



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
DOUTORADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE, CE, FRENTE  
AOS PRECEITOS DA SUSTENTABILIDADE**

Anny Kariny Feitosa

Lajeado, maio de 2018

Anny Kariny Feitosa

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE,  
CE, FRENTE AOS PRECEITOS DA SUSTENTABILIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Doutor em Ambiente e Desenvolvimento na área de concentração Espaço e Problemas Socioambientais.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Júlia Elisabete Barden

Coorientador: Prof. Dr. Odorico Konrad

Lajeado, maio de 2018

Anny Kariny Feitosa

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE,  
CE, FRENTE AOS PRECEITOS DA SUSTENTABILIDADE**

A Banca examinadora abaixo aprovou a Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Doutor em Ambiente e Desenvolvimento na área de concentração Espaço e Problemas Socioambientais.

Prof. Dr<sup>a</sup> Júlia Elisabete Barden  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Odorico Konrad  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Eduardo Miranda Ethur  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Alexandre André Feil  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Manuel Arlindo Amador de Matos  
Universidade de Aveiro - UA

Lajeado, maio de 2018

*À memória de meu pai, Saul, e minha irmã, Erotides, que passaram a fazer morada em outro plano, durante o período de realização deste doutorado. Gostaria de poder ter desfrutado mais tempo em suas companhias.*

## AGRADECIMENTO

Esta Tese foi uma construção diária e sua realização não teria sido possível sem a contemplação do “caminho”, sem observar o ponto inicial e a linha de chegada, sem admitir que havia pedras a serem lapidadas, limitações e dificuldades a serem superadas. À capacidade de superação e de completude desta jornada acadêmica, atribuo o fato de ter, em minha vida, verdadeiros companheiros de caminhada, cada um com seu papel, mas todos igualmente importantes e essenciais. Deste modo, registro meus agradecimentos àqueles que tornaram possível a realização desta pesquisa e, conseqüentemente, a conclusão deste curso de Doutorado, seja de forma direta ou indireta. Finalmente, agradeço:

- A Deus! Ele que é fonte inesgotável de vida e misericórdia;
- A meus familiares, especialmente a meus pais, Saul (*in memoriam*) e Terezinha, pelo exemplo de humildade, sabedoria e persistência em seus ideais;
- A meu esposo, Adriano, por ser benignidade, conselho e companhia em todos os momentos;
- A minhas irmãs, Erotides (*in memoriam*) e Ana Nery, pelo amor e dedicação no cuidado dispensado a nosso pai, no transcurso dos anos aos quais me dediquei a esta pesquisa. São, para mim, exemplos de coração misericordioso;
- Aos gestores do Instituto Federal do Ceará - IFCE, atentamente aos diretores do *Campus* Iguatu, Dr. Dijauma Honório, Dr. Joaquim Branco e Fátima Moraes, por tornarem possível a minha dedicação a esta fase de formação acadêmica; bem como aos colegas de jornada laboral, professores e técnicos administrativos, a exemplo da querida Anna Rosina, que, com muita paciência, orientou-me nos trâmites internos junto ao IFCE;
- Ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD) da UNIVATES, seus colaboradores e professores, pela excelência com que se dedicam a seu trabalho, investindo continuamente em melhorias no atendimento às necessidades de aprendizagem dos alunos;
- Muito especialmente, agradeço a minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Júlia Elisabete Barden, pelos ensinamentos, conselhos, disponibilidade, atenção, paciência e profissionalismo;

- Ao coorientador, Dr. Odorico Konrad, agradeço por sua disponibilidade, apoio e contribuições essenciais para o desenvolvimento das atividades da pesquisa;
- Ao supervisor no âmbito do Programa de Doutorado Sanduíche, Dr. Arlindo Matos, da Universidade de Aveiro (UA), sempre solícito e atencioso, que dedicou cooperação valiosa na realização deste trabalho; bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro na realização do Doutorado Sanduíche na UA.
- Aos amigos de jornada do PPGAD, especialmente a Joelbe Almeida, Reinaldo Cajaíba, Tony Mamedes e Marcela Bruxel, em nome das madrugadas “laroqueanas”, entre tantos textos e discussões.
- Ao IFCE Campus Juazeiro do Norte, pelo apoio para a realização de uma das fases da pesquisa de Tese, nomeadamente ao então Diretor Adhemar de Souza e às professoras Mira Raya e Mônica Siqueira, sendo esta última colega de doutorado e amiga particular, por quem tenho muito carinho, elevada estima e consideração; bem como aos voluntários que contribuíram com sua experiência e dedicação na realização desta etapa, Camila Hasan, Angela Morais, Orjana Dias, Auriberto Marques Júnior e Janderson Cabral;

Concluo esta seção do trabalho, com o entendimento de que não é tarefa fácil escrever agradecimentos! Constato que as palavras, muitas vezes, não são suficientes para expressar aquilo que gostaríamos de agradecer. O certo é que, mesmo diante do risco de não ter sido o suficiente ou de não agradecer devidamente, felizmente, dou-me conta que tenho somente motivos para ser grata, sempre e mais, pelas oportunidades que recebo na vida, pelas pessoas que comigo partilham momentos de seus dias, em todos os espaços: profissionais, acadêmicos e pessoais. Como afirmou o filósofo Cícero, “a gratidão não é apenas a mais rica das virtudes, mas sim a mãe de todas as outras”. Se fosse possível resumir toda esta jornada acadêmica em uma palavra, certamente, minha escolha seria: gratidão!

È parimenti importante prestare diratamente attenzione alle situazioni umane, al fine di mantenere la diversità dei modelli di sviluppo e delle forme di assistenza tecnica, in funzione delle condizioni particolare di ogni Paese e di ogni comunità, intendendo sia le condizioni economiche o ambientali, sia quelle sociali, cultutali e sprirituali (BENEDETTO XVI, 2011, p. 17).

## RESUMO

A gestão de resíduos sólidos urbanos, na perspectiva da sustentabilidade, tem se convertido em importante estratégia de desenvolvimento para os municípios brasileiros, pois possibilita minimizar os impactos ambientais da geração e acúmulo de resíduos, favorece a valorização dos recursos naturais e oportuniza geração de renda. Neste sentido, o presente estudo apresenta uma avaliação da gestão de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte, Ceará, Nordeste do Brasil, recorrendo aos preceitos da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Para tanto, procedeu-se com um estudo de caso, desenvolvido em cinco etapas, contemplando pesquisa bibliográfica, aplicação de questionários e entrevistas, além da análise de dados com abordagem qualitativa e quantitativa, com tratamento estatístico de variáveis. Para que a avaliação ocorresse de modo integral, optou-se por inquirir diferentes atores: gestores diretamente envolvidos na gestão de resíduos sólidos; uma associação de catadores de recicláveis; além de contemplar a ótica da população sobre a geração de resíduos, hábitos de manejo dos resíduos sólidos, disponibilidade a pagar - DAP pelo serviço da coleta seletiva, bem como a motivação para participar de programas de coleta seletiva, servindo de subsídio para identificar limitações no sistema, além da proposição de alternativas mitigadoras, com vistas a um modelo de gestão sustentável. Como resultados, destacam-se: a geração *per capita* diária de resíduos de 0,47 kg/hab/dia, com predominância de resíduos orgânicos (58,51%) e materiais com potencial reciclável (17,02%); os resíduos gerados destinados prioritariamente para a coleta convencional do município; o reconhecimento por parte da população entrevistada de que a coleta seletiva contribui para a diminuição da poluição (91,94%), entretanto apenas 37,5% estariam dispostos a pagar por este serviço, além disso, 62,78% afirmaram não possuir o hábito de separar os resíduos em seus domicílios; 55,56% admitiram que se deveria investir mais em educação ambiental para a população; 30% afirmaram que a implantação da coleta seletiva melhoraria o serviço de gestão de resíduos; e, 84,44% admitiram que participariam da coleta seletiva, caso fosse implementada; a probabilidade dos munícipes apresentarem DAP pelo serviço da coleta seletiva aumentou quando relacionada com as variáveis gênero, renda e escolaridade, enquanto estado civil e idade não foram estatisticamente significativos; ademais, o gênero masculino incrementou em 17,44% a probabilidade da DAP, quando comparados às mulheres, tudo o mais permanecendo constante; maior nível de escolaridade aumentou em 16,86% a probabilidade da DAP; e, níveis adicionais de renda aumentaram em 14,53% a probabilidade da DAP. No âmbito da gestão de Resíduos Sólidos, foram observadas limitações: ausência de fontes específicas de recursos financeiros para a gestão; insuficiente infraestrutura operacional, que corrobora com o *déficit* na valorização de resíduos com potencial reciclável; e, carência de ações de educação ambiental para a população. Conclui-se que o sistema de gestão de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte tem se desenvolvido de modo inadequado e insuficiente, à luz dos preceitos de uma gestão sustentável, observando os aspectos econômicos, ambientais e sociais, uma vez que apresenta aparato elementar para sua realização, contudo necessita melhorar seus processos operacionais e gerenciais, para que possa dispor de uma estrutura mais adequada e satisfatória.

**Palavras-chave:** Gestão sustentável de resíduos sólidos; Sustentabilidade; Coleta seletiva.

## ABSTRACT

Solid urban waste management has become an important development strategy for the Brazilian municipalities, since it allows minimizing the environmental impacts of the generation and accumulation of waste, favors the valorization of natural resources, and the opportunity to generate income. In this sense, the present study presents an evaluation of solid waste management in Juazeiro do Norte, Ceará, Northeast Brazil, using the precepts of environmental, social and economic sustainability. To do so, a case study was developed in five stages, including bibliographic research, application of questionnaires and interviews, as well as data analysis with a qualitative and quantitative approach, including statistical treatment of variables. In order for the evaluation to take place in an integral way, it was decided to inquire different actors: managers directly involved in solid waste management; an association of recyclable waste pickers; in addition to contemplating the perspective of the population on the generation of residues, habits of solid waste management, availability to pay - DAP for the selective collection service, as well as the motivation to participate in selective collection programs, serving as a subsidy to identify limitations in the system, besides proposing mitigating alternatives, with a view to a sustainable management model. The results show the daily per capita generation of residues of 0.47 kg / inhabitant / day, with predominance of organic residues (58.51%) and materials with recyclable potential (17,02%); the generated waste destined primarily for the conventional collection of the municipality; (91.94%), while only 37.5% would be willing to pay for this service, in addition, 62.78% said they did not have the habit of separating waste in their households; 55.56% admitted that more should be invested in environmental education for the population; 30% stated that the implementation of the selective collection would improve the service of waste management; and, 84.44% admitted that they would participate in the selective collection, if implemented; the probability of the residents presenting PDA by the selective collection service increased when related to the variables gender, income and schooling, while marital status and age were not statistically significant; In addition, the male gender increased the probability of DAP by 17.44% when compared to women, all the rest remaining constant; higher level of schooling increased the probability of DAP by 16.86%; and, additional levels of income increased the probability of DAP by 14.53%. In the scope of solid waste management, limitations were observed: absence of specific sources of financial resources for management; insufficient operational infrastructure, which corroborates the deficit in the recovery of waste with recyclable potential; and lack of environmental education actions for the population. It is concluded that the solid waste management system in Juazeiro do Norte has developed in an inadequate and insufficient way, in light of the precepts of sustainable management, observing the economic, environmental and social aspects, since it presents an elementary apparatus for its However, it needs to improve its operational and management processes, so that it can have a more adequate and satisfactory structure.

*Keywords:* Sustainable solid waste management; Sustainability; Selective collect.

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Tema .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Problema .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1. Objetivo Geral .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Justificativa .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Estrutura da Tese .....</b>	<b>14</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Artigo 1 - Household waste variability analysis in Juazeiro do Norte, in the northeast region of Brazil .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Artigo 2 - A relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e os estratos socioeconômicos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Artigo 3 - Hábitos da População no Manejo de Resíduos Sólidos Domiciliares: estudo de caso em Juazeiro do Norte - CE .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4. Artigo 4 - Valoração econômica da coleta seletiva de resíduos sólidos .....</b>	<b>60</b>
<b>2.5. Artigo 5 - Percepção dos munícipes sobre a coleta de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil .....</b>	<b>79</b>
<b>2.6. Artigo 6 - Motivação popular para participação em um programa de coleta seletiva .....</b>	<b>82</b>
<b>2.7. Artigo 7 - Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos em um município no nordeste brasileiro: aplicação de indicadores para a gestão sustentável .....</b>	<b>99</b>
<b>2.8. Artigo 8 - Proposta de implementação da coleta seletiva em um município de médio porte no nordeste brasileiro .....</b>	<b>132</b>
<b>3. DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>152</b>

<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>158</b>
<b>4.1. Conjunto de Recomendações .....</b>	<b>159</b>
<b>4.2. Limitações do Estudo .....</b>	<b>160</b>
<b>4.3. Sugestões para Trabalhos Futuros .....</b>	<b>158</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>162</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

Não há ato ecologicamente neutro; todos nós tornamos o mundo cada dia um pouquinho melhor ou um pouquinho pior com nossas ações (FERNANDEZ, 2004).

Esta Tese apresenta uma discussão sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Juazeiro do Norte, no interior do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, com intenção de aplicar uma avaliação frente aos preceitos da sustentabilidade, além de propor alternativas de suporte à coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares urbanos.

O município de Juazeiro do Norte está localizado na mesorregião Sul Cearense e Microrregião Cariri, compondo a Região Metropolitana do Cariri – RMC. Possui área territorial de 248,55 km<sup>2</sup> e densidade demográfica 1.004,45 hab./km<sup>2</sup>. De acordo com IBGE (2010), Juazeiro do Norte apresentava população de 249.939, com taxa de urbanização de 96,07%. Para 2017, a população foi estimada em 270.383 habitantes. Com relação ao serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em 2014, 98,96% dos domicílios possuíam cobertura d'água urbana e 38,61%, esgotamento sanitário. Sobre a energia elétrica e lixo coletado, as taxas de cobertura são, respectivamente, 99,51% e 94,22%. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), 2010, foi de 0,694 (IBGE, 2017; IPECE, 2016).

A cidade possui um crescente turismo religioso, em razão das romarias alusivas ao Padre Cícero Romão Batista. Em função disto, em 2013, 86,56% do Produto Interno do Bruto – PIB correspondia ao setor de serviços. O PIB *per capita*, para o mesmo ano, foi R\$ 12.328,00. Em 2015, havia 6423 estabelecimentos comerciais e 1603 industriais ativos (IPECE, 2016).

## **1.1. Tema**

O tema central de estudo é a Gestão de Resíduos Sólidos, analisada sob a perspectiva da sustentabilidade. Considera-se que a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é uma ferramenta importante que contribui para o desenvolvimento sustentável, possibilita a diminuição ou a não geração de impactos ambientais, bem como a valorização dos recursos naturais por meio do reuso e da reciclagem, proporcionando, ainda, oportunidade de trabalho e renda, em uma perspectiva de ganhos sociais, ambientais, econômicos e técnico-operacionais (CEARÁ, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei N.º 12.305/2010, em seu Art. 3º, Inciso XI, define a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010, p. 2). Corroborando com esta assertiva, Gomes (2008) afirma que uma gestão sustentável de resíduos sólidos deve contemplar interesses ambientais, econômicos e sociais, à medida que busca minimizar os resíduos gerados, ser economicamente viável e aceita pela sociedade, considerando aspectos de educação e desenvolvimento.

## **1.2. Problema**

Reconhece-se a necessidade de se formular “estratégias gerenciais, técnicas, financeiras, operacionais, urbanas e socioambientais” (MMA; ICLEI - Brasil, 2012, p.10) para que a gestão dos resíduos seja considerada sustentável; além de ser necessário realizar avaliações da gestão dos resíduos sólidos urbanos, baseando-se nos preceitos da sustentabilidade. Diante do exposto, este estudo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: de que modo o sistema de gestão de resíduos sólidos na cidade de Juazeiro do Norte – CE tem se adequado aos preceitos de uma gestão sustentável, observando aspectos econômicos, ambientais e sociais?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Avaliar o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil, em uma perspectiva de sustentabilidade ambiental, econômica e social.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar a composição e a quantidade dos resíduos gerados, bem como os hábitos da população no manuseio dos resíduos domiciliares, de acordo com o estrato socioeconômico do bairro gerador;
- Estimar a valoração econômica da coleta seletiva no município, apresentando a Disponibilidade a Pagar média dos entrevistados e as variáveis que a influenciam;
- Conhecer a percepção dos munícipes sobre a coleta de resíduos sólidos e sua motivação para participação em um programa de coleta seletiva;
- Aplicar indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos em Juazeiro do Norte;
- E, oferecer subsídios para corroborar com a discussão a respeito da efetivação da coleta seletiva em âmbito municipal.

### **1.4. Justificativa**

Embora a PNRS institua a responsabilidade de forma compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos aos geradores de resíduos, quais sejam: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, Art. 3º, inciso XVII), os municípios brasileiros é quem, de fato, têm a incumbência de realizar sua gestão. Tal fato consiste em um desafio para estabelecer uma gestão de resíduos verdadeiramente integrada, que implica lograr articular as dimensões da sustentabilidade (BESEN, 2011).

Admite-se que uma gestão sustentável de resíduos sólidos pressupõe o efetivo envolvimento da população, ademais do investimento necessário na infraestrutura adequada.

Neste sentido, o enfoque na sustentabilidade apresenta a necessidade de demandar a participação dos atores sociais envolvidos. A este respeito, Leonardo Boff (2015) afirma que para lograr uma sociedade sustentável é necessário haver cooperação e inclusão de todos na tomada de decisões que interessam à coletividade.

No município de Juazeiro do Norte, a gestão de resíduos sólidos está na responsabilidade de uma autarquia municipal, vinculada à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Públicos (SEMASP). Dentre outros serviços disponibilizados, a coleta dos resíduos sólidos, domiciliares e públicos, é realizada baseando-se em um modelo convencional, em que os resíduos são coletados não diferenciadamente, ou seja, sem segregação prévia nas fontes geradoras (SEMASP, 2013). A partir desta constatação, foi possível observar no município um desperdício de materiais com potencial reciclável, uma vez que não há coleta seletiva implementada em âmbito municipal, e a recuperação destes materiais tem ocorrido a cargo de catadores, que não logram atender toda a demanda gerada, acarretando o envio destes materiais para destinação final.

Entende-se, portanto, oportuno avaliar o sistema de gestão de resíduos no município de Juazeiro do Norte, visando identificar se o cenário que se apresenta, relativamente à gestão de resíduos, legitima a proposição dos parâmetros de uma gestão sustentável, em seus vieses ambientais, econômicos e sociais.

### 1.5. Estrutura da Tese

Esta Tese foi estruturada sob o formato de artigos científicos, consoante dispõe a Resolução nº 167/Reitoria/Univates (Regimento do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento - PPGAD), de 10 de dezembro de 2012, em seu artigo 30, inciso III, que versa sobre o formato alternativo do trabalho de conclusão de curso do PPGAD, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES. Deste modo, o referido dispositivo determina:

"III - uma forma alternativa composta de: título; resumo e *abstract*; apresentação; dois **artigos publicados ou aceitos para publicação**, como primeiro autor, em revista *qualis* superior ou igual a B1 na área Ciências Ambientais da Capes, referentes à pesquisa desenvolvida durante sua orientação no curso de Doutorado; discussão geral; conclusões e referências, para o Doutorado" (UNIVATES, 2012, p. 9-10). (Grifo nosso).

De acordo com Frank (2013), existem três possibilidades para a estrutura de tese no formato alternativo: a) artigos horizontais, situação em que cada artigo trata do mesmo objetivo de pesquisa, porém sob óticas distintas; b) artigos verticais ou sequenciais, em que cada artigo atende a um dos objetivos específicos da tese, que por sua vez atendem ao objetivo geral desta; e, c) estrutura mista, que contemple as duas opções anteriores. No caso da presente pesquisa doutoral, utilizou-se o formato de artigos verticais ou sequenciais, conforme pode ser observado no Quadro 1. Destaca-se que, ao longo do desenvolvimento da pesquisa, optou-se por fragmentar os resultados de dois objetivos específicos em mais de um artigo, para melhor detalhamento e compreensão dos dados apurados.

### Quadro 1 - Estrutura da tese em artigos verticais

<b>OBJETIVO GERAL DA TESE</b>		
Avaliar o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil, em uma perspectiva de sustentabilidade ambiental, econômica e social.		
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ARTIGOS VERTICAIS</b>	<b>RESULTADOS DESTACADOS</b>
Identificar a composição e a quantidade dos resíduos gerados, bem como os hábitos da população no manuseio dos resíduos domiciliares, de acordo com o estrato socioeconômico do bairro gerador;	<p><i>Artigo 1</i> - Household waste variability analysis in Juazeiro do Norte, in the northeast region of Brazil</p> <p><i>Artigo 2</i> - A relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e os estratos socioeconômicos</p> <p><i>Artigo 3</i> - Hábitos da População no Manejo de Resíduos Sólidos Domiciliares: estudo de caso em Juazeiro do Norte - CE</p>	<p>Predominância de resíduos orgânicos (58,51%), seguida de materiais com potencial reciclável (17,02%); geração <i>per capita</i> diária de resíduos (<i>kg/habitante/dia</i>) de 0,47 kg/hab/dia; relação positiva entre a geração de resíduos e o nível de renda do bairro gerador, diminuindo quando atinge o nível mais elevado de rendimentos, guardando semelhança empírica com a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets.</p> <p>Destino de resíduos para a coleta convencional do município - orgânicos (62,26%), materiais plásticos (81,13%), óleo de cozinha (24,53%), pilhas e baterias (84,91%), sendo necessário investir em campanhas educativas sobre o descarte adequado de resíduos sólidos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região.</p>
Estimar a valoração econômica da coleta seletiva no município, apresentando a Disponibilidade a Pagar média dos entrevistados e as variáveis que a influenciam;	<i>Artigo 4</i> - Valoração econômica da coleta seletiva de resíduos sólidos	<p>Dos entrevistados, 91,94% reconhecem que a coleta seletiva contribui para a diminuição da poluição, porém somente 37,50% estariam dispostos a pagar pela referida coleta; considerando-se os entrevistados com DAP positiva, a DAP média mensal encontrada foi de R\$ 15,70;</p> <p>A probabilidade dos munícipes apresentarem DAP pelo serviço da coleta seletiva aumentou quando relacionada</p>

		com as variáveis gênero, renda e escolaridade. Baseando-se no efeito marginal, as variáveis com maior influência sobre a DAP da coleta seletiva, no presente estudo, foram gênero (17,44%) e escolaridade (16,86%).
Conhecer a percepção dos municípios sobre a coleta de resíduos sólidos e sua motivação para participação em um programa de coleta seletiva;	<i>Artigo 5</i> - Percepção dos municípios sobre a coleta de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil  <i>Artigo 6</i> - Motivação popular para participação em um programa de coleta seletiva	Dos entrevistados, 64,72% não sabem o local de destino ou disposição adotado pelo município; 62,78% afirmaram não separar os resíduos em seus domicílios; 55,56% admitiram que se deveria investir mais em educação ambiental para a população e 30% afirmaram que a implantação da coleta seletiva melhoraria o serviço; 84,44% admitiram que participariam da coleta seletiva.  De acordo com o coeficiente de correlação phi ( $r\phi$ ), a variável participação na coleta seletiva está mais associada à preocupação com a preservação do meio ambiente.
Aplicar indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos em Juazeiro do Norte;	<i>Artigo 7</i> - Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos em um município no nordeste brasileiro: aplicação de indicadores para a gestão sustentável	Identificadas dificuldades no sistema de gestão de resíduos: resíduos dispostos inadequadamente e <i>déficit</i> na recuperação de resíduos pelo reaproveitamento e reciclagem; o não aproveitamento dos resíduos orgânicos; ausência de aterro sanitário; presença de passivo ambiental, devido à existência de lixões desativados; ausência de fontes específicas de recursos financeiros para a gestão de RSU; insuficiente infraestrutura; faltam políticas públicas efetivas voltadas para catadores de recicláveis; e, insuficiência de programas educativos voltados à população.
E, oferecer subsídios para corroborar com a discussão a respeito da efetivação da coleta seletiva em âmbito municipal.	<i>Artigo 8</i> - Proposta de implementação da coleta seletiva em um município de médio porte no nordeste brasileiro	Propõe-se a implantação de um programa de coleta seletiva em Juazeiro do Norte, contemplando a instalação de ecopontos para entrega voluntária de resíduos, o serviço de coleta seletiva porta-a-porta e a implantação de três unidades de triagem de resíduos.
<b>RESULTADO FINAL DA PESQUISA</b>		
Constatou-se que o município de Juazeiro do Norte possui aparato elementar para a realização da gestão de resíduos sólidos, necessitando melhorar seus processos operacionais e gerenciais, para que possa dispor de uma estrutura mais adequada e satisfatória aos preceitos da gestão sustentável de resíduos.		

Fonte: Elaboração própria.

Ao longo da seção de Desenvolvimento, estão elencados os artigos científicos mencionados acima, que apresentam um conjunto de resultados necessários para atender ao objetivo principal do estudo. Os referidos artigos foram publicados, aceitos ou submetidos em periódicos, de acordo com as determinações do PPGAD.

O capítulo denominado Discussão Geral apresenta os principais resultados elencados em cada artigo, relacionando-os com os objetivos específicos, bem como ao escopo geral deste estudo. Por fim, na seção Conclusão, evidenciam-se as considerações finais, ocasião em que se apresentam um conjunto de recomendações, as limitações deste estudo, assim como sugestões para trabalhos futuros.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Nesta seção do trabalho, estão dispostos os resultados da pesquisa. O Artigo 1, *Household waste variability analysis in Juazeiro do Norte, in the northeast region of Brazil*, apresenta os resultados preliminares da análise gravimétrica dos resíduos sólidos em Juazeiro. No Artigo 2, *A relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e os estratos socioeconômicos*, abordam-se os resultados das três campanhas de análise gravimétrica, além da relação entre a geração de resíduos e o perfil socioeconômico do bairro gerador.

O Artigo 3, *Hábitos da População no Manejo de Resíduos Sólidos Domiciliares: estudo de caso em Juazeiro do Norte - CE*, apresenta a percepção da população no tocante ao manejo dos resíduos sólidos domiciliares. No Artigo 4, *Valoração econômica da coleta seletiva de resíduos sólidos*, aborda-se a Disponibilidade a Pagar (DAP) da população relacionada à coleta seletiva, bem como os fatores que a influenciam.

No Artigo 5, *Percepção dos munícipes sobre a coleta de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil*, objetivou-se identificar a percepção dos moradores acerca da coleta de resíduos. No Artigo 6, *Motivação popular para participação em um programa de coleta seletiva*, foi possível identificar os fatores associados à participação da população em um programa de coleta seletiva, caso fosse implantado na cidade de Juazeiro do Norte.

O Artigo 7, *Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos em um município no nordeste brasileiro: aplicação de indicadores para a gestão sustentável*, apresenta uma análise da situação atual da Gestão de Resíduos Sólidos na cidade de Juazeiro do Norte, bem como uma prospecção de ações futuras da gestão municipal, relacionadas à temática, e, por fim, realiza a aplicação de indicadores da gestão sustentável de resíduos sólidos. O Artigo 8, *Proposta de implementação da coleta seletiva em um município de médio porte no nordeste brasileiro*, representa o intento desta pesquisa em colaborar com a discussão a respeito da implementação da coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte. Apresenta-se um cenário para a coleta seletiva, a partir da proposição de implantação de um programa piloto na cidade.

## **2.1. Artigo 1 - Household Waste Variability Analysis in Juazeiro Do Norte, in the Northeast Region of Brazil<sup>1</sup>**

The Urban Development Master Plan of Juazeiro do Norte (PMJN, 2000), a municipality in the Northeast region of Brazil, already contemplated the establishment of appropriate methods of controlled disposal of municipal solid waste (MSW), through sanitary landfills and the gradual implementation of selective collection and recycling of waste materials. However, MSW is still disposed in the open dump called “Lixão da Palmeirinha”.

Thus, the aim of the present study is to assess the variability of household solid waste collected in the municipality of Juazeiro do Norte, in order to obtain information that may support the specification and sizing of the infrastructures necessary for its management.

With five weekly door to door waste collections in each district considering 53 households, the number of collected samples was 254, for a total of 473.8 kg of waste. The selection of the households was made by simple random sampling.

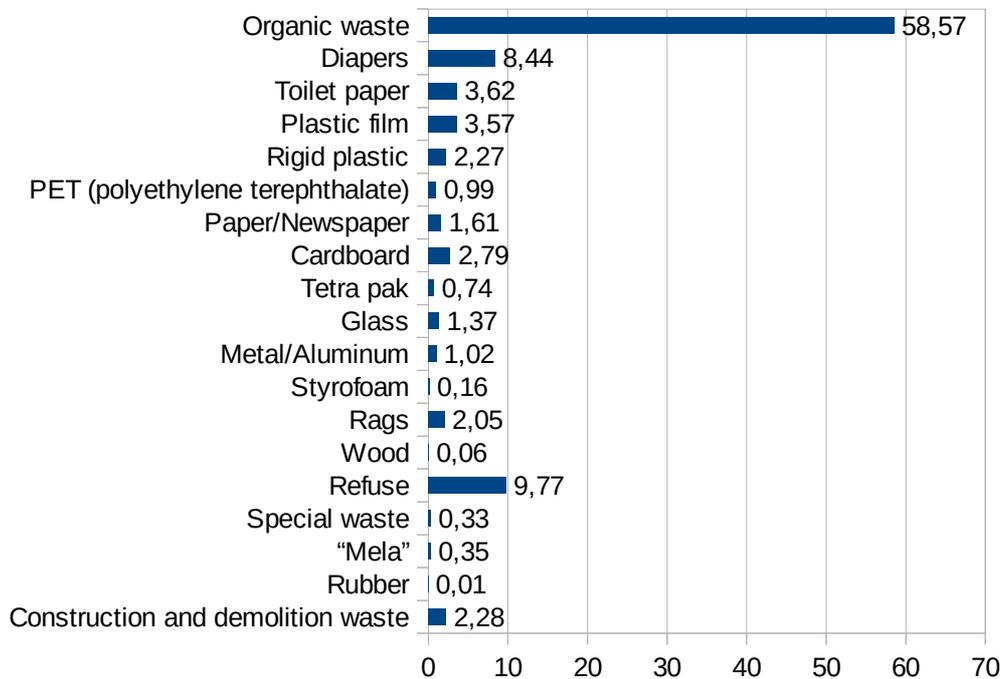
Analysis of waste generated in the city of Juazeiro do Norte involved its characterization, in order to identify the variability of materials. The following properties of the waste were analysed: per capita daily waste generation (kg/inhabitants/day), specific weight (kg/m<sup>3</sup>), qualitative and gravimetric composition of solid waste. Finally, the waste was classified as Recyclable, Organic and Refuse.

Similarly to previous studies conducted in other Brazilian regions, where the per capita daily waste generation rate was ranging between 0.46 kg and 1.60 kg (Konrad et al., 2015), the Authors here calculated a value of 0.51 kg/inhabitant/day. The waste collected specific weight was 171.48 kg/m<sup>3</sup>, considering a volume of 2.76 m<sup>3</sup>. Such information is valuable for the management of waste collection, transport and disposal, and for sizing the capacity of the necessary infrastructures. The outputs of the gravimetric composition analysis are shown in Fig. 1.

---

<sup>1</sup>Artigo publicado na revista Waste Management, v. 62, p. I-III, Abr. 2017. A referida revista possui Qualis A1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Konrad, O.; Barden, J. E.; Hasan, C. ; Silva, A. M. M.; Palacio, O. D. ; Marques Junior, F. A.F. ; Barbosa, J. C. ; Damasceno, M. M. ; Lima, M. R. P.

Fig. 1. Variability of household solid waste in the city of Juazeiro do Norte.



There was a prevalence of organic waste in the collected samples (58.57%). Regarding the materials with recyclable potential, the following materials and percentages were identified: plastic film (3.57%), rigid plastic (2.27%), PET - polyethylene terephthalate (0.99%), paper/newspaper (1.61%), cardboard (2.79%), tetra pak (0.74%), glass (1.37%), metal/aluminium (1.37%), and "Mela" (0.35%).

According to the samples analysed in the present study, the total amount of recyclable materials in Juazeiro do Norte corresponds to 14.71% of the total generated waste. It can be affirmed that screening and composting could be valuable tools to reduce the amount of improperly dumped waste, and to promote economic growth through the establishment of recycling projects in the city.

## References

- KONRAD, O., SILVA, G.R., KONRAD, A.C., HASAN, C., MARDER, M., SCHMEIER, N.P., 2015. Geração per Capita de Resíduos Sólidos Domésticos na Zona Urbana de Municípios do Vale do Taquari – RS. *Revista Educação Ambiental*, v. 53, Ano XIV., Set./nov. 2015.
- PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte, 2000. **Lei nº. 2.572**. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Juazeiro do Norte.

## 2.2. Artigo 2 - A Relação entre a Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares e os Estratos Socioeconômicos<sup>2</sup>

### Resumo

Este estudo se propõe a analisar a composição e a quantidade de resíduos sólidos domiciliares gerados em Juazeiro do Norte, Ceará, no nordeste brasileiro, relacionando-se a geração de resíduos com o estrato socioeconômico do bairro gerador. Para tanto, foram realizadas 727 coletas de resíduos domiciliares, gerados em seis bairros e em três períodos distintos no ano de 2016. Foram coletados 1.271,08 kg de resíduos. Houve uma predominância de resíduos orgânicos, atingindo uma média percentual de 58,51%, seguida de materiais com potencial reciclável (com média de 17,02%). A respeito dos materiais recicláveis, a maior geração foi identificada no bairro de estrato socioeconômico A2, em função do padrão de consumo de alimentos mais processados, indicando maior geração de resíduos de embalagens. A geração *per capita* diária de resíduos (*kg/habitante/dia*) resultou em uma média de 0,47 kg/hab/dia. Observou-se que a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares apresentou uma relação positiva de acordo com o nível de renda do bairro gerador, porém diminuiu quando atingiu o nível mais elevado de rendimentos, guardando semelhança empírica com a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets. Salienta-se que a estratificação em perfis socioeconômicos é importante para investigar os padrões de geração de resíduos domésticos nos centros urbanos e contribui com informações mais assertivas para o gerenciamento dos resíduos sólidos.

**Palavras-chaves:** Resíduos Sólidos Domiciliares. Análise Gravimétrica. Estrato socioeconômico.

### Abstract

This study aims to analyze the composition and quantity of domestic solid waste generated in Juazeiro do Norte, Ceará, in the Brazilian Northeast, relating the generation of waste with the socioeconomic stratum of the generating district. For that purpose, 727 door-to-door collections of household waste, generated in six districts of the city, were carried out in the

---

<sup>2</sup>Artigo aceito para publicação na Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais - RICA, v. 9, n. 3, 2018. A revista possui Qualis B1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Konrad, O.

periods: April 04 to 08; June 20-24; And, August 15 to 19, 2016. Waste was collected 1,271.08 kg. There was a predominance of organic residues, reaching a mean percentage of 58.51%, followed by materials with recyclable potential (with an average of 17.02%). Regarding recyclable materials, the largest generation was identified in the neighborhood of socioeconomic stratum "A2", due to the pattern of consumption of more processed foods, indicating greater generation of packaging waste. The daily per capita generation of waste (kg / inhabitant / day) resulted in an average of 0.47 kg / inhab / day. It was observed that the per capita generation of household solid waste presented a positive relation according to the income level of the generating district, but decreased when it reached the highest level of income, keeping empirical similarity to the hypothesis of the Kuznets Environmental Curve. It should be stressed that stratification in socioeconomic profiles is important to investigate the patterns of domestic waste generation in urban centers and contribute with more assertive information for solid waste management.

**Keyword:** Household Solid Waste. Gravimetric analysis. socioeconomic status.

## **Introdução**

O crescimento na quantidade e complexidade dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tem decorrido do desenvolvimento econômico, da urbanização e aumento dos padrões de consumo da população (CHEN; LO, 2016), culminando em graves problemas sanitários, especialmente registrados em países em desenvolvimento (DIAS et al., 2012).

Neste contexto, constata-se que conhecer a quantificação e caracterização dos RSU é primordial para as estratégias de gestão e manejo (KARAK et al., 2012; MELO; SAUTTER; JANISSEK, 2009), além de subsidiar o planejamento de programas de educação ambiental, que podem contribuir para a redução na geração de resíduos, organização da coleta, bem como melhores alternativas de destinação final (KONRAD et al., 2015).

Os “estudos sobre geração per capita de resíduos sólidos possibilitam gerar informações que possam servir como comparativo de valores em outros locais, ou auxiliar na gestão dos resíduos sólidos domésticos em municípios que ainda não tenham realizado estudos desse gênero” (KONRAD et al., 2015, p.2).

Considerando que as questões socioeconômicas também têm relevância na geração de Resíduos Sólidos Urbanos, Habitzreuter (2008), em seu estudo na região de Santa

Maria/RS, percebeu heterogeneidade na massa dos resíduos sólidos coletados, em função das diferenças socioeconômicas da região. Costa et al. (2012), com o objetivo de identificar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares no município de Salinas, em Minas Gerais, apresentaram o perfil socioeconômico dos moradores e a correlação das características socioeconômicas com a composição gravimétrica dos resíduos. Dentre os resultados encontrados, destaca-se a maior ocorrência de material com potencial reciclável nos setores com famílias de maior poder aquisitivo e grau instrucional mais elevado. Já nos setores periféricos, com a predominância de famílias de baixa renda familiar e menor nível instrucional, há maiores percentuais de matéria orgânica.

Ribeiro et al. (2014, p. 194) afirmaram que as características gravimétricas e a quantidade de resíduos gerados em uma comunidade servem de parâmetro de comparação entre distintas regiões. Para os autores, “em geral, economias mais avançadas, em termos da industrialização e produção, geram maior quantidade de resíduos por habitante”. Validando este pensamento, conforme Martínez (2015), há uma relação existente entre as grandes cidades e uma maior produção de resíduos sólidos, em comparação com cidades pequenas.

Constata-se assim, que as diferenças socioeconômicas, bem como as questões culturais da população, exercem influência na composição gravimétrica e quantidade de resíduos gerados. Diante do exposto, o artigo tem por objetivo analisar a geração de resíduos sólidos domiciliares e a relação com os estratos socioeconômicos, na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará.

## **Metodologia**

Para a realização deste estudo, inicialmente, foi identificada a renda domiciliar mensal e o número de domicílios de cada bairro da cidade de Juazeiro do Norte. Posteriormente, os bairros foram agrupados em estratos socioeconômicos, considerando a classificação da ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (TABELA 1).

Tabela 1 – Critério de Classificação de Estrato Socioeconômico

<b>Estrato Socioeconômico</b>	<b>Renda Médica Domiciliar Mensal R\$ (2010)</b>
A1	12.926
A2	8.418

B1	4.418
B2	2.565
C1	1.541
C2	1.024
D	714
E	477

Fonte: Adaptado de ABEP (2012).

Em 2014, foram divulgadas alterações nos estratos socioeconômicos, que reduziram-se a 6 (seis) níveis (A, B1, B2, C1, C2, DE), contudo, salienta-se que este estudo considera os critérios de classificação da ABEP alusivos ao ano 2010, disponibilizados na publicação Critério Brasil do ano 2012 da mesma instituição, pois não foi possível identificar dados recentes de renda domiciliar mensal para os bairros da cidade de Juazeiro do Norte. As informações disponíveis são oriundas do Censo 2010 do IBGE. Com relação ao número de domicílios, a Secretaria de Gestão do município apresentou dados do cadastro imobiliário, atualizado em janeiro de 2016, porém para alinhamento das informações, optou-se por utilizar os dados de 2010, que têm como fonte o último Censo realizado pelo IBGE. A metodologia de desenvolvimento do Critério Brasil da ABEP está baseada na POF – Pesquisa de Orçamento Familiar do IBGE (ABEP, 2015).

Na Tabela 2, estão relacionados os bairros da cidade de Juazeiro do Norte, o número de domicílios, a renda domiciliar mensal e o estrato socioeconômico no qual o bairro está compreendido.

Tabela 2 – Bairros de Juazeiro do Norte por Estrato Socioeconômico

<b>Bairro</b>	<b>Nº Domicílios (2010)</b>	<b>Renda Média Domiciliar Mensal, R\$ (2010)</b>	<b>Estrato Socioeconômico</b>
Planalto	109	8745,44	A2
Lagoa Seca	1433	4365,37	B1
Centro	1763	2907,71	B1
Aeroporto	258	2851,64	B1
Cidade Universitária	85	2811,19	B1
Jardim Gonzaga	1638	2579,73	B1
Novo Juazeiro	988	2055,49	B2
São Miguel	2424	1888,36	B2
Salgadinho	349	1874,18	B2
Betolândia	538	1714,51	B2
Socorro	708	1651,04	B2
Tiradentes	2720	1606,22	B2
São José	2759	1605,46	B2

Salesianos	4017	1582,03	B2
Santo Antônio	1680	1539,33	C1
Limoeiro	3430	1514,8	C1
Fátima	1067	1457,57	C1
José Geraldo da Cruz	1239	1338,51	C1
Leandro Bezerra de Menezes	860	1328,33	C1
Antônio Vieira	1902	1251,41	C1
Franciscanos	3615	1237,42	C1
Juvêncio Santana	1160	1205,12	C1
Brejo Seco	219	1191,05	C1
Triângulo	2668	1185,75	C1
Santa Teresa	1962	1151,39	C1
Pirajá	4204	1122,25	C1
Romeirão	1977	1013,92	C2
Timbaúba	3455	938,96	C2
Pio XII	3149	920,37	C2
Carité	263	784,47	C2
João Cabral	4809	775,22	C2
Pedrinhas	2552	772,3	C2
Campo Alegre	526	771,76	C2
Frei Damião	3864	763,22	C2
Três Marias	570	745,5	C2
Horto	1325	671,26	D

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ABEP, 2012; IBGE, 2010).

Dentre os bairros existentes, foram selecionados, de cada estrato socioeconômico, aqueles com maior número de domicílios para identificação da amostra de participação na análise gravimétrica dos resíduos domiciliares, quais sejam: Bairro Lagoa Seca, da classe B1; Bairro Salesianos, da classe B2; Bairro Pirajá, da classe C1; e, Bairro João Cabral, da classe C2. Os bairros das classes A2 e D, Planalto e Horto respectivamente, foram diretamente selecionados, tendo em vista serem os únicos representantes destes estratos no universo da amostra. Não houve bairro classificado no estrato socioeconômico A1.

Por questões operacionais de realização da pesquisa, foi, inicialmente, determinado o número de 50 domicílios para coleta dos resíduos. A partir deste dado, calculou-se o percentual proporcional referente ao número de domicílios de cada bairro selecionado do estrato socioeconômico que representa, por amostragem estratificada. Contudo, devido ao resultado para o bairro Planalto, único bairro enquadrado no estrato socioeconômico A2, com apenas 1 domicílio para amostra, optou-se por aumentar para 3 o número de domicílios

participantes deste bairro, com a finalidade de evitar enviesamento na pesquisa. Para os bairros Lagoa Seca e Salesianos, foi adotado o critério de arredondamento, visando estabelecer o número exato de domicílios e garantir melhor representatividade da amostra. Deste modo, o número total de domicílios para coleta e análise dos resíduos resultou em 53.

A seleção dos domicílios a serem pesquisados ocorreu por Amostragem Aleatória Simples (GIL, 2008). De cada bairro, foi identificada a rua principal e os domicílios foram, então, sorteados para amostra e posterior cadastrado para a pesquisa.

Durante os cadastros dos domicílios, houve a substituição de dois bairros: o bairro Pirajá foi substituído pelo Limoeiro, no estrato socioeconômico C1, pois o bairro Pirajá tem forte característica comercial e o foco da análise deste estudo eram resíduos domiciliares; e o bairro João Cabral foi substituído pelo Pio XII, pertencentes ao estrato C2, tendo o bairro Pio XII melhor facilidade de acesso. As quantidades de domicílios permaneceram inalteradas para garantir a representatividade do estrato socioeconômico na amostra definida (TABELA 3).

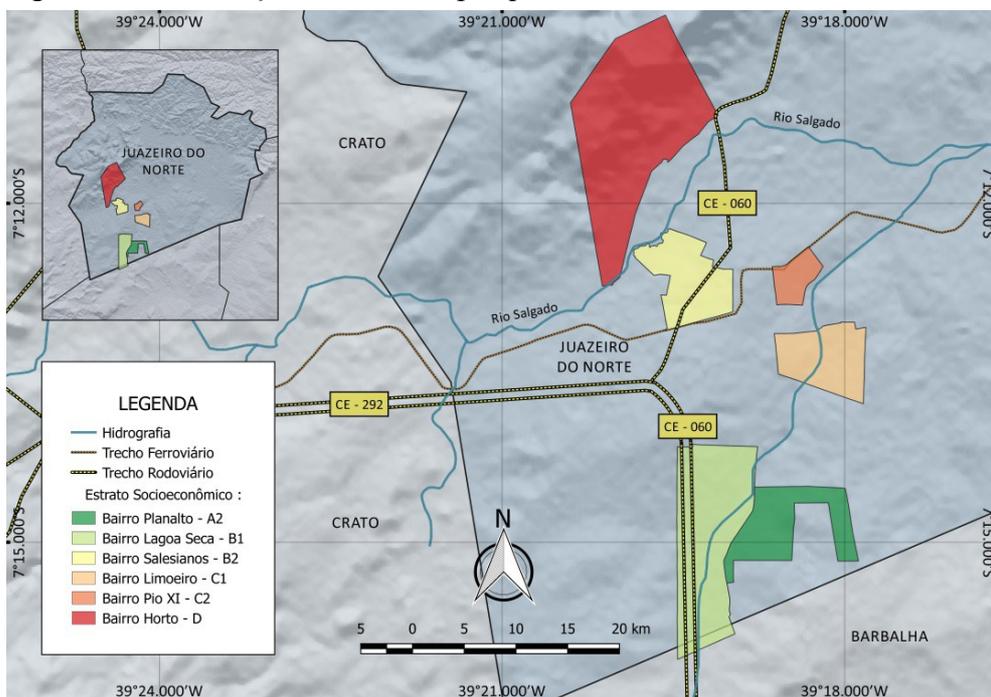
Tabela 3 – Número de residências e habitantes cadastrados por Bairro

<b>Bairro</b>	<b>Estrato Socioeconômico</b>	<b>Domicílios</b>	<b>Habitantes</b>
Planalto	A2	3	09
Lagoa Seca	B1	5	17
Salesianos	B2	13	53
Limoeiro	C1	13	38
Pio XII	C2	15	64
Horto	D	4	12
<b>TOTAL</b>	-	<b>53</b>	<b>193</b>

Fonte: Pesquisa aplicada.

A Figura 1 apresenta a localização geográfica dos bairros definidos na amostra e seus respectivos estratos socioeconômicos.

Figura 1 – Localização dos bairros pesquisados



Fonte: Elaboração própria.

A coleta dos resíduos ocorreu, de porta em porta, de segunda a sexta-feira, durante o ano de 2016, nos períodos: 04 a 08 de abril; 20 a 24 de junho; e, 15 a 19 de agosto. Em cada dia da semana, os 53 domicílios tiveram seus resíduos coletados, resultando em 15 coletas por domicílio participante. Salienta-se que as datas foram selecionadas considerando-se a ausência de épocas festivas e férias escolares para evitar distorções de sazonalidade.

Os meses de realização do estudo respeitam também as diferentes condições climáticas da cidade. Março e abril são meses chuvosos, com precipitação média de 243 mm em 2015, de acordo com o portal da FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2015). O mês de Junho apresenta temperaturas brandas, entre 25°C e 26°C, observadas no período de 2003 a 2012. De agosto a dezembro, o município possui temperaturas mais elevadas, apresentando a maior média mensal de temperatura, 35°C, para o mês de novembro, segundo dados do ICEA – Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA, 2016). Em virtude das festividades de romarias locais ocorridas nos meses de setembro e novembro, e por ocasião do período eleitoral no mês de outubro de 2016, optou-se por realizar a terceira fase da análise gravimétrica no mês de agosto.

Após as coletas, foram analisadas as seguintes propriedades dos resíduos coletados:

- O cálculo da Geração *per capita* diária, dividindo-se a massa do resíduo coletado pela população atendida (kg/hab/dia).
- A massa específica, através do valor da soma das amostras obtidas em quilogramas dividido pelo volume (kg/m<sup>3</sup>).
- E, a composição gravimétrica dos resíduos, que consiste em relacionar a massa de cada componente presente na amostra e a massa total da amostra de resíduos analisados.

Para análise dos resíduos, os seguintes elementos foram utilizados: seis tambores plásticos com capacidade de 120 litros para a coleta porta-a-porta, sacos plásticos de 100 litros, lona plástica, balanças digitais (de precisão, com capacidade de até 5 kg, e de chão, com capacidade para até 180 kg), uma mesa de separação, veículo para transportar os resíduos de cada bairro e equipamento de proteção individual.

## Resultados e Discussões

No mês de abril, foram coletados 473,81 kg de resíduos nos bairros participantes, considerando 254 amostras de domicílios. No período de 20 a 24 de junho de 2016, foram coletados 396,13 kg, provenientes de 236 amostras de domicílios. No terceiro, e último, período, foram coletados 401,14 kg, em 237 coletas realizadas (TABELA 4).

Tabela 4 – Massa coletada de Resíduos Domiciliares em Juazeiro do Norte

Período	Domicílios	Coletas	Habitantes	Média de Habitante por domicílio	Massa RSD coletada (kg)
Abril	53	254	928	3,65	473,81
Junho	53	236	887	3,76	396,13
Agosto	53	237	875	3,69	401,14
Total	53	727	2690	3,70	1.271,08

Fonte: Pesquisa aplicada.

A respeito do número de habitantes e de coletas realizadas, houve variações devido a eventualidades de não participação de alguns domicílios, que se encontravam fechados no momento da coleta. Observando-se a média de habitante por domicílio encontrada nas três campanhas, constata-se que os resultados são superiores à média de moradores dos lares brasileiros, que era de 3,3, segundo o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

### **Análise da Variabilidade dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)**

No tocante à análise da variabilidade da composição gravimétrica, os resíduos coletados foram segregados, de acordo com sua tipologia, com a finalidade de estabelecer a caracterização dos mesmos, tendo como base a massa dos resíduos. Os resultados estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise da Variabilidade dos Resíduos Domiciliares em Juazeiro do Norte

<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Abril (%)</b>	<b>Junho (%)</b>	<b>Agosto (%)</b>	<b>Média (%)</b>
Materiais orgânicos	58,57	58,29	58,68	58,51
Plástico filme	3,57	5,53	5,08	4,73
Plástico rígido	2,27	3,44	2,40	2,70
PET	0,99	1,30	1,20	1,16
Papel/jornal	1,61	2,02	2,74	2,12
Papelão	2,79	2,85	2,76	2,80
Tetra pak	0,74	0,64	0,47	0,62
Vidro	1,37	1,02	2,57	1,65
Metal/alumínio	1,02	1,25	0,82	1,03
Isopor	0,16	0,15	0,26	0,19
Embalagens metalizadas	*	0,57	0,56	0,38
Fraldas	8,44	10,39	10,85	9,89
Papel sanitário	3,62	3,57	3,27	3,49
Trapos	2,05	2,88	2,52	2,48
Madeira	0,06	0,23	0,21	0,17
Rejeito	9,77	4,95	3,55	6,09
Borracha	0,01	0,15	0,49	0,22
Resíduos Especiais	0,33	0,35	0,22	0,30
Resíduos da Construção Civil	2,28	0,16	1,34	1,26
Mela	0,35	0,26	0,01	0,21
Total	100	100	100	100

Fonte: Pesquisa aplicada. \*Na primeira campanha, as embalagens metalizadas foram incorporadas na categoria rejeito.

Observa-se que houve uma predominância de resíduos orgânicos nas amostras coletadas durante as três campanhas para o município de Juazeiro do Norte, atingindo os percentuais de 58,57%, 58,29% e 58,68%, nos meses de abril, junho e agosto, respectivamente. Em estudos similares, Albertin et al. (2011) encontraram 63% de resíduos orgânicos no município de São Jorge do Ivaí, Paraná. Outros estudos apresentam percentuais

de materiais orgânicos próximos aos 50% do total de resíduos sólidos coletados (DURÁN MORENO et al., 2013; REZENDE et al., 2013).

Em função da elevada quantidade de resíduos orgânicos, no presente estudo, destaca-se que seria apropriado o investimento em campanhas de orientação para a população relativamente ao desperdício de alimentos, diminuindo, deste modo, a quantidade de resíduos gerados em âmbito domiciliar (SALEMDEEB et al., 2017; WILLERSINN et al., 2017). Além disso, no que se refere ao tratamento dos resíduos orgânicos, é conveniente implementar uma infraestrutura de compostagem para a valorização destes resíduos, culminando em benefícios ambientais e econômicos (HÉNAULT-ETHIER; MARTIN; HOUSSET, 2017).

Zorpas et al. (2017) afirmam que, a partir dos resíduos orgânicos, é possível produzir um fertilizante natural de alta qualidade. Adicionalmente, Walker et al. (2017) apontam a produção de biogás a partir dos resíduos orgânicos como uma alternativa para o enfrentamento do problema do gerenciamento da maior parcela dos resíduos sólidos domiciliares.

Com relação aos materiais com potencial reciclável, foi possível identificar maior geração de plásticos e papelão, dentre os materiais coletados. O total de materiais recicláveis oscilou entre 14,71% do total de resíduos gerados na campanha de abril, 18,31% na campanha de junho e 18,05% na campanha de agosto, com média de 17,02%. A este respeito, a literatura apresenta uma variabilidade de potencial de reaproveitamento de materiais recicláveis, variando entre 8,87% e 76% dos resíduos coletados em diversos estudos (ALBERTIN et al., 2011; COSTA et al., 2012; CUSSIOL et al., 2006; KONRAD et al., 2010; REZENDE et al., 2013; ROSALES-FLORES et al., 2013; SOUTO et al., 2013; TEIXEIRA JÚNIOR, et al., 2012).

Dentre os tipos de resíduos, foram adicionados: o “Mela” (que corresponde a um tipo de borracha PVC, utilizada na confecção de chinelos e que possui uma aceitação na reciclagem local, por isso, optou-se por manter esta categoria separada).

Sobre os resíduos rejeitos gerados ao longo das três campanhas de análises, foi encontrada uma média de 24,48%, sendo 26,76% em abril, 23,40% em junho e 23,37% em agosto. Foram considerados: esponja, palha de aço de cozinha, algodão, vela, cabelo, pelo de cachorro, caixa de fósforo, papel ou plástico muito sujos em função do descarte misturado com resíduos orgânicos e palito de fósforo/pirulito.

Alguns resíduos foram segregados em uma categoria própria, a fim de identificar os percentuais gerados, porém, ao final da análise foram classificados como rejeitos: resíduos de construção civil; madeira; borracha; fraldas; papel sanitário; trapos; resíduos especiais, que exigem tratamentos e destinações específicas como medicamentos, pilhas, fios, equipamentos eletrônicos e perfurocortantes; os resíduos isopor e embalagens metalizadas de alimentos, conhecidas como BOPP (*Bi-axially Oriented Polypropylene*), porque possuem pouca inserção no mercado de reciclagem em função do seu baixo valor comercial e da falta de interesse na reciclagem destes materiais.

### Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares por Estrato Socioeconômico

De acordo com a amostra de resíduos coletada e analisada, durante as três campanhas de análise gravimétrica, foi possível realizar a caracterização em cada bairro estudado (TABELA 6).

Tabela 6 – Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares

Bairro	Estrato	Período	Reciclável %	Orgânico %	Rejeito %	Total %
Planalto	A2	Abril	23,23	61,33	15,44	100
		Junho	41,32	40,78	17,90	100
		Agosto	30,38	50,09	19,53	100
Lagoa Seca	B1	Abril	15,65	67,80	16,55	100
		Junho	21,17	64,13	14,70	100
		Agosto	16,97	75,02	8,01	100
Salesianos	B2	Abril	17,81	59,62	22,57	100
		Junho	17,16	59,96	22,88	100
		Agosto	17,28	63,36	19,36	100
Limoeiro	C1	Abril	11,61	48,20	40,19	100
		Junho	17,02	51,92	31,06	100
		Agosto	14,95	52,45	32,60	100
Pio XII	C2	Abril	11,15	62,40	26,45	100
		Junho	15,85	60,86	23,29	100
		Agosto	14,22	59,83	25,95	100
Horto	D	Abril	19,56	53,34	27,10	100
		Junho	30,26	56,65	13,09	100
		Agosto	23,39	60,02	16,59	100

Fonte: Pesquisa aplicada.

Sobre a geração de Resíduos Orgânicos, tem-se o maior registro de geração no bairro Lagoa Seca, bairro pertencente ao estrato socioeconômico B1, durante o mês de agosto, equivalendo a 75,02% dos resíduos gerados. O bairro que apresentou a menor geração de resíduos orgânicos foi o bairro Planalto, estrato A2, com 40,78% do total, no mês de junho. De acordo com os valores médios de geração dos resíduos orgânicos, destacaram-se os resultados dos bairros Lagoa Seca, com média de 68,98%, Pio XII, com 61,02% e Salesianos, com 60,98%, pertencentes aos estratos B1, C2 e B2, respectivamente. O bairro Horto, pertencente ao estrato D, obteve uma média de 56,67% de resíduos orgânicos. Observa-se que, para a amostra analisada, não é possível estabelecer uma relação linear entre os estratos socioeconômicos e a geração de resíduos orgânicos, contrariando os resultados de estudos similares, que evidenciaram maior quantidade de matéria orgânica dentre os bairros de menor poder aquisitivo (COSTA et al., 2012; FRANCO, 2012) ou indicaram uma relação linear positiva entre renda e taxa de geração de resíduos alimentares (THANH et al., 2010).

Analisando a composição dos resíduos com potencial reciclável por bairro gerador, pode-se afirmar que a geração de materiais com potencial reciclável foi maior no bairro Planalto, do estrato socioeconômico A2, com geração média de 31,64% dentre os resíduos coletados. A este respeito, corrobora o estudo de Franco (2012), que afirma ocorrer maior quantidade de descarte de recicláveis em domicílios de estrato socioeconômico A e B, em comparação com domicílios do estrato C. Estes resultados estão em consonância com a ideia de que o descarte de resíduos recicláveis, especialmente de produtos descartáveis e embalagens, ocorre em maior quantidade em domicílios de estratos com maior poder aquisitivo (ARBULÚ et al., 2015; COSTA et al., 2012).

Não obstante, curiosamente, destacou-se nos resultados o desempenho do bairro Horto na geração de materiais recicláveis. O referido bairro, pertencente ao estrato D, obteve uma geração superior aos bairros pertencentes aos estratos B e C, tendo registrado uma geração média de 24,40% de resíduos com potencial reciclável. Esta realidade pode ser justificada pela afirmação de Campos (2012, p.172), em que “o aumento do número de postos de trabalho e da renda das famílias das classes D e E [...] tem favorecido a mobilidade social e o aumento do consumo”. A isto somam-se as hipóteses de aumento da geração de resíduos apresentadas pela autora: facilidade na obtenção de crédito para o consumo; estímulo frenético ao consumo pelos veículos de comunicação; e uso indiscriminado de produtos descartáveis (CAMPOS, 2012). Medeiros, et. al. (2015, p. 126), salientam que:

Nas áreas onde vive a população de renda mais baixa a coleta de RSD pode não ser tão eficiente quanto a que ocorre nos bairros de maior renda, devido à menor frequência da coleta, o que pode induzir ao descarte de parcela dos resíduos em terrenos baldios, reduzindo a massa coletada de RSD.

Esta afirmativa pode justificar os baixos níveis de resíduos registrados na literatura para os bairros de estratos socioeconômicos D e E. Ressalta-se que, no presente estudo, a coleta foi realizada porta-a-porta, em domicílios previamente cadastrados, antes do descarte para a coleta convencional. Assim, os percentuais encontrados para o bairro Horto representam a realidade da amostra analisada.

Quanto à geração de rejeitos, foram encontrados menores índices percentuais nos bairros Lagoa Seca, com média de 13,09%, e Planalto, com 17,62%, bairros que possuem maiores estratos socioeconômicos. A este respeito, salienta-se a forma de separação dos resíduos adotada pelos habitantes de cada bairro. Percebeu-se que os domicílios de bairros correspondentes aos estratos socioeconômicos mais elevados possuíam a preocupação de segregar seus resíduos entre secos e úmidos, o que contribuiu para uma maior qualidade dos recicláveis e, conseqüentemente, menor percentual de rejeitos.

Neste sentido, observa-se a necessidade de investimento em educação ambiental para a população, que deveria ser orientada sobre a separação adequada dos resíduos no momento do descarte, observando-se os problemas ambientais decorrentes que afetam o meio ambiente e a saúde humana (MORAR; BUCUR, 2017). Adicionalmente, registra-se a falta de um apropriado sistema de coleta, transporte e destinação de resíduos, visando a recuperação dos materiais (LIU et al., 2017; ZENG et al., 2016), além da carência de empreendimentos especializados na indústria da reciclagem atuantes na região.

Deste modo, para que exista um melhor aproveitamento dos resíduos com potencial reciclável, e conseqüentemente uma menor geração de rejeitos, é necessário que todos os sujeitos envolvidos (setor público, empresarial e comunidade) compartilhem responsabilidades e consciência coletiva para o fortalecimento de uma eficiente gestão de resíduos (INOUE; RIBEIRO, 2016).

### **Volume e Massa Específica dos Resíduos Sólidos Domiciliares**

Nesta seção dos resultados, estão apresentados o volume e a massa específica dos resíduos coletados e analisados. Na Tabela 7, contam os volumes agrupados nas classes de resíduos recicláveis, orgânicos e rejeitos.

Tabela 7 – Volume dos Resíduos Gerados

Período	Classe	Volume (l)	Volume (m³)	% Volume
Abril	Reciclável	878,59	0,879	31,88
	Orgânico	450,00	0,450	16,29
	Rejeito	414,41	0,414	14,98
	Indiferenciado	1020,00	0,102	36,92
Total	-	2763,00*	2,763	100
Junho	Reciclável	1901,00	1,901	56,76
	Orgânico	635,50	0,636	18,99
	Rejeito	812,10	0,812	24,25
Total	-	3348,60	3,349	100
Agosto	Reciclável	1876,00	1,876	57,70
	Orgânico	617,00	0,617	18,98
	Rejeito	757,50	0,758	23,32
Total	-	3250,50	3,251	100

Fonte: Pesquisa aplicada. \*Durante a campanha de abril, o volume diferenciado por classe de resíduos foi calculado somente a partir das amostras coletadas de 6 a 8 de abril. O volume total compreende o período de 4 a 8 do mês.

Com base na Tabela 7, observa-se que o volume de materiais com potencial reciclável foi o maior, tendo registrado os percentuais de 56,76% e 57,70%, em junho e agosto, respectivamente. Os resíduos rejeitos apresentaram a segunda maior média de volume, com 20,85% do total de resíduos analisados. Por fim, os materiais orgânicos apresentaram uma média de volume de 18,06% do total de resíduos.

Com relação à massa específica dos resíduos (TABELA 8), os resultados para as três campanhas de análises foram: 171,48 kg/m³, considerando a massa de 473,81 kg e o volume de 2,763 m³, no mês de abril; 118,28 kg/m³, considerando 396,13 kg de massa e 3,349 m³ de volume, no mês de junho; e, 123,39 kg/m³, considerando 401,14 kg de massa e 3,251 m³ de volume, no mês de agosto.

Tabela 8 – Massa Específica dos Resíduos Sólidos Domiciliares

	Bairro	Planalto	Lagoa Seca	Salesianos	Limoeiro	Pio XII	Horto	Total
	Estrato	A2	B1	B2	C1	C2	D	-
Abril	Massa (kg)	22,94	64,58	135,91	89,58	139,36	21,44	473,81
	Volume (m³)	0,175	0,405	0,800	0,520	0,655	0,208	2,763
	Massa Específica (kg/m³)	131,09	159,46	169,89	172,27	212,76	103,08	171,48
Junho	Massa (kg)	16,32	50,95	90,18	91,94	128,81	17,93	396,13

	Volume (m <sup>3</sup> )	0,169	0,545	0,765	0,662	0,933	0,275	3,349
	Massa Específica (kg/m <sup>3</sup> )	96,85	93,49	117,88	138,88	138,06	65,19	118,28
	Massa (kg)	29,90	54,33	87,61	93,70	120,28	15,32	401,14
Agosto	Volume (m <sup>3</sup> )	0,369	0,514	0,728	0,590	0,785	0,265	3,251
	Massa Específica (kg/m <sup>3</sup> )	81,13	105,71	120,34	158,82	153,22	57,80	123,39

Fonte: Pesquisa aplicada.

Observa-se que, durante a campanha de abril, a massa específica variou entre 103,08 kg/m<sup>3</sup> no bairro Horto, estrato D, e 212,76 kg/m<sup>3</sup> no bairro Pio XII, estrato C2. Nas campanhas de junho e agosto, a maior massa específica registrada foi encontrada no bairro Limoeiro, no estrato C1, com 138,88 kg/m<sup>3</sup> em junho e 158,82 kg/m<sup>3</sup> no mês de agosto. Ao longo das três campanhas, a massa específica dos bairros estudados oscilou entre 57,80 kg/m<sup>3</sup>, no bairro Horto, no mês de agosto, e 212,76 kg/m<sup>3</sup>, no bairro Pio XII, no mês de abril.

O bairro Horto, no estrato socioeconômico D, registrou a menor massa específica nas três fases do estudo. Baseando-se neste dado, pode-se estimar que há geração de resíduo sólido com menos massa específica no bairro Horto, representando uma aparente redução do consumo. No entanto, esta informação pode representar também hábitos de consumo de produtos industrializados ou semiprocessados, que supostamente podem reduzir o peso específico dos resíduos. Neste último caso, há geração de resíduos sólidos mais complexos em função do tipo de embalagem, por exemplo isopor e tetra pak (CAMPOS, 2012). Pode-se inferir que esta informação corrobora com a geração de resíduos com potencial reciclável evidenciada, neste estudo, para o bairro Horto.

O conhecimento da massa específica é uma fundamental informação para o correto dimensionamento de equipamentos e instalações (CAPAZ; NOGUEIRA, 2014). Pode-se afirmar que são dados necessários para o gerenciamento da coleta, transporte e disposição final dos resíduos, em relação à capacidade de infraestrutura do município de Juazeiro do Norte.

### **Geração per capita diária de resíduos**

Para finalizar a análise, estabeleceu-se a variável que apresenta a geração *per capita* diária de resíduos (*kg/habitante/dia*) da amostra, que resultou em 0,51 na campanha de abril, 0,45 em junho e 0,46 em agosto. Os resultados para os três períodos apresentaram uma média

de 0,47 kg/hab/dia, mantendo-se abaixo da média nacional no diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos de 2014, que aponta 1,05 kg/hab/dia (BRASIL, 2016).

Salienta-se que, considerando-se o porte do município, a geração de resíduos sólidos pode variar. Para a realidade de Juazeiro do Norte, que em 2015 possuía uma população estimada em 266.022 habitantes, segundo dados do IBGE, os valores de geração per capita enquadram-se na faixa populacional 4 (entre 250.001 a 1.000.000 habitantes), que apresenta para geração de resíduos per capita diária os valores: mínimo, 0,49; máximo, 1,94; e, médio, 0,99 (BRASIL, 2016). Em estudos de semelhantes, em outras regiões do Brasil, identificou-se a geração per capita diária de resíduos sólidos variando entre 0,46 e 1,60 kg/hab/dia (ALBERTIN et al., 2011; KONRAD et al., 2010; KONRAD et al., 2015; REZENDE et al., 2013; TEIXEIRA JÚNIOR., 2012).

Foi possível estabelecer, ainda, a geração *per capita* diária de cada bairro, bem como a média dos três períodos (TABELA 9).

Tabela 9 – Geração *per capita* diária por bairro

Bairro	Estrato	Geração <i>per capita</i> diária			
		Abril	Junho	Agosto	Média
Planalto	A2	0,56	0,37	0,77	0,57
Lagoa Seca	B1	0,76	0,66	0,67	0,70
Salesianos	B2	0,51	0,35	0,37	0,41
Limoeiro	C1	0,48	0,57	0,60	0,55
Pio XII	C2	0,45	0,42	0,39	0,42
Horto	D	0,50	0,42	0,29	0,40
Juazeiro do Norte	-	0,51	0,45	0,46	0,47

Fonte: Pesquisa aplicada.

A média de geração *per capita* diária nos bairros para as amostras de estudo, oscilou entre 0,40 kg/hab/dia, no bairro Horto, e 0,70 kg/hab/dia, no bairro Lagoa Seca. Considerando o estrato socioeconômico dos bairros da amostra, observa-se que há uma maior quantidade de resíduos gerados no bairro Lagoa Seca, no estrato B1, seguido do bairro Planalto, no estrato A2, e do bairro Limoeiro, no estrato C1, com médias de geração *per capita* diária de 0,70, 0,57 e 0,55, respectivamente.

Em consonância com estes resultados, Franco (2012), em estudo realizado no sul de Minas Gerais, no sudeste do Brasil, encontrou uma maior geração *per capita* diária de RSD atribuída a domicílios pertencentes ao estrato socioeconômico B, seguido do A e, por fim, do C,

resultando, este último, na menor geração. Xiao et al. (2015), encontraram resultados similares, relacionando a geração de resíduos sólidos urbanos com a renda de unidades familiares na China.

Enfatiza-se que estas informações são consistentes com a Teoria da Curva Ambiental de Kuznets, que apresenta uma hipótese de relação entre a degradação ambiental, neste caso representada pela geração de resíduos sólidos urbanos, e a renda, assumindo uma curva em forma de “U” invertido. Tem-se que a geração de resíduos aumenta até determinado ponto (ou nível de renda), mas, finalmente, diminui com o nível de renda mais elevado (ARBULÚ et al., 2015; XIAO et al., 2015). A este respeito, CAMPOS (2012, p. 172) afirma que “as variações do nível de ocupação da população, da massa de rendimento e do rendimento médio real são fatores relevantes para a compreensão da evolução do consumo e da consequente geração de resíduos sólidos”.

## **Conclusões**

De acordo com os resultados deste estudo, a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos demonstrou que a fração quantitativa mais significativa dos resíduos gerados em Juazeiro do Norte era constituída de matéria orgânica (restos de alimentos, cascas de frutos, borra de café e folhas). Com relação aos materiais com potencial reciclável, foi possível identificar maior geração de plásticos e papelão. Considerando-se que, entre resíduos secos e orgânicos, apresentam-se cerca de 75,5% dos resíduos coletados e analisados, pode-se inferir a respeito da viabilidade de implantação de um sistema de coleta diferenciada e posterior valorização de resíduos sólidos domiciliares.

Ressalta-se que a maior parte dos resíduos orgânicos foi encontrada no bairro Lagoa Seca, pertencente ao estrato socioeconômico B1, contrariando a literatura científica que apresenta congruência de maiores resultados de resíduos orgânicos em bairros de menor nível socioeconômico. Relativamente aos materiais com potencial reciclável, observou-se maior geração no bairro de estrato socioeconômico “A2”, em função do padrão de consumo de alimentos mais processados, indicando maior geração de resíduos de embalagens. Não obstante, o bairro de estrato “D” obteve uma geração de materiais recicláveis superior aos bairros dos estratos “B” e “C”, o que não era um resultado esperado, uma vez que se trata de um bairro com baixos rendimentos.

Em termos quantitativos, evidencia-se que a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares apresenta uma relação positiva de acordo com o nível de renda do bairro gerador, porém diminui quando atinge o nível mais elevado de rendimentos, guardando semelhança empírica com a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets. Salienta-se que a estratificação em perfis socioeconômicos é importante para investigar os padrões de geração de resíduos domésticos nos centros urbanos e contribuir com informações mais assertivas para o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Em estudos futuros, poder-se-á analisar a hipótese da estrutura de uma curva de Kuznets entre a geração de resíduos e o nível de rendimentos dos estratos socioeconômicos. Adicionalmente, será possível identificar os fatores subjacentes à determinação da geração de resíduos domésticos para as áreas estudadas, tais como hábitos alimentares, estilo de vida e estrutura familiar.

## Referências

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critério de Classificação Econômica Brasil - 2012**. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>> Acesso em: 25 jan. 2016.

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critério de Classificação Econômica Brasil - 2015**. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>> Acesso em: 25 jan. 2016.

AFON, A. O.; OKEWOLE, A. Estimating the quantity of solid waste generation in Oyo, Nigeria. **Waste Management & Research**, v. 25, n. 4, p. 371–379, 2007.

ALBERTIN, R. M.; MORAES, E.; SILVA, F. F. S.; CORVELONI, E. P. M.; ANGELIS NETO, G.; ANGELIS NETO, B. Proposta de ampliação do programa de coleta seletiva para o município de São Jorge do Ivaí no Estado do Paraná. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 1, p. 75-81, jan-abril, 2011.

ARBULÚ, I.; LOZANO, J.; REY-MAQUIEIRA, J. Tourism and solid waste generation in Europe: A panel data assessment of the Environmental Kuznets Curve. **Waste Management**, v. 46, p. 628-636, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2016.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 171-180, Jun. 2012.

- CAPAZ, R.; NOGUEIRA, L (Orgs.). **Ciências Ambientais para Engenharia**. 1ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2014.
- CHEN, Y.-C.; LO, S.-L. Evaluation of greenhouse gas emissions for several municipal solid waste management strategies. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 606–612, 2016.
- COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares e Perfil Socioeconômico no Município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, 2012.
- CUSSIOL, N. A. M.; ROCHA, G. H. T.; LANGE, L. C. Quantificação dos resíduos potencialmente infectantes presentes nos resíduos sólidos urbanos da regional sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1183-1191, Jun. 2006.
- DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; BARROS, R. T. V.; MARCELO, L. Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 325-332, set. 2012.
- DURÁN MORENO, A.; GARCÉS RODRÍGUEZ, M.; VELASCO, A. R.; MARÍN ENRIQUEZ, J. C.; GUTIÉRREZ LARA, R.; MORENO GUTIÉRREZ, A.; DELGADILLO HERNÁNDEZ, N. A. Características y análisis de composición de los residuos sólidos de la Ciudad de México. **Rev. Int. Contam. Ambient**, México, v. 29, n. 1, p. 47-57, Fev. 2013.
- FRANCO, C. S. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Percepção dos Hábitos de Descarte no Sul de Minas Gerais**. 2012. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- FUNCEME. **Chuva Mensal (mm)** – 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/media/mensal>>. Acesso em 25 jan. 2016.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. Atlas Novo: São Paulo, 2008, 220p.
- HABITZREUTER, M. T. **Análise da compactação gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) da Região de Santa Maria, pré e pós-triagem**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil [Dissertação]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- HÉNAULT-ETHIER, L.; MARTIN, J.-P; HOUSSET, J. A dynamic model for organic waste management in Quebec (D-MOWIQ) as a tool to review environmental, societal and economic perspectives of a waste management policy. **Waste Management**, v. 66, p. 196-209, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 25 jan. 2016.

ICEA – Instituto de Controle do Espaço Aéreo. **Temperatura de Referência do Juazeiro do Norte/CE**. Disponível em:

<[http://www.icea.gov.br/climatologia/produtos\\_climatologicos/sbj/temperatura\\_referencia.pdf](http://www.icea.gov.br/climatologia/produtos_climatologicos/sbj/temperatura_referencia.pdf)> Acesso em 25 jan. 2016

INOUE, C. Y. A.; RIBEIRO, T. M. M. L. Padrões sustentáveis de produção e consumo: resíduos sólidos e os desafios de governança do global ao local. **Journal of Global Studies**, v. 47, n. 17, p. 1–9, 2016.

KARAK, T.; BHAGAT, R. M.; BHATTACHARYYA, P. Municipal solid waste generation, composition, and management: The World Scenario. **Critical Reviews Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 15, p. 1509-1630, 2012.

KONRAD, O.; CASARIL, C. E.; SCHMITZ, M. Estudo dos resíduos sólidos domésticos de Lajeado/RS pela caracterização gravimétrica. **Destaques Acadêmicos**, v. 4, p.57-62, 2010.

KONRAD, O.; SILVA, G. R.; KONRAD, A. C.; HASAN, C.; MARDER, M. SCHMEIER, N. P. Geração per Capita de Resíduos Sólidos Domésticos na Zona Urbana de Municípios do Vale do Taquari – RS. **Revista Educação Ambiental**. Número, v. 53, Ano XIV., set./nov. 2015.

LIU, G.; HAO, Y.; DONG, L.; ZHANG, Y.; ULGIATI, S. An emergy-LCA analysis of municipal solid waste management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 131-143, Maio. 2017.

MARTÍNEZ, N. M. J. La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. **Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales**, n. 17, p. 29-56, Mar. 2015.

MEDEIROS, J. E. S. F.; PAZ, A. R.; MORAIS JUNIOR, J. A. 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. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 119-130, Mar. 2015.

MELO, L.A.; SAUTTER, K.D.; JANISSEK, P.R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 551-558, Dez. 2009.

MORAR, F.; BUCUR, B. Raising Awareness on Waste Generation and Collection. **Procedia Engineering**, v. 181, p. 452-458, 2017.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-8, Mar. 2013.

RIBEIRO, L. C. S.; FREITAS, L. F. S.; CARVALHO, J. T. A.; OLIVEIRA FILHO, J. D. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de

catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova econ.**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191-204, Abr. 2014.

ROSALES-FLORES, M.; SALDAÑA-DURÁN, C.; TOLEDO-RAMÍREZ, V.; MALDONADO, L. Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. **Revista Bio Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 216-223, Jul. 2013.

SALEMDEEB, R.; VIVANCO, D. F.; AL-TABBAA, A.; KHJ, E.; ERMGASSEN, Z. A holistic approach to the environmental evaluation of food waste prevention. **Waste Management**, v. 59, p. 442-450, 2017.

SOUTO, F. B. D.; RAIMAM, M. P.; ALBINO, U. B. Resíduos Sólidos Urbanos em Porto de Moz – PA: Problemas e Oportunidades. **Rev. Geogr. Acadêmica**, Boa vista, v. 7, n. 2, 2013.

TEIXEIRA JÚNIOR, L. C.; SOUZA, P. R. N.; SILVA, J. A. F.; FERREIRA, M. I. P. Avaliação da produção e gestão dos resíduos sólidos de municípios da Região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, RJ, v. 6 n. 1, p. 11-27, Jan./Jun. 2012.

THANH, N. P.; MATSUI, Y.; FUJIWARA, T. Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 11, p. 2307-2321, 2010.

WALKER, M.; THEAKER, H.; YAMAN, R.; POGGIO, D.; NIMMO, W.; BYWATER, A.; BLANCH, G. Assessment of micro-scale anaerobic digestion for management of urban organic waste: A case study in London, UK, **Waste Management**, v. 61, p. 258-268, 2017.

WILLERSINN, C.; MOURON, P.; MACK, G.; SIEGRIST, M. Food loss reduction from an environmental, socio-economic and consumer perspective – The case of the Swiss potato market. **Waste Management**, v. 59, p. 451-464, 2017.

XIAO, L.; LIN, T.; CHEN, S.; ZHANG, G.; YE, Z.; YU, Z. Characterizing Urban Household Waste Generation and Metabolism Considering Community Stratification in a Rapid Urbanizing Area of China. **PLoS ONE**, v. 10, n. 12, p. 1-16, 2015.

ZENG, C.; NIU, D.; LI, H.; ZHOU, T.; ZHAO, Y. Public perceptions and economic values of source-separated collection of rural solid waste: A pilot study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 107, p. 166-173, Feb. 2016.

ZORPAS, A. A.; LASARIDI, K.; POCIOVALISTEANU, D. M.; LOIZA, P. Monitoring and evaluation of prevention activities regarding household organics waste from insular communities. **Journal of Cleaner Production**, In Press, corrected proof, 2017.

### **2.3. Artigo 3 - Hábitos da População no Manejo de Resíduos Sólidos Domiciliares: Estudo de Caso em Juazeiro do Norte - CE<sup>3</sup>**

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo é analisar os hábitos da população no manuseio e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará. Para tanto, realizou-se entrevista a 53 domicílios, distribuídos em seis bairros classificados nos estratos socioeconômicos A, B1, B2, C1, C2 e D. Como resultados, destacam-se: 62,26% dos entrevistados destinam resíduos orgânicos para a coleta convencional do município; 81,13% destinam os materiais plásticos para a coleta convencional, 15,09% doam para catadores de rua; sobre o óleo de cozinha, 24,53% destinam à coleta convencional, 30,19% derramam no ralo da pia e 20,76% destinam para a produção de sabão; sobre pilhas e baterias, 84,91% descartam na coleta convencional, 1,89% queimam ou enterram e 5,66% entregam em estabelecimentos cadastrados para a logística reversa. É necessário investir em campanhas educativas sobre o descarte adequado de resíduos sólidos no município, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região.

**Palavras-chaves:** Resíduos sólidos domiciliares; Hábitos de descarte; Semiárido; Desenvolvimento Sustentável.

#### **Abstract**

The aim of this study is to analyze the population habits in handling and disposal of domestic solid waste in the city of Juazeiro do Norte, Ceará State. Through interviews applied to 53 households in six neighborhoods classified in socioeconomic strata A, B1, B2, C1, C2 and D. As a results: 62.26% intended organic waste for conventional collection of the municipality; 81.13% intended plastics waste for conventional collection, 15.09% donate for street collectors; 24.53% intended cooking oil for conventional collection, 30.19% pour into the sink drain and 20.76% intended for the production of soap; 84.91% intended batteries for conventional collection, 1.89% burn or bury and 5.66% deliver in registered establishments

<sup>3</sup>Artigo publicado na revista Sustentabilidade em Debate, Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 212-225, Dez/2016. A revista possui Qualis B1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Hasan, C.; Konrad, O.

for reverse logistics. We must invest in educational campaigns on the proper disposal of solid waste in the municipality, contributing to the sustainable development of the region.

**Keywords:** Domestic solid waste; Disposal habits; Semiarid; Sustainable development.

## **Introdução**

O padrão de consumo da sociedade tem sido responsável pelo volume excessivo de resíduos descartados, o que compromete diretamente a qualidade do meio ambiente. Piva (2008, p. 192) destaca que a degradação ambiental pode ser observada “da escassez de alguns elementos naturais até a poluição generalizada dos ecossistemas da biosfera, que atinge o ar, o solo e as águas, provocada pelo descarte inadequado dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos”. Por essa razão, aponta-se a “necessidade de mudança cultural em termos de consumo, desperdício e descarte de resíduos caso se almeje a sustentabilidade ambiental” (MEDEIROS et. al., 2015, p. 129).

É importante fomentar a atenção à cultura do consumo e do desperdício, observando a necessidade de minimizar os resíduos, de acordo com o princípio dos 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Pois, ao reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos, evita-se o desperdício de matéria-prima, assim como reduz-se também a quantidade de rejeitos gerados (GUIMARÃES, 2011; PIVA, 2008). Contudo, Franco (2012) afirma que o descarte dos resíduos pode ocorrer de forma aleatória por parte da população, desperdiçando as potencialidades de reaproveitamento dos mesmos, o que contribui para a destinação inadequada.

O município de Juazeiro do Norte, situado no interior do Ceará, região do semiárido nordestino brasileiro, em processo intensivo de urbanização e industrialização, demanda um modelo de gestão de resíduos sustentável e ambientalmente adequado. Contudo, os resíduos sólidos urbanos são destinados a um vazadouro a céu aberto, sem obedecer qualquer medida de proteção sanitária e ambiental. No ano de 2014, dentre resíduos domiciliares e públicos originados da coleta convencional, 86.437 toneladas foram enviadas ao Lixão da Palmeirinha (BRASIL, 2016). Outro fator determinante para a gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos é a adoção de práticas de descarte adequadas, demandando da população local um esforço de

convivência sustentável, que esteja ambiental, econômica e culturalmente condizentes à região.

Diante do exposto, esta pesquisa teve por objetivo analisar os hábitos da população no manuseio e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares no semiárido nordestino do Brasil, por meio do estudo de caso do município de Juazeiro do Norte, no interior do estado do Ceará. “Essas informações podem auxiliar programas de educação ambiental para conscientização da população no sentido de adequar o manuseio e a destinação correta do resíduo na fonte geradora” (FRANCO, 2012, p. 62), “fortalecendo a relação de consequência entre o consumo e a geração de resíduos” (GUIMARÃES, 2011, p.82) e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do município.

### **Fundamentação Teórica**

Os hábitos e padrões de consumo têm sido responsáveis pelo volume excessivo de resíduos descartados, o que compromete a qualidade de vida da sociedade e do meio ambiente. Neste sentido, enfatiza-se o papel dos consumidores, suas ações, individuais ou coletivas, como práticas políticas. Destaca-se que “as relações entre meio ambiente e desenvolvimento estão diretamente relacionadas aos padrões de produção e consumo de uma determinada sociedade”. Deste modo, “a construção de padrões e níveis de consumo mais sustentáveis envolve a construção de relações mais solidárias entre diversos setores sociais, como produtores, comerciantes e consumidores” (BRASIL; IDEC, 2005, p. 20).

Observa-se a importância da colaboração mútua entre os agentes sociais para avançar na discussão da relação entre produção, consumo e meio ambiente. Entretanto, de acordo com Guatimosim (2008), em pesquisa realizada para analisar a percepção dos jovens sobre problemas ambientais relacionados ao consumo humano, o consumo, ainda que apareça como aspecto importante para o alcance da sustentabilidade, não produz como domínio das preocupações da sociedade civil os impactos ambientais provenientes de suas escolhas.

A autora afirma que “o meio ambiente não se coloca nos centro das atenções” (GUATIMOSIM, 2008, p. 91). Por este motivo, é necessário investir em educação ambiental como forma de sensibilizar e conscientizar a sociedade para hábitos mais pensados com relação ao seu padrão ideal de consumo e, conseqüentemente, com relação aos resíduos

sólidos gerados, orientando o indivíduo para o exercício de sua cidadania ambiental (ARANCIBIA, 2012; ROTH; GARCIAS, 2008).

Roth e Garcias (2008, p.9), em pesquisa realizada com o objetivo de mostrar a relação entre o consumo e a geração de resíduos sólidos em sistemas urbanos, concluíram que “a geração de resíduos sólidos está diretamente ligada aos padrões culturais, renda e hábitos de consumo da sociedade, sendo este último uma das principais causas da grande quantidade de resíduos, resultado de uma sociedade que transforma supérfluos em necessidades por meio de um consumo desmedido”.

Guimarães (2011, p.111) afirma que “o consumo deve ser feito com responsabilidade e consciência diante das consequências socioambientais, reduzindo a intensidade material como fator essencial ao desenvolvimento econômico e evitando o desperdício e a poluição de recursos naturais”. Todavia, a autora admite que para se atingir essa responsabilidade socioambiental, é necessário haver uma maior articulação entre cidadãos e o setor produtivo para que os esforços relacionados à minimização da geração de resíduos obtenham resultados.

Corroborando com a discussão, Silva et al. (2015, p.7) realizaram uma análise reflexiva sobre o consumismo e suas implicações na qualidade de vida da sociedade e no ambiente. Os autores afirmaram que “o consumismo tem causado, de forma insustentável, a degradação do meio ambiente e geração excessiva de resíduos sólidos. É imperioso o alerta eminente de que a sociedade perceba e compreenda uma nova forma de perceber o mundo”.

Neste sentido, destaca-se a Ecologia Política como o “campo no qual se expressam as relações de poder para desconstruir a racionalidade insustentável da modernidade e para mobilizar as ações sociais no mundo globalizado para a construção de um futuro sustentável” (LEFF, 2015, p. 30).

Esta compreensão resulta, então, na preocupação do consumidor com o impacto ambiental, que culmina na discussão da necessidade de mudança em seu padrão de consumo, bem como em seus hábitos de descarte dos resíduos, mas que na verdade desperte para um modo de produção e consumo que considere a degradação ambiental, o que induz a um consumo mais ético, por meio de um “pensamento emancipatório e em uma ética política para renovar o sentido e a sustentabilidade da vida” (LEFF, 2015, p. 30).

## Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se uma pesquisa de campo, por meio da aplicação de instrumentos de entrevista, com a finalidade de conhecer os hábitos dos moradores da cidade de Juazeiro do Norte, CE, no descarte de alguns resíduos domiciliares. Para subsidiar a análise e comparação das informações, baseando-se em características da população, optou-se por selecionar domicílios pertencentes a seis bairros, que representassem os estratos socioeconômicos da cidade de Juazeiro do Norte, de acordo com a classificação da ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, quais sejam: A, B1, B2, C1, C2 e D. Assim, foram identificados os bairros com maior número de domicílios em cada estrato socioeconômico, constituindo-se o universo da pesquisa. Posteriormente, foram aplicadas 53 entrevistas, de acordo com a amostra apresentada na Tabela 1. A escolha do número de domicílios participantes foi não probabilística, baseada na capacidade operacional para realização do estudo.

Tabela 1 – Bairros selecionados por estrato socioeconômico

Bairro	Número Domicílios no Bairro	Renda Média Domiciliar Mensal	Estrato Socioeconômico	Amostra
Planalto	109	8.745,44	A	3
Lagoa Seca	1433	4.365,37	B1	5
Salesianos	4017	1.582,03	B2	13
Limoeiro	3430	1.514,8	C1	13
Pio XII	3149	920,37	C2	15
Horto	1325	671,26	D	4

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ABEP, 2012; IBGE, 2010).

A seleção dos domicílios pesquisados ocorreu por amostragem aleatória simples (GIL, 2008) e a análise dos dados coletados deu-se mediante a análise de conteúdo, que consiste em "obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens" (BARDIN, 2011, p. 44).

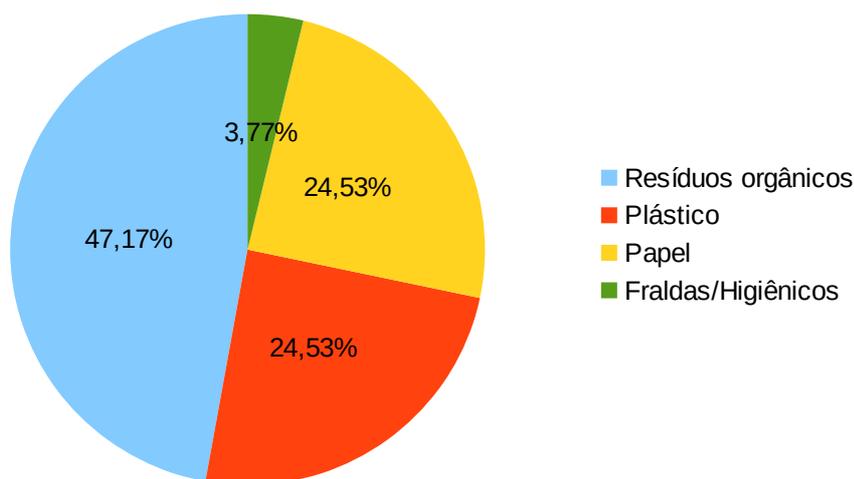
Apesar de algumas limitações inerentes a esta técnica de análise, sobretudo em virtude de sua forma metódica, reitera-se que a análise de conteúdo é uma análise de dados rica,

importante e com potencial para o desenvolvimento teórico, principalmente em estudos de abordagem qualitativa, como o apresentado neste artigo, considerando o contexto e a história nos quais a pesquisa se insere (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

## Resultados e Discussão

A partir da análise dos dados provenientes das entrevistas, destacam-se os seguintes resultados. A Figura 1 apresenta os tipos mais frequentes de resíduos gerados nos domicílios cadastrados, a partir da percepção do entrevistado.

Figura 1 – Tipologia dos resíduos gerados

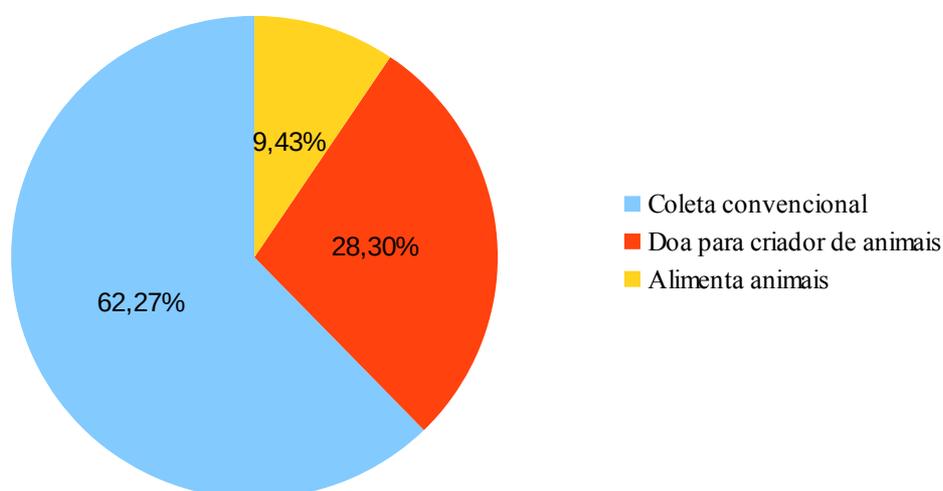


Fonte: Pesquisa aplicada.

Como observado, na percepção dos entrevistados, há uma maior geração de orgânicos (47,17%), provenientes da soma de restos de alimentos e resíduos de jardim, seguida de plásticos (24,53%) e papel (24,53%). Comparando estes valores com os apresentados pela SEMASP – Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos (SEMASP, 2013) do município, em que apontam uma maior geração de materiais orgânicos (58,69%), papel (18,94%) e plástico (8,62%), observou-se uma diferença, que pode ser justificada pela percepção da população de que o resíduo orgânico é visualmente menor, enquanto o plástico e o papel, por terem mais volume, percebem-se em quantidades mais elevadas.

A Figura 2 apresenta os hábitos dos moradores no destino de restos de alimentos.

Figura 2 – Hábitos no descarte de resíduos de alimentos



Fonte: Pesquisa aplicada.

Foi possível observar que 62,27% da população destinam os restos de alimentos para a coleta convencional do município, enquanto 28,30% doam para criadores de animais e 9,43% reaproveitam na alimentação de cachorros, gatos e galinhas. De acordo com Franco (2012, p.73), “grande parcela da população tem o costume de alimentar animais com os restos de comida” ou ainda doam para “criadores de porcos que passam de porta em porta recolhendo-os”. Esta é uma realidade em boa parte dos domicílios consultados em Juazeiro do Norte.

A Tabela 2 relaciona o hábito da população no descarte de restos de alimentos com o estrato socioeconômico do domicílio.

Tabela 2 – Hábitos no descarte de resíduos de alimentos e o estrato socioeconômico

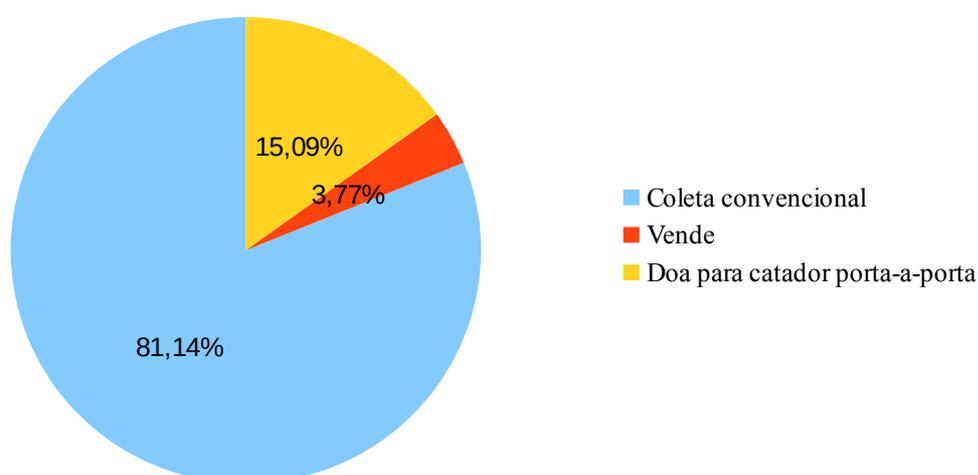
Bairro	Coleta convencional	Doa para criadores de animais	Alimenta animais domésticos
A	100%	-	-
B1	80%	20%	-
B2	61,54%	15,38%	23,08%
C1	69,24%	15,38%	15,38%
C2	40%	60%	-
D	75%	25%	-

Fonte: Pesquisa aplicada.

Percebe-se que em domicílios classificados nos estratos socioeconômicos C2 e D, o costume de destinar os restos de alimentos para doação a criadores de animais é mais frequente, 60% e 25%, respectivamente. Enquanto nos bairros de estrato B2 e C1, os entrevistados afirmaram destinar 61,54% e 69,24% para a coleta convencional e os demais resíduos são doados para criadores de animais ou reaproveitados na alimentação de animais domésticos. No caso do bairro que representa o estrato socioeconômico B1, 80% afirmaram destinar os resíduos alimentares para a coleta convencional. Nos domicílios do estrato A, todos os participantes da pesquisa afirmaram destinar seus resíduos orgânicos à coleta convencional. Consta-se, portanto, que há predominância do destino de restos de alimentos para a coleta convencional nos bairros de estrato socioeconômicos mais elevado. Esta relação também foi constatada por Franco (2012) em seu estudo sobre a percepção de hábitos de descarte de resíduos no sul de Minas Gerais.

A Figura 3 apresenta os resultados dos hábitos para o descarte de resíduos plásticos.

Figura 3 – Hábitos para o descarte de resíduos plásticos



Fonte: Pesquisa aplicada.

Constata-se que 81,14% da população destinam os resíduos plásticos para a coleta convencional do município, enquanto 15,09% doam para catadores de rua, que realizam a coleta porta a porta e 3,77% vendem. Salienta-se que, dentre os respondentes que afirmaram o destino para a coleta convencional, 20,93% comentaram que utilizam sacolas separadas para este tipo de resíduo e 16,28% afirmaram que frequentemente catadores de rua passavam antes

do carro da coleta municipal e retiravam os plásticos, principalmente o material PET (politereftalato de etileno).

Ao relacionar o hábito de descarte de resíduos plásticos da população com o estrato socioeconômico do domicílio, foi possível observar que os entrevistados dos bairros pertencentes aos estratos A, B1 e D afirmaram que destinam 100% dos resíduos plásticos gerados para a coleta convencional. Nos bairros B2 e C1, além de destinar para a coleta convencional, os moradores possuem o hábito de doar parte dos resíduos para catadores porta-a-porta, sendo 23,08% e 7,69% respectivamente. Apenas no bairro do estrato C2 foi possível identificar a venda destes materiais por parte de 13,33% dos entrevistados.

Os resultados dos hábitos da população para o descarte de papel demonstram que, independente do estrato socioeconômico, todo o resíduo de papel gerado nos domicílios entrevistados são destinados para a coleta convencional do município.

Observa-se que os resíduos plásticos e papéis foram apontados como maiores quantidades geradas dentre os materiais recicláveis, porém estão sendo destinados à coleta convencional e, na ausência da coleta por catadores, acabam sendo destinados ao lixão municipal. A este respeito Piva (2008, p. 33) apresenta o paradigma cultural da modernidade, em que “imperam [...] a chamada economia do desperdício, pautada na mudança dos hábitos dos consumidores imposta pelo crescente processo de industrialização dos bens de consumo, pelo aumento da geração de embalagens e pela oferta de produtos de baixa durabilidade ou descartáveis”.

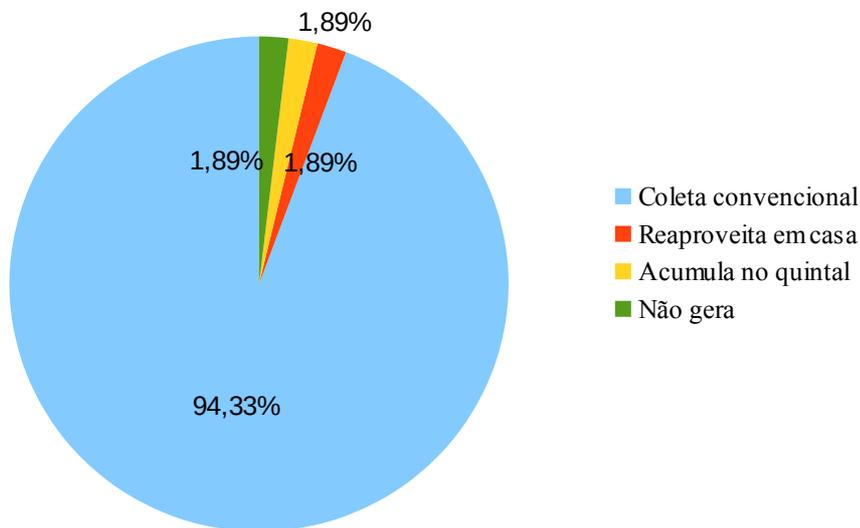
A este raciocínio acrescenta-se a obsolescência planejada, na qual “muitos produtos são percebidos como ultrapassados mesmo antes de perderem seu valor funcional” (VEIGA et al., 2014, p. 234), estimulando o consumidor a descartá-los e realizar nova aquisição de produtos. De acordo com Silva et al. (2015, p.3), “com o auxílio da mídia agressiva, há a oferta do novo produto com a consequente desqualificação do produto anterior que, muitas vezes, o consumidor não o usufruiu dentro de seu período real de validade ou qualidade”.

Por outro lado, Guimarães (2011, p.111) reforça a necessidade de se investir em campanhas “voltando esforços para a educação para o [...] consumo e descarte responsável de resíduos e aumento da reciclagem.” O envolvimento da população depende do investimento em ações efetivas de divulgação, mobilização e informação, aliadas à adequação da infraestrutura de suporte aos programas de coleta seletiva de recicláveis.

Ortiz (2011, p. 34) destaca que a “preocupação da sociedade com o meio ambiente é o primeiro passo para modificar hábitos de consumo que promovam a redução na produção de resíduos sólidos, o melhor aproveitamento dos recursos existentes e a capacidade de reconhecer, recolher e separar os materiais passíveis de reciclagem”. Estes resíduos poderiam, assim, ser separados na fonte geradora, reaproveitados, garantindo ganho econômico pela reciclagem e alívio ao meio ambiente pela sua não disposição inadequada.

Com relação ao descarte de vidro, a Figura 4 demonstra os resultados.

Figura 4 – Hábitos no descarte de vidro



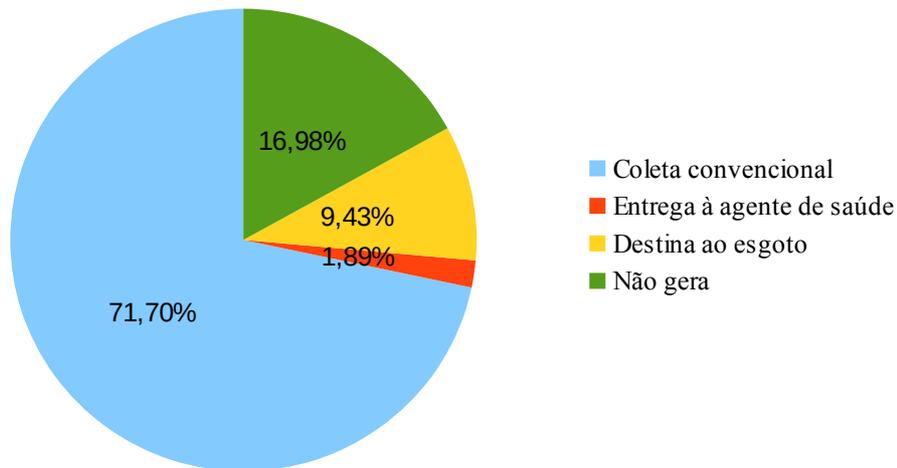
Fonte: Pesquisa aplicada.

De acordo com os entrevistados, o vidro gerado nos domicílios pesquisados é descartado do seguinte modo: 94,33% são destinados para a coleta convencional do município, enquanto 1,89% são reaproveitados como recipiente para guardar alimentos no bairro representante do estrato socioeconômico C2 e 1,89% são acumulados no quintal, no bairro do estrato B2, pois os moradores temem o descarte e o risco de corte para os profissionais que trabalham na coleta dos resíduos. Dentre os entrevistados, 1,89% afirmaram que não geram resíduos de vidro em seus domicílios.

Sobre o descarte de resíduos de serviços de saúde, pode-se observar a resposta da população à seguinte indagação: “Você joga no seu lixo materiais de saúde?” Os materiais de saúde citados foram: medicamentos, seringas, luvas, bandagens, dentre outros.

Constatou-se que, dentre os 53 domicílios consultados, 71,70%, realizam o descarte de materiais de saúde na coleta convencional, enquanto 16,98% dos respondentes afirmam não gerar este tipo de resíduo, 9,43% afirmam destiná-los ao esgoto e 1,89% entregam os resíduos de saúde à agente de saúde do bairro (FIGURA 5).

Figura 5 – Descarte de materiais de saúde



Fonte: Pesquisa aplicada.

Ficou evidente que os participantes não possuíam conhecimento sobre pontos de coleta para recepção destes materiais nos postos de saúde do município, por isso destinam seus resíduos de modo inadequado, especialmente quando utilizam o esgotamento sanitário para descarte, provocando a contaminação dos efluentes domésticos.

Na Tabela 3, podem ser observados os hábitos no descarte de materiais de saúde nos diversos estratos socioeconômicos.

Tabela 3 – Hábitos no descarte de resíduos de serviço de saúde e o estrato socioeconômico

Bairro	Coleta convencional	Entrega à agente de saúde	Destina ao esgoto	Não gera
A	33,33%	-	-	66,67%
B1	20%	-	20%	60%
B2	76,93%	7,69%	15,38%	-
C1	69,24%	-	15,38%	15,38%
C2	93,33%	-	-	6,67%
D	75%	-	-	25%

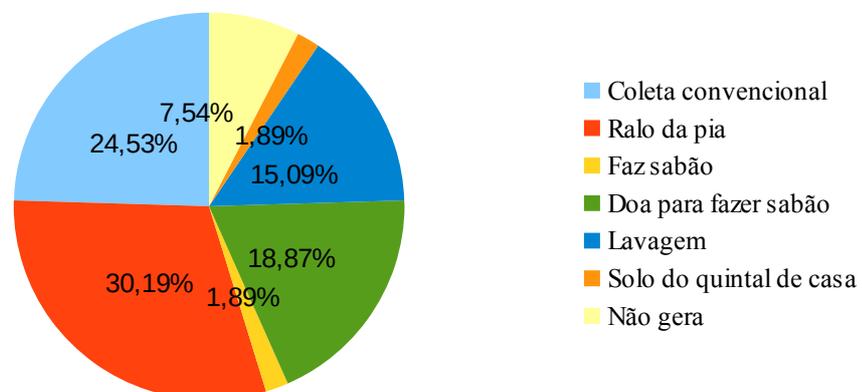
Fonte: Pesquisa aplicada.

Conforme pode ser observado, há uma menor predominância de descarte de materiais de saúde na coleta convencional em domicílios pertencentes aos estratos socioeconômicos A e B1, com 33,33% e 20% respectivamente. Nestes bairros, a maioria dos respondentes não geram materiais de saúde em seus domicílios. Mencionaram que quando necessitam de algum serviço de saúde, procuram um hospital ou clínica de saúde e não fazem uso de medicamentos. Com base nos resultados, é possível destacar que apenas no bairro B2 os respondentes (7,69%) admitiram que encaminhavam os materiais de saúde para uma agente comunitária de saúde que trabalha na unidade básica de saúde do bairro.

Em consulta ao setor responsável pela coleta municipal, obteve-se a informação de que os postos de saúde em Juazeiro do Norte não disponibilizam o serviço de recepção de resíduos de saúde gerados nos domicílios e pela quantidade ser pequena, em sua maioria estes resíduos são descartados na coleta convencional. Franco (2012, p. 76-7) desperta para “a urgência de um processo de conscientização a fim de alterar este cenário, uma vez que a [...] a saúde pública ainda está em risco diante desta atitude incorreta”.

Quando perguntados sobre o que fazem com o óleo de cozinha depois de usado, as respostas obtidas foram (FIGURA 6): destinam à coleta convencional (24,53%); derramam no ralo da pia (30,19%); fazem sabão (1,89%); doam para alguma instituição ou particular para produzir sabão (18,87%); colocam junto com restos de alimentos (15,09%) destinados para doação a criadores de animais (lavagem); despejam no solo do quintal de casa (1,89%); e, não geram resíduos de óleo (7,54%), em virtude de realizarem tratamento de saúde por problemas com colesterol elevado.

Figura 6 – Hábito de descarte de óleo de cozinha usado



Fonte: Pesquisa aplicada.

Salienta-se que, apesar do óleo de fritura usado não ser um resíduo sólido, foi incluído na pesquisa por ser encontrado no RSD e representar um potencial contaminante (FRANCO, 2012). Do resultado, destacam-se: o percentual (30,19%) de descarte de óleo no ralo da pia, poluindo efluentes domésticos; o descarte na coleta convencional (24,53%), o que prejudica a recuperação de materiais recicláveis quando não há a separação dos resíduos gerados no domicílio; e, em menor número, o hábito de descartar o óleo no solo (1,89%), que representa risco de contaminação de águas subterrâneas (FRANCO, 2012).

A Tabela 4 apresenta os hábitos da população no descarte de óleo de cozinha usado relacionando com o estrato socioeconômico do domicílio.

Tabela 4 – Hábitos no descarte de óleo de cozinha e o estrato socioeconômico

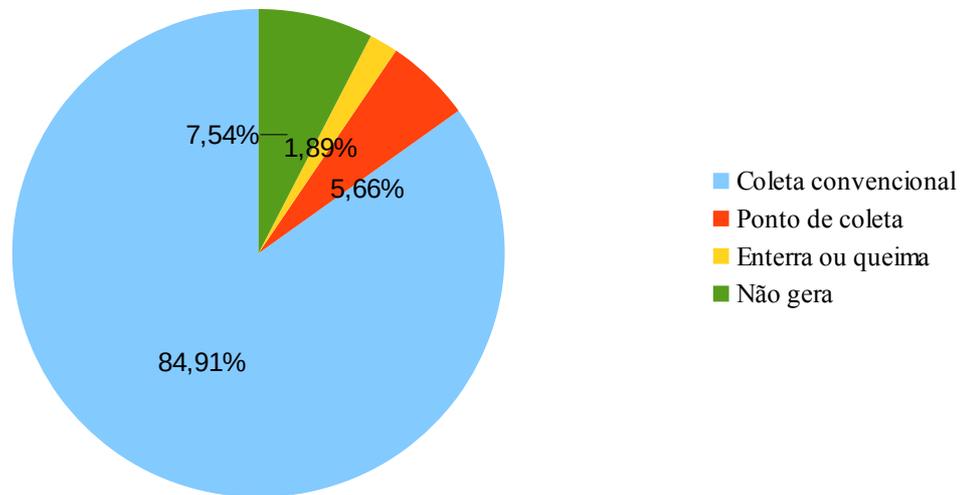
Bairro	Coleta convencional	Ralo da pia	Faz sabão	Doa para fazer sabão	Lavagem	Solo do quintal	Não gera
A	33,34%	33,33%	-	33,33%	-	-	-
B1	20%	40%	-	20%	20%	-	-
B2	30,78%	23,08%	7,69%	15,38%	7,69%	-	15,38%
C1	23,08%	53,85%	-	-	7,69%	7,69%	7,69%
C2	13,33%	20%	-	40%	20%	-	6,67%
D	50%	-	-	-	50%	-	-

Fonte: Pesquisa aplicada.

Constatou-se que o óleo de cozinha é descartado na pia com maior frequência em 53,85% dos domicílios do estrato socioeconômico C1, seguido do bairro no estrato B1 (40%) e do bairro do estrato A (33,33%). Destinam o óleo de fritura para a coleta convencional, 50% dos respondentes do bairro no estrato D, seguido dos bairros pertencentes aos estratos A, com 33,34%, e o bairro no estrato B2, com 30,77%. O hábito de não ingerir frituras apareceu mais frequente no estrato B2 (15,38%), enquanto nos domicílios do estrato C2, a maior parcela dos resíduos de óleo de cozinha (40%) é destinada à doação para fazer sabão. Destaca-se a ação da pastoral da criança, atuante no bairro cadastrado neste estrato, que mantém um projeto de produção de sabão a partir do óleo de fritura, como forma de evitar o desperdício.

A Figura 7 demonstra os resultados dos hábitos da população para o descarte de pilhas e baterias após o fim de sua vida útil.

Figura 7 – Hábitos de descarte de pilhas e baterias



Fonte: Pesquisa aplicada.

Os destinos de pilhas e baterias nos domicílios pesquisados são: 84,91% dos respondentes descartam na coleta convencional do município e 1,89% dos participantes afirmaram que levam para propriedades rurais, onde realizam a queima ou os enterram. Em um domicílio, uma entrevistada que afirmou destinar pilhas e baterias para a coleta convencional, argumentou “eu sei que não é certo, mas não vou sair da minha casa para entregar em outro local, não tenho tempo”. Ressalta-se o potencial de contaminação ao meio ambiente por elementos contidos nestes resíduos.

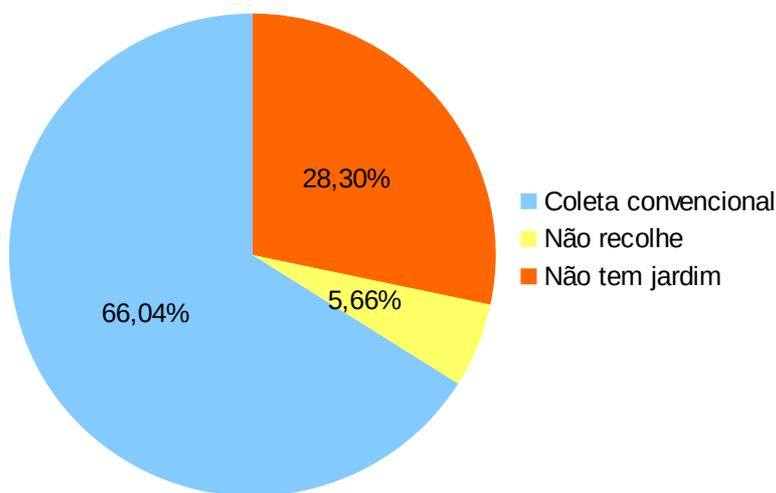
Apenas em 5,66% dos domicílios mencionou-se a entrega destes materiais em estabelecimentos cadastrados para a logística reversa após seu uso. Enquanto 7,54% argumentaram não gerar estes resíduos. Não há relatos de conhecimento da existência de pontos de coleta destes materiais dentre a maioria dos participantes da pesquisa, que demonstram acreditar que é correto destinar estes resíduos na coleta convencional.

Relacionando-se o descarte de pilhas e baterias ao estrato socioeconômico dos bairros participantes da pesquisa, destaca-se o maior número de domicílios no bairro pertencente ao estrato B1, em que os respondentes entregam estes materiais nos pontos de coleta autorizados para descarte adequado (40%), seguido do bairro no estrato C1 (7,69%). Contudo, a maioria dos entrevistados mantém o hábito de destinar pilhas e baterias à coleta convencional: todos os domicílios participantes do estrato D; 93,33% dos entrevistados no estrato C2; 92,31% no estrato B2; 84,62% no estrato C1; 66,67% no estrato A; e, 40% no estrato B1.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 401/2008, as pilhas e baterias, usadas ou inservíveis, devem ser recebidas pelos estabelecimentos comerciais ou redes de assistência técnica autorizada, e, em sua totalidade, encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, de responsabilidade do fabricante ou importador (BRASIL, 2008). Em Juazeiro do Norte, de acordo com informações da prefeitura municipal, a associação de catadores Engenho do Lixo recebe e destina adequadamente pilhas, baterias e resíduos eletrônicos. Outra iniciativa pode ser encontrada em um pequeno número de estabelecimentos comerciais, que disponibilizam pontos de coleta para estes resíduos no município. É necessário, portanto, promover a divulgação dos locais de ponto de coleta e, sobretudo, informar a população sobre a destinação correta de pilhas e baterias, investindo, principalmente, em educação ambiental no intuito de sensibilizar e conscientizar a sociedade para hábitos de manuseio e descarte adequados dos resíduos (ARANCIBIA, 2012; FRANCO, 2012; ROTH; GARCIAS, 2008).

Quando perguntados sobre o destino dos restos de jardim, as respostas obtidas foram (FIGURA 8).

Figura 8 – Hábitos no descarte de restos de jardim



Fonte: Pesquisa aplicada.

Conforme observa-se, 5,66% não recolhem os resíduos do jardim, mantendo as podas em suas casas e 28,30% afirmaram que não possuem jardim. A maioria dos domicílios (66,04%) asseguraram que destinam os resíduos de jardim para a coleta convencional. Esta

última opção carece de atenção, pois sugere uma parcela do potencial de resíduos orgânicos desperdiçados no município.

Dentre os estratos socioeconômicos, destaca-se que os resíduos de restos de jardim gerados em todos os domicílios do estrato C2 são destinados à coleta convencional, seguido dos estratos C1 (61,54%), B1 (60%), D (50%), B2 (46,15%) e A (33,33%). Enquanto nos domicílios dos estratos D (25%) e B1 (15,38%) mantêm-se os resíduos de jardim em casa.

Ressalta-se que a possibilidade de permanência dos restos de jardim nos domicílios desperta para a prática da compostagem em casa pelos moradores, além disso, esta iniciativa contribui por oferecer alimento para as plantas, por meio do adubo orgânico gerado, e melhora a fertilidade do solo (SILVA et. al., 2014).

## **Conclusão**

Diante dos resultados apresentados, foi possível observar que os resíduos domiciliares em Juazeiro do Norte têm sido descartados quase que totalmente para a coleta convencional, sem considerar o potencial de reaproveitamento dos materiais recicláveis, nem observar o retorno adequado de alguns resíduos, que possuem destinação especificada na legislação vigente. As entrevistas permitiram apontar que algumas potencialidades se sobressaem, como por exemplo o costume de parte da população em separar os resíduos em sacolas distintas, conforme as características de orgânicos e secos, hábito que pode favorecer a implantação da coleta seletiva e da compostagem, a partir da triagem prévia praticada nos domicílios geradores dos resíduos.

Destaca-se a boa prática da produção de sabão, a partir do óleo de fritura, desenvolvido por um projeto identificado em atuação no bairro do estrato socioeconômico C2, bem como a recepção e destinação adequada deste e outros materiais pela Associação Engenho do Lixo. Estas iniciativas, com o apoio do poder público, poderão se expandir, evitando que a maior parcela da população destine, por exemplo o óleo ao ralo da pia, contaminando os efluentes domésticos.

Adicionalmente, é necessário oferecer à comunidade mais acesso aos pontos de coleta de retorno de pilhas e baterias, tendo em vista o escasso número disponível e a pouca divulgação dos mesmos; além de disponibilizar pontos de coleta e destinação adequada aos resíduos de saúde provenientes de uso doméstico, que independente das quantidades geradas,

há predominância do descarte na coleta convencional. Sob o ponto de vista técnico, o tratamento dos resíduos de saúde é de extrema importância para o controle de possíveis riscos à saúde dos seres humanos e também ao meio ambiente.

Por fim, ressalta-se a necessidade de investir em campanhas de educação sanitária e ambiental, em incentivo à conscientização e informação, em todos os estratos socioeconômicos, a respeito do descarte dos resíduos sólidos domiciliares, a fim de viabilizar uma estrutura mais adequada das estratégias de coleta e destinação destes resíduos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do município.

Para trabalhos futuros, poderiam ser incluídos outros resíduos domésticos, como por exemplo, aparelhos eletroeletrônicos e utensílios em geral. Poder-se-ia, ainda, tentar identificar o comportamento do cidadão com relação à Obsolescência Planejada.

## Referências

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critério de Classificação Econômica Brasil - 2012**. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>> Acesso em: 25 de jan. de 2016.

ARANCIBIA, F. E. R. **Consumo sustentável**: padrões de consumo da nova classe média brasileira. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Educação; IDEC – Instituto de Defesa do Consumidor. **Consumo Sustentável**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 401/2008**. Data da legislação: 04/11/2008. Publicação DOU nº 215, de 05/11/2008, págs. 108-109, 2008.

BRINGHENTI, J. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**: aspectos operacionais e da participação popular. 2004. Tese (Doutorado). Curso de Doutorado em Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FRANCO, C. S. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Percepção dos Hábitos de Descarte no Sul de Minas Gerais**. 2012. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. Atlas Novo: São Paulo, 2008, 220p.

GUATIMOSIM, P. C. P. **Consumo e meio ambiente**: uma análise exploratória. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GUIMARÃES, G. C. **Consumo Sustentável para Minimização de Resíduos Sólidos**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2011.

LEFF, E. **Political Ecology**: a Latin American Perspective. *Desenvolv. Meio Ambiente*, v. 35, p. 29-64, dez. 2015.

MARQUEZ GONZALEZ, A. R.; RAMOS PANTOJA, M. E.; MONDRAGON JAIMES, V. A. Percepción ciudadana del manejo de residuos sólidos municipales: El caso Riviera Nayarit. **Región y sociedad**, Hermosillo, v. 25, n. 58, p. 87-121, Dez. 2013.

MEDEIROS, J. E. S. F.; PAZ, A. R.; MORAIS JUNIOR, J. A. 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. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 119-130, Mar. 2015.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 731-747, Jul./Ago, 2011.

ORTIZ, M. A. **Responsabilidade pós-consumo e resíduos sólidos na sociedade contemporânea**: Desafios e limites ao poder econômico. São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Direito Político e Econômico, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

PIVA, A. L. **Direito Ambiental, Desenvolvimento Sustentável e Cultura**: Um Enfoque Sobre a Responsabilidade Ambiental Pós-Consumo. 2008. Curitiba. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2008.

ROTH, C.; GARCIAS, C. M. A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 5 -13, set/dez. 2008.

SALGADO-LÓPEZ, J. A. Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan. **Quivera**, v. 14, n. 2, p. 91-112, Jul.-Dez., 2012.

SEMASP – Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU**. Pref. Mun. Juazeiro Norte: Juazeiro do Norte, 2013.

SILVA, B. M.; RIBEIRO, S.; BORGES, B.; NORONHA, S.; GOMES, P. S. **Adubação Verde**: cultivando a fertilidade dos solos. Espaço do produtor, Viçosa, Dez. 2014.

SILVA, E.; OLIVEIRA, H. M.; SILVA, P. M. Consumismo, obsolescência programada e a qualidade de vida da sociedade moderna. **Educação Ambiental em Ação**, v. 53, n. 15, Set/Nov. 2015.

VEIGA, R. T.; URDAN, A. T.; MATOS, C. A. Estetização do Marketing. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 232-238, Abr. 2014.

## 2.4. Artigo 4 - Valoração Econômica da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos<sup>4</sup>

### Resumo

Este artigo tem por objetivo estimar a valoração econômica da coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Nordeste do Brasil, por meio da aplicação do Método de Valoração Contingente, apresentando a Disponibilidade a Pagar (DAP) média dos entrevistados, além de determinar as variáveis que influenciam a DAP. Para o desenvolvimento do estudo, procedeu-se com pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, com a realização de 360 entrevistas, análise qualitativa dos dados e tratamento estatístico de variáveis, por meio de uma regressão binária, utilizando um modelo *probit* (*probability unit*), no software STATA 11. Dentre os resultados, destacam-se: 91,94% dos entrevistados reconhecem que a coleta seletiva contribui para a diminuição da poluição, porém somente 37,50% estariam dispostos a pagar pela referida coleta; considerando-se os entrevistados com DAP positiva, a DAP média mensal encontrada foi de R\$ 15,70; a probabilidade dos munícipes apresentarem DAP pelo serviço da coleta seletiva aumentou quando relacionada com as variáveis gênero, renda e escolaridade. Baseando-se no efeito marginal, as variáveis com maior influência sobre a DAP da coleta seletiva, no presente estudo, foram gênero (17,44%) e escolaridade (16,86%).

**Palavras-chaves:** Gestão de Resíduos Sólidos; Coleta Seletiva; Método de Valoração Contingente.

---

<sup>4</sup>Artigo em avaliação na Revista Sustentabilidade em Debate. A revista possui Qualis B1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Konrad, O.; Matos, M.A.A.

## **Abstract**

This article aims to estimate the economic valuation of selective solid waste collection in the city of Juazeiro do Norte, Ceará, Northeast of Brazil, through the Contingent Valuation Method, presenting the average Willingness to Pay (WTP) of the respondents, as well as determine the variables that influence WTP. The study involved bibliographical research and fieldwork, with 360 interviews, qualitative data analysis and statistical analysis of variables, through binary regression, using a probit model (probability unit), with software STATA 11. It was found that 91.94% of the respondents recognize that selective collection contributes to the reduction of pollution, but only 37.50% would be willing to pay for the referred collection. Concerning the respondents with positive WTP, the average monthly WTP found was R\$ 15.70. The higher or lower willingness to pay for the referred services was related to the variables gender, income and education. Based on the marginal effect, the variables with greater influence on WTP for selective collection in this study were gender (17.44%) and education (16.86%).

**Keywords:** Solid Waste Management; Selective collection; Contingent Valuation Method; Willingness to Pay; Urban environmental service.

## **Introdução**

No âmbito da crescente geração e acúmulo de resíduos sólidos nos centros urbanos, a coleta seletiva tem se revelado uma alternativa para o reaproveitamento de materiais, além de contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela disposição final dos resíduos (MAIA et al., 2012), resultando em ganhos ambientais e econômicos, apesar de apresentar um custo de serviço superior ao custo do sistema de coleta convencional (RODRIGUES; SANTANA, 2012). A coleta seletiva é considerada, portanto, um serviço ambiental urbano, que potencia a prática da reciclagem e favorece a disposição correta dos resíduos sólidos, minimizando “externalidades ambientais negativas” (IPEA, 2010, p. 8).

Dentre os estudos relacionados à avaliação econômica da coleta seletiva, na gestão de resíduos sólidos, destacam-se os métodos de valoração econômica ambiental, especialmente o Método de Valoração Contingente, que tem sido utilizado para avaliação de bens e serviços

relacionados a recursos ambientais e bens públicos, em que se especifica o valor de disposição a pagar (DAP) do consumidor, em um mercado hipotético (MOTTA, 1988; RABÊLO NETO et al., 2014).

Este trabalho de valoração econômica ambiental tem vindo a ser realizado em vários países. Na Grécia, a respeito do serviço de Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos municipais, Damigos, Kaliampakos e Menegaki (2016) estimaram a disposição a pagar por melhorias nesse serviço, tendo como resultado, encontrado a disponibilidade anual média de pagamento de 88,4 USD por domicílio. No estudo de Marella e Raga (2014), o Método de Valoração Contingente foi aplicado para a avaliação monetária do benefício percebido em uma comunidade na Itália a respeito da recuperação de uma antiga área de depósito de resíduos e posterior transformação em um parque público. Dentre os resultados, destaca-se que 91,3% afirmaram possuir Disponibilidade a Pagar (DAP) pela recuperação da área, sendo a média de aproximadamente 196 euros, enquanto a DAP média pela criação do parque público foi de 200 euros. Gaglias et al. (2016) também aplicaram o Método de Valoração Contingente para mensurar a DAP da comunidade por programas socioambientais, em função da implantação de um aterro para comportar os resíduos sólidos em Ikaria, na Grécia. Na pesquisa realizada, os resultados demonstraram uma DAP média de 6.5 euros por bimestre.

Referindo-se à coleta seletiva de resíduos sólidos, Ferreira e Marques (2015) aplicaram o método de valoração contingente para estimar a disposição a pagamento pela coleta de resíduos sólidos em Portugal. Assim como, o método de valoração contingente foi aplicado com a mesma finalidade por Zeng et al. (2016) em um estudo com moradores em uma comunidade na China. No Brasil, Gullo e Gregori (2011) também utilizaram o referido método para captar as DAP pelo uso da coleta seletiva em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, enquanto Rodrigues e Santana (2012) realizaram estudo similar em Palmas, Tocantins, na região norte do país.

Neste contexto, este artigo teve por objetivo estimar a valoração econômica da coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Nordeste do Brasil, por meio da aplicação do Método de Valoração Contingente, apresentando a DAP média dos entrevistados, além de determinar as variáveis que a influenciam.

## **Materiais e Métodos**

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, um município cuja estimativa populacional para 2016 era de 268.248 habitantes (IBGE, 2016). Para o desenvolvimento do estudo, procedeu-se com pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, análise qualitativa e estatística de variáveis.

A fase da pesquisa de campo, iniciou-se com uma visita à Secretaria de Gestão, setor de cadastro imobiliário do município de Juazeiro do Norte, para identificação do número de domicílios existentes em cada bairro da cidade. De acordo com a informação disponibilizada pela referida secretaria, em 2016, a cidade possuía 109.044 domicílios. Para determinação do número de domicílios a serem visitados, e entrevistados, considerando o cálculo amostral de 95% de nível de confiança, utilizou-se a seguinte fórmula (GIL, 2008):

$$n = (\delta^2 \cdot p \cdot q \cdot N) / (e^2 (N-1) + \delta^2 \cdot p \cdot q) \quad (1)$$

onde:

n= Tamanho da amostra (número de domicílios a visitar);

$\delta^2$  = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão;

p= Percentagem com a qual o fenômeno se verifica (probabilidade de ocorrência);

q= Percentagem complementar (probabilidade de não ocorrência);

N= Número total de domicílios na cidade de Juazeiro do Norte;

$e^2$  = Erro máximo permitido

O cálculo amostral resultou em 334 domicílios, estratificados de acordo com os 39 bairros, conforme Tabela 1. Observa-se que o bairro Salesianos possui o maior número de domicílios, seguido pelos bairros São José e Tiradentes. Já os bairros Distrito Industrial e Vila Padre Cícero apresentaram o menor número. Para estabelecer o número de domicílios da pesquisa, foi adotado o critério de arredondamento, visando garantir melhor representatividade da amostra em cada bairro, resultando em 360 domicílios efetivamente a visitar. A seleção dos domicílios pesquisados ocorreu por amostragem aleatória simples (GIL, 2008), mediante a realização de sorteios, após identificação da rua principal do bairro.

Tabela 1 – Número de Domicílios da Amostra

<b>Bairro</b>	<b>Nº de Domicílios</b>	<b>Domicílios/ Bairro (%)</b>	<b>Quantidade de Domicílios (cálculo amostral)</b>	<b>Quantidade de Domicílios para pesquisa</b>
Distrito Industrial	67	0,06	0,21	2
Vila Padre Cicero	96	0,09	0,29	2
Pedrinhas	104	0,10	0,32	2
Cidade Universitária	164	0,15	0,50	2
Carité	241	0,22	0,74	2
Três Marias	271	0,25	0,83	2
Mons. Francisco Murilo	617	0,57	1,89	3
Socorro	930	0,85	2,85	3
Salgadinho	978	0,90	3	3
Leandro Bezerra	1.089	1	3,34	4
Romeiro Aureliano Pereira	1.169	1,07	3,58	4
Horto	1.374	1,26	4,21	5
Fátima	1.384	1,27	4,24	5
Juvêncio Santana	1.411	1,29	4,32	5
Campo Alegre	1.609	1,48	4,93	5
Novo Juazeiro	2.001	1,84	6,13	7
Romeirão	2.152	1,97	6,59	7
Brejo Seco	2.336	2,14	7,16	8
Planalto	2.489	2,28	7,62	8
José Geraldo da Cruz	2.544	2,33	7,79	8
Pio XII	2.653	2,43	8,13	9
Antônio Vieira	2.882	2,64	8,83	9
Santa Tereza	3.007	2,76	9,21	10
Timbaúba	3.072	2,82	9,41	10
Betolândia	3.098	2,84	9,49	10
João Cabral	3.309	3,03	10,14	11
Franciscanos	3.488	3,20	10,68	11
Triângulo	3.652	3,35	11,19	12
São Miguel	3.856	3,54	11,81	12
Lagoa Seca	4.165	3,82	12,76	13
Frei Damião	4.411	4,05	13,51	14
Pirajá	4.535	4,16	13,89	14
Limoeiro	4.651	4,27	14,25	14
Aeroporto	5.398	4,95	16,53	17

Jardim Gonzaga	5.598	5,13	17,15	18
Centro	5.961	5,47	18,26	19
Tiradentes	6.222	5,71	19,06	20
São José	6.940	6,36	21,26	22
Salesianos	9.120	8,36	27,93	28
Total	109.044	100,00	334	360

Fonte: pesquisa aplicada. (Dados de domicílios: Secretaria de Gestão do Município, 2016).

Ressalta-se que as 360 entrevistas identificaram, dentre outros fatores, quanto os respondentes estariam dispostos a pagar pelo serviço ambiental da coleta seletiva, utilizando-se o Método de Valoração Contingente. Assim, pretendeu-se que os entrevistados revelassem suas preferências pelo serviço ambiental da coleta seletiva no município de Juazeiro do Norte, que, “do ponto de vista da teoria econômica, devem ser expressas em valores monetários. Estes valores são obtidos através das informações adquiridas nas respostas sobre quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar para garantir a melhoria de bem-estar” (MOTTA, 1998, p. 44). A pergunta foi realizada de forma aberta (*open-ended*), para produzir uma variável contínua de lances, de modo a evitar o viés do ponto inicial (RODRIGUES; SANTANA, 2012). Por fim, identificou-se o valor da DAP média para a amostra em estudo, sendo obtido a partir da média dos valores diferentes de zero elencados pelos entrevistados.

As entrevistas foram aplicadas durante os meses de novembro de 2016 a fevereiro de 2017, em distintos horários, nos turnos matutino e vespertino. Os dados coletados versam, principalmente, sobre variáveis socioeconômicas dos indivíduos, tais como renda, idade, escolaridade, conhecimento sobre coleta seletiva, dentre outros. A análise dos dados qualitativos deu-se por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

Com a finalidade de mensurar as variáveis que influenciam os indivíduos na sua DAP pelo serviço da coleta seletiva, foi estimada uma regressão binária, no software STATA 11 (BALASUBRAMANYA et al., 2017), utilizando um modelo *probit* (*probability unit*), que consiste em apresentar dois valores possíveis para a variável em análise, sendo 0 para o caso de não-ocorrência do fenômeno e 1 para ocorrência (PINO, 2007). No presente estudo, considerou-se como variável dependente binária ou limitada a “DAP” e as variáveis independentes: “Gênero”, “Idade”, “Estado civil”, “Renda” e “Escolaridade”. Estudos similares utilizaram variáveis como idade, gênero, renda familiar e tempo de estudo (LUCENA; TÁVORA JUNIOR, 2006; GULLO; GREGORI, 2011; RODRIGUES; SANTANA, 2012; ZENG et al., 2016). Estas variáveis são utilizadas dado o entendimento de que, a respeito da coleta seletiva, “a participação social depende do perfil socioeconômico e

cultural da população, com destaque para aspectos como grau de instrução e acesso à educação” (BRINGHENTI; GÜNTER, 2011, p. 422).

Como amostra, foram utilizados os dados dos entrevistados que responderam positivamente à indagação a respeito da DAP da coleta seletiva e aqueles que afirmaram não possuir disponibilidade a contribuir com a coleta seletiva por motivos econômicos. Tem-se, então (PINO, 2007, p. 47):

$$\Pr[ Y = 1|X = x] = F(\beta'x) \text{ e} \quad (2)$$

$$\Pr[ Y = 0|X = x] = F(\beta'x)$$

Adicionalmente, calculou-se o Efeito Marginal para identificar mudanças na variável dependente limitada (DAP) associada a mudanças nas variáveis explicativas (Gênero, Idade, Estado civil, Renda e Escolaridade). No modelo *probit*, o efeito marginal é dado por (PINO, 2007, p. 52):

$$\frac{\partial E[Y|X=x]}{\partial X_i} = \phi(\beta'X)\beta \quad (3)$$

Sendo  $\phi > 0$ , a direção da mudança da variável dependente está relacionada ao sinal do vetor de parâmetros  $\beta$  (Pino, 2007).

## **Resultados e Discussão**

### **Perfil socioeconômico dos entrevistados**

A partir dos dados coletados neste estudo, pode-se identificar o perfil socioeconômico dos 360 entrevistados, baseando-se nas informações relativas a: gênero, estado civil, idade, escolaridade, renda mensal domiciliar e número de residentes no domicílio (TABELA 2).

Tabela 2 - Aspectos socioeconômicos dos participantes

Item	Resposta	Nº entrevistados	Porcentagem (%)
Gênero	Masculino	171	47,50
	Feminino	189	52,50
Faixa etária (Idade em anos)	18-25	77	21,39
	26-35	66	18,33
	36-50	84	23,34
	51 a 65	80	22,22
	> 65	50	13,89
	Não declarado	3	0,83
Estado Civil	Solteiro (a)	131	36,39
	Casado (a)	180	50,00
	Divorciado (a)	23	6,39
	Viúvo (a)	26	7,22
	Não escolarizado	46	12,78
Educação	Ensino fundamental	129	35,83
	Ensino médio	121	33,61
	Ensino técnico	8	2,22
	Graduação	40	11,11
	Pós-graduação	14	3,89
	Não declarado	2	0,56
Renda mensal domiciliar	Até 1 salário-mínimo*	225	62,50
	1 a 3 salários-mínimos	96	26,66
	3 a 5 salários-mínimos	27	7,50
	5 a 10 salários-mínimos	5	1,39
	> 10 salários-mínimos	2	0,56
	Não declarado	5	1,39
	1	33	9,17
	2	63	17,50
Número de residentes no domicílio	3	90	25,00
	4	92	25,56
	5	35	9,72
	6	22	6,11
	7	13	3,61
	8	6	1,67
	9	2	0,56
	10	1	0,27
	11	3	0,83

Fonte: pesquisa aplicada. \*Salário mínimo vigente em 2016: R\$ 880,00.

Conforme a Tabela 2, cerca de 63,06% dos entrevistados possuem entre 18 e 50 anos de idade. Relacionando-se ao estado civil, 50% afirmaram ser casados ou conviver em união estável. Sobre o nível de escolaridade, destaca-se que 48,61% admitiram ter estudos inferiores ao ensino médio completo. No que diz respeito ao rendimento mensal familiar, 62,50% afirmaram que recebem até um salário-mínimo por mês, o equivalente a R\$ 880,00 (oitocentos e oitenta reais).

### **Análise qualitativa dos dados**

Após a identificação do perfil dos entrevistados, prosseguiu-se com a investigação a respeito da coleta seletiva. Perguntou-se aos inquiridos se o serviço de coleta seletiva era ofertado na cidade de Juazeiro do Norte. A este respeito, 93,06% informaram que o município não dispunha deste serviço ambiental; 4,72% mencionaram que havia coleta seletiva; e, 2,22% não souberam opinar. Os entrevistados que afirmaram que o município possui coleta seletiva, referiram-se à atuação dos catadores de materiais recicláveis, que, embora desempenhem uma função importante na recuperação destes resíduos, atuam em um mercado informal, que não atende às necessidades de todo o município. De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), no ano 2016, apenas 18% dos municípios brasileiros possuíam o serviço de coleta seletiva implantado, dos quais: 81% concentram-se nas regiões sul e sudeste do país; 10% na região nordeste; 8% na região centro-oeste; e, 1% na região norte (CEMPRE, 2016). A respeito da atuação de catadores de resíduos recicláveis no Brasil, Rebehy et al. (2017) identificaram os seguintes obstáculos:

[...]Instabilidade e ausência de relações de trabalho; Flutuação de renda devido a flutuações nos preços e volumes coletados; A baixa capacidade administrativa das organizações de colecionadores; Baixo poder de barganha em relação aos comerciantes de materiais recicláveis; Horas de trabalho intensas devido ao excesso de peso realizado em grandes distâncias; Falta de assistência do governo; E, finalmente, problemas de saúde devido às terríveis condições de trabalho (REBEHY et al., 2017, p. 463).

Na sequência, indagou-se se os participantes acreditavam que a coleta seletiva contribuiria para diminuição da poluição do meio ambiente. Dos respondentes, 91,94% afirmaram que sim; 4,17% admitiram que acreditam que não há contribuição; e, 3,89% não souberam opinar. A partir deste resultado, pode-se constatar que a maioria dos respondentes

têm conhecimento da contribuição da coleta seletiva para a preservação do meio ambiente. Conforme destacaram Rebehy et al. (2017, p. 468) a respeito da coleta seletiva: “para o cidadão, a colaboração ambiental e de saúde pública é evidente, eliminando possíveis focos para doenças infecciosas e a acumulação de resíduos na via pública”.

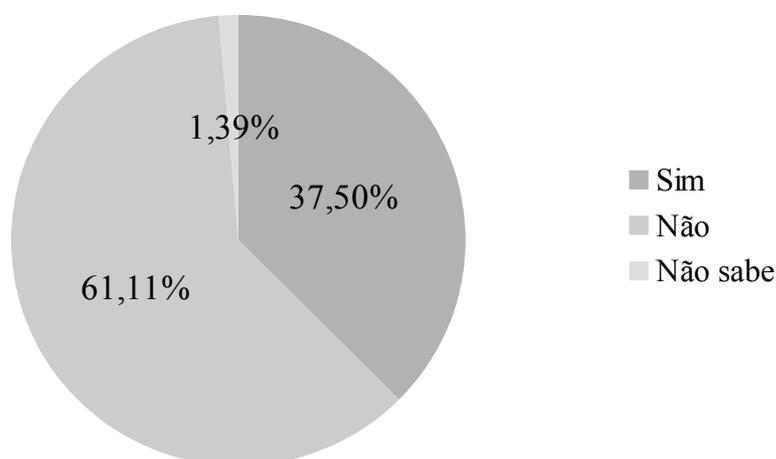
Quando perguntados sobre o que, em sua opinião, faltaria para que a coleta seletiva fosse implantada em Juazeiro do Norte, 46,78% dos entrevistados afirmaram que deveria haver iniciativa do poder público para o serviço ser oferecido à população; 15,10% não souberam opinar; 14,60% admitiram que deve haver colaboração da população para a coleta seletiva ser implementada; 7,42% acreditam que não existe estrutura adequada no município; 6,93% afirmaram que faltam programas de educação ambiental voltados para a sensibilização da população sobre a problemática da geração e destinação dos resíduos sólidos; 2,47% acreditam que deveria haver incentivo dos governantes para a participação da população em programas de coleta seletiva; 2,23% apontaram a falta de recursos financeiros específicos para o setor; 1,49% sinalizaram que deveria haver fiscalização dos órgãos ambientais a respeito do destino inadequado dos resíduos no município; 0,99% acreditam que seria necessária a instalação de uma empresa de reciclagem; 0,74% afirmaram que deveria haver aumento nas atividades de limpeza ofertadas pela municipalidade; 0,50% apontaram a falta de políticas públicas de incentivo à redução da geração de resíduos; 0,25% destacaram a necessidade de incentivar a comercialização dos materiais recicláveis; 0,25% acreditam que para implementar a coleta seletiva, o município deveria ter o saneamento básico mais adequado; e, 0,25% informaram que não faltaria nada para que a coleta seletiva seja implementada.

Dentre as respostas elencadas, destaca-se a percepção da população sobre a necessidade de colaboração, ou seja, de participação social, para que a coleta seja implementada e funcione efetivamente. Conforme afirma Lima (2006, p. 35) “a implantação de um programa de coleta seletiva deve considerar [...] a adesão da população em que um novo hábito deve ser adquirido, a população tem que estar consciente que a sua contribuição representa efetiva melhoria ambiental e a afirmação da cidadania”. É necessário, portanto, haver participação da comunidade para que a separação dos resíduos e, posterior, coleta seletiva, aconteça de forma satisfatória.

A respeito da necessidade de estrutura adequada, os respondentes (7,42%) afirmaram que seria necessário investir em: local para colocar os resíduos, referindo-se aos contentores; caminhões específicos para a coleta dos materiais com potencial reciclável; um espaço para a análise dos resíduos (central de triagem); e, mão de obra para trabalhar. Contudo, apenas 0,50% apontaram a falta de políticas públicas de incentivo à redução da geração de resíduos, o que permite inferir que, dentre os respondentes, há pouca percepção a respeito da necessidade de mudança nos padrões de hábitos de consumo e descarte de resíduos por parte da população. Zanirato e Rotondaro (2016, p. 87) alertam que “a redução do consumo é uma condição para um mundo efetivamente sustentável”. Não obstante, afirmam ainda que “a adequação do consumo à sustentabilidade envolve múltiplos atores - governantes, empresários, trabalhadores, ecologistas, publicitários; sujeitos empenhados em construir num contínuo processo, uma cultura da sobriedade” (ZANIRATO; ROTONDARO, 2016, p. 88). Deste modo, deve haver maior investimento em educação para a sustentabilidade, que envolva a necessidade de a população conscientizar-se das consequências de seu consumo, incluindo-se a responsabilidade pelo descarte dos resíduos gerados.

Destaca-se, ainda, que foi percebida, por parte dos respondentes (2,23%), a ausência de recursos financeiros específicos para o setor da coleta, uma vez que o município não realiza cobrança de taxa para a coleta de resíduos sólidos. Contudo, quando perguntados se pagariam pelo serviço ambiental da coleta seletiva municipal (GRÁFICO 1), do total de entrevistados, 61,11% afirmaram que não pagariam; 37,50% estariam dispostos a pagar pela referida coleta; e, 1,39% não opinaram a respeito.

Gráfico 1 – Pagamento pela coleta seletiva em âmbito municipal



Fonte: pesquisa aplicada.

Em estudos similares realizados no Brasil, a respeito da disponibilidade a pagar pela coleta seletiva de resíduos sólidos, foram encontradas disponibilidades a pagar em 18% e 36% dos entrevistados (LUCENA; TÁVORA JR, 2006; GULLO; GREGORI, 2011).

Dentre os inquiridos que afirmaram não possuir disponibilidade para pagar pelo serviço da coleta seletiva, os motivos elencados foram: 34,46% afirmaram que este serviço é uma obrigação da gestão pública municipal, devendo possuir orçamento para esta finalidade; 31,06% admitiram não possuir condições financeiras para o pagamento de uma taxa pela coleta seletiva; 25,96% afirmaram que pagavam impostos excessivamente; 4,26% informaram que não possuíam interesse em participar do programa de coleta seletiva; e, 4,26% afirmaram que não pagaria pois não tinham a confiança (credibilidade) de que o programa funcionasse de fato. Corroborando com este resultado, Lucena e Távora Jr (2006), em um estudo que valorou a DAP pela melhoria ambiental provocada pela redução da disposição de resíduos em um aterro em Pernambuco, afirmaram que dentre os principais motivos para a negação ao pagamento de valores estão:

O econômico e a crença em que ações sociais devem ser tomadas pelo próprio governo. Além disto, muitos dos indivíduos entrevistados alegaram que não pagariam por não acreditarem que o dinheiro arrecadado fosse aplicado nestas questões (LUCENA; TÁVORA JR, 2006, p. 14).

Considerando-se os entrevistados com DAP maior que zero, o que corresponde a 37,5% dos inqueridos, a DAP total foi encontrada pela soma das DAP's positivas, resultando no montante de R\$ 2.119,50 (dois mil, cento e dezenove reais e cinquenta centavos) para pagamento mensal do serviço da coleta seletiva. Os valores informados pelos entrevistados variaram entre R\$ 0,50 (cinquenta centavos de reais) e R\$ 50,00 (cinquenta reais) por mês. A Tabela 3 apresenta a distribuição dos valores de disposição de pagamento mensal dos respondentes.

Tabela 3 – Distribuição dos valores da DAP

DAP (R\$)	Nº entrevistados	%
Zero	220	61,11
0,50	1	0,28
1,00	7	1,94
2,00	4	1,11

3,00	1	0,28
5,00	19	5,28
8,00	2	0,56
10,00	49	13,61
15,00	10	2,78
20,00	17	4,72
25,00	2	0,56
30,00	9	2,50
40,00	1	0,28
50,00	13	3,60
Não informaram	5	1,39
Total	360	100

Fonte: Esta pesquisa aplicada.

De acordo com a Tabela 3, destaca-se que a maioria (61,11%) é aderente ao não pagamento pela coleta seletiva; enquanto 23,06% estão dispostos a pagar valores iguais ou inferiores a R\$ 10,00 (dez) reais mensais; 14,44% possuem disposição a pagar valores entre R\$ 15 (quinze reais) e R\$ 50,00 (cinquenta reais); e, 1,39% não informaram se pagariam ou não pela coleta seletiva. A DAP média encontrada foi de R\$ 15,70 (quinze reais e setenta centavos) mensais, o equivalente a USD 4,77 (quatro dólares e setenta e sete centavos), a uma taxa de câmbio de 0,3039. Ressalta-se que a DAP média, para a amostra em estudo, foi obtida a partir da média dos valores diferentes de zero elencadas pelos entrevistados. “Esse resultado evidencia certa disposição dos entrevistados a colaborar com a implantação de um serviço menos agressivo para o meio ambiente” (RODRIGUES; SANTANA, 2012, p. 311).

Em um estudo similar realizado em Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul, Gullo e Gregori (2011) encontraram uma DAP média R\$ 9,05 (nove reais e cinco centavos) mensais. Enquanto Rodrigues e Santana (2012), em estudo realizado em Palmas, Tocantins, encontraram uma DAP média de R\$ 23,88 (vinte e três reais e oitenta e oito centavos) para a coleta seletiva de resíduos sólidos em imóveis residenciais.

Relativamente ao gênero, observou-se que os homens estão mais dispostos a pagar pela coleta seletiva que as mulheres entrevistadas, correspondendo a 51,85% e 48,15% respectivamente. Ademais, a DAP média para os homens foi de R\$ 17,66 (dezesete reais e sessenta e seis centavos), enquanto entre as mulheres encontrou-se uma DAP média de R\$ 13,58 (treze reais e cinquenta e oito centavos). Igualmente, no estudo de Gullo e Gregori (2011), a DAP média masculina foi superior à feminina, tendo registrado os valores de R\$

10,87 (dez reais e oitenta e sete centavos) por mês para os homens e R\$ 7,60 (sete reais e sessenta centavos) para as mulheres.

### Análise econométrica

Os resultados apresentados a seguir (TABELA 4), referem-se ao modelo *probit* utilizado para determinar a probabilidade da DAP dos entrevistados ser afetada pelas variáveis: gênero, idade, estado civil, renda e escolaridade. Nesta análise, foram admitidos os dados dos respondentes que afirmaram possuir DAP positiva e aqueles que afirmaram não possuir disponibilidade a contribuir com a coleta seletiva por motivos econômicos. Contudo, foram retiradas 4 observações de participantes que, durante as entrevistas, não informaram renda e estado civil, resultando em 204 amostras.

Tabela 4 – Resultado da Regressão

<i>DAP</i>			
<i>Variáveis</i>	<b>P-valor</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>EM</b>
Gênero	0,017**	0,4977 (2,38)	17,44%
Idade	0,546***	0,0596 (0,60)	2,08%
Estado Civil	0,171***	0,1918 (1,37)	6,72%
Renda	0,048**	0,4146 (1,98)	14,53%
Escolaridade	0,000*	0,4811 (3,71)	16,86%
Observações		204	
<i>Log Likelihood</i>		-110	
$X^2$		44,24	
<i>Prob &gt; chi2</i>		0,0000	
<i>Pseudo R<sup>2</sup></i>		0,1670	
%correta		70,59%	
$y = Pr(dap)(predict)$		0,6946	

Fonte: pesquisa aplicada, 2017. Notas: (.) indica estatísticas *t*; \*/\*\* representam o nível de significância a 1% e 5%, respectivamente; \*\*\* representa que as variáveis não obtiveram significância estatística;  $X^2$  indica o teste da razão de verossimilhança; %correta representa em termos percentuais que o modelo previu corretamente as observações;  $y = Pr(dap)(predict)$  indica a probabilidade de DAP no ponto médio da amostra.

Conforme observa-se na Tabela 4, admite-se que a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, de que nenhuma variável independente exerceria influência sobre a variável dependente limitada, uma vez que o teste da razão de verossimilhança ( $X^2$ ) encontrado foi de 44,24, o que permite afirmar que as variáveis são conjuntamente importantes para explicar a DAP pela coleta seletiva, no presente estudo. Adicionalmente, observa-se que o nível de significância do modelo foi atribuído pelo *P valor* = 0.0000, demonstrando ser significativo para justificar a relação entre as variáveis, apresentando-se inferior a 1%. Não obstante, quando analisadas isoladamente, as variáveis “Idade” e “Estado Civil” não apresentaram estatística significativa, para a mostra utilizada, baseando-se nos resultados de probabilidade de significância (*P valor*) iguais a 0,546 e 0,171, respectivamente.

Com relação à variável “Gênero”, constatou-se que há significância estatística ( $p = 0,017$ ) para influenciar a DAP dos entrevistados, a um nível de 5%, no modelo estimado. O sinal positivo presente no coeficiente (0,4977) permite afirmar que a referida variável contribui para aumentar a probabilidade do inquerido possuir DAP pela coleta seletiva. Com base no efeito marginal, pode-se admitir que os indivíduos do gênero masculino incrementam em 17,44% a probabilidade da DAP, quando comparados às mulheres, tudo o mais permanecendo constante. Corroborando com esta informação, Ferreira e Marques (2015), em seu estudo, encontraram resultados para a variável “Gênero” que demonstram que os homens possuem propensão a ter maior disposição ao pagamento pela coleta seletiva do que as mulheres.

A variável “Renda” manifestou coeficiente positivo (0,4146) e é estatisticamente significativa a 5%, apresentando o *P valor* de 0,048. Fundamentando-se no efeito marginal, observa-se que níveis adicionais de renda aumentam em 14,53% a probabilidade do indivíduo possuir disposição ao pagamento pelo serviço da coleta seletiva. Ferreira e Marques (2015) admitiram que os indivíduos com renda mais elevada possuem maior probabilidade de apresentar DAP positiva. Assim como, Rodrigues e Santana (2012) também encontraram resultado estatisticamente significativo para a variável renda, contribuindo para aumentar a DAP pela coleta seletiva, não obstante, o seu efeito reportado sobre a DAP ter sido próximo a zero (0,000037%).

A respeito da variável “Escolaridade”, observou-se estatística significativa a um nível de 1%, além de apresentar coeficiente positivo (0,4811), o que demonstra que a referida

variável contribui para aumentar a DAP dos inqueridos. Por meio do efeito marginal, constata-se que um maior nível de escolaridade aumenta em 16,86% a probabilidade da DAP pela coleta seletiva, para a amostra deste estudo. Do mesmo modo, na pesquisa desenvolvida por Rodrigues e Santana (2012), foi possível identificar que a disposição a pagar pelo serviço de coleta seletiva é afetada pelo grau de escolaridade do munícipe. Os autores afirmaram que um ano a mais nos estudos provoca um aumento de 0,05% sobre a disposição a pagar.

### **Considerações Finais**

A partir dos resultados elencados nesta pesquisa, envolvendo a valoração econômica da coleta seletiva, na cidade de Juazeiro do Norte – Ceará, por meio do Método de Valoração Contingente, ressalta-se que, para a amostra utilizada neste estudo, 61,11% dos entrevistados afirmaram que não pagariam pelo serviço da coleta seletiva; enquanto 37,50% estariam dispostos a pagar pela referida coleta; e, 1,39% não opinaram a respeito. Apesar dos interessados em contribuir financeiramente para a coleta seletiva serem minoria, foi possível observar que 91,94% dos entrevistados reconheceram que a coleta seletiva contribui para a diminuição da poluição do meio ambiente, permitindo inferir que esta parcela da população apresenta-se consciente a respeito das questões relacionadas ao meio ambiente, especialmente no tocante aos resíduos sólidos.

Considerando-se os entrevistados com DAP positiva, a DAP média mensal encontrada foi de R\$ 15,70. Evidenciou-se maior disponibilidade a pagar entre os homens, correspondendo a 51,85% dos inqueridos com DAP positiva. Além disso, a DAP média dos homens foi superior à DAP média das mulheres, obtendo os valores de R\$ 17,66 e R\$ 13,58, respectivamente.

No tocante à análise estatística, observou-se que as variáveis gênero (17,44%), escolaridade (16,86%) e renda (14,53%) exercem influência de propensões incrementais sobre a probabilidade dos munícipes possuírem DAP, ou seja, pode-se afirmar que a disposição a pagar pela coleta seletiva aumentou quando relacionada com as referidas variáveis, para a amostra utilizada. Deste modo, os resultados deste estudo sugerem que os indivíduos pertencentes ao gênero masculino, com maior escolaridade e renda possuem maior probabilidade de apresentar disposição ao pagamento pelo serviço ambiental da coleta seletiva em Juazeiro do Norte.

É importante ressaltar que, apesar deste estudo ter dado ênfase a revelar as preferências do consumidor, relativamente ao pagamento pelo serviço da coleta seletiva, observa-se que, em uma perspectiva econômica, o meio ambiente apresenta utilidade e valor para produtores e consumidores. Assim, entende-se que as atividades deflagradoras da poluição são atividades de produção e consumo (ARAGÃO, 2014). Nesta perspectiva, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 12305/2010), instituída no Brasil, enfatiza a responsabilidade compartilhada pelos produtos (Art. 3), visando reduzir os resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como os impactos causados ao meio ambiente e à saúde humana (BRASIL, 2010).

Por meio da implementação de sistemas de logística reversa (Art. 33), as embalagens plásticas, metálicas, de vidro, dentre outros produtos que possuam potencial de reaproveitamento, após serem utilizados pelos consumidores, devem retornar aos sistemas produtivos, servindo de matéria-prima secundária. Para tanto, esta realidade é ainda um desafio que depende do cumprimento das atribuições individuais e encadeadas dos atores que compartilham a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, de acordo com o que a PNRS propõe, quais sejam: produtores, distribuidores, comerciantes, consumidores e agentes fornecedores do serviço de limpeza pública urbana e manejo de resíduos (BRASIL, 2010).

Enfatiza-se, portanto, que a responsabilidade, operacional e financeira, pelos resíduos sólidos gerados não é apenas do poder público, como considerável parcela da população equivocadamente lhe atribui. Esta responsabilidade é compartilhada também com o setor empresarial e com a comunidade, cabendo averiguar a viabilidade técnica e econômica para sua implementação.

## Referências

ARAGÃO A. **O princípio do poluidor pagador**: pedra angular da política comunitária do ambiente. São Paulo: Inst. O Direito por um Planeta Verde, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BALASUBRAMANYA, S; EVANS, B; HARDY, R; AHMED, R; HABIB, A; ASAD, N. S. M.; RAHMAN, M; HASAN, M.; DEY, D.; FLETCHER, L.; CAMARGO-VALERO, M. A. Towards sustainable sanitation management: Establishing the costs and willingness to pay for emptying and transporting sludge in rural districts with high rates of access to latrines. **Plos One**, v. 12, n. 3. p. e0171735, 2017.

BRASIL. **Lei nº12305/10**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 147, 2010.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Eng Sanit Ambient.**, v. 16, n. 4, p. 421-430, 2011.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Ciclossoft 2016**: Radiografando a coleta seletiva. Cempre: São Paulo, 2017.

DAMIGOS, D.; KALIAMPAKOS, D.; MENEGAKI, M. How much are people willing to pay for efficient waste management schemes? A benefit transfer application. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 4, p. 345-355, 2016.

FEITOSA, A. K.; BARDEN, J. E.; KONRAD, O. Economic valuation of urban solid waste: a review. **Revista Espacios**, v. 38, n. 14, p. 1-13, 2017.

FERREIRA, S.; MARQUES, R. C. Contingent valuation method applied to waste management. **Resources Conservation and Recycling**, v. 99, p. 111-117, 2015.

GAGLIAS, S.; MIRASGEDIS, C.; TOURKOLIAS, E. Georgopoulou, Implementing the Contingent Valuation Method for supporting decision making in the waste management sector, **Waste Management**, v. 53, p. 237-244, 2016.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. Atlas Novo: São Paulo, 2008.

GULLO, M. C. R.; GREGORI, L. **Valoração de Recursos Ambientais: Uma Análise Do Método De Valoração Contingente Aplicado à Coleta dos Resíduos Sólidos Seletivos na Cidade de Caxias do Sul**. in: Anais do IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Brasília, DF, 2011.

IBGE. Portal Cidades@. **Juazeiro do Norte, 2016**. Last access in: 30 Mayo 2017.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. **Relatório de Pesquisa: Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos**. IPEA: Brasília, 2010.

LIMA, R. M. S. R. **Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com inclusão de catadores**: estudo de caso em Londrina – PR. 2006. 175p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LUCENA, L. F. L.; TÁVORA JÚNIOR, J. L. A importância da redução do lixo para a qualidade ambiental em Recife – PE – Uma análise por valoração contingente. In: **XXXIV Encontro Nacional de Economia**. ANPEC: Salvador, 2006.

MAIA, H. L.; SILVA, P. A., CAVALCANTE, L. S., SOUZA, M., SILVA, M. P. Coleta seletiva: benefícios da sua implantação no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. **POLÊMICA**, v. 12, n.2, p. 352-368, Jun. 2013.

MARELLA, G.; RAGA, R. Use of the Contingent Valuation Method in the assessment of a landfill mining project. **Waste Management**, v. 34, n. 7, p. 1199-1205, 2014.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1998.

PINO, F. A. 2007. Modelos de Decisão Binários: Uma Revisão. **Rev. de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 43-57, 2007.

RABÊLO NETO, A.; SOUSA, J. L. R.; MESQUITA, R. F.; FONTENELE, R. E. S.; MELO, J. A. M. Valoração Econômica de Projetos de Requalificação Urbana: Uma Aplicação dos Métodos de Avaliação Contingente e Preços Hedônicos. **Rev. Desenvolvimento em Questão**, v. 12, n. 28, p. 104-143, 2014.

REBEHY, P. C. P. W.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A. G. B.; ESPINOZA, D. F, JOÃO NETO, M. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: Cleaner production and poverty reduction. **Journal of Cleaner Production**, 154: 462-473, 2017.

RODRIGUES, W.; SANTANA, W. C. Análise econômica de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos: o caso da coleta de lixo seletiva em Palmas, TO. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 4, n. 2, p. 299-312, jul./dez. 2012.

ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estud. av.**, São Paulo, v. 30, p. 88, p. 77-92, 2016.

ZENG, C.; NIU, D.; LI, H.; ZHOU, T.; ZHAO, Y. Public perceptions and economic values of source-separated collection of rural solid waste: A pilot study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 107, p. 166–173, 2016.

## **2.5. Artigo 5 - Percepção dos Municípios sobre a Coleta de Resíduos Sólidos em Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil<sup>5</sup>**

**Eixo Temático e Tema** - Eixo: Políticas, Programas e Práticas de Educação Ambiental. Tema: Educação Ambiental no Licenciamento e na Gestão de empreendimentos públicos e privados, no saneamento básico e na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**Palavras-Chave:** Educação ambiental; Percepção pública; Resíduos Sólidos.

A coleta de resíduos é um serviço compreendido na gestão de resíduos sólidos urbanos, que está a cargo do poder público municipal e contribui para a limpeza da cidade, além de melhorar as condições de preservação do meio ambiente. Nas palavras de Guerrini et al. (2017, p. 431), “é um serviço público com impacto no meio ambiente, na saúde pública e na aparência de uma área municipal”.

No entanto, para uma coleta de resíduos eficaz, é essencial a participação da população, no correto manuseio dos resíduos em seus domicílios. De acordo com Sousa et al. (2016, p. 2), “a participação da população torna-se fundamental no gerenciamento dos resíduos sólidos” uma vez que é responsável pelas “etapas iniciais de segregação e armazenamento antes da coleta”.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo identificar a percepção dos moradores acerca da coleta de resíduos na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, região Nordeste do Brasil. Para o desenvolvimento do estudo, procedeu-se com pesquisa bibliográfica, seguida da aplicação de 360 entrevistas, realizadas no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017, contemplando domicílios dos 39 bairros da referida cidade. A seleção dos domicílios participantes das entrevistas ocorreu por amostragem aleatória simples (GIL, 2008). O instrumento utilizado para as entrevistas inclui questões relacionadas às atitudes dos respondentes sobre o manuseio de seus resíduos, além de buscar conhecer o que seria necessário, na opinião dos mesmos, para melhorar o serviço em âmbito municipal.

A partir dos dados coletados neste estudo, tem-se os seguintes resultados (FIGURA 1): 64,72% dos entrevistados não sabe o destino dos resíduos, após a coleta ser realizada;

---

<sup>5</sup>Artigo publicado na Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 14, n. 3 – Anais do IX FB EA, p. 27-28, 2017. A revista possui Qualis B2 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Konrad, O.; Hasan, C.

enquanto 35,28% afirmam ter conhecimento de que os resíduos são destinados a um lixão municipal. Sobre a prática de separação de resíduos na fonte, 62,78% afirmaram não separar os resíduos em seus domicílios; 37,22% separam e consideram a segregação entre materiais com potencial reciclável, tais como garrafa pet, outros plásticos, vidro e metal.

Com relação aos materiais com potencial reciclável, 72,50% afirmaram que destinam seus resíduos para a coleta convencional do município; 24,44% doam os materiais para catadores de recicláveis; e 3,06% os vendem. A respeito dos resíduos orgânicos, 59,72% afirmaram que direcionam para a coleta convencional municipal; 21,39% doam para criadores de animais; 17,50% informaram alimentar animais domésticos em casa; 0,83% doam para produção de adubo; e 0,56% admitiram que vendiam tais resíduos.

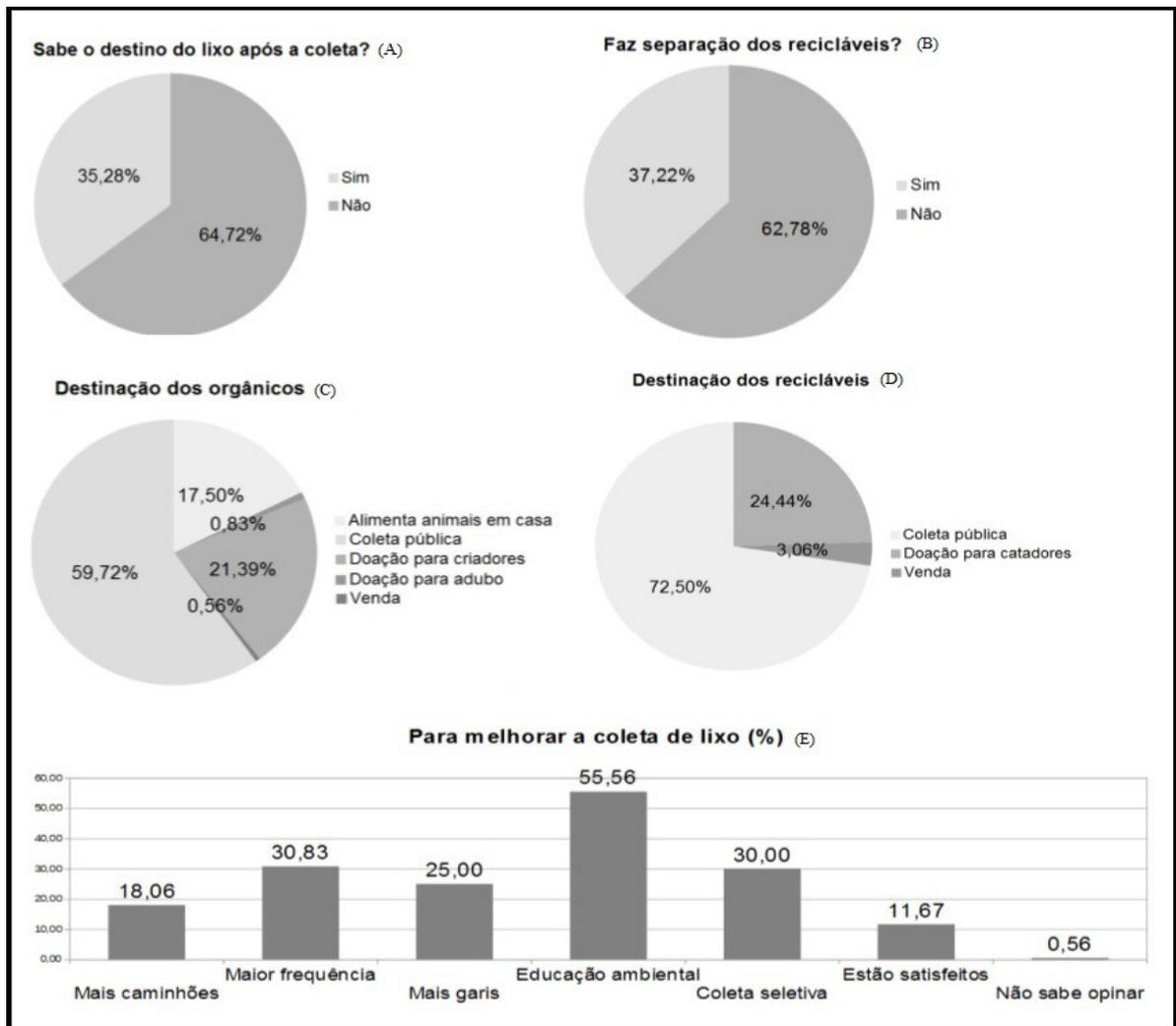
Quando perguntados sobre o que poderia ser feito para melhorar o serviço de coleta de resíduos no município, as respostas foram múltiplas - 18,06% admitiram que a gestão necessitaria adquirir mais caminhões para realizar o transporte dos resíduos; 30,83% acreditam que deve haver maior frequência no serviço de coleta; 25% afirmaram que mais garis deveriam ser contratados; 55,56% admitiram que se deveria investir mais em educação ambiental para a população; 30% acreditam que a implantação da coleta seletiva melhoraria o serviço; 11,67% informaram estar satisfeitos com a coleta; e, 0,56% não souberam opinar.

Destaca-se que a maioria dos entrevistados aponta a educação ambiental como necessária para a melhoria do serviço de coleta. Conforme afirmam Sousa et al. (2016, p. 9): “a prática de gestão de resíduos aliada à educação ambiental voltada à realidade local contribui para a reflexão da comunidade quanto à resolução simplificada e eficiente de problemas locais”. Contudo, ressalta-se que, atualmente, o sistema de coleta adotado na cidade de Juazeiro do Norte é misto e indiferenciado, não havendo, inclusive, instalações para a separação dos resíduos após a coleta.

Assim, observa-se que a prática de segregar os resíduos por parte da população deve ser complementada pela adequação do transporte, tratamento e destinação dos resíduos. A este respeito Liu et al. (2017, p. 132) afirmam que: “se o lixo for classificado quando entregue pelas famílias, mas misturado quando transportado, está longe de se permitir uma reutilização apropriada e segura. Portanto, para melhorar a qualidade dos materiais coletados para recuperação, o lixo classificado deve ser transportado separadamente”. Para tanto, é necessário que se “implementem programas-piloto de separação de resíduos sólidos na fonte e

dediquem esforços para fornecer o serviço de coleta adequado, melhorando a gestão de resíduos sólidos” (ZENG et al., 2016, p. 166).

Figura 1 – Opinião dos entrevistados



Fonte: Pesquisa aplicada.

A partir dos resultados elencados, considera-se necessária a implantação de um sistema adequado de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares no município estudado, aliada à implementação de programas de educação ambiental, voltados à conscientização da população, no tocante aos serviços de coleta e tratamento de resíduos, bem como dos benefícios da recuperação dos materiais com potencial reciclável para a cidade e ao meio ambiente de um modo geral.

## Referências

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. Atlas Novo: São Paulo, 2008.

GUERRINI, A.; CARVALHO, P.; ROMANO, G.; MARQUES, R. C.; LEARDINI, C. Assessing efficiency drivers in municipal solid waste collection services through a non-parametric method. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 431-441, Marc. 2017.

LIU, G.; HAO, Y.; DONG, L.; ZHANG, Y.; ULGIATI, S. An emergy-LCA analysis of municipal solid waste management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 131-143, Maio. 2017.

SOUSA, S.S.; SILVA, I.L.S.; REGO FILHO, A.T.C.; LEMOS, E.J.S.; MEIRA, R.C.S. Percepção dos moradores sobre a gestão dos resíduos sólidos no bairro jardim santarém, em Santarém Pará, Brasil. In: **Anais do 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. PUCRS: Porto Alegre, RS, 2016.

ZENG, C.; NIU, D.; LI, H.; ZHOU, T.; ZHAO, Y. Public perceptions and economic values of source-separated collection of rural solid waste: A pilot study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 107, p. 166-173, Fev. 2016.

## 2.6. Artigo 6 - Motivação Popular para Participação em um Programa de Coleta Seletiva<sup>6</sup>

### Resumo

Este artigo simula a implantação de um programa de coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, no nordeste brasileiro. O objetivo é identificar os fatores que estimulariam a participação da população em um programa de coleta seletiva, caso fosse implementado. O estudo consistiu de duas etapas: na primeira, foram entrevistados 360 munícipes entre os meses de novembro de 2016 a fevereiro de 2017. Os dados coletados foram analisados, através da análise de conteúdo temático-categorial para identificar as categorias principais de motivação para a população pesquisada participar do programa de coleta seletiva. Posteriormente, estimou-se o coeficiente de correlação phi ( $r\phi$ ) para identificar as variáveis motivacionais associadas à participação na coleta seletiva, bem como o coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) para analisar a associação com variáveis socioeconômicas. Como

<sup>6</sup>Artigo em avaliação na Revista Pesquisa em Educação Ambiental. A revista possui Qualis A2 em Ciências Ambientais, avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Matos, M.A.A; Konrad, O.

resultados, observou-se que 84,44% dos respondentes admitiram que participariam da coleta seletiva. De acordo com o coeficiente de correlação phi ( $r\phi$ ), a variável participação na coleta seletiva está mais associada à preocupação com a preservação do meio ambiente. Referindo-se às variáveis socioeconômicas, com base no coeficiente de Spearman ( $\rho$ ), apesar da fraca correlação positiva, foi possível identificar que a maior intenção de participação no programa está associada a população com maiores níveis de escolaridade.

**Palavras-chaves:** Sustentabilidade urbana. Coleta Seletiva. Motivação populacional

### **Population Motivation for Participation in a Selected Collection Program**

#### **Abstract**

This article simulates the implementation of a selective collection program in the city of Juazeiro do Norte, State of Ceará, in northeastern Brazil. The objective is to identify the factors that would stimulate the participation of the population in a selective collection program, if implemented. The study consisted of two stages: first, 360 citizens were interviewed between November 2016 and February 2017. The data collected were analyzed through the analysis of thematic-categorical content to identify the main categories of motivation for the population Participated in the selective collection program. Subsequently, the correlation coefficient phi ( $r\phi$ ) was estimated to identify the motivational variables associated with the participation in the selective collection, as well as the Spearman coefficient ( $\rho$ ) to analyze the association with socioeconomic variables. As results, it was observed that 84.44% of the respondents admitted that they would participate in the selective collection. According to the correlation coefficient phi ( $r\phi$ ), the variable participation in the selective collection is more associated to the concern with the preservation of the environment. Referring to socioeconomic variables, based on the Spearman coefficient ( $\rho$ ), despite the weak positive correlation, it was possible to identify that the highest intention to participate in the program is associated with a population with higher education levels.

**Keywords:** Urban sustainability. Selective collect. Population motivation

## **Motivación Populacional para Participación en un Programa de Colección Selectiva**

### **Resumen**

Este artículo simula la implantación de un programa de recolección selectiva en la ciudad de Juazeiro do Norte, Estado de Ceará, en el nordeste brasileño. El objetivo es identificar los factores que estimularían la participación de la población en un programa de recolección selectiva, si fuera implementado. El estudio consistió de dos etapas: en la primera, fueron entrevistados 360 municipios entre los meses de noviembre de 2016 a febrero de 2017. Los datos recolectados fueron analizados, a través del análisis de contenido temático-categorial para identificar las categorías principales de motivación para la población investigada participar en el programa de recolección selectiva. Posteriormente, se estimó el coeficiente de correlación phi ( $r\phi$ ) para identificar las variables motivacionales asociadas a la participación en la colecta selectiva, así como el coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) para analizar la asociación con variables socioeconómicas. Como resultados, se observó que el 84,44% de los encuestados admitió que participarían en la recolección selectiva. De acuerdo con el coeficiente de correlación phi ( $r\phi$ ), la variable participación en la colecta selectiva está más asociada a la preocupación por la preservación del medio ambiente. En cuanto a las variables socioeconómicas, con base en el coeficiente de Spearman ( $\rho$ ), a pesar de la débil correlación positiva, fue posible identificar que la mayor intención de participación en el programa está asociada a la población con mayores niveles de escolaridad.

**Palabras-claves:** Sostenibilidad urbana. Recogida selectiva. Motivación de la población

### **Introdução**

Considerando-se a crescente geração de resíduos sólidos nos centros urbanos, bem como a maior demanda por locais de disposição final destes resíduos, a implantação de programas de coleta seletiva é um fator que pode contribuir com “ações de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos, colaborando para o ciclo de vida útil da matéria, para a minimização de uso dos recursos naturais, assim como na economia de energia” (CORRÊA et

al., 2015, p. 195). Além disso, a coleta seletiva é importante para as condições de melhoria ambiental e sanitária de um município (BRINGHENTI, 2004).

Não obstante, observa-se que para o êxito dos programas de coleta seletiva é necessária a participação da população (ROCHA, 2012), sendo importante haver intervenção junto ao público-alvo, para que exista motivação de ação popular. Contudo, a maior parte destes programas são implementados baseando-se na “percepção dos técnicos envolvidos, o que faz com que muitos desses projetos não alcance os objetivos propostos, principalmente o de envolver e motivar a participação social” (BRINGHENTI, 2004, p. 23). Conforme destaca Alvarenga (2015, p. 50), no que tange à implantação da coleta seletiva, “a sensibilização e a mobilização da sociedade para participar são consideradas uma das etapas mais importantes e complexas”.

Deste modo, é fundamental investigar os aspectos que se relacionam com a participação popular em programas de coleta seletiva, especialmente na fase de planejamento das ações, buscando minimizar o inconveniente da não participação efetiva da população e o consequente fracasso das atividades vinculadas à coleta seletiva (CORRÊA et al., 2015). Neste contexto, este artigo teve por objetivo determinar os fatores que influenciam a participação da população em um programa de coleta seletiva, na cidade de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, no nordeste brasileiro, caso fosse implementado.

Ressalta-se que Juazeiro do Norte não possui coleta seletiva de resíduos sólidos em âmbito municipal. As atividades de manejo dos resíduos são realizadas por uma empresa terceirizada, contratada pela Prefeitura Municipal, cujos serviços consistem em coletar porta a porta os resíduos domiciliares, indiferenciados, bem como os resíduos comerciais e públicos, e, posteriormente, realizar a disposição final (SEMASP, 2013).

### **Breve referencial teórico**

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004, p.7), os resíduos sólidos (RS) são definidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Ainda segundo a mesma NBR, é possível classificá-los, quanto à natureza, em (ABNT, 2004, p. 3 a 5):

Resíduos de Classe I – Perigosos: Aqueles que apresentam periculosidade. [...] características descritas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Resíduos Classe II – Não Perigosos

Resíduos classe II A – Não inertes: resíduos sólidos ou misturas de resíduos sólidos que não se enquadram na classe I – perigosos ou na classe II B – inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B – Inertes: resíduos sólidos ou misturas de resíduos sólidos que, quando amostrados e submetidos a um contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada à temperatura ambiente, não apresentem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspectos cor, turbidez, dureza e sabor.

De acordo com Tchobanoglous (*apud* CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002), são elementos funcionais das atividades gerenciais ligadas aos resíduos sólidos: geração, acondicionamento, coleta, estação de transferência ou transbordo, processamento e recuperação, e, finalmente, disposição final.

A geração dos resíduos varia, em uma sociedade, conforme fatores como renda, estrato social, época do ano, dentre outros. O acondicionamento consiste no processo de remover os resíduos, utilizando-se sacos plásticos, contêineres e tambores, por exemplo. A coleta compreende o percurso realizado pelo veículo para a remoção dos resíduos, desde a garagem, passando pelos pontos de recolhimento dos resíduos, local de descarga e seu retorno à garagem. Pode ser classificada em: sistema especial de coleta de resíduos, para o caso de resíduos contaminados, e sistema de coleta de resíduos não contaminados, subdividindo-se em coleta convencional e seletiva. No caso da localidade possuir coleta seletiva, os resíduos recicláveis são direcionados para locais de tratamento e recuperação; os rejeitos seguem para o destino final. Na coleta convencional, os resíduos em sua totalidade são encaminhados para disposição final (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

Para remoção dos resíduos recicláveis, pode-se optar pela coleta domiciliar ou em Pontos de Entrega Voluntária, utilizando neste último caso de recipientes específicos, coloridos de acordo com a padronização internacional (CONAMA, 2001):

- Azul: papel/papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;
- Laranja: resíduos perigosos;

- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

A coleta seletiva é a recolha de resíduos recicláveis secos separados na sua fonte de geração, tais como papel, papelão, latas, vidros, plásticos, entre outros (ABNT, 1993). No Brasil, este tipo de coleta teve seus primeiros registros em 1983, no Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente no município de São Gonçalo. A segregação dos resíduos sólidos passou a permitir o seu reaproveitamento na cadeia produtiva, por meio da reciclagem. As iniciativas de coleta seletiva foram, então, disseminadas para os demais Estados do país, como uma alternativa para o enfrentamento da questão dos resíduos sólidos. (LIMA, 2001).

Contudo, muitos são os obstáculos para implementação da coleta seletiva, destacando-se: dificuldade na comercialização dos materiais recicláveis; inexistência de infraestrutura para estocar estes materiais; falta de veículos específicos para a coleta seletiva; dependência dos catadores em função da estrutura da prefeitura; dificuldade de recursos financeiros para a compra dos equipamentos necessários para o manuseio dos materiais coletados, como por exemplo a aquisição da prensa (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Oliveira (2005, p. 30 - 31), em estudo realizado com o intuito de apresentar os benefícios de um programa de coleta seletiva para a sociedade, economia e meio ambiente, apontou vantagens e desvantagens na implantação.

#### Vantagens:

Inclusão social e geração de empregos formais e informais de catadores no processo de coleta nas ruas e triagem dos materiais recicláveis;  
Diminuição das áreas e dos custos com aterros, dada a redução de resíduos dispostos, culminando na retirada de quase meia tonelada de recicláveis do resíduo urbano;  
Discussão sobre a questão ambiental com a população, atentando para a necessidade de preservação da natureza, desenvolvendo consciência ambiental;  
Redução do tempo e dos gastos com a coleta regular, pois os resíduos recicláveis são recolhidos pelos coletores específicos;  
Auxílio na limpeza das cidades, pela redução de resíduos a serem descartados em vias públicas, gerando sujeira e obstrução dos canais de águas pluviais;  
Incentivo ao crescimento das indústrias de reciclagem, pela reintrodução de materiais recicláveis como matéria-prima secundária;  
Melhoria da qualidade dos materiais recicláveis recuperados, graças à segregação na origem da geração do resíduo, reduzindo o risco de qualquer contaminação.

#### Desvantagens:

Elevado custo de transporte e coleta, devido à necessidade de caminhões especiais, que realizam a rota do reciclável em dias diferentes dos da coleta regular,

Necessidade de uma central de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo: papel, papelão, vidro transparente, vidro colorido, etc.

Apesar do número de vantagens ser superior às desvantagens, ainda pesam as questões financeiras de custos para implantação e manutenção de um sistema de coleta seletiva, que resulta mais oneroso que a coleta convencional para o município (RODRIGUES et al., 2017). Contudo, admite-se que a existência de estrutura de coleta de resíduos eficiente, somada à atividade dos catadores, e à participação da população atendida, tem potencial de colaborar com a implementação de novos projetos que possam melhorar os serviços prestados, gerar benefícios monetários, economia de energia, redução de emissões, minimização dos problemas de saúde e gastos públicos (FAM; KAR, 2012), “trazendo ganhos significativos em termos sociais, ambientais e econômicos” (MARCONDES, 2012, p.71).

## **Materiais e Métodos**

Nesta investigação foi realizado um estudo de caso na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, no nordeste do Brasil. Para tanto, a metodologia utilizada consistiu na aplicação de 360 entrevistas domiciliares nos 39 bairros da referida cidade, durante os meses de novembro de 2016 a fevereiro de 2017.

Ao longo das entrevistas, os munícipes foram perguntados se teriam interesse em participar de um programa de coleta seletiva de resíduos sólidos, em âmbito municipal, caso fosse implantado. Em seguida, questionou-se a respeito dos motivos pelos quais participariam do hipotético programa. As perguntas foram realizadas de modo aberto, para conhecer a opinião dos participantes e evitar tendenciosidade nas respostas.

A análise de dados teve uma primeira abordagem qualitativa, baseando-se no método de análise de conteúdo temático-categorial (BARDIN, 2011), com o qual foi possível identificar as categorias principais de motivação para a população pesquisada participar de um programa de coleta seletiva.

A análise categorial temática funciona em etapas, por operações de desmembramento do texto em unidades e em categorias para reagrupamento analítico posterior, e comporta dois momentos: o inventário ou isolamento dos elementos e a classificação ou organização das mensagens a partir dos elementos repartidos (SOUZA Jr, 2010, p. 34).

Posteriormente, foi realizado o tratamento estatístico, através do programa *Data*

*Analysis and Statical Software* - Stata, versão 11. Procedeu-se a aplicação do coeficiente phi ( $r\phi$ ), que permite identificar a associação de variáveis dicotômicas, através da atribuição de valores binários (AYRES et al., 2007; DAVENPORT; EL-SANHURRY, 1991; SIEGEL, S.; CASTELLAN, 1988).

A variável dependente foi a intenção de participação na coleta seletiva de resíduos sólidos, quantificada numericamente pelo código: 0 (zero) para não participação e 1 (um) para participação. Foram excluídas da amostra os participantes que não opinaram a respeito.

Como variáveis independentes, foram utilizadas as “categorias motivacionais”, obtidas por meio da análise de conteúdo temático-categorial, a respeito dos fatores que motivam a participação da população no programa de coleta seletiva, apresentados pelos entrevistados e expostos dentro da seção de resultados e discussão deste trabalho. Para cada categoria atribuiu-se um código numérico: 0 (zero) para o caso do participante não ter admitido a variável como motivo para participação da coleta seletiva e 1 (um) para o caso afirmativo.

O coeficiente phi ( $r\phi$ ) é apresentado no intervalo de 0 a 1, sendo 0 para o caso de variáveis que são totalmente independentes, ou seja, que não possuem associação entre si; e, sinaliza maior associação quanto mais próximo de 1 for valor do coeficiente (STATISTICS SOLUTIONS, 2017).

Adicionalmente, estimou-se o coeficiente de Spearman (*Spearman rank-order coefficient*), com o intuito de identificar a associação da decisão de participação em um programa de coleta seletiva com variáveis socioeconômicas. De acordo com Bernad-Betrán et al. (2014), em estudos desta natureza, geralmente, são consideradas características socioeconômicas como idade, renda, nível de estudos, gênero e participação em outros sistemas de coleta. Na presente pesquisa, em função da disponibilidade de dados, foram relacionadas as variáveis socioeconômicas: “Idade”, “Renda” e “Escolaridade”. As referidas variáveis foram categorizadas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis independentes socioeconômicas

Variáveis		Rank
Idade	18 a 25 anos	1
	26 a 35 anos	2
	36 a 50 anos	3
	51 a 65 anos	4

	Acima de 65 anos	5
Renda	Até 1 salário-mínimo	1
	1 a 3 salários-mínimos	2
	3 a 5 salários-mínimos	3
	5 a 10 salários-mínimos	4
	Acima de 10 salários-mínimos	5
Escolaridade	Não escolarizado	1
	Ensino fundamental	2
	Ensino médio	3
	Ensino técnico	4
	Graduação	5
	Pós-graduação	6

Fonte: Elaboração própria.

O coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) adequa-se para estudos em que os dados das observações da amostra são passíveis de ordenação em categorias ou *ranks*. O resultado do coeficiente pode variar entre -1 e 1. O maior grau de associação entre as variáveis evidencia-se com resultados do coeficiente mais próximos dos extremos e o sinal representa o sentido da variação da relação (AYRES et al., 2007; SIEGEL, S.; CASTELLAN, 1988).

## Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentam-se os resultados provenientes do presente estudo. Inicialmente, descrevem-se os dados referentes às variáveis socioeconômicas da comunidade pesquisada, relativamente à: idade, renda e escolaridade. Posteriormente, apresenta-se a opinião dos respondentes a respeito da participação em um programa de coleta seletiva, incluindo-se os motivos pelos quais participariam da atividade, bem como são expostas as categorias motivacionais da participação no programa de coleta seletiva de resíduos. Por fim, por meio da estimação do coeficiente de correlação de variáveis, apresentam-se os fatores associados à decisão de participação no referido programa.

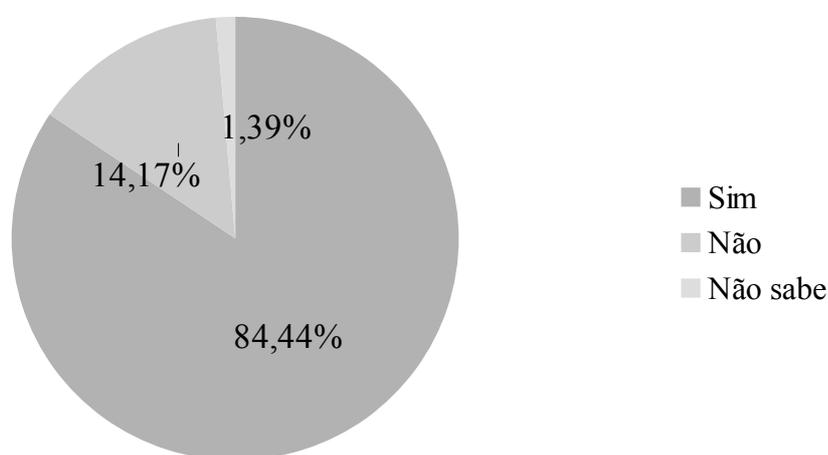
### Perfil dos respondentes e interesse de participação na coleta seletiva

Segundo dados coletados nas entrevistas, o perfil dos entrevistados corresponde a: 39,72% possuem idade entre 18 e 35 anos, 23,34% de 36 a 50 anos, 36,11% acima de 50 anos, e, 0,83% não responderam; 62,50% percebem renda mensal de até 1 (um) salário-mínimo, 34,16% de 1 (um) a 5 (cinco) salários-mínimos, 1,95% acima de 5 (cinco) salários, e, 1,95%

não revelaram seus rendimentos mensais; com relação à educação, 12,78% se auto declararam não escolarizados, 35,83% possuem o ensino fundamental, 33,61% admitiram possuir o ensino médio completo, 13,33% possuem nível técnico/graduação, enquanto 3,89% afirmaram possuir pós-graduação, e, 0,56% não informaram seu grau de escolaridade.

A respeito da pergunta central realizada durante as entrevistas: Se o entrevistado teria interesse em participar de um programa de coleta seletiva, caso fosse implantado em âmbito municipal, na cidade de Juazeiro do Norte. Os resultados podem ser observados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Participação na coleta seletiva



Fonte: Elaboração própria

Dos respondentes, 84,44% admitiram que participariam da coleta seletiva; 14,17% informaram que não participariam; e, 1,39% disseram que não sabiam opinar a respeito. Considerando os inquiridos que admitiram que participariam do programa de coleta seletiva no município, foi-lhes perguntado por qual razão participariam. Foram obtidas respostas diversas, que, após análise categorial temática, foram agrupadas em categorias motivacionais (QUADRO 2) para a participação no programa da coleta seletiva, quais sejam: 1 - Preservação do meio ambiente; 2 - Limpeza da cidade; 3 - Reciclagem; 4 - Qualidade de vida da população; e, 5 - Saúde.

Quadro 2 – Categorias motivacionais da participação na coleta seletiva, por ordem de importância

Respostas destacadas	Categorias Motivacionais
----------------------	--------------------------

<p>“Acredita ser uma alternativa sustentável para o meio ambiente”; “Porque seria importante para o meio ambiente”; “Para promover a redução de impactos ao meio ambiente pois os resíduos teriam um destino mais adequado”; “Porque seria bom para proteger o meio ambiente”; “Porque iria preservar o meio ambiente”.</p>	<p>Preservação do meio ambiente</p>
<p>“Porque a cidade ficaria melhor”; “Com a coleta seletiva a cidade ficava mais limpa”; “Porque o serviço de coleta seria mais organizado”; “Seria mais higiênico e menos perigoso”; “Melhoraria a limpeza da cidade”; “Melhora a cidade, mais organizada e limpa”; “Porque estaria ajudando a melhorar a limpeza urbana do município”.</p>	<p>Limpeza da cidade</p>
<p>“Porque serve para aproveitar outras coisas (resíduos)”; “Porque o material (resíduos) seria reaproveitado”; “Porque o resíduo gerado seria novamente aproveitado”; “O resíduo poderá retornar ao ciclo de produção”; “A coleta seletiva facilita a reciclar o lixo”; “Porque a reciclagem é importante e ajudaria as pessoas”.</p>	<p>Reciclagem</p>
<p>“Porque é o melhor para o bem-estar da população”; “Seria melhor para a população”; “Porque ajudava a mim e aos outros a ter melhor condição de vida”; “Melhoraria a vida de todo mundo”; “É algo que traz melhoria para a população”; “Devido à importância para uma melhor qualidade de vida da população”.</p>	<p>Qualidade de vida da população</p>
<p>“Seria mais saudável”; “É bom para a saúde do povo”; “A coleta seletiva seria menos prejudicial à saúde”; “Reduziria a dispersão de vetores de doenças nas ruas”; “Seria bom para a saúde da população”; “Evita problemas como disseminação de vetores de doenças vindos do lixo”.</p>	<p>Saúde</p>

Fonte: Elaboração própria.

As respostas dos inquiridos foram, então, tabuladas, e dispostas em termos percentuais, conforme seguem: 49,34% afirmaram que participariam do programa de coleta seletiva de resíduos pois seria importante para a preservação do meio ambiente; 27,30% admitiram que participariam por possuir preocupação com a limpeza da cidade e organização do serviço de coleta; 11,51% mencionaram que seria importante para possibilitar o reaproveitamento de materiais, por meio da reciclagem; enquanto 7,57% afirmaram que contribuiriam para melhorar a qualidade de vida da população; e, 4,28% informaram que participariam em prol da saúde da população.

Em estudos similares, os fatores motivacionais relacionados à participação da população na coleta seletiva foram similares, destacaram-se: preservação ambiental, reciclagem, melhoria da qualidade de vida da população, limpeza urbana, educação da população, geração de emprego e renda para catadores, maior facilidade na coleta dos

resíduos e disposição adequada dos resíduos (BRINGHENTI, 2004; MAIA et al., 2012; SOARES, 2015).

Segundo Crespo (2003, p. 69), a população percebe mais facilmente a relação entre qualidade de vida, saúde e meio ambiente, quando o assunto é motivação “para proteger o meio ambiente e conservar os recursos naturais”. Por outro lado, Arbués e Villanúa (2016) reforçam que quando a população possui conhecimentos dos processos da reciclagem, e seus benefícios, mostra-se mais interessada em participar dos programas de coleta seletiva.

Dentre os entrevistados que informaram que não participariam da coleta seletiva tem-se que: 47,06% não justificaram o porque da negativa; 33,34% afirmam que não possuem tempo para participar da coleta seletiva; 11,76% admitiram não possuir interesse na atividade; 3,92% informaram que não participariam pois já destinam os resíduos para catadores de materiais, que coletam porta a porta; 1,96% admitiram não possuir incentivo; e, 1,96% afirmaram que não participariam pois separar os resíduos demanda demasiado trabalho. A partir destes dados, pode-se perceber a ausência de interesse de uma parcela da população pela temática da coleta seletiva, ainda que se trate da minoria dos respondentes. Contudo, para que os programas de coleta seletiva tenham sucesso é primordial a vontade de participar da população. Neste sentido, o envolvimento dos cidadãos é necessário para os referidos programas se tornarem efetivos (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011).

Perrin e Barton (2001), em um estudo realizado no Reino Unido, com o objetivo de conhecer os fatores que influenciam as atitudes da população em participar de programas para a recuperação de materiais recicláveis, os respondentes admitiram que a principal barreira para a reciclagem é a inconveniência/falta de tempo. Nos estudos de Garcés et al. (2002), desenvolvidos na Espanha, os autores perceberam efeitos negativos para a participação nas atividades de coleta seletiva e reciclagem, apontadas pelos participantes, tais como: falta de tempo e disponibilidade de espaço para armazenar os recicláveis em casa, ou ainda, a distância entre o domicílio e a localização do contentor.

### **Fatores motivacionais associados à participação na coleta seletiva**

A respeito dos fatores associados à participação da população no hipotético programa de coleta seletiva (TABELA 1), em Juazeiro do Norte, estimou-se o coeficiente phi ( $r\phi$ ), considerando as variáveis independentes: Preservação do meio ambiente, Limpeza da cidade,

Reciclagem, Qualidade de vida da população e Saúde. Estas variáveis foram obtidas após a análise categorial temática apresentada no tópico anterior. Deste modo, para a variável dependente tem-se: Participa (sim = 1, não = 0) e o motivo pelo qual cada inquerido afirmou participar corresponde a: Preservação do meio ambiente (sim = 1, não = 0); Limpeza da cidade (sim = 1, não = 0), Reciclagem (sim = 1, não = 0), Qualidade de vida da população (sim = 1, não = 0) e Saúde (sim = 1, não = 0).

Tabela 1 – Correlação das variáveis motivacionais

Variáveis	<i>Participação na coleta seletiva*</i>	
	Coefficiente de Correlação Phi ( $r\phi$ )	Significância
Preservação do Meio ambiente	0,3450	0,0000**
Limpeza da cidade	0,2309	0,0000**
Reciclagem	0,1379	0,0102***
Qualidade de vida	0,1071	0,0465***
Saúde	0,0815	0,1310****

Fonte: Elaboração própria. \*variável dependente com 346 respostas válidas (sim/não); \*\*/\*\* significativos a 1% e 5%, respectivamente; \*\*\*\* relação não significativa.

De acordo com a Tabela 1, constata-se que a variável motivacional Saúde não se apresentou estatisticamente significativa (0,1310) para ser associada à participação na coleta seletiva, neste estudo. A variável Preservação do meio ambiente resultou significativa, em um intervalo de 1% de nível de confiança (0,0000). Deste modo, constata-se que a referida variável possui correlação com a variável dependente. Com base no coeficiente phi ( $r\phi$ ), a decisão de participação na coleta seletiva possui maior associação com a variável Preservação do meio ambiente (0,35), quando comparada com os coeficientes apresentados para as demais variáveis do estudo.

Com relação à variável Limpeza da cidade, foi averiguada uma associação relativamente moderada com a participação na coleta seletiva (0,2309). O nível de significância estatística (0,0000) foi obtido em um intervalo de 1% de nível de confiança. As variáveis Reciclagem (0,0102) e Qualidade de vida (0,0465) se apresentaram significativas a um intervalo de 5% de confiança. Ambas exprimiram uma fraca associação com a participação na coleta seletiva, baseando-se nos coeficientes phi ( $r\phi$ ) de 0,14 e 0,11, respectivamente.

Em consonância com os resultados desta análise, Perrin e Barton (2001) afirmaram que as unidades familiares estão mais motivadas a participar de programas de coleta seletiva principalmente pela questão ambiental. Corroborando com esta assertiva, Garcés et al. (2002) admitiram que a consciência dos impactos ambientais ocasionados pelos resíduos urbanos representa uma influência positiva na ação de reciclar dos indivíduos, motivando-os a participar de programas de coleta seletiva. Assim como Arbués e Villanúa (2016) enfatizaram que a preocupação ambiental tem grande influência na probabilidade de participação em programas de coleta seletiva de resíduos domésticos.

### **Análise da associação de fatores socioeconômicos**

Para analisar a associação das variáveis qualitativas socioeconômicas à participação na coleta seletiva, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ). Os resultados estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Correlação das variáveis socioeconômicas

Variáveis	<i>Participação na coleta seletiva*</i>	
	Coeficiente de Correlação de Spearman ( $\rho$ )	Significância
Idade	-0,0169	0,7545**
Renda	0,0877	0,1034**
Escolaridade	0,1096	0,0417***

Fonte: Elaboração própria. \*variável dependente com 346 respostas válidas (sim/não); \*\* variável não significativa; \*\*\* variável estatisticamente significativa a 5%.

Observando-se a Tabela 2, admite-se que as variáveis Idade e Renda não foram estatisticamente significativas para confirmar associação com a variável dependente, com base no P valor de 0,7545 e 0,1034, respectivamente.

A variável Escolaridade apresentou significância estatística a um intervalo de 5% de confiança. Analisando-se o coeficiente ( $\rho$ ) obtido de 0,1096, pode-se afirmar que houve uma fraca associação da referida variável com a decisão de participação na coleta seletiva. Entretanto, com base no sinal positivo da correlação, é possível estabelecer que as categorias mais elevadas de escolaridade estão mais associadas com a intenção de participação na coleta seletiva. Este resultado apresenta-se em consonância com estudos similares, em que o nível de escolaridade exerce efeito positivo na decisão de participação em programas envolvendo

coleta seletiva e reciclagem de resíduos (CZAJKOWSKI et al., 2014; ARBUÉS; VILLANÚA, 2016).

### **Considerações Finais**

A partir dos resultados elencados neste estudo, constatou-se que, considerando-se a amostra consultada em Juazeiro do Norte, caso fosse implantado um programa de coleta seletiva na cidade, a maior parcela da população demonstrou que teria interesse em participar das atividades (84,44%), sendo motivada por fatores vinculados à preservação ambiental, limpeza da cidade, ao reaproveitamento de materiais com potencial reciclável, a melhor qualidade de vida e saúde da população.

Com base na análise de correlação das variáveis, através do coeficiente phi ( $r\phi$ ), a participação na coleta seletiva apresentou maior associação com a Preservação do meio ambiente; está moderadamente associada à variável Limpeza da cidade; e possui fraca associação com as variáveis Reciclagem e Qualidade de vida da população. De acordo com o coeficiente de Spearman ( $\rho$ ), as variáveis idade e renda não se mostraram estatisticamente significativas. Com relação à escolaridade, apesar de o coeficiente obtido refletir uma fraca correlação, pode-se afirmar que os maiores níveis de escolaridade estão mais associados à intenção de participação na coleta seletiva.

Com relação aos não interessados em participar da coleta seletiva (14,17%), os motivos destacados para não participação foram: falta de tempo; falta de interesse; doação dos materiais para catadores; falta de incentivo; porque dá trabalho separar. Ressalta-se que embora a maioria dos entrevistados tenha apresentado interesse em participar do programa proposto, outros estudos relataram que há distanciamento entre a manifestação de interesse e a atitude da população na participação em programas de coleta seletiva (BRINGHENTI, 2004; SANTANA, 2013). Faz-se necessário, portanto, o investimento em campanhas de educação e orientação para motivar a população de forma assertiva, provocando o interesse pela temática da coleta seletiva, bem como a participação necessária para que o programa, uma vez implantado, seja exitoso e tenha continuidade.

### **Referências**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004

ALVARENGA, J. C. F. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 2, n. 1, p. 45-66, Jan./Abr. 2015.

ARBUÉS, F.; VILLANÚA, I. Determinants of behavior toward selective collection of batteries in Spain. A bivariate probit model. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 106, p. 1–8, Jan. 2016.

AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 5 ed. Editora Sociedade Civil Mamirauá, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BERNAD-BELTRÁN, D; SIMÓ, A; BOVEA, MD. Attitude towards the incorporation of the selective collection of biowaste in a municipal solid waste management system. A case study. **Waste Management**, v. 34, n. 12, p. 2434-2444, Dez. 2014.

BRINGHENTI, J. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**: aspectos operacionais e da participação da população. [Tese de Doutorado]. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, 2004.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Eng Sanit Ambient.**, v. 16, n. 4, p. 421-430, Out/dez. 2011.

CONAMA. **Resolução Nº 275/2001**. 25 de abril de 2001. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

CORRÊA, L. B.; HERNANDES, J. C.; SANTOS, C. V. SANTOS, W. M.; COLARES, G. S.; CORRÊA, E. K. Análise social de um Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares. **Revista Monografias Ambientais**. v. 14, n 2, p. 193-201, Maio/ago. 2015.

CRESPO, S. Uma visão sobre a evolução da consciência ambiental no Brasil nos anos 1990. In: TRIGUEIRO, A (Org.). **Meio ambiente no século 21**: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 58 a 73.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v.9, n.2, p. 143-161, Ago. 2002.

CZAJKOWSKI, M.; KADZIELA, T.; HANKEY, N. We want to sort! Assessing households' preferences for sorting waste. **Resour. Energy Econ.**, v. 34, n. 1, p. 290–306, 2014.

DAVENPORT, E. C.; EL-SANHURRY, N. A. Phi/Phimax: Review and Synthesis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 51, p. 821-828, 1991.

FAM, L.; KAR, I. Analysis of the potential of municipal solid waste in Brazil. **Environmental Development**. v. 4, p. 105–113, 2012.

GARCÉS, C.; LAFUENTE, A.; PEDRAJA, M.; RIVERA, P. Urban Waste Recycling Behavior: Antecedents of Participation in a Selective Collection Program. **Environmental Management**, v. 30, p. 378-390, 2002.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Ed. Inspira Comunicação e Design, Campina Grande/PB, 2001.

MAIA, H. L.; SILVA, P. A., CAVALCANTE, L. S., SOUZA, M., SILVA, M. P. Coleta seletiva: benefícios da sua implantação no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. **POLÊMICA**, v. 12, n.2, p. 352-368, Jun. 2013.

MARCONDES, C. A. **A coleta seletiva na cidade de Porto Alegre: uma visão sobre o meio ambiente, economia e renda dos catadores**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, C. P. **A coleta seletiva de lixo no município de Santa Gertrudes/SP e seus benefícios socioeconômicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PERRIN D, BARTON J. Issues associated with transforming household attitudes and opinions into material recovery: A review of two kerbside recycling schemes. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 22, p. 61-74, 2001.

PEARSON, H. C.; DAWSON, L. N.; BREITKOP, C. R. Recycling attitudes and behavior among a clinic-based sample of low-income Hispanic women in Southeast Texas. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. e34469, Abr. 2012.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. COLETA SELETIVA DE LIXO DOMICILIAR - ESTUDO DE CASOS. **Caminhos de Geografia**. v. 1, n. 2, p. 50 – 69, Dez/2000.

RIOUX, L. Promoting pro-Environmental Behaviour: Collection of Used Batteries by Secondary School Pupils. **Environmental Education Research**, v. 17, n. 3, p. 353–373, 2011.

ROCHA, D. L. Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas – Bahia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 44, p. 140–155, Dez/2012.

RODRIGUES, L. C.; MARIN, S. R.; ALVARENGA, S. M. RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM FLORIANÓPOLIS/SC: UM ESTUDO DE CASO. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 470-486, Abr./Set. 2017.

SANTANA, H. C. **Percepção, motivações e barreiras dos moradores para participação**

**em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares na microrregião de Ouro Preto (MG).** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Ouro Preto. 2013.

SEMASP – Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos** – PGIRSU. Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte: Juazeiro do Norte, 2013.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N.J. **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**, McGraw-Hill, 1988.

SOARES, K. H. **Proposta de um plano de melhorias para o sistema de coleta seletiva realizada no município de Brusque – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade do Vale do Itajaí. 2015.

SOUZA JÚNIOR M. B. M.; TAVARES DE MELO, M. S.; SANTIAGO, M. E. A Análise de conteúdo como forma de tratamento dos dados numa pesquisa qualitativa em educação física escolar. **Movimento**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 31-49, jul./set. 2010.

STATISTICS SOLUTIONS. **Nominal variable association**. 2017. Disponível em: <<http://www.statisticssolutions.com/nominal-variable-association/>>. Acesso em: 29 Jun. 2017.

WANG, Z.; ZHANG, B.; YIN, J.; ZHANG, X. Willingness and behavior towards e-waste recycling for residents in Beijing city, China. **J. Cleaner Product.**, v.19, p. 977–984, 2011

## **2.7. Artigo 7 - Avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em um Município no Nordeste Brasileiro: Aplicação de Indicadores para a Gestão Sustentável<sup>7</sup>**

### **Resumo**

Este artigo apresenta uma avaliação sobre a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU em Juazeiro do Norte, no Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, com base nos preceitos da sustentabilidade ambiental, econômico e social, bem como na aplicação de oito indicadores da gestão sustentável de resíduos sólidos. Inclui, ainda, uma prospecção de ações futuras da gestão municipal referente ao gerenciamento dos resíduos urbanos na referida localidade. Os métodos utilizados foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo, envolvendo o inquérito de três representantes de órgãos municipais vinculados à gestão dos resíduos sólidos, entrevista ao presidente de uma associação de catadores atuante no município, além de visita ao local de disposição final dos resíduos. Realizou-se análise de

<sup>7</sup>Artigo em avaliação na Revista Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science. A revista possui Qualis B1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Konrad, O.; Matos, M.A.A.

conteúdo dos dados obtidos. Como resultados, constatou-se que o município possui um estágio médio de desenvolvimento sustentável no tocante à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, tendo sido percebidas dificuldades sob as óticas da sustentabilidade ambiental, econômica e social. Dentre outros quesitos, evidenciou-se que o município carece de uma infraestrutura mais eficiente e ambientalmente adequada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos, especialmente relacionando-se: à coleta de resíduos com potencial reciclável, visando sua valorização; e, à disposição final dos resíduos não passíveis de reaproveitamento.

Palavras-chaves: resíduos sólidos urbanos; gestão sustentável; sustentabilidade urbana.

### **Introdução**

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é uma ferramenta importante que contribui para o desenvolvimento sustentável, possibilita a diminuição ou a não geração de impactos ambientais, bem como a valorização dos recursos naturais por meio do reuso e da reciclagem, proporcionando, ainda, oportunidade de trabalho e renda, em uma perspectiva de ganhos sociais, ambientais, econômicos e técnico-operacionais (CEARÁ, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei N.º 12.305/2010, em seu Art. 3º, Inciso XI, define a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010, p. 2).

Embora a PNRS institua a responsabilidade de forma compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos aos geradores de resíduos, quais sejam: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, Art. 3º, inciso XVII), os municípios brasileiros é quem, de fato, têm a incumbência de realizar sua gestão, embora com problemas resultantes da disposição ambientalmente inadequada destes resíduos. Deste modo, reconhece-se a necessidade de se formular “estratégias gerenciais, técnicas, financeiras, operacionais, urbanas e socioambientais” (MMA; ICLEI - Brasil, 2012, p.10) para o seu enfrentamento. Para Aparcana (2017, p. 593):

O setor de gerenciamento de resíduos sólidos municipais (*municipal solid waste management - MSWM*) representa um grande desafio para os países de baixa e média renda, devido a questões ambientais e socioeconômicas significativas,

envolvendo a rápida urbanização, seus sistemas de MSWM e a existência do setor informal de resíduos.

Não obstante, para que se possa orientar subsídios e definir diretrizes para os Planos de Gestão de Resíduos Sólidos, é necessário identificar as condições municipais de gestão e gerenciamento. Diante do exposto, este artigo teve por objetivo realizar uma avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Juazeiro do Norte, Ceará, incluindo-se uma prospecção de ações futuras da gestão municipal e uma análise sob as óticas da sustentabilidade ambiental, econômica, social e cultural.

### **Procedimentos Metodológicos**

Juazeiro do Norte é um município situado na Região Metropolitana do Cariri, mesorregião sul do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, com área territorial de 248,55 km<sup>2</sup>. Segundo os dados do Censo de 2010, a população correspondia a 249.939 habitantes, dos quais 96,07% eram residentes na área urbana do município, distribuídos em 66.731 domicílios particulares urbanos (IPECE, 2016). No ano 2017, a população estimada era 270.383 habitantes (IBGE, 2017).

Para desenvolvimento do presente estudo, procedeu-se com uma análise da gestão de resíduos sólidos em Juazeiro do Norte – CE, considerando caracterizar o município, suas variáveis políticas e ambientais, bem como coletar informações referentes à gestão dos resíduos sólidos urbanos, seu modelo estratégico e identificação de limitações, com base nos preceitos da sustentabilidade ambiental, econômica e social. Realizou-se, ainda, a aplicação de oito indicadores de sustentabilidade com vistas a fornecer a avaliação do sistema de gestão de resíduos sólidos.

Esta etapa do estudo foi desenvolvida com base em pesquisa documental e pesquisa de campo. Na pesquisa documental, houve consulta a dados secundários, disponibilizados pelo Ministério das Cidades, por meio do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos; acesso a leis, regulamentos, itinerários do serviço da coleta de resíduos gerida pelo município; dentre outros registros.

Em uma consulta prévia ao Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, constatou-se que o município de Juazeiro do Norte possui como órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos a Autarquia de Meio Ambiente de Juazeiro do Norte – Amaju, que é

vinculada à Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos – Semasp. A partir desta informação, a pesquisa de campo ocorreu em quatro fases:

1. Aplicação de um questionário ao Superintendente da Amaju, ao Diretor de Licenciamento Ambiental do município e ao Secretário de Meio Ambiente municipal, por se tratarem de atores envolvidos com a gestão dos resíduos sólidos em Juazeiro do Norte;
2. Entrevista com o presidente da Associação de Catadores Engenho do Lixo, a maior associação atuante no município;
3. Visita ao local de disposição final dos resíduos da cidade, "Lixão da Palmeirinha"; e,
4. Avaliação do sistema de gestão, tendo por base a aplicação dos indicadores da gestão sustentável de resíduos sólidos.

As atividades de campo foram desenvolvidas durante os meses de março, abril e maio de 2016. Na avaliação do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos, foram utilizados os preceitos da sustentabilidade ambiental, econômica e social, além de oito indicadores, conforme relacionam Castro, Silva e Marchand (2015, p. 418):

1. Configuração do sistema (estrutura organizacional);
2. Infraestrutura (instalações e equipamentos);
3. Sustentabilidade financeira;
4. Prestação dos serviços (coleta, transporte, manejo e disposição final);
5. Aspectos organizacionais;
6. Extensão social (integração entre o sistema e a sociedade);
7. Conformidade legal (frente à legislação pertinente); e,
8. Impactos ambientais.

Os estágios para avaliação de cada indicador variaram de "Estágio Ideal" para "Estágio Crítico", conforme segue (CASTRO; SILVA; MARCHAND, 2015, p. 418-419):

- (EI) Estágio Ideal, que corresponde ao valor 2, situação em que "os critérios apresentam total conformidade aos preceitos da gestão sustentável dos RSU";

- (EF) Estágio Favorável, correspondente ao valor 1, em que "os critérios encontram-se atendidos acima do que se considerou elementar ou neutro, mas com indicativos de melhora";
- (EA) Estágio de Atenção, ou valor 0, quando "os critérios se representam de forma elementar para o funcionamento do sistema, em nível funcional, operacional e gerencial, mas sem indicativos de processos de gestão propriamente ditos";
- (ED) Estágio Desfavorável, que corresponde ao valor -1, em que "os critérios, ainda que parcialmente presentes, não suprem as próprias demandas do sistema ou ainda interferem na qualidade do mesmo"; e,
- (EC) Estágio Crítico, correspondente ao valor -2, quando "os critérios considerados elementares estão completamente ausentes ou, se presentes, apresentam situações nas quais os aspectos sociais e/ou ambientais sofrem agravos".

O Quadro 1 apresenta os critérios e estágios para a avaliação da gestão de resíduos, baseando-se nos indicadores de sustentabilidade aplicados.

Quadro 1 - Critérios de avaliação da gestão sustentável de resíduos sólidos

Indicador 1 - Configuração do sistema	
Estágio	Critério
EI	Existe órgão/secretaria/setor ou empresa específica que faz a gestão dos RSU, devidamente estruturada de acordo com Plano de Gestão de RS, com inclusão de catadores e efetiva gestão participativa.
EF	Existe órgão/secretaria/setor ou empresa específica que gerencia os RSU, devidamente estruturada, de acordo com o Plano de Gestão de RS com inclusão de catadores, mas sem a efetiva gestão participativa.
EA	Existe órgão/secretaria/setor ou empresa que apenas gerencia os serviços de RSU de forma regular com Plano de Gestão de RS em implantação, mas sem a inclusão social de catadores.
ED	Existe órgão/secretaria/setor ou empresa que apenas gerencia os serviços de RSU de forma regular, sem Plano de Gestão de RS e sem inclusão social de catadores.
EC	Inexistência do setor para gestão/gerenciamento de RSU no município.
Indicador 2 - Infraestrutura	
Estágio	Critério
EI	Ponto de Entrega Voluntária (PEV); galpão para triagem; áreas para triagem, compostagem e transbordo; aterro sanitário com Licença de Operação Expedida; sistema de monitoramento (controle de dados gravimétricos e volumétricos dos resíduos; maciços, gases e águas superficiais; drenagem de gases e chorume); caminhões compactadores adequados à demanda; equipamentos de limpeza urbana e demais equipamentos de apoio.
EF	PEV; galpão para triagem; área para triagem, compostagem e transbordo; aterro sanitário com Licença de Instalação ou Licença Prévia; implantação de sistema de monitoramento; caminhões

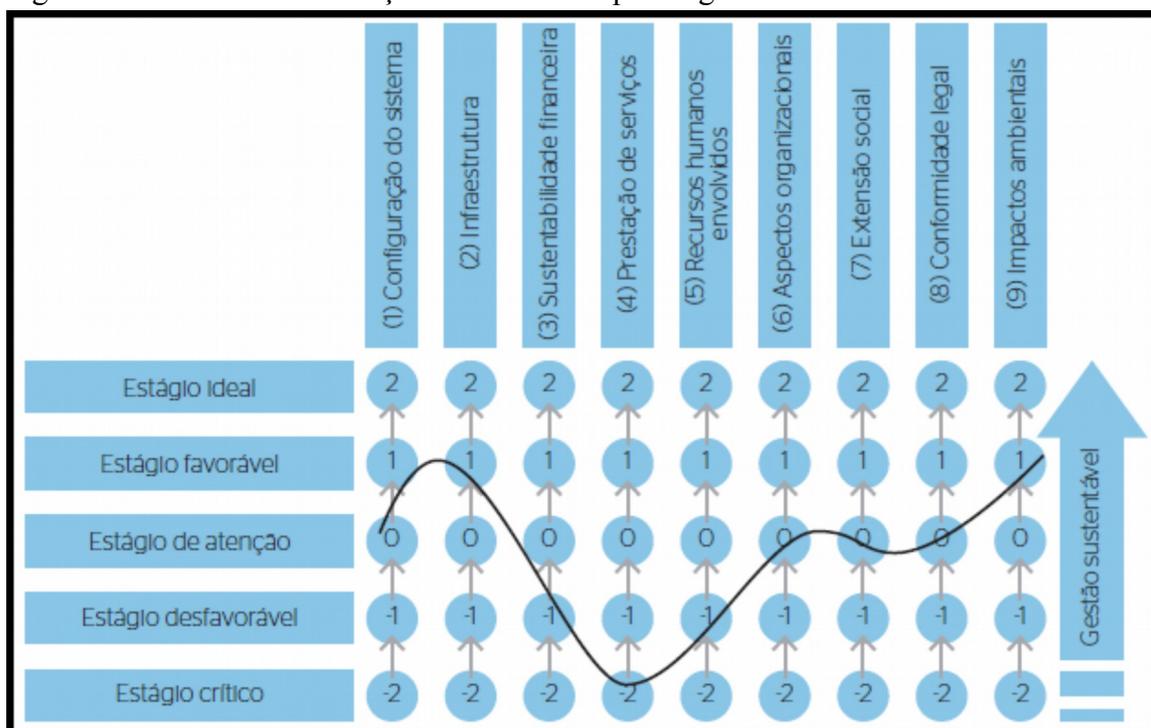
	compactadores adequados à demanda; equipamentos de limpeza urbana e demais equipamentos de apoio.
EA	Galpão para triagem; área para triagem, compostagem e transbordo; aterro sanitário em implantação; caminhões compactadores adequados à demanda; equipamentos de limpeza urbana e demais equipamentos de apoio.
ED	Aterro controlado ou Lixão; caminhões compactadores/caçamba; equipamentos de limpeza urbana; demais equipamentos de apoio à limpeza urbana.
EC	Lixão; caminhões carroceria; equipamentos de limpeza urbana.
Indicador 3 - Sustentabilidade financeira	
Estágio	Critério
EI	O sistema de gestão de RSU se autofinancia.
EF	Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU que cobre todos os custos anuais do setor.
EA	Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU, mas não cobre todos os custos.
ED	Inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU.
EC	O município não dispõe de recursos financeiros para a administração dos RSU.
Indicador 4 - Prestação dos serviços	
Estágio	Critério
EI	Abrangência dos serviços de RSU em 100% das áreas urbanas municipais, de frequência regular com a coleta seletiva em plena operação.
EF	Abrangência dos serviços de RSU acima de 90% das áreas urbanas municipais, de frequência regular com coleta seletiva em plena operação.
EA	Abrangência dos serviços de RSU igual ou acima de 90% das áreas urbanas municipais, de frequência regular com a coleta seletiva ou em implementação.
ED	Abrangência dos serviços de RSU abaixo de 90% e igual ou acima de 70% das áreas urbanas, de frequência irregular ou sem um sistema de coleta seletiva.
EC	Abrangência dos serviços de RSU abaixo de 70% nas áreas urbanas, de frequência irregular sem sistema de coleta seletiva.
Indicador 5 - Aspectos organizacionais	
Estágio	Critério
EI	Plena execução da gestão da qualidade e da gestão ambiental.
EF	Gestão da qualidade em implementação e existência de canais de comunicação com a população em pleno funcionamento.
EA	Existência de fiscalização dos serviços prestados de RSU e canais de comunicação com a população em pleno funcionamento.
ED	Existência apenas de fiscalização dos serviços de RSU.
EC	Ausência de qualquer tipo de controle e fiscalização.
Indicador 6 - Extensão social	
Estágio	Critério
EI	Existência de programas regulares de Educação Ambiental - EA inseridos nos calendários escolares do ensino fundamental/médio e campanhas municipais regulares de educação sanitária e EA para a população.
EF	Existência de programas regulares de EA inseridos nos calendários das escolas de ensino fundamental/médio e campanhas municipais esporádicas de educação sanitária e EA para a população.
EA	Existência de ações esporádicas de EA em escolas de ensino fundamental/médio sem campanhas

	municipais para boas práticas sanitárias.
ED	Existência de programas de EA nas escolas de ensino médio sem regularidade e sem campanhas municipais para boas práticas sanitárias.
EC	Inexistência de programas de EA ou campanhas municipais para boas práticas sanitárias.
Indicador 7 - Conformidade legal	
Estágio	Critério
EI	Existência de conselho deliberativo/consultivo atuante no setor de RSU/saneamento articulado ao plano municipal de gestão de RS/saneamento ou de consórcio intermunicipal/ plano metropolitano, consolidados.
EF	Existência de conselho deliberativo/consultivo atuante no setor de RSU/saneamento articulado ao plano municipal de gestão de RS/saneamento ou de consórcio intermunicipal/ plano metropolitano, em implementação.
EA	Existência de conselho deliberativo/consultivo atuante no setor de RSU/saneamento articulado a um plano de gestão municipal de RS/saneamento ou de consórcio intermunicipal/plano metropolitano em desenvolvimento.
ED	Existência apenas de dispositivos legais para o saneamento básico sem plano de gestão municipal de RS/saneamento ou de consórcio intermunicipal/plano metropolitano.
EC	Inexistência de qualquer arranjo legal para a gestão de RSU.
Indicador 8 - Impacto ambiental	
Estágio	Critério
EI	Aterro sanitário regular com tratamento diferenciado para RSS e resíduos especiais além de reaproveitamento de gases e sistemas de compostagem implementados.
EF	Aterro sanitário regular com tratamento diferenciado para RSS e resíduos especiais com reaproveitamento de gases e compostagem precários.
EA	Área de disposição final sem exposição de RS (com sistema de recobrimento diário), com sistemas de drenagens de águas superficiais ou canalização e queima de gases, mas sem células ou valas específicas para RSS e segregação de resíduos especiais.
ED	Área de disposição final com exposição de RS (com recobrimento esporádico) sem sistemas de drenagens de águas superficiais ou canalização e queima de gases, resíduos especiais misturados aos resíduos urbanos comerciais e domésticos, com segregação de RSS; presença de catadores.
EC	Área de disposição final com exposição de RS (com recobrimento precário ou ausente) sem sistemas de drenagens de águas superficiais ou canalização e queima de gases, com RSS e especiais misturados aos resíduos urbanos comerciais e domésticos; presença de catadores.

Fonte: adaptado de Castro, Silva e Marchand (2015, p. 419-421).

O Estágio Ideal é aquele em que o critério avaliado mais se aproxima da gestão sustentável de resíduos sólidos; e o Estágio Crítico é o que mais se distancia, considerando a avaliação a partir de cada indicador analisado. O modelo esquemático de avaliação para a gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos pode ser melhor compreendido quando visualiza-se a Figura 1.

Figura 1 – Critérios de avaliação e indicadores para a gestão sustentável de resíduos



Fonte: Castro, Silva e Marchand (2015, p. 418).

A análise dos dados desta etapa da pesquisa deu-se por meio de análise de conteúdo (BARDIN, 2011) e análise documental, em que, de acordo com Sílvia et al. (2009, p. 4556), “adota-se uma abordagem qualitativa, enfatizando não a quantificação ou descrição dos dados recolhidos, mas a importância das informações que podem ser geradas a partir de um olhar cuidadoso e crítico das fontes documentais”. Posteriormente, os dados da avaliação do sistema de gestão de resíduos, a partir da aplicação dos indicadores da sustentabilidade, foram apresentados utilizando-se representação gráfica.

## Resultados e Discussão

Neste tópico, estão dispostos os resultados da avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Juazeiro do Norte, incluindo-se uma prospecção de ações futuras da gestão municipal, assim como uma análise sob as óticas da sustentabilidade ambiental, econômica e social, além da aplicação de oito indicadores orientados à Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos.

## **A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Juazeiro do Norte – CE**

A Lei Federal N.º 11.445/2007, que dispõe sobre as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, considera, em seu Art. 3º, inciso I, alínea “c”, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos como: um “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas” (BRASIL, 2007, p. 2).

De acordo com informações obtidas nos questionários aos atores envolvidos na gestão de RSU em Juazeiro do Norte, a prefeitura municipal oferece os serviços de varrição, raspagem de rua, capinação, limpeza de mercados, limpeza de bocas de lobo, limpeza de praças e jardins, limpeza de feiras livres, coleta de animais mortos, podas de árvores, pintura de meio-fio, coleta de lixo residencial e comercial, além da disposição final dos resíduos domiciliares e resíduos públicos.

Os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, em Juazeiro do Norte, são realizados por meio de contrato firmado com uma empresa terceirizada (SEMASP, 2013).

O referido contrato engloba serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos existentes nas ruas e logradouros públicos abrangendo toda a área urbana do município; a limpeza de vias e logradouros públicos e operacionalização do destino final dos resíduos sólidos (SEMASP, 2013, p. 43).

De acordo com os gestores entrevistados, para a execução dos serviços são utilizados os seguintes equipamentos: 09 compactadores, 03 caminhões basculantes, 02 caminhões carroceria, 01 retroescavadeira, 01 trator capinadeira, 01 trator varredeira, 01 trator roçadeira, 01 picador de galhos e 01 poliguindaste com contêineres.

No Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, divulgado pelo Ministério das Cidades, foi possível identificar para o ano de 2014: a despesa com serviços de limpeza urbana de R\$ 17.672.549,40, sendo R\$ 8.577.272,40 referentes ao serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares e públicos, R\$ 5.601.559,44 das despesas com varrição de logradouros públicos e R\$ 3.493.717,56 com demais serviços, incluindo-se administração e unidade de processamento. Assim, pode concluir-se que o manejo dos resíduos sólidos *per capita* é de R\$ 69,75, o custo unitário da coleta de R\$ 99,23/tonelada e o custo unitário do serviço de varrição em R\$ 91,20/quilômetro (BRASIL, 2016a).

### *Serviço de higiene e limpeza*

Sobre o serviço de varrição, os gestores informaram que é realizado diariamente no centro, avenidas e principais ruas dos bairros da cidade, com exceção dos bairros: Frei Damião, Antônio Vieira, Timbaúbas, Pio XII, Vila Fátima, Campo Alegre e Tiradentes, que não possuem a oferta deste serviço.

Constatou-se que, no ano de 2013, foram gerados diariamente o total de 273,60 toneladas de RSU, das quais 226,20 t são resíduos domiciliares (SEMASP, 2013). No município de Juazeiro do Norte, o índice de cobertura do serviço de coleta domiciliar é de 94,22% (IPECE, 2016).

De acordo com a Prefeitura de Juazeiro do Norte, a coleta dos resíduos sólidos adotada baseia-se no modelo convencional, em que se viabiliza a recolha de resíduos sólidos domiciliares indiferenciados e resíduos públicos, com estrutura logística compreendida em “26 Zonas Geradoras de Lixo” (SEMASP, 2013, p. 23).

As coletas de resíduos domiciliares e comerciais são diárias na zona cêntrica e principais avenidas da cidade, realizadas das 15 às 22 horas; enquanto nos bairros a coleta é realizada três vezes na semana, em dias alternados, nos turnos de 07 às 14 horas e 15 às 22 horas. Segundo o Diagnóstico de Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, em 2014, considerando-se a população juazeirense servida por coleta de lixo porta-a-porta, esta foi de 60% diariamente, enquanto 40% foram atendidos 3 vezes por semana (BRASIL, 2016a).

A coleta de resíduos domiciliares é realizada por nove veículos compactadores de carregamento traseiro. Os resíduos são coletados em sacos plásticos descartáveis, dispostos pelos munícipes e carregados, manualmente, por funcionários [...]” da empresa contratada (SEMASP, 2013, p. 60). Os veículos realizam a coleta, nas zonas previamente determinadas, até atingirem sua capacidade de carga, quando se dirigem ao local de disposição final para realizar o despejo dos resíduos. A operação repete-se até que todas zonas tenham sido atendidas, respeitando a periodicidade prevista para cada zona. A coleta ocorre de modo indiferenciado, ou seja, os resíduos não possuem segregação na fonte de geração, e seguem misturados, resíduos secos, orgânicos e rejeitos, até a disposição final, no “Lixão da Palmeirinha” (SEMASP, 2013, p. 8).

### *A recuperação de materiais para reciclagem*

A recuperação de materiais a partir de resíduos decorre de um mercado informal na cidade de Juazeiro do Norte, envolvendo a ação de catadores. A coleta de materiais com potencial reciclável é desenvolvida pela Associação Engenho do Lixo, Associação de Catadoras e Catadores de Juazeiro (ACCCJ) e ONG Juazeiro Ambiental, sendo a primeira citada a mais destacada. Há, ainda, catadores atuando no sítio de disposição final de resíduos, como é possível observar na Figura 2.

Figura 2 – Disposição final de resíduos



Fonte: Acervo pessoal (Lixão da Palmeirinha, abril de 2016).

Os gestores reconheceram que ainda há catadores autônomos no lixão municipal, mas uma associação de catadores estava em processo de criação. Além disso, informaram que têm ações visando a valorização dos catadores, em parceria com instituições de ensino e organizações não governamentais, que desenvolvem projetos para a capacitação dos recicladores. Gutberlet (2015) enfatiza a necessidade da gestão de resíduos sólidos urbanos incluir os catadores de materiais recicláveis, pois atuam como mineiros urbanos, na atividade de recuperação dos recursos, cumprindo o papel de garimpar riqueza, através da reciclagem.

### *Disposição final*

A disposição final dos resíduos em Juazeiro do Norte é realizada no “Lixão da Palmeirinha” (FIGURA 2), situado às “margens da rodovia estadual – CE - 060, que liga os

municípios de Juazeiro do Norte e Caririáçu, Sul do Estado do Ceará. A área situa-se fora do aglomerado urbano, estando a uma distância de 5 km do centro gerador dos resíduos” (SEMASP, 2013, p. 8).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juazeiro do Norte, de 08 de setembro de 2000 (PMJN, 2000a), prevê a criação de alternativas adequadas, por meio de um sistema de aterro sanitário ou controlado e implantação gradativa da coleta seletiva e reciclagem de materiais. Assim como, a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, de 08 de setembro de 2000 (PMJN, 2000b), ainda vigente no município de Juazeiro do Norte, considera a criação de um aterro sanitário, a ser implantado fora da zona urbana da cidade, mediante projeto analisado pelo conselho Municipal do Plano Diretor e órgãos estaduais e municipais ligados ao meio ambiente. Contudo, à época da realização desta pesquisa, os RSU continuavam a ser destinados ao Lixão da Palmeirinha, sem dispor de drenagem ou tratamento adequados, com exceção dos Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS), que são destinados à incineração (BRASIL, 2016a).

Pereira (2005; 2013) identificou os lixões da cidade de Juazeiro do Norte, utilizados desde a década de 1970, conforme Quadro 2:

Quadro 2 – Localização dos Lixões em Juazeiro do Norte

<b>Período</b>	<b>Localização</b>
1977 - 1983	Rua São Pedro, próximo ao SEBRAE
1983 - 1988	Sítio Pote Seco
1989 - 1992	Barro Branco ou Sítio Pote Seco
1992 - 1995	Lagoa Seca – Próximo ao Parque de Eventos
1996 - 1999	Lagoa Seca – Próximo ao Parque de Eventos e Sítio Taquari
2000 - 2004	Distrito Padre Cícero – Vila Palmeirinha
2005 - 2008	Distrito Padre Cícero – Vila Palmeirinha
2009 - 2012	Distrito Padre Cícero – Vila Palmeirinha

Fonte: Adaptado de Pereira (2005; 2013).

Observa-se que a disposição final dos resíduos sólidos em Juazeiro do Norte foi realizada, no período de 1977 a 2000, em espaços com vida útil reduzida, com média de cinco anos de utilização, tendo que haver mudança para outro local.

De acordo com Pereira (2013, p. 102), estes lixões, em sua maioria, estavam “localizados próximos de recursos hídricos, como o rio Salgado e também o sopé da Serra do Horto [...]. Os pontos localizados na Lagoa Seca também estavam próximos às instituições de

ensino e residências”. Deste modo, pode-se inferir que devido ao comprometimento da qualidade dos recursos hídricos ou à insatisfação da população pelos transtornos causados com a convivência dos resíduos dentro do espaço urbano, os locais tenham sido constantemente alterados. “São populações que, além dos incômodos do mau cheiro, convivem com a presença de vetores e sofrem os efeitos da poluição/contaminação dos lençóis freáticos dos seus poços d’água, pelo chorume gerado nos vazadouros de lixo” (FERREIRA; ANJOS, 2001, p. 691). Pereira (2013, p. 102) destacou, ainda, que o fato de o município haver modificado tantas vezes, nas últimas décadas, o espaço para a disposição dos resíduos, pode demonstrar “escassez de locais adequados para a instalação de um aterro sanitário na cidade”.

Desde o ano 2000, Juazeiro do Norte realiza a disposição final dos RSU no Distrito Padre Cícero, na vila Palmeirinha. Utilizou para tanto, ao longo dos anos, três terrenos distintos, inclusive o que se encontra ainda em atividade. Gomes et al. (2012, p.3) constataram que, em um lixão desativado em Juazeiro do Norte, localizado na vila Palmeirinha, a cerca de 250 m da rodovia CE 060 e 4,5 km do centro da cidade, após o encerramento das operações de disposição final de resíduos sólidos,

Não foi implementado um plano de recuperação da área ou de contenção para evitar a contaminação das áreas do entorno. Os resíduos foram cobertos com uma fina camada de solo que com a erosão superficial, deixa a vista parte dos resíduos aterrados. A área, visivelmente contaminada, tem sido utilizada para a agricultura [...], na qual é possível observar as culturas de milho e feijão, colhidas na safra de 2011 (GOMES et al., 2012, p.3).

Observa-se, portanto, a necessidade de realizar a adequação da disposição final dos resíduos de acordo com a legislação vigente. Além disso, alerta-se para que sejam desenvolvidas medidas de recuperação das áreas desativadas.

### **Modelo estratégico de gestão**

Sobre estratégias futuras para a gestão dos RSU, visando o reaproveitamento dos resíduos recicláveis, redução dos resíduos dispostos e diminuição dos impactos ao meio ambiente, os gestores apresentaram: a) proposta de criação de um Plano Municipal de Resíduos Sólidos; b) projeto de implantação de ecopontos em Juazeiro do Norte para a coleta seletiva; c) intenção de transformar o atual lixão em um aterro controlado para posteriormente

desativá-lo, tendo em vista possuírem o planejamento de implantação de um aterro sanitário privado, bem como de um aterro sanitário público, que está em discussão, consorciado com municípios da macrorregião do Cariri; d) e, implantação de um biodigestor no município.

Salienta-se que o aterro sanitário público mencionado refere-se ao Aterro Sanitário do Cariri, que faz parte do planejamento da gestão regionalizada de resíduos sólidos na Região Metropolitana do Cariri. No ano 2012, a Secretaria das Cidades, Governo do Estado do Ceará, publicou o Estudo de Impactos Ambientais e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do empreendimento. O local provável para instalação do aterro é um terreno situado na zona rural do município de Caririaçu, distante cerca de 18 km do centro urbano de Juazeiro do Norte (CEARÁ, 2012).

A respeito da instalação de ecopontos para a recuperação de materiais com potencial reciclável, intitulado “Projeto Ecopontos”, de acordo com a Amaju foram selecionados três bairros, Santo Antônio, Lagoa Seca e Novo Juazeiro, considerando a existência de terrenos de propriedade do município, localizados na sede, contando com boa distribuição espacial dentro do município, facilidade de acesso a veículos, serviços de água e rede elétrica.

Os “Ecopontos” a serem implantados apresentam a estrutura de Ecocentros, que são Pontos de Entrega Voluntária – PEV's, com o objetivo de receber materiais recicláveis em maiores quantidades ou proporções, visando a recuperação destes resíduos e destinação adequada. O projeto “Ecopontos” da Prefeitura prevê receber papel, plástico, vidro, metal, entulho de pequenas proporções, matéria orgânica, entre outros.

Questiona-se se estes três “Ecopontos” serão suficientes para atender a todo o município, o que pode comprometer a eficiência do funcionamento do projeto, uma vez que a população, de um modo geral, não está habituada a participar de programas de coleta seletiva, nem mantém o descarte orientado à recuperação de resíduos. Necessita-se de um acompanhamento junto à população para a garantia efetiva de funcionalidade da proposta, por meio de “programas de educação ambiental para conscientização da população no sentido de adequar o manuseio e destinação correta do resíduo na fonte geradora” (FRANCO, 2012, p. 62).

## **Principais dificuldades do sistema de gestão de resíduos sólidos**

A partir da análise documental, entrevista e observação, foram identificadas algumas dificuldades na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) em Juazeiro do Norte, à luz das dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica e social.

### *Dimensão ambiental*

Na dimensão ambiental, admite-se que o desenvolvimento urbano e a gestão sustentável requerem que as cidades sejam trabalhadas para minimizar “os impactos negativos das atividades urbanas”, prejudiciais ao meio ambiente, inclusive por meio da “redução e reciclagem de resíduos” (BRASIL, 2016b, p 9). No presente estudo, relacionando-se à sustentabilidade ambiental, as dificuldades observadas foram:

a) Presença de resíduos dispostos inadequadamente e *déficit* na recuperação de resíduos pelo reaproveitamento e reciclagem.

Constatou-se que na cidade há disposição inadequada de resíduos em terrenos baldios e em vias públicas (FIGURA 3), o que demonstra haver um descarte aleatório de resíduos por parte dos moradores e o não monitorado pela gestão municipal. Tal feito desperdiça as potencialidades de reaproveitamento dos materiais, além de contribuir para sua destinação inadequada (FRANCO, 2012).

Além disso, aponta-se um *déficit* na recuperação dos resíduos com potencial reciclável. Comprovou-se que os materiais passíveis de reciclagem, tais como papel, plástico e vidro, estão sendo majoritariamente destinados à coleta convencional, que por sua vez são diretamente enviados ao local de disposição final.

Figura 3 – Resíduos em via pública



Fonte: Acervo pessoal (Bairro Pio XII).

Constata-se, ainda, que o município não dispõe de uma estrutura suficiente de coleta e tratamento dos resíduos recicláveis, o que corrobora para uma cadeia produtiva deficiente e culmina no aumento dos impactos ambientais relativos a sua disposição inadequada. A coleta municipal é baseada no modelo de coleta indiferenciada dos resíduos sólidos.

A este respeito, Besen (2011, p. 31) admite que "a coleta seletiva de materiais recicláveis e a reciclagem promovem a redução dos resíduos, o reaproveitamento e redução da disposição no solo e contribuem de forma direta com a sustentabilidade urbana e a saúde ambiental e humana". De modo complementar, Piresa et al. (2017) afirmam que é importante o planejamento e a avaliação de cenários para a implantação da coleta seletiva, visando eficiência operacional, ambiental e econômica.

Caberia, portanto, à gestão municipal promover a efetiva implantação deste serviço, visando corroborar com a preservação do meio ambiente e para a conquista de uma cidade mais sustentável.

#### b) Inexistência de aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados

Contata-se que os resíduos orgânicos são maioria na composição de resíduos em Juazeiro do Norte, correspondendo ao total de 58% dos resíduos gerados (FEITOSA et al., 2017). Contudo, foi possível identificar que a destinação de resíduos orgânicos para a coleta convencional do município é prática comum e ocorre na maioria dos domicílios da cidade.

Uma vez coletados, os resíduos são encaminhados para disposição final, sem nenhum tipo de valorização.

Estes resíduos, após tratamento adequado, poderiam ser reaproveitados para a produção de adubo orgânico, biofertilizante e biogás. Aquino et al. (2005, p. 1) afirmam que, após a compostagem e a vermicompostagem, “os restos de comida, cascas de frutas, papéis, grama, restos de folhagens, restos de capina, pó de café, etc., podem servir como excelentes fontes de nutrientes para as plantas, sem esforço e custo, em um pequeno espaço, melhorando inclusive as condições do ambiente”.

Com relação ao biogás, Kretzer e Nagaoka (2016, p. 562) afirmam que “a biodigestão anaeróbia é uma solução ambiental para o tratamento de resíduos orgânicos [...], sendo fonte de energia renovável”. Outra alternativa para o reaproveitamento de resíduos orgânicos atualmente debatida é a implantação de uma biorrefinaria, que corrobora com o gerenciamento sustentável de resíduos, gera benefícios econômicos e ambientais, além de melhorar a saúde pública e o meio ambiente (NIZAMI et al., 2017).

c) Não há aterro sanitário, tendo como consequência a disposição final inadequada dos resíduos

Os resíduos provenientes das coletas tem sido direcionados para disposição final no Lixão da Palmeirinha, sem prévio tratamento dos resíduos, drenagem ou monitoramento de gases e efluentes. Com o intuito de minimizar impactos causados à saúde e ao meio ambiente, de acordo com a legislação vigente, deve-se proceder com a destinação e disposição final dos resíduos, de modo ambientalmente adequado. Para Gouveia (2012, p. 1505), “o manejo adequado dos resíduos é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, assim como de promoção e proteção da saúde”.

Não obstante, é importante destacar que antes de pensar estratégias de disposição dos resíduos, é necessário atender ao proposto na PNRS, no tocante à hierarquia dos resíduos, que preconiza estratégias para a gestão integrada de resíduos, dando prioridade a ações no manejo envolvendo a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, disposição final adequada de rejeitos (BRASIL, 2010).

d) E, presença de passivo ambiental, devido à existência de lixões desativados

Identificou-se a presença de lixões desativados no município, sem a devida implementação de planos de recuperação de suas áreas. Esta situação gera danos aos recursos naturais e potencialmente à espécie humana. De acordo com Resende et al. (2015, p. 148), os locais utilizados para a disposição inadequada de RSU são áreas que “necessitam da elaboração de um plano de recuperação e revegetação, além do monitoramento ao longo dos anos para avaliar a dinâmica das espécies implantadas e de sucessão da área”.

### *Dimensão econômica*

Neste estudo, a dimensão econômica da sustentabilidade teve sua análise realizada com enfoque na gestão de RSU, no tocante a seus aspectos financeiros, gerenciais e técnicos. As seguintes dificuldades foram apresentadas:

a) A ausência de fontes específicas de recursos financeiros para a gestão de RSU.

O referido município não realiza a cobrança da taxa específica pelos serviços de coleta de lixo (BRASIL, 2016a). Apenas realiza uma indexação ao valor devido do IPTU para os bairros em que há cobertura de coleta de lixo (PMJN, 2014), o que representa um pequeno percentual dos custos despendidos com este serviço, sendo necessário que a prefeitura “garanta, por meios políticos, as dotações orçamentárias que sustentem adequadamente o custeio e os investimentos no sistema” (MONTEIRO et al., 2001, p. 14).

A este respeito, Debnath e Bose (2014, p. 87) afirmaram que os serviços municipais de resíduos sólidos urbanos sofrem, frequentemente, “devido à falta de autonomia financeira e operacional, abordagem científica e níveis adequados de recursos”. Os municípios operam os serviços de gestão dos resíduos sólidos urbanos em meio à ineficiência estrutural e financeira. Corroborando com a afirmativa, Guerrero, Mass e Hogland (2013) identificaram que a gestão de resíduos sólidos se constitui em um desafio em função, dentre outros fatores, do “peso do orçamento municipal devido aos altos custos associados à sua gestão” (GUERRERO et al., 2013, p. 220).

No tocante à sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento, a Lei Nº. 11.445/2007, em seus artigos 29º e 35º, possibilita a cobrança de taxa, tarifa ou outro preço público, desde que seja observada a “adequada destinação dos resíduos coletados” (BRASIL, 2007, p. 8), podendo considerar: “I - o nível de renda da população

atendida; II – as características dos lotes urbanos e áreas que podem ser neles edificadas; III – o peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílio” (BRASIL, 2007, p. 9).

Contudo, apesar da responsabilidade operacional e financeira da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos não ser privativa do poder público, no Brasil, na maioria das vezes, a municipalidade absorve os custos envolvidos. Esta responsabilidade deveria ser compartilhada também com o setor empresarial e com a comunidade, averiguando-se a viabilidade técnica e econômica para sua implementação, a exemplo do ocorrido em diversos países em que existe cobrança de taxas específicas pela coleta dos resíduos sólidos urbanos ou pelo seu tratamento adequado (ANDRADE; FERREIRA, 2011; EL-HAMOUZ, 2008; PINHO, 2011; YUAN; HUANG; XU, 2016).

Nas palavras de Gonçalves, Tanaka e Amedomar (2013, p. 122-123) “a instituição de uma cobrança específica e eficiente pelos serviços de limpeza urbana não apenas garantiria a sustentabilidade financeira do setor, como também conscientizaria a população para a necessidade de reduzir a geração e de destinar corretamente os resíduos”. Pode-se inferir que a cobrança de taxa específica pelo manejo dos resíduos sólidos se apresenta vantajosa para lograr uma gestão sustentável.

b) Insatisfatória quantidade de recursos humanos atuando no serviço de limpeza pública.

Em consulta ao Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos, constatou-se que, em 2014, a taxa de empregados para realização dos serviços de limpeza e manejo dos resíduos sólidos, em Juazeiro do Norte, foi de 1,55 empregados por 1000 habitantes, situando-se abaixo da média para a região Nordeste, no mesmo período, que foi de 2,32 por 1000 habitantes. É possível identificar, ainda, que a taxa de empregados dedicados aos serviços de limpeza pública, em Juazeiro do Norte, é inferior à taxa de outros municípios no Estado do Ceará, a exemplo de Sobral, que em 2014 registrou taxa de 3,09 empregados por 1000 habitantes (BRASIL, 2016a).

A taxa de empregados inclui a chamada guarnição de coleta, que “é o conjunto de trabalhadores lotados num veículo coletor, envolvidos na atividade de coleta do lixo” (MONTEIRO et al., 2001, p. 65). Em Juazeiro do Norte, há nove equipes (contendo coletores e motoristas) trabalhando para atender às 26 zonas geradoras de resíduos existentes no município.

c) E, sistema operando de modo deficitário, com insuficiente infraestrutura

Identificou-se que o município não dispõe de infraestrutura suficiente para o gerenciamento dos resíduos sólidos coletados, especialmente pela ausência da coleta seletiva de materiais de modo institucionalizado e a inexistência de uma central de triagem para segregação dos materiais com potencial reciclável ou, ainda, de unidade de compostagem ou biorrefinaria para reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados. Reforça-se a importância e a necessidade do investimento em infraestrutura para o gerenciamento adequado.

Monteiro et al. (2001, p. 119) afirmam que há “vantagens ambientais econômicas importantes proporcionadas pelas usinas de reciclagem e compostagem”. A central de triagem permite segregar boa parte dos resíduos com potencial reciclável coletado no município, que possuem valor econômico, diminuindo o volume de resíduos enviados ao aterro, aumentando sua vida útil. Além disso, recupera a matéria-prima secundária para a indústria, na perspectiva da Economia Circular, que é “um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, sem perda da qualidade” (AZEVEDO, 2015, p. 2); e, gera emprego e renda para os trabalhadores atuantes na atividade econômica da reciclagem. Para tanto, é essencial que seja inicialmente promovida a coleta seletiva no município, atendendo a benefícios ambientais e econômicos.

Não obstante, é possível promover a separação do resíduo reciclável que está misturado ao lixo domiciliar, nas usinas de reciclagem, em “processos manuais e eletromecânicos” (MONTEIRO et al., 2001, p. 120), embora “o material reciclável misturado fique sujo e contaminado, tornando seu beneficiamento mais complicado” (MONTEIRO et al., 2001, p. 120) e oneroso.

### *Dimensão social*

A dimensão social da sustentabilidade baseia-se em um “processo de melhoria da qualidade de vida da sociedade” (GARCIA, 2016). No estudo em tela, foram observadas dificuldades envolvendo os catadores de recicláveis no município e programas de educação ambiental para a população, conforme seguem:

a) Faltam políticas públicas efetivas voltadas para catadores de recicláveis no município

No que diz respeito a ações visando a valorização dos catadores, não foi possível identificar políticas públicas efetivas voltadas para catadores de recicláveis no município. A este respeito, Lima (2006, p. 133) afirma que é necessário "integrar a coleta seletiva às demais políticas públicas setoriais relacionadas à preservação do meio ambiente, educação, saúde, ação social, recursos humanos e planejamento urbano, pois permitirá maior continuidade do programa nas mudanças governamentais".

Ademais, destacou-se o fato de existirem catadores trabalhando no lixão municipal. Os catadores de materiais recicláveis que desenvolvem suas atividades em lixões estão sujeitos a "dificuldades devido às precárias condições da atuação" (FEITOSA et al., 2015, p.11). Não obstante, Aparcana (2017, p. 593) menciona que "o empoderamento dos trabalhadores informais do lixo é confirmado como um importante fator" para a formalização de medidas no setor de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipais.

Ressalta-se a necessidade da gestão de resíduos sólidos urbanos incluir efetivamente os catadores de materiais recicláveis. De acordo com Rebehy et al. (2017, p. 463), o ideal seria firmar acordos institucionais para viabilização da coleta seletiva no município, observando as "características dos locais de geração dos resíduos, qualificação, custo e disponibilidade de mão de obra, e adequação tecnológica". Tal prática, contribuiria para a atuação dos catadores de modo mais sistematizado e planejado, além de estar amparada pela legislação, que dispensa a municipalidade de processos licitatórios, com base no disposto no Art. 57 da Lei 11.445/2007, a Lei do Saneamento.

Para melhor conhecer a atuação das associações de catadores, realizou-se uma entrevista com o presidente da Associação Engenho do Lixo, que está em funcionamento na cidade de Juazeiro do Norte, desde o ano 2009, possui sete catadores associados e aproximadamente trinta catadores colaboradores, isto é, profissionais autônomos que coletam materiais e repassam para a associação. A sede da Associação está instalada em um espaço alugado, pelo valor de um salário mínimo.

Ao presidente da Associação lhe foi perguntado se recebem algum apoio da Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. O entrevistado afirmou que a prefeitura disponibiliza um caminhão (com combustível) para realizar as coletas dos materiais nos pontos geradores, principalmente nas sedes das empresas que doam seus resíduos para a Associação.

Além disso, comentou que os catadores têm livre acesso para almoçar no restaurante popular, localizado no centro da cidade, mantido pela prefeitura. E que havia encaminhado o pedido de aluguel social para que a prefeitura assumisse o aluguel do galpão, que tem onerado as finanças mensais da associação. Todavia não havia recebido retorno desta demanda, quando da realização da entrevista.

Na sede, são recebidos os materiais recicláveis: papel, papelão, plástico, metal, óleo de cozinha, dentre outros. Segundo o relato do presidente da Associação, o maior público-alvo para coleta de materiais recicláveis são as empresas industriais atuantes na Região Metropolitana do Cariri. A dinâmica da coleta porta-a-porta não possui uma rota regular e funciona de acordo com a necessidade das empresas.

Com relação aos resíduos domiciliares, o presidente afirmou que recebem resíduos coletados por catadores colaboradores, os chamados “carroceiros”, que circulam por alguns pontos da cidade, catando resíduos porta-a-porta. Além disso, em março do ano 2016, haviam iniciado um projeto de coleta de materiais recicláveis nos bairros Antônio Vieira e Santo Antônio, em Juazeiro do Norte, mas não tiveram condições de atender aos compromissos deste projeto, pois alguns catadores estavam enfermos, acometidos pelo arbovírus “Zika”, transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*.

De acordo com o Ministério da Saúde, até março de 2016, foram notificados mais de 70 mil casos de infecção por Zika no Brasil. Ressalta-se que uma das principais causas para a proliferação do mosquito é a falta de saneamento básico adequado, incluindo-se o serviço de coleta de lixo (LISBOA, 2015).

O presidente da associação destacou que os catadores são frequentemente expostos a risco de saúde, em função de sua atividade. Corroborando com esta afirmativa, Galon (2015, p. 198) afirmou que “os catadores estão expostos a cargas biológicas, mecânicas, fisiológicas e psíquicas” em sua jornada laboral, o que compromete suas condições de saúde e trabalho.

b) A insuficiência de programas educativos voltados à população, visando minimizar a geração de resíduos e conscientização sobre a importância do seu descarte adequado.

Em junho de 2011, foi promulgada a Lei Municipal nº 3.842/2011, que autorizou o Poder Executivo a criar o Programa "Lixo consciente, uma ideia reciclável", que tinha finalidade de elaborar campanhas institucionais educativas junto às Unidades de Ensino da

Secretaria Municipal de Educação e junto à população de Juazeiro do Norte, visando prestar esclarecimentos a respeito da forma correta de armazenar e dispor os resíduos gerados (PMJN, 2011).

De acordo com os gestores respondentes aos questionários, o Núcleo de Educação Ambiental da Semasp desenvolve as ações de educação ambiental em escolas municipais. Contudo, estas ações atendem a um público específico, que consiste na comunidade escolar, não se estendendo a uma maior parcela da população. A este respeito, Valente et al. (2016, p. 1560) destaca que “o poder municipal deve se comunicar com a população em todas as etapas do gerenciamento dos resíduos domiciliares, através de um trabalho educativo na dimensão da educação ambiental visando à conscientização e a colaboração de toda a comunidade”.

Percebeu-se que independente do estrato socioeconômico ao qual a população pertença há a necessidade de investir em campanhas de educação sanitária e ambiental, com o objetivo de conscientizar e informar a população a respeito do descarte e destinação adequados dos resíduos domiciliares e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável do município (FEITOSA et al., 2016).

Nas palavras de Soares et al. (2007, p. 1), a Educação Ambiental é "o principal instrumento de transformação, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma consciência crítica em relação ao meio ambiente, gerando comprometimento e responsabilidade da população nas ações de saneamento e saúde”.

Portanto, é necessário e oportuno a gestão se aproximar do cidadão, informando a respeito dos serviços públicos realizados no manejo dos resíduos sólidos, enfatizando a importância da colaboração popular para o funcionamento efetivo destes serviços. Neste aspecto, considerando que a temática de resíduos é transversal e está presente nas discussões não somente voltadas ao meio ambiente mas também à saúde coletiva da população, os órgãos vinculados à gestão de resíduos, em parceria com outras secretarias municipais, poderiam capacitar os agentes comunitários de saúde e agentes de controle de endemias, que no exercício de suas funções visitam os domicílios de acordo com o setor de cada bairro.

Estes profissionais poderiam atuar junto à população na propagação de Programas de Educação Ambiental, ou ainda no fomento à participação em programas de coleta seletiva, orientando a população na segregação e descarte adequado dos resíduos, além de apresentar os benefícios da participação ativa para a saúde e para o meio ambiente.

### **Aplicação dos indicadores de gestão sustentável de resíduos sólidos**

Com o intuito avaliar o sistema municipal de Gestão de Resíduos em Juazeiro do Norte, a partir dos preceitos da sustentabilidade, procedeu-se com a aplicação dos indicadores: Configuração do sistema (estrutura organizacional); Infraestrutura (instalações e equipamentos); Sustentabilidade financeira; Prestação dos serviços (coleta, transporte, manejo e disposição final); Aspectos organizacionais; Extensão social (integração entre o sistema e a sociedade); Conformidade legal (frente à legislação pertinente); e, Impactos ambientais (CASTRO; SILVA; MARCHAND, 2015).

Com relação ao indicador 1, *Configuração do Sistema*, que analisa a estrutura organizacional do município no tocante ao manejo dos resíduos sólidos, identificou-se que o município possui uma autarquia, Amaju, vinculada à Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos, atuante no gerenciamento dos resíduos sólidos, e dispõe de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Os serviços de manejo de resíduos e limpeza pública são realizados por uma empresa terceirizada. Contudo, não há inclusão social de catadores nas atividades relacionadas ao gerenciamento dos resíduos, em âmbito municipal, de modo sistematizado, planejado e institucional. Diante do exposto, neste indicador, a gestão de resíduos sólidos municipal foi avaliada como em Estágio de Atenção.

No indicador 2, *Infraestrutura*, averiguou-se a necessidade de o município possuir tecnologia, espaços para a recepção, triagem e disposição final de resíduos, consoante com a legislação vigente, além de apresentar sistemas de monitoramento e controle para o adequado desenvolvimento das atividades de gerenciamento dos resíduos sólidos. Contudo, o município realiza serviços básicos de limpeza urbana e manejo de resíduos domiciliares e públicos, compreendendo a coleta indiferenciada e a disposição final dos resíduos em um lixão. Assim, avalia-se que no tocante ao indicador Infraestrutura, a gestão de resíduos encontra-se em Estágio Desfavorável de sustentabilidade.

O indicador 3, *Sustentabilidade financeira*, aborda a necessidade de o sistema de gestão de resíduos dispor de fontes para o seu financiamento. Não obstante, o município não realiza cobrança de taxa específica pelo serviço de manejo dos resíduos. Apenas realiza a indexação ao valor devido do IPTU para os bairros em que há cobertura de coleta de lixo. Este recurso representa um pequeno percentual dos custos anualmente despendidos, cabendo complementação com outras fontes do orçamento municipal, tais como repasses estaduais e

federais. Deste modo, neste quesito, a gestão encontra-se em Estágio de Atenção, uma vez que não há autofinanciamento do sistema.

A respeito do indicador 4, *Prestação de serviços*, constatou-se que o município apresenta cobertura do serviço de coleta de 94,22%, com oferta regular deste serviço, além de dispor do serviço de varrição na maioria de seus bairros. Entretanto, não existe um programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos, em execução ou em implementação. Deste modo, foi atribuído o Estágio Desfavorável para o indicador Prestação de serviços na gestão de resíduos sólidos, considerando a importância atribuída à recuperação, reutilização e reciclagem dos resíduos. Conforme Boff (2015, p. 128), "quanto mais uma sociedade se funda sobre recursos renováveis e recicláveis, mais sustentável se torna". Ferreira et al. (2017, p. 3) complementa esta assertiva, afirmando que:

Uma estratégia importante para um crescimento forte e saudável de um município depende de uma gestão eficiente de resíduos urbanos, de modo a promover a eliminação progressiva de aterros sanitários, através da prevenção e reciclagem de materiais. Para este efeito, são necessários regimes de coleta eficazes, nomeadamente no que se refere à coleta seletiva de resíduos, procurando uma reciclagem mais eficaz e de elevada qualidade de materiais reutilizáveis.

No tocante aos aspectos organizacionais da gestão de resíduos sólidos, representado pelo indicador 5, ressalta-se que o município não desenvolve ferramentas de gestão da qualidade e de gestão ambiental aplicadas à problemática dos resíduos sólidos. Tampouco apresenta canais de comunicação com a população. Foi possível identificar apenas a realização de fiscalização relacionada à execução de serviços de resíduos sólidos urbanos, utilizando-se dos instrumentos: Leis Municipais nº 10/2006, nº 3.631/2010 e nº 3.851/2011, que instituem, respectivamente, o Código de Postura do Município de Juazeiro do Norte, orientações sobre resíduos tecnológicos e a Política Municipal do Meio Ambiente (PMJN, 2006; PMJN, 2010; PMJN 2011); além da Lei Federal nº 9.605/1998 e do Decreto nº 6.514/2008, que dispõem sobre sanções penais e administrativas relativas a crimes ambientais (BRASIL, 1988; BRASIL, 2008). Diante do exposto, o indicador Aspectos organizacionais classifica-se em Estágio Desfavorável de sustentabilidade na gestão de resíduos.

A respeito do indicador 6, *Extensão social*, identificou-se a existência de um Núcleo de Educação Ambiental, da Semasp, que desenvolve ações de educação ambiental em escolas municipais em Juazeiro do Norte. Entretanto, não se observaram campanhas municipais

regulares de educação sanitária e ambiental direcionadas para a população. Por esta razão, constatou-se um Estágio de Atenção para o indicador Extensão social.

Na análise referente ao indicador 7, *Conformidade legal*, averiguou-se que o município de Juazeiro do Norte dispõe do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA, composto por membros da Semasp, Amaju, Secretaria de Saúde, Secretaria das Cidades, sindicatos, além de representantes de universidades e organizações não governamentais atuantes no município. Seus titulares e suplentes são nomeados por meio de decreto municipal (PMJN, 2013). O referido conselho delibera a respeito de questões relacionadas ao setor de resíduos sólidos urbanos, em consonância com o plano de gestão municipal de resíduos. No tocante a este indicador, atribuiu-se o Estágio Favorável de gestão sustentável de resíduos sólidos, considerando que o município contempla a representação da sociedade civil.

No que se refere ao indicador 8, *Impacto ambiental*, foi possível identificar que os resíduos sólidos coletados são dispostos em uma área inadequada, no Lixão da Palmeirinha, que apresenta cobertura esporádica da área de disposição, ausência de sistemas de drenagens de águas superficiais e queima de gases, além da presença de catadores atuando no local. O histórico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos apresenta uma situação de degradação ambiental recorrente, pois tem ocorrido, ao longo dos anos, em local inadequado, sem a existência de licença ambiental e em constante descuido com a unidade de disposição dos resíduos no solo.

Destaca-se que os Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) recebem destino adequado, sendo enviados à incineração. Não obstante, averiguou-se que o município apresenta Estágio Desfavorável de desenvolvimento na gestão de resíduos, considerando os malefícios causados ao meio ambiente e à saúde humana (MORAR; BUCUR, 2017), resultantes da disposição ambientalmente inadequada dos resíduos.

No Quadro 3, pode-se identificar um resumo do resultado da aplicação dos indicadores utilizados e seus respectivos estágios, provenientes da avaliação do sistema de gestão de resíduos de Juazeiro do Norte.

Quadro 3 - Resultados da aplicação dos indicadores de gestão sustentável de resíduos

Indicador	Estágio
Configuração do sistema	EA
Infraestrutura	ED

Sustentabilidade financeira	EA
Prestação dos serviços	ED
Aspectos organizacionais	ED
Extensão social	EA
Conformidade legal	EF
Impactos ambientais	ED

Fonte: Pesquisa aplicada.

Na sequência, aparece uma representação gráfica dos resultados dos indicadores de gestão sustentável de resíduos e seus valores atribuídos, considerando os estágios de desenvolvimento alcançados na avaliação (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Resultados dos indicadores de gestão sustentável de resíduos



Fonte: Pesquisa aplicada.

Cabe ressaltar que os estágios de desenvolvimento desta avaliação, com base nos indicadores da gestão sustentável de resíduos sólidos, bem como seus valores, variavam de Estágio Ideal, com valor +2 (mais dois), ao Estágio Crítico, que apresentava o valor -2 (menos dois). Estes valores representam o grau de proximidade ou distanciamento em que a gestão sustentável de resíduos se encontra, a partir da aplicação de cada indicador.

No caso específico da avaliação do sistema de gestão do município de Juazeiro do Norte, constatou-se que o referido município se encontra em um estágio médio de

sustentabilidade, pois de acordo com os indicadores avaliados, a gestão recebeu três avaliações de estágio de atenção (valor 0), quatro avaliações de estágio desfavorável (valor -1) e uma avaliação de estágio favorável (valor +1). Este resultado indica que o município possui aparato elementar para a realização da gestão de resíduos sólidos, mas necessita melhorar seus processos operacionais e gerenciais, para que se possa dispor de uma estrutura mais eficiente e adequada aos preceitos da gestão sustentável de resíduos.

Especialmente no que diz respeito ao modelo de gerenciamento dos resíduos sólidos, não se apresenta um plano de tratamento de resíduos, tampouco dispõe do serviço de coleta seletiva ou de uma unidade de triagem, fatos que corroboram para o aumento dos impactos ambientais provenientes do acúmulo dos resíduos gerados, coletados e dispostos no município. Cabe ressaltar que, baseando-se em uma gestão sustentável de resíduos sólidos, o envio dos materiais para disposição final em aterros deveria ser a última opção, de acordo com o que preconiza a PNRS, que contempla: a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, e a disposição final (BRASIL, 2010). Uma vez gerados os resíduos, a destinação para reciclagem/tratamento precede sua disposição final. Nas palavras de Paschoalin Filho et al. (2014, p. 25), "há amplo consenso em relação à importância da reciclagem como forma de valoração e manejo sustentável dos resíduos sólidos". Observa-se, portanto, a necessidade de se promover melhorias no funcionamento do sistema.

Reitera-se que a importância do investimento em campanhas de educação sanitária e ambiental orientadas para a população. "A educação ambiental assume cada vez mais a função transformadora, na qual a responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover o desenvolvimento sustentável" (DRUCIAKI et al., 2017, p. 509).

Deste modo, "acabar com os lixões [...], implantar a coleta seletiva, a logística reversa e a compostagem de resíduos úmidos" (MMA; ICLEI - Brasil, 2012, p. 8) são objetivos perseguidos pelos municípios brasileiros, em consonância com a legislação vigente, porém são também desafios a serem alcançados pelo poder público (MMA; ICLEI – Brasil, 2012). Por isso, é essencial que se identifique a problemática, efetive-se o planejamento, tenha-se capacidade técnico-operacional, financeira e investimento em educação ambiental para a implementação efetiva da PNRS e assim lograr a desejada sustentabilidade urbana.

### **Considerações Finais**

A partir dos resultados apresentados nesta pesquisa, constatou-se que o município de Juazeiro do Norte se encontra em um estágio médio de sustentabilidade, carecendo de uma estrutura mais eficiente e adequada para a promoção da gestão sustentável de resíduos. Destacam-se algumas limitações, tais como: ausência de fontes específicas de recursos financeiros para a gestão de RSU e insuficiente infraestrutura operacional, o que corrobora com o *déficit* na valorização de resíduos com potencial reciclável. Deve-se promover melhorias no funcionamento do sistema, operacional e gerencialmente.

Entende-se que é urgente a necessidade de implementação da coleta seletiva, em nível municipal, como alternativa para a disposição final de grande parte do material reciclável que tem sido desperdiçado. Não se espera, contudo, que esta seja a solução de todos os problemas ambientais envolvendo resíduos sólidos no município. Não obstante, é possível inferir que a coleta seletiva demonstra ser capaz de contribuir com as condições de melhoramento do ambiente urbano e de recuperação dos resíduos recicláveis, gerando emprego e renda, quando implantadas observando estruturas mais eficientes e adequadas.

Ressalta-se a necessidade de mais investimento em educação ambiental para a população, através de campanhas mais abrangentes e diretamente relacionadas com a geração e separação de resíduos na fonte geradora, ou seja, nos domicílios, destacando a importância da participação e envolvimento popular para que os projetos voltados ao meio ambiente possam efetivamente funcionar no município.

## Referências

ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **REDE – Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza**, v. 6, n.1, p. 7-22, mar. 2011.

APARCANA, S. Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. **Waste Management**, v. 61, p. 593–607, 2017.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Embrapa: Seropédica, RJ, 2005.

AZEVEDO, J. L. A Economia Circular Aplicada no Brasil: Uma Análise a Partir dos Instrumentos Legais Existentes para a Logística Reversa. In: **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. CNEG & INOVARSE: Rio de Janeiro, 2015

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São paulo, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 6.514**, de 22 de Julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DF, 22 Jul. 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília, DF, 12 fev. 1998. Legislação Federal e marginalia.

BRASIL. **Lei nº11445/2007**. Diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 08 jan. 2007.

BRASIL. **Lei nº12305/10**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 147, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2016a.

BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <[http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desensust/Agenda2030completoportugus12fev2016.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desensust/Agenda2030completoportugus12fev2016.pdf)> Acesso em: 15 Jul. 2016b.

BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é - O que não é**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2015.

CASTRO, M. A. O.; SILVA, N. M.; MARCHAND, G. A. E. L. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 20, n.3, p. 415-426, Jul/set. 2015.

CEARÁ – Governo do Estado do Ceará. **Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do Estado do Ceará: Regionalização**. Ceará: Fortaleza, 2011.

CEARÁ – Governo do Estado do Ceará. Secretaria das Cidades. **Estudo de impacto ambiental – EIA e Relatório de impacto ambiental – RIMA para implantação do Aterro Sanitário Regional do Cariri – Caririaçu-CE**. Ceará: Fortaleza, 2012.

DEBNATH, S.; BOSE, S. K. Exploring full cost accounting approach to evaluate cost of MSW services in India. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 83, p. 87-95, Fev. 2014.

DRUCIANKI, F. P.; FRANCISCONI, N.; KARPINSKI, J.; FRANCO NETTO, F. Programa de coleta seletiva de lixo: um estudo de caso do município de Candói no Paraná. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 504 - 520, abr./set. 2017.

- EL-HAMOUZ, A. M. Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas area of the West Bank. **Waste Management**, v. 28, n. 2, p. 260-271, 2008.
- FEITOSA, A. K.; LANDIM, G. H. P.; SILVA, K. B.; SILVA, G. D. A educação cooperativista na formação de catadores de resíduos sólidos em Iguatu, Ceará. **Revista Verde**. Pombal, v. 10, n. 3, p. 9-13, 2015.
- FEITOSA, A. K.; BARDEN, J. E.; HASSAN, C.; KONRAD, O. Hábitos da população no manejo de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso em Juazeiro do Norte – CE. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 7, p. 212 – 225, 2016.
- FEITOSA, A.K.; KONRAD, O.; BARDEN, J. E.; HASAN, C. ; SILVA, A. M. M.; PALACIO, O. D. ; MARQUES JUNIOR, F. A.F. ; BARBOSA, J. C. ; DAMASCENO, M. M. ; LIMA, M. R. P. Household waste variability analysis in Juazeiro do Norte, in the northeast region of Brazil. **Waste Management**, n. 62, p. I-III, Abr. 2017.
- FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados a gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, 2001.
- FERREIRA, F.; AVELINO, C.; BENTES, I.; MATOS, C.; TEIXEIRA, C.A. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**, v. 59, p. 3-13, Jan. 2017.
- FRANCO, C. S. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Percepção dos Hábitos de Descarte no Sul de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- GALON, T. **Do lixo à mercadoria, do trabalho ao desgaste**: estudo do processo de trabalho e suas implicações na saúde de catadores de materiais recicláveis. Tese (Doutorado). Doutorado em Ciências. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2015.
- GARCIA, D. S. S. Dimensão econômica da sustentabilidade: uma análise com base na economia verde e a teoria do decrescimento. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 13, n. 25, p. 133-153, 2016.
- GOMES, E. R.; MOREIRA, F. G. S.; SOUSA, J. B.; ALCÂNTARA, P. B. Análise das concentrações de biogás em lixão desativado no município de Juazeiro do Norte-CE. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012, Palmas, TO. **Ciência, Tecnologia e Inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional**. Palmas: IFTO, 2012.
- GONÇALVES, M. A.; TANAKA, A. K.; AMEDOMAR, A. A. A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v.5, n.1, p. 96-129, Jan./Jun. 2013.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

GUERRERO, L. A.; MASS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220 - 232, 2013.

GUTBERLET, J. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, v. 45, p. 22-31, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal Cidades@. **Juazeiro do Norte. 2017**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=2307304>> Acesso em: 01 jun. 2018.

IPECE. **Perfil Básico do Município de Juazeiro do Norte. 2016**. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2016/Juazeiro\\_do\\_Norte.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2016/Juazeiro_do_Norte.pdf)> Acesso em: 15 Abr. 2017.

KRETZER, S.G.; NAGAOKA, A.K. Produção de biogás com diferentes resíduos orgânicos de restaurante universitário. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 4, p. 551-565, 2016.

LIMA, R. M. S. R. **Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com inclusão de catadores**: estudo de caso em Londrina – PR. 2006. 175p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LISBOA, C. O mosquito que desafia o Brasil. **Desafios do Desenvolvimento - IPEA**, v. 12, n. 87, p. 29-39, 2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente; ICLEI – Brasil. **Planos de gestão de resíduos sólidos**: manual de orientação. Brasília, 2012.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, L. G.; Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAR, F.; BUCUR, B. Raising Awareness on Waste Generation and Collection. **Procedia Engineering**, v. 181, p. 452-458, 2017.

NIZAMI, A.S.; REHAN, M.; WAQAS, M.; NAQVI, M.; OUDA, O.K.M; SHAHZAD, K.; MIANDAD, R.; KHAN, M.Z.; SYAMSIRO, M.; ISMAIL, I.M.I.; PANT, DEEPAK. Waste biorefineries: Enabling circular economies in developing countries. **Bioresource Technology**, v. 241, p. 1101-1117, Out. 2017.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; SILVEIRA, F. F.; LUZ, E. G.; OLIVEIRA, R. B. Comparação entre as massas de resíduos sólidos urbanos coletadas na cidade de São Paulo por meio de coleta seletiva e domiciliar. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, v. 3, n. 3. Set./ Dez. 2014.

PEREIRA, C. M. C. **Análise da Problemática do Lixo nas Romarias em Juazeiro do Norte**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e meio Ambiente - PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, 2005.

PEREIRA, C. M. C. **Análise socioambiental da cidade de Juazeiro do Norte: subsídios para a construção da Agenda 21 local**. 2013. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, 2013.

PINHO, P. M. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PIRESA, A.; SARGEDASA, J.; MIGUELA, M.; PINAC, J.; MARTINHOA, G. A case study of packaging waste collection systems in Portugal – Part II: Environmental and economic analysis. **Waste Management**, v. 61, p. 108 - 116, 2017.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Decreto nº 33**, de 24 de Maio de 2013. Nomeia membros do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Juazeiro do Norte e adota outras providências. Juazeiro do Norte, CE, 24 de Maio de 2013.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei Complementar nº 10**, de 19 de Maio de 2006. Institui o Código de Postura do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, e dá outras providências. Juazeiro do Norte, CE, 19 de Maio de 2006.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei nº 3.631**, de 17 de Março de 2010. Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de lixo tecnológico no município de Juazeiro do Norte, Ceará. Juazeiro do Norte, CE, 15 Março 2010.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei nº 3.842**, de 03 de Junho de 2011. Autoriza ao Poder Executiva a criação do Programa “lixo consciente, uma ideia reciclável” no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará. Juazeiro do Norte, CE, 03 Junho 2011.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei Complementar nº 99**. Alterações no Código Tributário Municipal. Lei Complementar de 02 de outubro de 2014.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei nº 2.570**, de 08 de setembro de 2000b. Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. Disponível em: <<http://www2.juazeiro.ce.gov.br/Legislacao/LEI%202570-2000.pdf>> Acesso em: 19 jan. 2016.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei nº 3.851**, de 17 de Agosto de 2011. Institui a Política Municipal de Meio Ambiente do município de Juazeiro do Norte, Ceará. Juazeiro do Norte, CE, 17 Agosto 2011.

PMJN – Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte. **Lei nº 2.572**, de 08 de setembro de 2000a. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Juazeiro do Norte.

Disponível em: <<http://www2.juazeiro.ce.gov.br/Legislacao/LEI%202572-2000.pdf>> Acesso em: 19 jan. 2016.

REBEHY, P. C. P. W.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A. G. B.; ESPINOZA, D. F.; JOÃO NETO, M. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: Cleaner production and poverty reduction. **Journal of Cleaner Production**, v.154, p. 462-473, Jun. 2017.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A.; SANTOS, E. C.; SILVA, S. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 147-157, 2015.

SEMASP – Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos** – PGIRSU. Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte: Juazeiro do Norte, 2013.

SILVIA, L. R. C.; DAMACENO, A. D.; MARTINS, M. C. R.; SOBRAL, K. M. Pesquisa Documental: Alternativa Investigativa na Formação do Docente. In: **IX Congresso Nacional de Educação**. PUCPR: Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3124\\_1712.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3124_1712.pdf)> Acesso em: 09 out. 2015.

SOARES, K. H. **Proposta de um plano de melhorias para o sistema de coleta seletiva realizada no município de Brusque – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade do Vale do Itajaí, 2015.

VALENTE, B. S.; SILVA, I. M.; XAVIER, E. G. Percepção da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Pelotas sobre a coleta seletiva no município de Pelotas/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 1560-1567, 2016.

YUANG, H.; HUANG, Z.; XU, P. A frameword for Eco-efficiency of C&D Waste. **Procedia Environmental Sciences**, v. 31, p. 855-859, 2016.

## **2.8. Artigo 8 - Proposta de Implementação da Coleta Seletiva em um Município de Médio Porte no Nordeste Brasileiro<sup>8</sup>**

### **RESUMO**

Este artigo visa oferecer subsídios para corroborar com a discussão a respeito da efetivação da coleta seletiva em âmbito municipal na cidade de Juazeiro do Norte, um município de médio

---

<sup>8</sup>Artigo aceito para publicação na Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais - RICA, v. 9, n. 3, 2018. A revista possui Qualis B1 em Ciências Ambientais, na avaliação 2013-2016. Autores: Feitosa, A.K.; Barden, J. E.; Konrad, O.

porte, localizado no Estado do Ceará, na região nordeste do Brasil. Para tanto, a estratégia metodológica abordada baseou-se na consulta a estudos acadêmicos, teses e dissertações, publicadas no período de 2004 a 2015, que apresentassem modelos de programas de coleta seletiva implementados em municípios brasileiros. Foram consultadas as bases de dados Portal de Periódicos da Capes e Portal Buscador Coruja, utilizando os termos "coleta seletiva" e "resíduos sólidos". Como resultados: apresentam-se os modelos de coleta seletiva adotados com base nos estudos acadêmicos analisados; e, propõe-se a implantação de um programa de coleta seletiva em Juazeiro do Norte, contemplando a instalação de ecopontos para entrega voluntária de resíduos, o serviço de coleta seletiva porta-a-porta e a implantação de três unidades de triagem de resíduos. A coleta, triagem e comercialização dos materiais coletados seletivamente seria realizada a cargo das associações de catadores, contando com o apoio operacional da Prefeitura, mediante convênios devidamente celebrados entre as partes. Por fim, salienta-se a necessidade de investir em ampla divulgação das atividades da coleta diferenciada junto à população para lograr êxito no programa, incluindo campanhas de educação sanitária e ambiental, dedicadas a orientar sobre os tipos de resíduos e seu adequado descarte.

**Palavras-chaves:** Gestão de resíduos sólidos; Coleta seletiva; Município de médio porte.

## **ABSTRACT**

This article aims to provide support to support the discussion about the effective selective collection in the municipal area of Juazeiro do Norte, a medium - sized municipality located in the State of Ceará, in the northeast region of Brazil. Therefore, the methodological strategy was based on the consultation of academic studies, theses and dissertations, published in the period from 2004 to 2015, which presented models of selective collection programs implemented in Brazilian municipalities. The databases of Portal de Periodicos de Capes and Portal Buscador Owl were consulted using the terms "selective collection" and "solid waste". As results: the selective collection models adopted based on the academic studies analyzed are presented; and it is proposed the implementation of a selective collection program in Juazeiro do Norte, including the installation of ecopoints for voluntary waste delivery, the service of selective collection door-to-door and the implementation of three waste sorting units. The collection, sorting and commercialization of the selectively collected materials would be

carried out by the associations of collectors, counting on the operational support of the Municipality, through duly concluded agreements between the parties. Finally, it is necessary to invest in a wide dissemination of the activities of the differentiated collection with the population to achieve success in the program, including sanitary and environmental education campaigns, dedicated to guide the types of waste and their appropriate disposal.

**Keywords:** Solid waste management; Selective collect; Municipality of medium size.

## **Introdução**

No âmbito das operações de gestão dos resíduos, a coleta consiste no “ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim”. É feita regularmente nas residências, sendo classificada como: coleta convencional, que recolhe e transporta de maneira indiferenciada os resíduos gerados, “executada em intervalos determinados”; e coleta seletiva, que “remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas, vidros e outros” (ABNT, 1993, p. 2-3).

De acordo com Greco et al. (2015, p. 368), “a coleta de resíduos indiferenciados permite 'economias de escala' no que diz respeito à utilização de recursos humanos e materiais”. Enquanto a coleta seletiva “requer frequentemente, em média, duas ou três vezes a quantidade de recursos necessários para a coleta de resíduos indiferenciados”. Não obstante, a coleta seletiva contribui para a valorização do resíduo como recurso econômico, além de reduzir a necessidade de utilização de aterros e incineradores (GRECO et al., 2015).

Apesar das vantagens observadas, no Brasil, apenas 18% dos 5570 municípios possuem programas de coleta seletiva, contando com baixas taxas de reciclagem (REBEHY et al., 2017). As principais iniciativas são: a coleta porta a porta e os pontos de entrega voluntária. A primeira, pode ser desenvolvida pelo prestador de serviço de limpeza pública ou estabelecimento privado. A modalidade porta a porta é realizada em cada residência, recolhendo os resíduos recicláveis previamente segregados pela população. Os pontos de entrega voluntária são locais escolhidos estrategicamente, próximo a conjuntos residenciais ou instituições para a entrega dos resíduos recicláveis, por parte da população, para coleta e destino destes resíduos sob responsabilidade do poder público (BRASIL, 2017).

Relacionando-se à destinação dos resíduos e observando o reduzido percentual de municípios brasileiros com programas de coleta seletiva, é possível inferir que os resíduos sólidos gerados no Brasil têm sido, em grande parte, diretamente dispostos em aterros ou lixões, sem o reaproveitamento do material com potencial reciclável. Consonante com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, na gestão e gerenciamento há uma ordem de prioridades que consiste em: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, p. 5). Neste sentido, uma vez gerados os resíduos, deve haver a destinação para reciclagem/tratamento, prioritariamente.

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo oferecer subsídios para corroborar com a discussão a respeito da efetivação da coleta seletiva em âmbito municipal na cidade de Juazeiro do Norte, município de médio porte, situado no Estado do Ceará, no nordeste do Brasil.

### **Procedimentos metodológicos**

A estratégia metodológica abordada no presente artigo baseou-se na consulta a estudos acadêmicos, teses e dissertações, publicadas no período de 2004 a 2015, que apresentassem modelos de programas de coleta seletiva implementados em municípios brasileiros. Foram consultadas as bases de dados Portal de Periódicos da Capes e Portal Buscador Coruja, utilizando os termos "coleta seletiva" e "resíduos sólidos". Para elaboração dos mapas apresentados na seção de resultados, procedeu-se com o acesso à base geográfica e planimétrica do IBGE (2017), bem como utilizou-se o *software QGis*. O método para análise dos dados coletados foi análise documental (SÍLVIA et al., 2009).

### **Resultados e Discussão**

Com base na realização da pesquisa bibliográfica, foi possível identificar alternativas para a implantação da coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte. Os resultados foram agrupados conforme segue: Programas de Coleta Seletiva; e, Proposta para a coleta seletiva em Juazeiro do Norte.

### **Programas de Coleta Seletiva**

De acordo com Lima (2006), uma das principais dificuldades para a implementação de programas de coleta seletiva é não existir um modelo padrão a ser seguido pelas gestões municipais. Além disso, um modelo desta natureza não seria facilmente aplicado a todas as regiões do Brasil, devido a suas dimensões continentais e diferentes culturas e costumes. Isto posto, por meio de buscas bibliográficas em trabalhos acadêmicos, procurou-se identificar alguns modelos de programas de coleta seletiva, adotados por municípios brasileiros, com vistas a reunir informações e apresentar uma proposta para implementação da coleta seletiva na cidade de Juazeiro do Norte.

Dentre os trabalhos consultados, evidenciou-se a adoção de dois modelos de coleta seletiva: a coleta porta a porta e pontos de entrega voluntária (PEV's). A coleta porta a porta é realizada em cada residência, recolhendo os resíduos recicláveis previamente segregados pela população. Os pontos de entrega voluntária são locais escolhidos estrategicamente, próximo a conjuntos residenciais ou instituições para a entrega dos resíduos recicláveis, por parte da população, para coleta e destino destes resíduos sob responsabilidade do poder público (BRASIL, 2017). Foram selecionados seguintes os trabalhos (TABELA 1):

Tabela 1 – Trabalhos selecionados

Autor, ano	Título	Local e estrutura da Coleta Seletiva
BRINGHENTI, 2004	Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população	<p data-bbox="772 1263 1394 1292">Apresenta os sistemas de coleta seletiva, implantados em:</p> <p data-bbox="772 1323 1441 1906">Vitória, ES, que implantou a partir de 1998: PEV's; e a coleta por organizações de trabalhadores autônomos. Em 2002, a prefeitura iniciou a ampliação da coleta no município, com as modalidades: PEVs; coleta porta a porta; e por organizações de catadores da reciclagem. Com a ampliação, os PEVs, que recebiam papel, plástico, vidro e metal, passaram a receber resíduos "secos" e "úmidos". Foram instalados 130 PEV's, próximos a escolas, praças, parques, etc., com base no critério de que um cidadão deveria se descolar no máximo 500 metros para encontrar um PEV para depositar resíduos. Os PEV's foram instalados em todo o município (classes A,B,C e D). A coleta seletiva porta-a-porta foi ofertada em 7 bairros da cidade, representando as classes sociais A, B e C. A coleta realizada por trabalhadores autônomos, equipados com carrinhos de tração humana, foi disponibilizada em outros 8 bairros, também das classes A, B e C. O município conta com a Unidade de Triagem e Compostagem de Vitória - UTCV, que recebe os resíduos da coleta regular e da coleta seletiva.</p> <p data-bbox="772 1937 1441 2027">São Bernardo do Campo, SP, por meio da coleta com PEV's (ecopontos), confeccionados em polietileno de alta densidade (PEAD), com capacidade de 2500 litros. Inicialmente foram</p>

instalados 36 ecopontos; depois, foram ampliados para 145 unidades. A prefeitura contratou uma empresa para instalar os recipientes, manter e operar os ecopontos, contando com o efetivo de 1 motorista e 2 ajudantes. O material reciclável coletado era destinado para triagem e comercialização realizada pelas organizações de catadores implantadas no município, atuantes na Casa de Reciclagem e Cidadania.

Porto Alegre, RS, que teve a coleta seletiva porta-a-porta implantada em 1990; posteriormente ampliou para os demais bairros, atingindo 100% do município no ano 2002. Os PEV's estão adequados para receber resíduos "secos" e "úmidos", mas foram implantados em menor escala, 30 unidades, especialmente em locais fechados, geralmente em órgãos públicos, ou, excepcionalmente, em condomínios, tendo como critério a cessão de espaço e apoio operacional. Os materiais coletados são levados para unidades de triagem e reciclagem (localizadas em pontos estratégicos da cidade e organizadas pelo poder público). Lá, os resíduos são descarregados manualmente por catadores organizados em associações ou cooperativas, que atuam na separação e comercialização dos resíduos. A prefeitura doou o prédio, o maquinário e cedeu assessoria técnica no ano inicial das atividades. As unidades de triagem funcionam mediante convênio firmado entre a prefeitura e uma associação de catadores.

Florianópolis, SC, que teve sua coleta seletiva porta-a-porta iniciada em 1994, na área central do município; e no ano 2002, atingiu todo o município. Na coleta eram utilizados caminhões tipo baú e compactadores. O material coletado seletivamente é encaminhado ao Centro de Transferência de Resíduos Sólidos - CETRE, para triagem, pesagem e posterior beneficiamento, a cargo de associações de catadores parceiras da Prefeitura.

Santo André, SP, com coleta seletiva porta-a-porta implantada em 1997, inicialmente em escolas, e que no ano 2002 atingiu 100% do município. A prefeitura disponibiliza linha específica para contato da população, por meio de um sistema específico e informatizado para registro de reclamações/solicitações dos cidadãos. Os PEVs disponibilizados funcionavam como Ecocentros, conhecidos como conhecidos como Estações de Coleta Seletiva, para recepção de resíduos volumosos, entulhos, materiais inservíveis, dentre outros. A triagem era realizada catadores organizados em duas cooperativas, com sede junto ao aterro sanitário.

OLIVEIRA, 2005 A coleta seletiva de lixo no município de Santa Gertrudes/SP e seus benefícios socioeconômicos e ambientais. Implementação da coleta seletiva em Santa Gertrudes, SP, por meio de ações prioritárias: 1ª) capacitação do grupo de catadores; 2ª) sensibilização da comunidade quanto às questões ambientais e à implantação da coleta seletiva; 3ª) implantação da coleta seletiva propriamente dita; 4ª) colocação de PEV's em alguns pontos da cidade; e, 5ª) construção de uma central ou usina de triagem de materiais recicláveis, devidamente equipada.

A prefeitura cedeu o terreno e construiu a Central de Triagem, além disso disponibilizou um caminhão e arcava

com o custo de manutenção de despesas da central de triagem (telefone, água, material de limpeza e eletricidade). A coleta, triagem e comercialização dos resíduos recicláveis era responsabilidade dos catadores, organizados em uma cooperativa.

- LIMA, 2006 Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com inclusão de catadores: estudo de caso em Londrina - PR Estudo de caso do município de Londrina, PR, com a coleta seletiva iniciada em 1996, no sistema porta-a-porta e os resíduos enviados para uma unidade de triagem, operada por 22 funcionários; e os materiais coletados eram comercializados pelo poder público. No ano 2001, a Prefeitura promoveu a retirada dos catadores do aterro municipal, estimulou a criação de associações e oficializou um novo programa de coleta seletiva. Demarcou-se o município em 10 setores entregando cada setor para uma associação realizar suas atividades de coleta, com o uso de carrinhos fornecidos pela prefeitura. O material coletado pelos catadores era acumulado em pontos estratégicos para posterior transporte com veículo da prefeitura até a unidade de triagem de cada associação. Em 2002, criou-se uma nova associação (CEPEVE), que ficou encarregada por pensar e comercializar conjuntamente o material coletado por todas as associações da cidade.
- FARIAS, 2010 Interações comunicacionais na educação ambiental: um estudo da apropriação da política pública da coleta seletiva por moradoras/consumidoras em Lajeado - RS. No município de Lajeado, RS, a coleta seletiva se iniciou no ano 2000, com a distribuição do "saco azul" para a coleta de resíduos secos, coletados uma vez por semana, na região central do município e nos bairros São Cristóvão e Moinhos. Em 2004, adotou-se o caminhão da coleta seletiva, para atender a todos os bairros do município. Posteriormente, os resíduos são enviados para a central de triagem para adequada separação e comercialização.
- CAVAGNOL, 2011 Plano de ação para implantação de um sistema de coleta seletiva de resíduos em São Miguel do Oeste. Apresenta a estrutura da coleta seletiva de resíduos no município de Saudades, SC. A campanha teve início em 2007 com o treinamento das Agentes Comunitárias de Saúde, que foram responsáveis por divulgar o programa de coleta seletiva nos domicílios da cidade. A orientação era que os resíduos deveriam ser separados em três categorias: orgânico ou molhado, rejeito e lixo seco ou reciclável. A coleta era realizada porta-a-porta, sendo às segundas, quartas e sextas para resíduos orgânicos e rejeitos; e terças e quintas para resíduo reciclável. A coleta de resíduos recicláveis compreende toda a zona urbana e também a zona rural do município. A triagem, embalagem e encaminhamento para reciclagem são realizados por uma empresa do município, que a partir do ano 2009, passou também a ser responsável por sua coleta.
- CAMPANI, 2012 Indicadores socioambientais como instrumentos de gestão na coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. A pesquisa apresenta o caso do município de São Leopoldo, RS, que iniciou sua coleta seletiva no ano 2005, com o sistema porta-a-porta, e à época do estudo atingia toda a cidade. em alguns bairros a coleta é realizada pelos próprios catadores, que concentram o material em determinado ponto e o caminhão da prefeitura transporta os materiais; em outros bairros, a coleta seletiva é feita pela empresa prestadora de serviço; em ambos casos, os materiais são encaminhados para as unidades de triagem, para separação, prensagem e comercialização.
- FARIAS, 2013 Gestão de resíduos sólidos domiciliares em Rio Grande/RS: Sistema de coleta Apresenta o município Rio Grande, RS, que possui sistema de coleta seletiva municipal composto por dois PEV's e por duas coletas porta-a-porta, uma realizada pela empresa Rio

	seletiva.	Grande Ambiental e outra pela Secretaria de Município de Controle e Serviços Urbanos - SMCSU. Em ambas situações, os materiais coletados são destinados para as unidades de triagem, formada por grupos organizados de catadores. Em 2012, foi inaugurada uma usina de triagem, junto ao aterro sanitário do município. A referida usina recebe os resíduos da coleta convencional e possui esteiras de triagem para separação do material com potencial reciclável. Contudo, o autor destaca que muitos resíduos são encaminhados ao aterro, sem passar pela esteira, o que resulta por fazer da usina de triagem apenas uma estação de transbordo dos resíduos coletados.
MANTOVANI, 2013	Caracterização detalhada dos resíduos sólidos Domiciliares de Sorocaba visando melhorias do sistema de Coleta seletiva.	Apresenta a coleta seletiva de materiais recicláveis de Sorocaba, que é realizada pelas cooperativas de catadores, porta-a-porta, uma vez por semana, mas não abrange todo o município. Os trabalhadores coletam os resíduos diretamente dos cidadãos e já nos caminhões é realizada uma pré-triagem com os materiais maiores (papelão) e (vidro). A Prefeitura auxilia na estrutura das Cooperativas através da doação do espaço físico (galpões) e instrumentos de trabalho (caminhão, esteira, prensa e outros maquinários) para que seja possível a coleta, triagem, enfardamento e comercialização dos resíduos na região.
COSTA, 2014	Os desafios da coleta seletiva e a organização dos catadores de materiais recicláveis em Caetité, Bahia.	Apresenta o modelo de coleta seletiva de Caetité, BA, em que a coleta é predominantemente realizada porta-a-porta por catadores cooperados, em pontos estratégicos da cidade com carrinhos de tração humana ou sob demanda da comunidade, em que há o agendamento e a coleta é realizada utilizando-se um caminhão baú. As atividades de triagem (sem esteira), prensa, enfardamento e comercialização dos resíduos são realizadas em um galpão, cedido pela Prefeitura. O galpão é equipado com prensa e balança. Em 2011, foram instalados Ecopontos nos bairros São José, Centro e Ovídio Teixeira.

Fonte: Elaboração própria (Dados: BRINGHENTI, 2004; CAMPANI, 2012; CAVAGNOL, 2011; COSTA, 2014; FARIAS, 2010; FARIAS, 2013; LIMA, 2006; MANTOVANI, 2013; OLIVEIRA, 2005).

Todos os modelos analisados apresentaram o sistema de coleta porta-a-porta como alternativa para implementação da coleta seletiva; e, na maioria dos municípios utilizaram-se os PEV's de modo complementar. Com relação ao envio dos resíduos coletados seletivamente, em todos os municípios foi identificada a existência de pelo menos uma Central ou Unidade de Triagem, para adequada recepção, limpeza, segregação e comercialização dos resíduos coletados. Também foi verificada a incorporação dos catadores de recicláveis nos sistemas de gestão de resíduos sólidos, conforme propõe a PNRS.

Corroborando com os resultados destacados, a partir dos modelos analisados, em uma pesquisa desenvolvida em 2016 pelo CEMPRE, com 18 municípios brasileiros, identificou-se que obtêm maior êxito os programas que adotam modelo de coleta seletiva coleta porta-a-porta e PEV's, sendo que: 80% dos municípios consultados realizam coleta seletiva porta-a-porta; e, 45% dispõem de PEV's para que a população participe ativamente. A respeito da operação da coleta seletiva, em 43% dos casos, a prefeitura executa o referido serviço, em

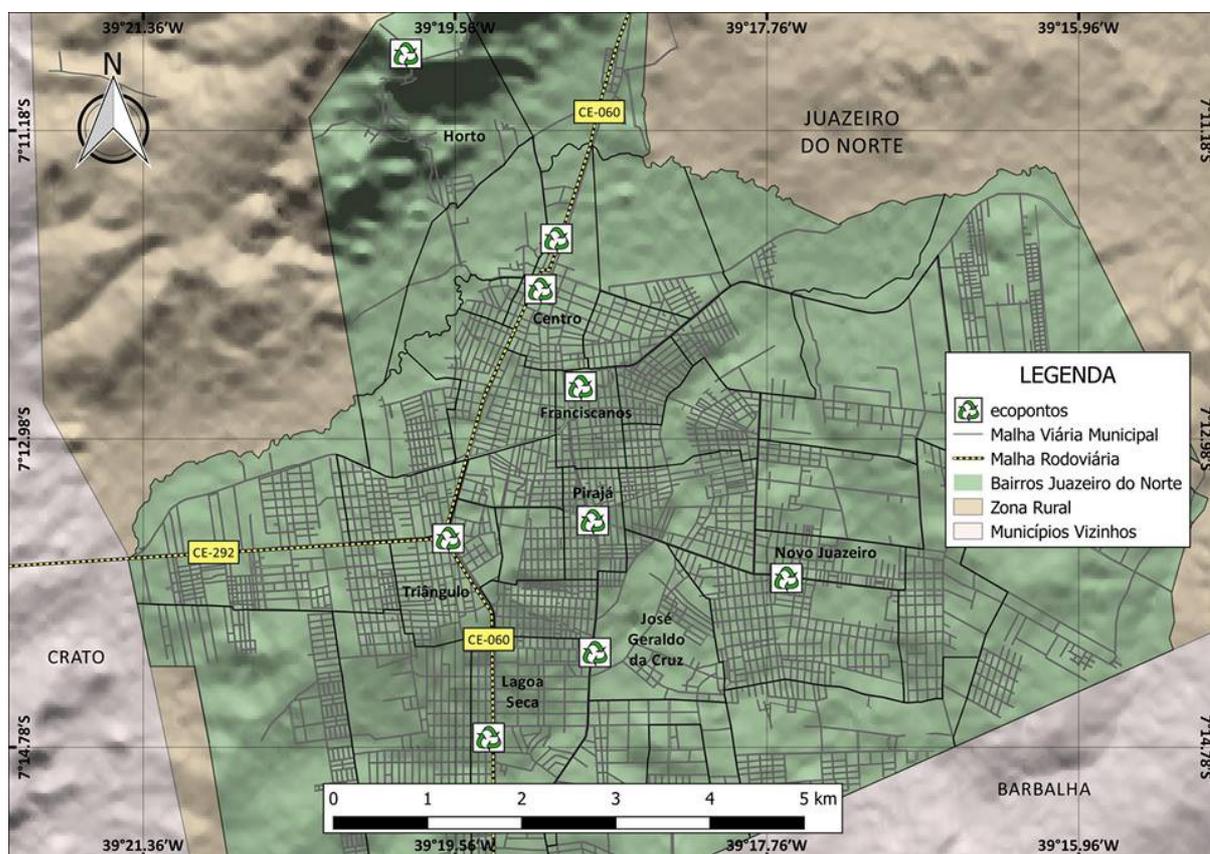
37% o município contrata empresas particulares; e, em 51% concede apoio a cooperativas de catadores para desempenhar a coleta. O referido apoio consiste em disponibilizar galpões de triagem, veículos, equipamentos, além de ajuda financeira para pagamento de água e energia elétrica, investimentos em capacitação dos catadores, divulgação das atividades da coleta seletiva e campanhas de educação ambiental (CEMPRE, 2017).

### **Proposta para a coleta seletiva em Juazeiro do Norte**

Com base nos modelos analisados, propõe-se a implementação de um programa de coleta seletiva em Juazeiro do Norte, contemplando: ecopontos para o descarte voluntário de resíduos; bem como, o serviço de coleta seletiva porta-a-porta. Para funcionamento das atividades da coleta seletiva, sugere-se que sejam firmados convênios entre a Prefeitura Municipal e as associações de catadores atuantes no município. A coleta, triagem e comercialização dos materiais coletados seletivamente seria realizada a cargo das associações, contando com o apoio operacional da Prefeitura.

Como estrutura operacional para desenvolvimento do programa, indica-se a instalação de nove ecopontos, cada um contendo dois recipientes de 2500 litros, para receber resíduos secos e úmidos. Os pontos sugeridos para disponibilização dos nove ecopontos estão dispostos na Figura 1, quais sejam: 1. Praça José Hilânio, mais conhecida como "Praça La favorita", no bairro Lagoa Seca; 2. Parque Ecológico das Timbaúbas, próximo ao portão de entrada principal, no bairro Timbaúbas; 3. Mercado Público do Pirajá, um centro comercial localizado no bairro Pirajá; 4. Praça da Igreja do Menino Jesus de Praga, no bairro Novo Juazeiro; 5. Praça do Giradouro, no bairro Triângulo; 6. Praça Monsenhor Joviniano Barreto, popularmente conhecida como "Praça dos Franciscanos", localizada no bairro Franciscanos; 7. Praça Padre Cícero, localizada no centro da cidade; 8. Centro de Apoio aos Romeiros, próximo à Igreja Matriz, no centro da cidade; e, 9. Colina do Horto, nas proximidades do Museu Vivo do Padre Cícero, no bairro Horto.

Figura 1 - Sugestão para localização dos ecopontos



Fonte: Elaboração própria. Dados: base geográfica e planimétrica do IBGE (2017).

A localização dos ecopontos seria realizada em pontos estratégicos da cidade, de modo a oferecer uma distribuição geográfica de maior abrangência da zona urbana municipal. Além disso, para escolha dos locais sugeridos acima, levou-se em consideração a facilidade de acesso da população ao ecoponto, o adensamento populacional dos bairros para instalação e a circulação de visitantes, em função dos períodos de Romarias na cidade.

O município tem, semeado em sua cultura, as tradicionais “Romarias” e por este motivo é visitado por romeiros de diversas partes do país, motivando um crescente turismo religioso, em função da figura e memória do Padre Cícero, que é conhecido como “santo milagreiro” (ALVES, 2010, p. 1). Contudo, percebe-se um aspecto negativo do ponto de vista ambiental, que é o aumento na geração e acúmulo de resíduos sólidos, especialmente nos pontos de maior concentração de visitantes. “Estimativas apontam o afluxo de cerca de 600 mil romeiros durante a romaria de Finados, a maior romaria do ano na cidade” (VASCONCELOS et al., 2015, p. 41).

Na Tabela 2 estão dispostas as coordenadas geográficas dos locais sugeridos para localização dos ecopontos, na fase inicial de implementação da coleta seletiva.

Tabela 2 - Coordenadas para localização dos ecopontos

Nº	Localização do ecoponto	Coordenadas geográficas
1	Praça La favorita	S 07° 14.41' W 39°19.21'
2	Parque Ecológico das Timbaúbas	S 07° 13.58' W 39°18.32'
3	Mercado Público do Pirajá	S 07° 13.21' W 39°18.47'
4	Praça da Igreja do Menino Jesus de Praga	S 07° 13.47' W 39°17.38'
5	Praça do Giradouro	S 07° 13.36' W 39°19.36'
6	Praça dos Franciscanos	S 07° 12.38' W 39°18.51'
7	Praça Padre Cícero	S 07° 12.06' W 39°19.02'
8	Centro de Apoio aos Romeiros	S 07° 11.40' W 39°18.57'
9	Colina do Horto	S 07° 10.46' W 39°19.49'

Fonte: Pesquisa aplicada. Dados: Coordenadas do Google Earth.

A sugestão de implantação destes ecopontos corresponde a uma experiência inicial, para posterior ampliação do número de locais contemplados, observando-se a demanda pelo serviço e a capacidade operacional do município em atendê-la. Quando da ampliação do programa de coleta seletiva, e conseqüente aumento do número de ecopontos, haverá a necessidade de delimitar a área de serviço, utilizando-se *software* específico de informações geográficas, além de considerar a distância a ser percorrida pela população para o descarte dos resíduos com potencial reciclável, visando aumentar a participação no programa.

De acordo com o estudo de Peixoto et al. (2006, p. 6), considera-se que a distância ideal a ser percorrida por usuários do serviço de coleta seletiva desde seu domicílio até o local de fixação dos ecopontos é de “300 metros, podendo chegar ao máximo de 500 metros”. Além disso, “uma condição para que em cada área não seja ultrapassada a distância máxima de caminhada de 500 metros é que a área esteja circunscrita em um círculo com raio menor que 370 metros” (PEIXOTO et al., 2006, p. 6).

Para a operação da coleta seletiva porta-a-porta, recomenda-se a utilização de um veículo com carroceria aberta ou do tipo baú, a ser disponibilizado pela Prefeitura ou mediante o fornecimento do combustível, no caso de a associação possuir veículo próprio. De acordo com relatos de Bringhenti (2004), a adoção de caminhões compactadores na coleta seletiva porta-a-porta, apesar de reduzir o esforço físico do coletor e possuir descarga

automatizada, apresenta a desvantagem de gerar acidentes na triagem, devido à aderência de materiais perfurocortantes, como, por exemplo, vidro quebrado, a resíduos tais como papelão e plásticos.

Inicialmente, aconselha-se que a implantação da coleta seletiva porta-a-porta ocorra em seis bairros pilotos: Planalto, Lagoa Seca, Salesianos, Limoeiro, Pio XII e Horto. Estes bairros são sugeridos por já possuírem um estudo de composição gravimétrica realizado nos estudos de Feitosa et al. (2017a;2017b). A coleta seletiva porta-a-porta poderia ser realizada semanalmente, de acordo com a Tabela 3. Os bairros seriam divididos dentre as associações conveniadas pelo município para cobertura do serviço de coleta seletiva.

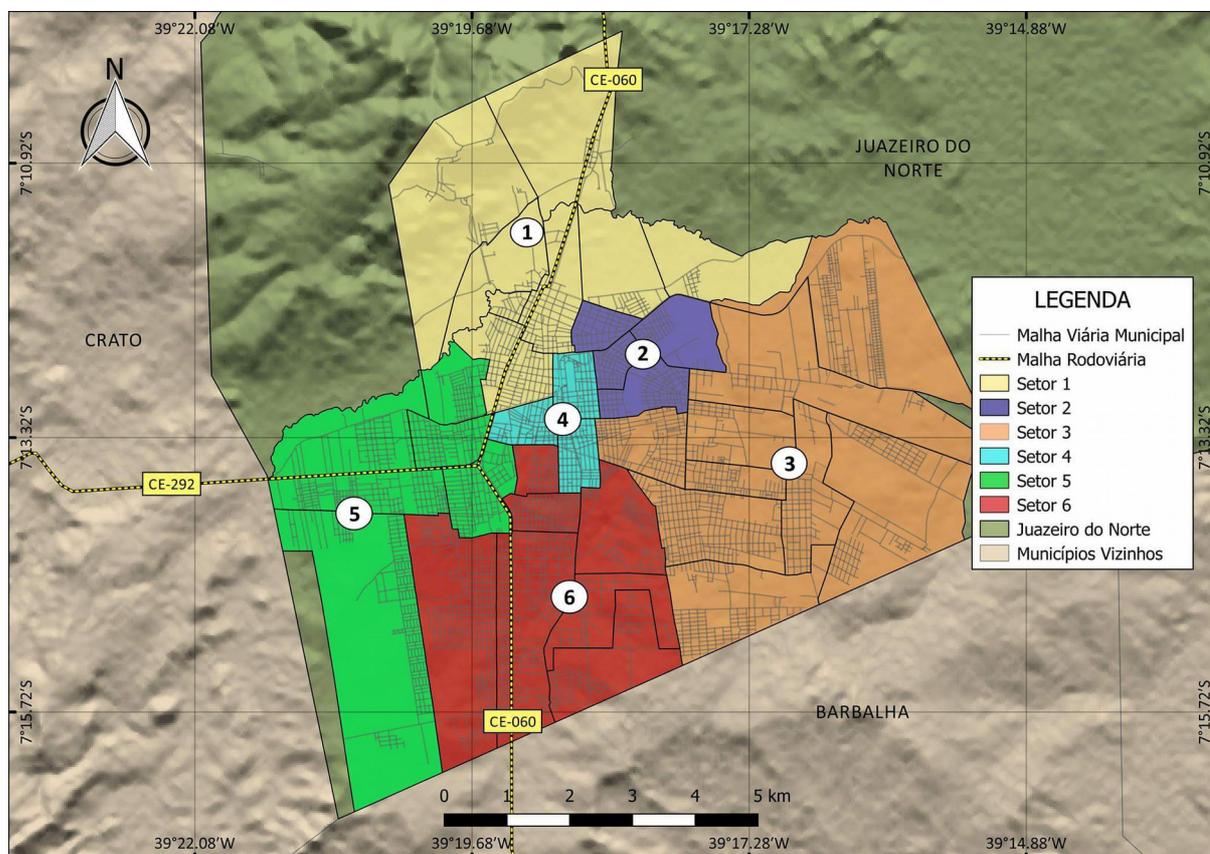
Tabela 3 - Proposta de organização piloto da coleta seletiva porta-a-porta

<b>Dia da semana</b>	<b>Bairro</b>
Segunda-feira	Planalto
Terça-feira	Lagoa Seca
Quarta-feira	Salesianos
Quinta-feira	Limoeiro
Sexta-feira	Pio XII
Sábado	Horto

Fonte: Pesquisa aplicada.

Posteriormente, vislumbra-se a ampliação do programa de coleta seletiva, que passaria a contemplar toda a cidade. A proposta que se apresenta é a divisão do município em seis setores (FIGURA 2), com seus bairros agrupados de acordo com a quantidade de domicílios e proximidade geográfica, de modo a tornar os setores homogêneos. De acordo com a grade estatística do IBGE (2010), no último censo, o município possuía aproximadamente 65.713 domicílios ocupados. Considera-se o zoneamento em seis setores, em cada setor conteria o equivalente a 11.500 domicílios. Para desenvolvimento das atividades da coleta seletiva, assim como ocorrido na primeira etapa do programa, a cobertura do serviço dos setores seria distribuída entre as associações de catadores atuantes no município, considerando a capacidade operacional de cada uma, bem como o suporte da Prefeitura.

Figura 2 - Proposta de divisão setorial para ampliação da coleta seletiva



Fonte: Elaboração própria. Dados: base geográfica e planimétrica do IBGE (2017).

Na Tabela 4, pode ser visualizada a sugestão de organização setorial da coleta seletiva porta-a-porta.

Tabela 4 - Proposta de organização setorial da coleta seletiva porta-a-porta

Setor	Bairros
1	Centro, Salesianos, Socorro, Salgadinho, Horto, Juvêncio Santana, Três Marias e Carité
2	São Miguel, Fátima, Pio XII e Timbaúba
3	Aeroporto, Pedrinhas, Limoeiro, Leandro Bezerra, Novo Juazeiro, Tiradentes, Betolândia, Brejo Seco e Campo Alegre
4	Franciscanos, Santa Tereza e Pirajá
5	Santo Antônio, Antônio Vieira, Triângulo, São José e Frei Damiano
6	Romeirão, João Cabral, José Geraldo da Cruz, Jardim Gonzaga, Lagoa Seca, Planalto e Cidade Universitária

Fonte: Pesquisa aplicada.

Segundo Roviriego (2005), a guarnição da coleta seletiva varia conforme o modelo adotado, sendo necessários, além do motorista: quatro catadores para o sistema porta-a-porta (dois sobre o veículo, acondicionando os resíduos coletados e dois recolhendo o material nos dois lados do meio fio); três catadores para o sistema de PEV's (um para acondicionar a carga e dois para esvaziar os contentores; e, oito catadores para sistemas mistos (dois sobre o veículo e seis nas ruas). No caso da presente proposta, adotar-se-ia o modelo de sistema misto, cabendo observar a adequação do número de catadores à realidade de cada associação local.

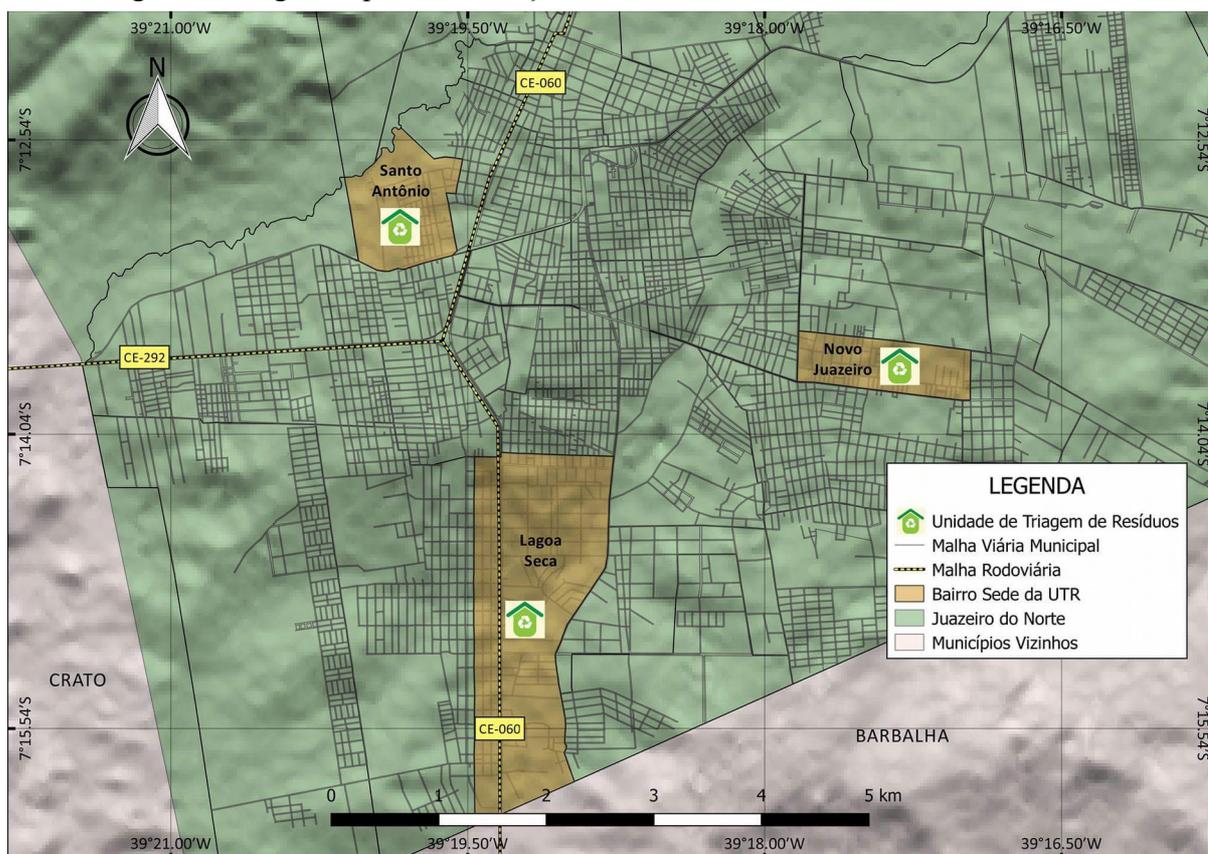
Após a coleta seletiva ser realizada, porta-a-porta e por meio dos PEV's, os resíduos coletados serão encaminhados para Unidades de Triagem. Sugere-se a implantação de três Unidades de Triagem de Resíduos - UTR, nos bairros Santo Antônio, Lagoa Seca e Novo Juazeiro (FIGURA 3), em terrenos de propriedade da Prefeitura, dispendo de fácil acesso de veículos e cobertura dos serviços de água e energia elétrica. Estes locais são os mesmos espaços indicados pela gestão municipal para implantação do "Projeto Ecopontos" (TABELA 5), que foi apresentado pela Amaju - Autarquia Municipal de Meio Ambiente de Juazeiro (2015), mas que na altura do desenvolvimento desta pesquisa não havia sido executado todavia. Entretanto, dada a natureza dos ecopontos, considera-se que estes espaços seriam mais adequados para a recepção e triagem dos materiais coletados seletivamente. Não obstante, as estruturas das UTR's possam ser dotadas de ecopontos ou ecocentros para atender à população circunvizinha.

Tabela 5 - Localização e dimensão dos terrenos

Localização e dimensão dos terrenos	Pontos georreferenciados
Bairro Santo Antônio 45,50 m por 94,30 metros	Ponto 1 – S 07° 12.873' W 39°19.623' Ponto 2 – S 07° 12.869' W 39°19.598' Ponto 3 – S 07° 12.919' W 39°19.590' Ponto 4 – S 07° 12.921' W 39°19.612'`
Bairro Lagoa Seca 80 m por 50 metros	Ponto 1 – S 07° 14.299' W 39°19.193' Ponto 2 – S 07° 14.277' W 39°19.193' Ponto 3 – S 07° 14.272' W 39°19.147' Ponto 4 – S 07° 14.298' W 39°19.150'
Bairro Novo Juazeiro 100 m por 50 metros	Ponto 1 – UTM 0468215 – 9200756 24 m Ponto 2 – UTM 0468225 – 9200855 24 m Ponto 3 – UTM 0468274 – 9200848 24 m Ponto 4 – UTM 0468261 – 9200749 24 m

Fonte: Pesquisa aplicada. Dados: AMAJU (2015).

Figura 3 - Sugestão para localização das UTR's



Fonte: Elaboração própria. Dados: base geográfica e planimétrica do IBGE (2017).

À Prefeitura municipal, caberia: a construção dos prédios para instalação das UTR's; a disponibilização dos equipamentos necessários, em regime de comodato para as associações; e, o custeio das despesas com água e energia elétrica (BRINGHENTI, 2004; OLIVEIRA, 2005). Os catadores associados teriam a responsabilidade de realizar a triagem, prensagem, enfardamento e comercialização dos resíduos recicláveis.

Como sugestão, as UTR's poderiam dispor da seguinte estrutura, conforme apontado no estudo de Oliveira (2005, p. 54): "um escritório, uma copa, dois banheiros, oito baias (abrigos de alvenaria para estocagem dos materiais), além do barracão propriamente dito, onde foi disposta a maquinaria necessária para o beneficiamento dos materiais recicláveis". Com relação ao maquinário, Oliveira apresenta (2005, p. 55): "- prensa enfardadeira hidráulica vertical; - prensa enfardadeira hidráulica horizontal; - esteira de catação elétrica com 12 metros de comprimento por 1 metro de largura; - funil dosador metálico; - quatro carrinhos transportadores para tonéis; - máquina trituradora de vidro; - balança eletrônica; -

elevador móvel para fardos; - dois carrinhos para fardos; - máquina industrial de lavar sob pressão".

Após realização das atividades nas UTR's, os rejeitos provenientes da segregação dos materiais com potencial reciclável deverão ser encaminhados para o local de disposição final indicado pela municipalidade ou dispostos para a coleta convencional do município. Observa-se que para alcançar menores quantidades de rejeitos, a guarnição da coleta seletiva deve somente coletar os resíduos adequadamente separados e dispostos no dia especificado para a coleta do bairro/setor (BRINGHENTI, 2004).

Outra estratégia é divulgar amplamente as atividades da coleta diferenciada, incluindo campanhas de educação sanitária e ambiental, dedicadas a orientar a comunidade a respeito dos tipos de resíduos e seu adequado descarte. No tocante à sensibilização da comunidade, Oliveira (2005) destaca que, dentre os instrumentos de promoção social da coleta seletiva, são mais eficientes os panfletos entregues porta-a-porta, nos bairros da cidade, explicando a importância da coleta seletiva e da colaboração da população para seu êxito. Além disso, é interessante promover a visita a órgãos públicos, estabelecimentos comerciais e industriais. O autor afirma, ainda, que a divulgação do programa de coleta seletiva deve acontecer previamente ao início das atividades, para garantir uma maior adesão da população, informando o dia da coleta em cada bairro, os materiais recicláveis que serão coletados, além de explicar os conceitos básicos de coleta seletiva, reciclagem, bem como os benefícios sociais e ambientais dela decorrentes.

Na abordagem junto à população, Lima (2006) também menciona a necessidade de informar a frequência da coleta seletiva, a forma de separação correta de cada material, bem como a importância de disponibilizar um telefone para contato com a equipe da Prefeitura encarregada de pela supervisão do programa. Do mesmo modo, Bringhenti (2004) apresentou em seus relatos a existência de linhas telefônicas específicas para atender às demandas da população referentes à coleta seletiva. Assim, a prefeitura tem condições de acompanhar e fiscalizar o desenvolvimento das atividades, dando ainda suporte às necessidades da comunidade atendida.

Ademais, para melhorar os serviços da coleta seletiva, é importante capacitar o grupo de catadores envolvidos nas atividades, incluindo-se temas como "cumprimento do horário e frequência da coleta, para não comprometer a credibilidade no programa" (LIMA, 2006, p. 132). Seria interessante, também, promover o treinamento de funcionários da prefeitura em

temas referentes às questões ambientais envolvendo a geração de resíduos e a implantação da coleta seletiva, para que possam colaborar na divulgação das atividades do programa e sensibilização da comunidade, durante o exercício de suas funções (BRINGHENTI, 2004; LIMA, 2006). Elencam-se as categorias de professores municipais e estaduais, agentes comunitários de saúde e agente epidemiológicos (CAVAGNOL, 2011; FARIAS, 2010), em função do contato direto com a população.

Ao final da apresentação desta proposta, enfatiza-se que a estrutura operacional, bem como os maquinários descritos são citados como base ou referência. Cabendo, pois, a adaptação à realidade local por parte da Prefeitura, em conjunto com os catadores. Ademais, salienta-se que a presente proposta necessita da complementação de estudos técnicos, tais como o dimensionamento e zoneamento das rotas de coleta, dentre outras especificações. Não obstante, espera-se ter contribuído com a discussão a respeito da efetivação da coleta seletiva em âmbito municipal na cidade de Juazeiro do Norte.

## Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004

ALVES, C.C.E. Um olhar no desenvolvimento do turismo religioso em Juazeiro do Norte – Ceará – Brasil: um enfoque na sustentabilidade. In: **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra, 2010.

BRASIL. **Lei nº12305/10**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 147, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>> Acesso em: 19 maio 2017.

BRINGHENTI, J. Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação popular. 2004. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CAMPANI, D. B. **Indicadores socioambientais como instrumentos de gestão na coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2012.

CAVAGNOL, J. **Plano de ação para implantação de um sistema de coleta seletiva de resíduos em São Miguel do Oeste**. Monografia (Especialização). Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Projetos Sustentáveis. Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC. São Miguel do Oeste, 2011.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Ciclossoft 2016**: Radiografando a coleta seletiva. Cempre: São Paulo, 2017.

CONAMA. **Resolução N° 275/2001**. 25 de abril de 2001. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

COSTA, W. B. **Os desafios da coleta seletiva e a organização dos catadores de materiais recicláveis em Caetitê, Bahia**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v.9, n.2, p. 143-161, Ago. 2002.

FAM, L.; KAR, I. Analysis of the potential of municipal solid waste in Brazil. **Environmental Development**. v. 4, p. 105–113, 2012.

FARIAS, A. M. B. **Interações comunicacionais na educação ambiental: um estudo da apropriação da política pública da coleta seletiva por moradoras/consumidoras em Lajeado - RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES. Lajeado, 2010.

FARIAS, B. C. F. **Gestão de resíduos sólidos domiciliares em Rio Grande/RS: Sistema de coleta seletiva**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FEITOSA, A.K.; BARDEN, J. E.; KONRAD, O.; MATOS, M.A.A.; COLVERO, D.A. Description of household waste in the northeast region of Brazil: case study in Juazeiro do Norte, Ceará. In: **2° DCE2017 - Doctoral Congress in Eng**, Porto, Portugal, 08 e 09 Jun. 2017a.

FEITOSA, A.K.; KONRAD, O.; BARDEN, J. E.; HASAN, C. ; SILVA, A. M. M.; PALACIO, O. D. ; MARQUES JUNIOR, F. A.F. ; BARBOSA, J. C. ; DAMASCENO, M. M. ; LIMA, M. R. P. Household waste variability analysis in Juazeiro do Norte, in the northeast region of Brazil. **Waste Management**, n. 62, p. I-III, Abr. 2017b.

GRECO, G.; ALLEGRINI, M.; LUNGO, C.D.; SAVELLINIB, P. G.; GABELLINIB, L. Drivers of solid waste collection costs. Empirical evidence from Italy. **Journal of Cleaner Production**. v. 106, p. 364-371, Nov. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 25 jan. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. 2017c. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 10 Nov. 2017.  
LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Ed. Inspira Comunicação e Design, Campina Grande/PB, 2001.

LIMA, R. M. S. R. **Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com inclusão de catadores**: estudo de caso em Londrina – PR. 2006. 175p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

MANTOVANI, V. A. **Caracterização detalhada dos resíduos sólidos Domiciliares de Sorocaba visando melhorias do sistema de Coleta seletiva**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual Paulista, 2013.

MARCONDES, C. A. **A coleta seletiva na cidade de Porto Alegre**: uma visão sobre o meio ambiente, economia e renda dos catadores. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, C. P. **A coleta seletiva de lixo no município de Santa Gertrudes/SP e seus benefícios socioeconômicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PEIXOTO, K. **Contribuição ao planejamento e operação da coleta seletiva em área urbana**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

REBEHY, P. C. P. W.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A. G. B.; ESPINOZA, D. F.; JOÃO NETO, M. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: Cleaner production and poverty reduction. **Journal of Cleaner Production**, v.154, p. 462-473, Jun. 2017.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. COLETA SELETIVA DE LIXO DOMICILIAR - ESTUDO DE CASOS. **Caminhos de Geografia**. v. 1, n. 2, p. 50 – 69, Dez/2000.

RODRIGUES, L. C.; MARIN, S. R.; ALVARENGA, S. M. RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM FLORIANÓPOLIS/SC: UM ESTUDO DE CASO. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 470-486, Abr./Set. 2017.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005

SILVIA, L. R. C.; DAMACENO, A. D.; MARTINS, M. C. R.; SOBRAL, K. M. Pesquisa Documental: Alternativa Investigativa na Formação do Docente. In: **IX Congresso Nacional de Educação**. PUCPR: Curitiba, 2009.

VASCONCELOS, M. P.; BRAGA, C.; GOUVEIRA, G. C.; SOUZA, W. V. Romarias no município de Juazeiro do Norte, Ceará: perfil da demanda por atendimento de saúde e sazonalidade de internações. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 24, p. 1, p. 39-48, Jan/Mar. 2015.

### 3. DISCUSSÃO GERAL

Este tópico apresenta uma discussão acerca dos artigos, expostos na seção de desenvolvimento, relacionando-os com os objetivos específicos, bem como ao escopo geral deste estudo, que consistiu em: avaliar o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil, em uma perspectiva de sustentabilidade ambiental, econômica e social. O estudo doutoral foi desenvolvido em cinco etapas, contemplando pesquisa bibliográfica, análise documental, aplicação de questionários e entrevistas, além da análise de dados com abordagem qualitativa e quantitativa, inclusive com tratamento estatístico de variáveis.

Inicialmente, procedeu-se com a análise gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados, cujos resultados estão dispostos nos artigos 1 e 2. Destaca-se que a geração *per capita* diária de resíduos (*kg/habitante/dia*) no município resultou em uma média de 0,47 kg/hab/dia. A caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos demonstrou que a fração quantitativa mais significativa dos resíduos gerados em Juazeiro do Norte era constituída de matéria orgânica (restos de alimentos, cascas de frutos, borra de café e folhas). Com relação aos materiais com potencial reciclável, foi possível identificar maior geração de plásticos e papelão, com destaque para o bairro de estrato socioeconômico mais elevado, Planalto, em que se observou maior geração, em função do padrão de consumo de alimentos mais processados, indicando maior geração de embalagens.

Considerando-se que, entre resíduos secos e orgânicos, apresentam-se cerca de 75,5% dos resíduos coletados e analisados, pode-se inferir a respeito da viabilidade de implantação de um sistema de coleta diferenciada e posterior valorização de resíduos sólidos domiciliares. Em termos quantitativos, evidenciou-se que a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares em Juazeiro do Norte apresenta uma relação positiva de acordo com o nível de renda do bairro gerador, porém diminui quando atinge o nível mais elevado de

rendimentos, guardando semelhança empírica com a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets.

Com relação aos hábitos de descarte de resíduos dos munícipes, conforme apresentado no artigo 3, foi possível observar que os resíduos domiciliares em Juazeiro do Norte têm sido descartados prioritariamente para a coleta convencional, sem considerar o potencial de reaproveitamento dos materiais recicláveis, nem observar o retorno adequado de alguns resíduos, que possuem destinação especificada na legislação vigente. As entrevistas permitiram apontar que algumas potencialidades se sobressaem, como por exemplo o costume de parte da população em separar os resíduos em sacolas distintas, conforme as características de orgânicos e secos, hábito que pode favorecer a implantação da coleta seletiva e da compostagem, a partir da triagem prévia praticada nos domicílios geradores dos resíduos.

Destaca-se a boa prática da produção de sabão, a partir do óleo de fritura, desenvolvido por um projeto identificado em atuação no bairro Pio XII, bem como a recepção e destinação adequada deste e outros materiais pela Associação Engenho do Lixo. Estas iniciativas, com o apoio do poder público, poderão se expandir, evitando que a maior parcela da população destine, por exemplo, o óleo ao ralo da pia, contaminando os efluentes domésticos.

Adicionalmente, observa-se que é necessário oferecer à comunidade mais acesso aos pontos de coleta de retorno de pilhas e baterias, tendo em vista o escasso número disponível e a pouca divulgação dos mesmos; além de disponibilizar pontos de coleta e destinação adequada aos resíduos de saúde provenientes de uso doméstico, que independente das quantidades geradas, há predominância do descarte na coleta convencional. Sob o ponto de vista técnico, o tratamento dos resíduos de saúde é de extrema importância para o controle de possíveis riscos à saúde dos seres humanos e também ao meio ambiente.

Dando continuidade ao estudo, no artigo 4, apresenta-se a aplicação um método de valoração econômica do serviço ambiental da coleta seletiva, o Método da Valoração Contingente, para conhecer qual a disponibilidade dos munícipes em pagar pela coleta e quais as variáveis que influenciam a decisão de pagar. Ressalta-se que 61,11% dos entrevistados afirmaram que não pagariam pelo serviço da coleta seletiva; enquanto 37,50% estariam dispostos a pagar pela referida coleta; e, 1,39% não opinaram a respeito. Conforme evidenciam os dados, o percentual de entrevistados que afirmaram não estar dispostos a pagar pelo serviço da coleta foi substancialmente superior aos que estariam dispostos a contribuir.

Apesar dos interessados em contribuir financeiramente para a coleta seletiva serem minoria, foi possível observar que 91,94% dos entrevistados reconheceram que a coleta seletiva contribui para a diminuição da poluição do meio ambiente, permitindo inferir que esta parcela da população se apresenta consciente a respeito das questões relacionadas ao meio ambiente, especialmente no tocante aos resíduos sólidos.

Considerando-se os entrevistados com DAP positiva, a DAP média mensal encontrada foi de R\$ 15,70. Evidenciou-se maior disponibilidade a pagar entre os homens, correspondendo a 51,85% dos inqueridos com DAP positiva. Além disso, a DAP média dos homens foi superior à DAP média das mulheres, obtendo os valores de R\$ 17,66 e R\$ 13,58, respectivamente.

No tocante à análise estatística, observou-se que as variáveis gênero (17,44%), escolaridade (16,86%) e renda (14,53%) exercem influência de propensões incrementais sobre a probabilidade dos munícipes possuírem DAP, ou seja, pode-se afirmar que a disposição a pagar pela coleta seletiva aumentou quando relacionada com as referidas variáveis, para a amostra utilizada. Deste modo, os resultados deste estudo sugerem que os indivíduos pertencentes ao gênero masculino, com maior escolaridade e renda possuem maior probabilidade de apresentar disposição ao pagamento pelo serviço ambiental da coleta seletiva em Juazeiro do Norte.

No que tange à percepção dos munícipes a respeito da coleta dos resíduos sólidos, no artigo 5, revelou-se que 64,72% dos entrevistados não sabem o local de destino ou disposição adotado pelo município e 62,78% afirmaram não separar os resíduos em seus domicílios. Quando perguntados sobre o que poderia melhorar o serviço da coleta municipal, 55,56% admitiram que se deveria investir mais em educação ambiental para a população e 30% afirmaram que a implantação da coleta seletiva melhoraria o serviço.

A respeito da motivação em participar de um programa de coleta seletiva, caso fosse implantado na cidade, os dados encontrados no artigo 6 permitem ressaltar que a maior parcela da população demonstrou que teria interesse em participar das atividades (84,44%), sendo motivada por fatores vinculados à preservação ambiental, limpeza da cidade, ao reaproveitamento de materiais com potencial reciclável, a melhor qualidade de vida e saúde da população.

Com base na análise de correlação das variáveis, através do coeficiente phi ( $\varphi$ ), a participação na coleta seletiva apresentou maior associação com a preservação do meio

ambiente; está moderadamente associada à variável limpeza da cidade; e possui fraca associação com as variáveis reciclagem e qualidade de vida da população. De acordo com o coeficiente de Spearman ( $\rho$ ), as variáveis idade e renda não se mostraram estatisticamente significativas. Com relação à escolaridade, apesar de o coeficiente obtido refletir uma fraca correlação, pode-se afirmar que os maiores níveis de escolaridade estão mais associados à intenção de participação na coleta seletiva.

Com relação aos não interessados em participar da coleta seletiva (14,17%), os motivos destacados para não participação foram: falta de tempo; falta de interesse; doação dos materiais para catadores; falta de incentivo; porque dá trabalho separar.

O artigo 7 apresenta os resultados da aplicação dos indicadores orientados à Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos, utilizando-se a metodologia de Castro, Silva e Marchand (2015). Os indicadores adotados foram: Configuração do sistema; Infraestrutura; Sustentabilidade financeira; Prestação dos serviços; Aspectos organizacionais; Extensão social; Conformidade legal; e, Impactos ambientais. Os estágios para avaliação de cada indicador foram: Estágio Ideal, "os critérios apresentam total conformidade aos preceitos da gestão sustentável dos RSU"; Estágio Favorável, "os critérios encontram-se atendidos acima do que se considerou elementar ou neutro, mas com indicativos de melhora"; Estágio de Atenção, "os critérios se representam de forma elementar para o funcionamento do sistema, em nível funcional, operacional e gerencial, mas sem indicativos de processos de gestão propriamente ditos"; Estágio Desfavorável, "os critérios, ainda que parcialmente presentes, não suprem as próprias demandas do sistema ou ainda interferem na qualidade do mesmo"; e, Estágio Crítico, "os critérios considerados elementares estão completamente ausentes ou, se presentes, apresentam situações nas quais os aspectos sociais e/ou ambientais sofrem agravos" (CASTRO; SILVA; MARCHAND, 2015, p. 418-419).

O indicador *Configuração do Sistema* permitiu evidenciar que na estrutura organizacional do município não há inclusão social de catadores nas atividades relacionadas ao gerenciamento dos resíduos, em âmbito municipal, de modo sistematizado, planejado e institucional. De acordo com este indicador, a gestão de resíduos sólidos municipal foi avaliada como em Estágio de Atenção.

No tocante ao indicador *Infraestrutura*, a gestão de resíduos encontra-se em Estágio Desfavorável de sustentabilidade, pois realiza serviços básicos de limpeza urbana e manejo de resíduos domiciliares e públicos, compreendendo a coleta indiferenciada e a disposição final

dos resíduos em um lixão. No quesito *Sustentabilidade financeira*, a gestão encontra-se em Estágio de Atenção, uma vez que não há autofinanciamento do sistema. O município não realiza cobrança de taxa específica pelo serviço de manejo dos resíduos. Apenas realiza a indexação ao valor devido do IPTU para os bairros em que há cobertura de coleta de lixo. Este recurso representa um pequeno percentual dos custos anualmente despendidos, cabendo complementação com outras fontes do orçamento municipal, tais como repasses estaduais e federais.

A respeito da *Prestação de serviços*, foi atribuído o Estágio Desfavorável na gestão de resíduos sólidos, considerando-se que não existe um programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos no município. Relativamente aos *Aspectos Organizacionais*, classifica-se a gestão de resíduos em Estágio Desfavorável de sustentabilidade. Ressalta-se que o município não desenvolve ferramentas de gestão da qualidade e de gestão ambiental aplicadas à problemática dos resíduos sólidos. Tampouco apresenta canais de comunicação com a população.

Com relação à *Extensão social*, constatou-se um Estágio de Atenção, uma vez que não se observaram campanhas municipais regulares de educação sanitária e ambiental direcionadas para a população. Foi identificada apenas a existência de um Núcleo de Educação Ambiental, da Semasp, que desenvolve ações em escolas municipais de ensino fundamental.

A respeito da *Conformidade legal*, foi observado que o município de Juazeiro do Norte apresenta Estágio Favorável de gestão sustentável de resíduos sólidos, considerando que contempla a representação da sociedade civil, por meio da atuação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA. No que se refere ao *Impacto ambiental*, averiguou-se que o município apresenta Estágio Desfavorável de desenvolvimento na gestão de resíduos, considerando a disposição ambientalmente inadequada. Observou-se, ainda, que o histórico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos apresenta uma situação de degradação ambiental recorrente, pois tem ocorrido, ao longo dos anos, em local inadequado, sem a existência de licença ambiental e em constante descuido com a unidade de disposição dos resíduos no solo.

Por fim, o artigo 8, correspondente ao último objetivo específico da pesquisa doutoral, apresentou uma proposta para implementação da coleta seletiva em Juazeiro do Norte. Trata-se de uma proposta simplificada. Contudo, observa-se que a gestão de resíduos

não precisa ter sofisticação, mas sim exequibilidade e sobretudo comprometimento das partes envolvidas.

A partir dos resultados elencados nestes artigos científicos, foi possível promover uma avaliação de modo integral do sistema de gestão de resíduos, contemplando a ótica da população a respeito da geração de resíduos domiciliares, dos hábitos de manejo dos resíduos sólidos, sua disponibilidade a pagar pelo serviço da coleta seletiva, bem como sua motivação para participar de programas de coleta seletiva, servindo para a identificação das limitações no sistema, além da proposição de alternativas mitigadoras, com vistas a um modelo de gestão sustentável.

Sob as óticas da sustentabilidade ambiental, econômica e social, foram identificadas algumas dificuldades no atual sistema de gestão de resíduos, quais sejam: presença de resíduos dispostos inadequadamente e *déficit* na recuperação de resíduos pelo reaproveitamento e reciclagem; inexistência de aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados; ausência de aterro sanitário, tendo como consequência a disposição final inadequada dos resíduos; presença de passivo ambiental, devido à existência de lixões desativados; ausência de fontes específicas de recursos financeiros para a gestão de RSU; insatisfatória quantidade de recursos humanos atuando no serviço de limpeza pública; sistema operando de modo deficitário, com insuficiente infraestrutura; faltam políticas públicas efetivas voltadas para catadores de recicláveis no município; e, insuficiência de programas educativos voltados à população, visando minimizar a geração de resíduos e conscientização sobre a importância do seu descarte adequado.

## 4. CONCLUSÃO

Com a realização desta pesquisa, evidenciou-se que o sistema de gestão de resíduos sólidos na cidade de Juazeiro do Norte – CE tem se desenvolvido de modo inadequado e insuficiente, à luz dos preceitos de uma gestão sustentável, observando os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Constatou-se que o município de Juazeiro do Norte possui aparato elementar para a realização da gestão de resíduos sólidos, necessitando melhorar seus processos operacionais e gerenciais, para que possa dispor de uma estrutura mais adequada e satisfatória aos preceitos da gestão sustentável de resíduos.

Entende-se que é urgente a necessidade de implementação da coleta seletiva, em nível municipal, como alternativa para a disposição final de grande parte do material reciclável que tem sido desperdiçado. Não se espera, contudo, que esta seja a solução de todos os problemas ambientais envolvendo resíduos sólidos no município. Não obstante, é possível inferir que a coleta seletiva demonstra ser capaz de contribuir com as condições de melhoramento do ambiente urbano e de recuperação dos resíduos recicláveis, gerando emprego e renda, quando implantadas observando estruturas mais eficientes e adequadas.

Ressalta-se a necessidade de mais investimento em educação ambiental para a população, através de campanhas mais abrangentes e diretamente relacionadas com a geração e separação de resíduos na fonte geradora, ou seja, nos domicílios. Deve-se destacar a importância da participação e envolvimento popular para que os projetos voltados ao meio ambiente possam efetivamente funcionar no município, contribuindo para tornar a cidade mais sustentável. O desenvolvimento sustentável somente se torna possível quando a comunidade interage com seu ecossistema local e regional (BOFF, 2015).

#### 4.1. Conjunto de Recomendações

Tendo por base a avaliação realizada no sistema de gestão de resíduos sólidos no município de Juazeiro do Norte, bem como a consulta a aportes conceituais, algumas sugestões foram relacionadas para mitigação das limitações encontradas:

- a) Monitorar os resíduos coletados, através da realização de estudos gravimétricos regulares, com periodicidade semestral;
- b) Implantar um programa de coleta seletiva municipal;
- c) Fomentar programas de Educação Ambiental permanentes e específicos a respeito da questão do manejo de resíduos sólidos, com ações direcionadas para a população, em seus domicílios, *locus* de geração dos resíduos. Para tanto, sugere-se firmar parcerias entre as secretarias municipais para capacitação de agentes de saúde e de endemias para trabalhar diretamente junto à comunidade, porta-a-porta, a importância de reduzir a quantidade de resíduos gerados, bem como seu descarte correto, com o encorajamento da participação no programa de coleta seletiva, uma vez implementado;
- d) Criar Ecopontos para dotar a população de locais adequados para a entrega voluntária de resíduos com potencial reciclável;
- e) Implantar pelo menos uma estação de triagem para análise/segregação dos resíduos e potencializar a recuperação de materiais recicláveis, de modo organizado;
- f) Estudar meios para instituição da cobrança de uma taxa específica para o manejo dos resíduos sólidos no município, visando a sustentabilidade financeira da gestão;
- g) Adequar a disposição final dos resíduos/rejeitos aos dispositivos legais vigentes;
- h) Implantar/executar um plano de recuperação para as áreas dos antigos lixões do município;

Espera-se que as sugestões de melhorias elencadas reforcem a discussão sobre a viabilidade de uma gestão de resíduos sólidos acorde com os preceitos da sustentabilidade.

#### **4.2. Limitações do Estudo**

Elenca-se, quanto a limitações do estudo, a opção por realizar a pesquisa de campo tratando-se de um estudo caso e, por consequente, apresentar resultados específicos para a amostra em análise. Deste modo, as conclusões e recomendações fazem referência apenas à realidade do município investigado. Não obstante, este método permitiu ao estudo “concentrar-se em um aspecto ou situação específica e identificar, ou tentar identificar, os diversos processos que interagem no contexto estudado” (DIAS, 2000, p. 3).

Outra limitação observada foi a utilização metodológica da técnica de análise de conteúdo para analisar os dados com abordagem qualitativa, proveniente de distantes fases da pesquisa, em virtude de sua forma metódica. Reitera-se, contudo, que a análise de conteúdo possui potencialidade para admitir uma análise rica, “de forma coerente, ética, reflexiva, flexível e crítica [...], considerando o contexto e a história nos quais a pesquisa se insere” (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011, p. 745).

#### **4.3. Sugestões para Trabalhos Futuros**

A partir das questões abordadas neste estudo, mencionam-se para trabalhos futuros:

- Analisar quantitativamente a hipótese da estrutura de uma curva de Kuznets entre a geração de resíduos e o nível de rendimentos dos estratos socioeconômicos; além de identificar os fatores subjacentes à determinação da geração de resíduos domésticos para as áreas estudadas, tais como hábitos alimentares, estilo de vida e estrutura familiar;
- Com relação ao estudo sobre o manejo e hábitos de descarte dos resíduos, poderiam ser realizadas pesquisas incluindo outros resíduos domésticos, como por exemplo, aparelhos eletroeletrônicos e utensílios em geral. Poder-se-ia, ainda, tentar identificar o comportamento do cidadão com relação à Obsolescência Planejada.
- Desenvolver estudos relativos ao dimensionamento e zoneamento da estrutura para implantação da coleta seletiva em âmbito municipal;

- Realizar estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de uma unidade de triagem e de uma estrutura para compostagem ou refinaria para aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados no município;
- Desenvolver estudo para identificação do potencial de geração de biogás a partir dos resíduos orgânicos gerados, combinando uma análise de viabilidade técnica e econômica; e,
- Aplicar ferramentas de balanço mássico e energético para o processo de gestão de resíduos sólidos urbanos no município em questão, bem como desenvolver um modelo de análise do custo de vida.

Por fim, ressalta-se que esta pesquisa de Tese não pretende esgotar a discussão acerca da gestão sustentável de resíduos sólidos. É, na verdade, um intento de corroborar com a discussão da literatura científica da área, compreendendo a relevância da gestão de resíduos em espaços urbanos.

Com a realização deste estudo, espera-se ter oferecido um panorama da gestão dos resíduos sólidos urbanos em Juazeiro do Norte. Espera-se, ainda, a partir dos achados, subsidiar o planejamento de uma estrutura de gestão sustentável na referida cidade, que considere as características de geração de resíduos, as variáveis socioeconômicas dos diferentes bairros, a valoração econômica ambiental, refletida na disponibilidade a pagar pelo serviço da coleta seletiva, bem como os indicadores de sustentabilidade abordados. Salienta-se que os resultados desta pesquisa de Tese poderão servir como subsídio para futuras pesquisas acadêmicas na área de estudo.

## REFERÊNCIAS

- BENEDETTO XVI. **Pensieri sull'ambiente**. Libreria Editrice Vaticana: Città del Vaticano, 2011.
- BESSEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São paulo, 2011.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é - O que não é**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2015.
- BRASIL. **Lei nº12305/10**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 147, 03 ago. 2010.
- CASTRO, M. A. O.; SILVA, N. M.; MARCHAND, G. A. E. L. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 20, n.3, p. 415-426, Jul/set. 2015.
- CEARÁ – Governo do Estado do Ceará. **Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do Estado do Ceará: Regionalização**. Ceará: Fortaleza, 2011.
- DIAS, C. Estudo de caso: idéias importantes e referências. Maio, 2000. Disponível em: <[http://www.reocities.com/claudiaad/case\\_study.pdf](http://www.reocities.com/claudiaad/case_study.pdf)> Acesso em: 25 maio 2017.
- FRANK, A. G. Formatos alternativos de teses e dissertações. Blog Ciência Prática, 2013. Disponível em: <<https://cienciapratica.wordpress.com/2013/04/15/formatos-alterativos-de-teses-e-dissertacoes/>>. Acesso em: 05 de maio 2018.
- FERNANDEZ, F. **O Poema Imperfeito**. 2 ed. Curitiba: UFPR: 2004.
- GOMES, M. R. V. **Contribuição para a gestão sustentável de resíduos sólidos na Região Centro**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.
- GRECO, G.; ALLEGRINI, M.; LUNGO, C.D.; SAVELLINIB, P. G.; GABELLINIB, L. Drivers of solid waste collection costs. Empirical evidence from Italy. **Journal of Cleaner Production**. v. 106, p. 364-371, Nov. 2015.
- IBGE. Portal Cidades@. **Juazeiro do Norte, 2017**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=2307304>> Acesso em: 15 Nov. 2017.
- IPECE. **Perfil Básico do Município de Juazeiro do Norte**. 2016. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2016/Juazeiro\\_do\\_Norte.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2016/Juazeiro_do_Norte.pdf)> Acesso em: 15 Abr. 2017.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente; ICLEI – Brasil. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012.
- MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 731-747, Jul./Ago, 2011.
- REBEHY, P. C. P. W.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A. G. B.; ESPINOZA, D. F.; JOÃO NETO, M. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: Cleaner production and poverty reduction. **Journal of Cleaner Production**, v.154, p. 462-473, Jun. 2017.

SEMASP – Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU**. Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte: Juazeiro do Norte, 2013.