via e a cada esquina com as vielas ele para, e os garis coletam os resíduos dessas vielas a pé, pois o compactador não consegue realizar esse percurso, esse procedimento é chamado “puxada”. Conseqüentemente como não estava acontecendo a coleta nessa via, os moradores das vielas e da própria Avenida Central deixavam o resíduo domiciliar nas esquinas, formando assim os pontos de lixo apresentados na Figura 1. Evidencia-se assim que a falha operacional da coleta, visto que estava no planejamento do roteiro, proporcionou a formação de 06 (seis) pontos de lixo. Após a identificação, a gestão de resíduos da prefeitura de Caucaia foi informada e a operação da rota de coleta do compactador foi corrigida.

- **Ação de educação ambiental voltadas para o despejo adequado dos resíduos.**

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999). Dessa forma, cabe a Educação Ambiental a sensibilização e mobilização da sociedade quanto à disposição dos resíduos, seja na escola ou na dentro da própria comunidade. Promoção de palestras ou oficinas ambientais em escolas e em comunidades auxilia na difusão de que que a problemática dos resíduos são uma ameaça à saúde humana, porém é algo solucionável.

- **Revitalização de áreas com pontos de lixo.**

Listam-se as seguintes ações de infraestrutura visando a revitalização das áreas contendo pontos de lixo: varrição das vias e logradouros públicos, capinação e pintura do meio fio, melhoria na iluminação das vias, grafitação de muros e implantação de jardins próximos dos pontos de lixo. A criação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), com entrega de poda e entulho em bairros que possuam grande quantidade de pontos de lixo também auxiliaria no controle desses pontos, visto que grande parte destes pontos de lixo possuem esses tipos de resíduo.

- **Fiscalização e Orientação da População**

A fiscalização normalmente é de responsabilidade da prefeitura do Município, através do Instituto do Meio Ambiente do Município de Caucaia (IMAC), esse serviço deve ser realizado nos grandes geradores do município, principalmente nos localizados no litoral que são os principais responsáveis pelo grande acúmulo de pontos de lixo do setor. Além da fiscalização de escolas, hospitais, condomínios e empreendimentos que disponham os resíduos incorretamente, realizando assim notificações e multas caso a falha persista. Incentivo ao auxílio da população para denunciar descartes irregulares de resíduos (população é o melhor fiscal), assim como placas indicando a lei de crimes ambientais é também uma forma de orientar e minimizar o acúmulo de pontos de lixo.

CONCLUSÕES

Conclui-se assim que os pontos de lixo podem ser formados por diversos fatores, em Caucaia o principal é a falha na coleta domiciliar, porém a falta de um programa de educação ambiental, fiscalização e infraestrutura do município também favorece o aparecimento desses pontos.

Os setores do Litoral e da Jurema I apresentaram maior quantidade de pontos de lixo, sendo o Litoral o que mais apresentou pontos em estado crítico (10).

Os pontos de lixo são uma problemática grave e muitas vezes comum para as cidades do porte de Caucaia. Visando isso, o sistema de levantamento e hierarquização dos pontos, assim como uma análise precisa da coleta da cidade, auxilia nas medidas de controle e remediação expostas no presente trabalho.

As outras cidades da região metropolitana de Fortaleza apresentam características na coleta urbana semelhantes à Caucaia, portanto, o uso do sistema de combate exposto nesse trabalho, pode-se tornar uma alternativa viável para a mitigação dos pontos de lixo desses municípios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE, 2017.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE, 2016.
3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto de 2010. P. 2.
4. BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2018.
5. CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Brasília, v. 17, n. 2, p.171-180, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2>>.
6. CHENNA, S. I. M. **Programa de educação a distância em gestão integrada de resíduos sólidos**: unidade de estudo 2 – plano de gerenciamento integrado de limpeza pública urbana.
7. CAUCAIA. Lei nº 1367 de 15 de maio de 2001, Dispõe sobre a Política Ambiental do Município de Caucaia e dá outras providências, Diário Oficial do Município, Caucaia, 2001.
8. CAVALCANTI, D. de F. G. **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no município de Caucaia – CE ante a Política Nacional dos**



- Resíduos Sólidos.** 31 de julho de 2013, 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7982/1/2013_dis_dfgcavalcanti.pdf>.
9. EZEAH, C; FAZAKERLEY, J. A., & ROBERTS, C.L. (2013). Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. *Waste Management*, 33(11), p. 2509- 2519. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002973?via%3Dihub>>
 10. KELLING, G. L.; WILSON, J. Q. **Broken Windows: the police and neighborhood safety.** *Atlantic Monthly*. 1982 Mar; 249(3):29–38. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1982/03/broken-windows/304465/?single_page=true>.
 11. MONTEIRO, J. H. P...[et al.], Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. IBAM, 2001.
 12. MORAES L. R. S., Acondicionamento e coleta de resíduos sólidos domiciliares e impactos na saúde de crianças residentes em assentamentos periurbanos de Salvador, Bahia, Brasil, **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 4. p. 643-649, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007001600024>.
 13. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA – PMF. Plano Municipal de Saneamento Básico. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Fortaleza, 2012.
 14. RÊGO, R. C. F; BARRETO, M. L.; KILLINGER, C. L. O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 18, p.1583-1592, nov. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102311X2002000600012&script=sci_abstract&lng=pt>.
 15. SOUZA, Edinilsa Ramos de; ASSIS, Simone Gonçalves de; SILVA, Cosme Marcelo Furtado Passos da. Violência no Município do Rio de Janeiro: áreas de risco e tendências da mortalidade entre adolescentes de 10 a 19 anos. **Rev Panam Salud Publica: Pan Am J Public Health**. Rio de Janeiro, p. 389-398. jan. 1997. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/rpsp/1997.v1n5/389-398/>>.