

Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Juazeiro do Norte, Ceará

Luiz Neto Paiva e Silva Müller (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) luizpsmuller@gmail.com

João Bosco Furtado Arruda (Universidade Federal do Ceará - UFC) jbfarruda@gmail.com

Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) rosane@ufscar.br

Anderson Rodolfo de Lima (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) anderson.hbo@gmail.com

Jéssica dos Santos Leite Gonella (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) jessica_gonella@hotmail.com

Resumo:

A gestão ineficaz e ineficiente de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) causa inúmeros problemas, exigindo dos municípios planejamento e implantação de sistemas de gestão eficientes e em conformidade com o âmbito legal. Este trabalho teve o objetivo de diagnosticar o atual sistema de gestão de RSU do município de Juazeiro do Norte no Estado do Ceará, levando em conta a aplicabilidade da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Espera-se que os resultados obtidos possam auxiliar os tomadores de decisão da região em futuras proposições de intervenções de melhoria. Esse estudo utilizou o método de estudo de caso. O diagnóstico foi baseado na comparação de dados e informações do sistema em foco com os principais pontos apontados na PNRS. Os resultados apontam que a atual gestão do município apresenta problemas de quase inexistência de triagem na origem, falta de coleta seletiva, deficiência de integração entre participantes da cadeia produtiva e quebra da hierarquia regulatória.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos, Política nacional de resíduos sólidos, Diagnóstico do sistema de gestão de RSU.

Diagnosis of the municipal solid waste management in the municipality of Juazeiro do Norte, Ceará

Abstract

An inefficient Municipal Solid Waste (MSW) management causes numerous problems, requiring municipalities to plan and implement optimized management systems in comply with the legal scope. This work had the objective of diagnosing the current MSW management system of the city of Juazeiro do Norte in the State of Ceará, taking into account the applicability of the National Solid Waste Policy (NSWP). It is hoped that the results obtained will help decision makers in future proposals for improvement interventions. This study used the case study method. The diagnosis was based on the comparison of the system's information with the main points pointed out in the NSWP. The results indicates that the current management of the municipality presents problems of almost nonexistence of sorting at the origin, lack of selective collection, deficiency of integration among participants of the supply chain and breakdown of the regulatory hierarchy.

Key-words: Municipal solid waste; National solid waste policy; Diagnosis of the MSW management system.

1. Introdução

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) realizou uma série de estudos (ABRELPE, 2014; 2015; 2016; 2017) que mostra um panorama geral do setor, disponibilizando dados e informações essenciais para entender, planejar e implantar soluções mais sustentáveis para uma gestão de resíduos. Ao analisar esses estudos, é possível perceber um cenário preocupante do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do Nordeste brasileiro.

Segundo a ABRELPE (2017), o Nordeste é a segunda maior região geradora de RSU do Brasil sendo responsável por cerca de 1/4 (55.056 toneladas por dia) do total produzido pelo País, dos quais 79% são coletados. Desses resíduos coletados, quase 2/3 (64,4%) são dispostos em lugares impróprios (aterros controlados ou lixões), percentual 22,8% maior do que a média atual nacional, mostrando a importância dessa problemática no Nordeste brasileiro. Nessa região, dados da ABRELPE (2016) destacam o Estado do Ceará como um dos maiores responsáveis pela geração de RSU da região (9.809 toneladas por dia), perdendo apenas para o Estado da Bahia (14.921 toneladas por dia).

Em 2010, a fim de mitigar problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes da gestão/gerenciamento ineficaz e ineficiente dos resíduos sólidos e criar um ambiente propício para um desenvolvimento sustentável no Brasil, foi criada a Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nesse sentido, parece razoável o desenvolvimento de estudos que busquem otimizar a gestão integrada de resíduos sólidos das regiões do País, de forma a considerar os objetivos da PNRS (ex.: incentivar a indústria da reciclagem). Estudos que caracterizam, diagnosticam e avaliam a atual gestão de resíduos de uma determinada região são frequentes (CHATTOPADHYAY; DUTTA; RAY, 2009; AMARANTE; RECH; SLEGLOCH, 2017; MADERS; CUNHA, 2015; SOUZA; OLIVEIRA; SARTORI, 2015; DEPIERE et al. 2017; CREMIATO, et al., 2018) e considerados essenciais para a otimização destes sistemas de gestão.

Diante da contextualização apresentada, esta pesquisa possui o objetivo diagnosticar o atual sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Juazeiro do Norte no Estado do Ceará, com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos. O município de Juazeiro do Norte foi escolhido, como região foco da pesquisa, devido à sua expressividade econômica no Estado do Ceará, 5º maior Produto Interno Bruto do Estado - PIB (IBGE, 2016), e à grande quantidade de RSU gerada. Oliveira (2015) enfatiza que Juazeiro do Norte produz mais de 250 toneladas de RSU por dia, sendo o aterro controlado do município o principal destino desses resíduos. Além da quantidade gerada, a inexistência de unidades de tratamento destes resíduos torna a questão da sua gestão ainda mais urgente. Adiciona-se a isso, à disponibilidade e acesso facilitado aos dados pela Prefeitura Municipal.

A seguir, para melhor organização e compreensão da análise, este estudo foi dividido em seções. Primeiramente, realizou-se a fundamentação teórica, que contempla conceitos centrais sobre a Gestão de Resíduos Sólidos e pontos específicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A seção 3 é destinada a descrição do método de pesquisa, que abrange as etapas necessárias para a condução da pesquisa. A seção 4 contém a análise dos resultados, que foi dividida na Caracterização do sistema de gestão de RSU do Juazeiro do Norte e no Diagnóstico do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte. Finalmente, a seção 5 é destinada a apresentação das conclusões e proposições para futuras pesquisas.

2. Fundamentação teórica

A seguir, para um melhor entendimento do estudo de caso, são apresentados conceitos centrais do tema de gestão de RS e informações sobre a PNRS com ênfase nas suas diretrizes, princípios e objetivos.

2.1 Gestão de resíduos sólidos

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um problema significativo, particularmente nos países em desenvolvimento que não possuem infraestrutura suficiente e massa de terra utilizável para processá-los de maneira apropriada.(HAUPT; KÄGI; HELLWEG, 2018; YUKALANG; CLARKE; ROSS, 2018) O sistema de gestão de resíduos sólidos possui inúmeros conceitos fundamentais para o seu entendimento e planejamento; dentre eles estão as categorias de RS, a gravimetria dos resíduos e as etapas do sistema de gestão de resíduos sólidos (PHAM PHU; HOANG; FUJIWARA, 2018).

Os resíduos sólidos são restos sólidos ou semissólidos resultante das atividades humanas ou não-humanas que são classificados no Brasil, pela PNRS, em 11 categorias diferentes (BRASIL, 2010). Dentre as categorias de resíduos, os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é definido como a soma dos resíduos domiciliares (resultantes de práticas de origem doméstica) e de limpeza urbana (resíduos de varrição, limpeza de logradouros, entre outros).

Já a gravimetria é uma análise que indica a quantidade de cada material em um determinado tipo de resíduo. Segundo a COMLURB (2005) e Chang e Pires (2015), a gravimetria dos RS é essencial para a eficiência do planejamento, do projeto e da operação de um sistema de gestão de resíduos sólidos, já que as características físicas e químicas (como o poder calorífico e a densidade) mudam de acordo com o tipo de material.

Por fim, Christensen (2011) divide o sistema de gestão de resíduos sólidos nas etapas de geração de resíduos, coleta e transporte, tratamento e, por último, a etapa RUL - reciclagem, utilização e disposição final, conforme apresentado na Figura 1.

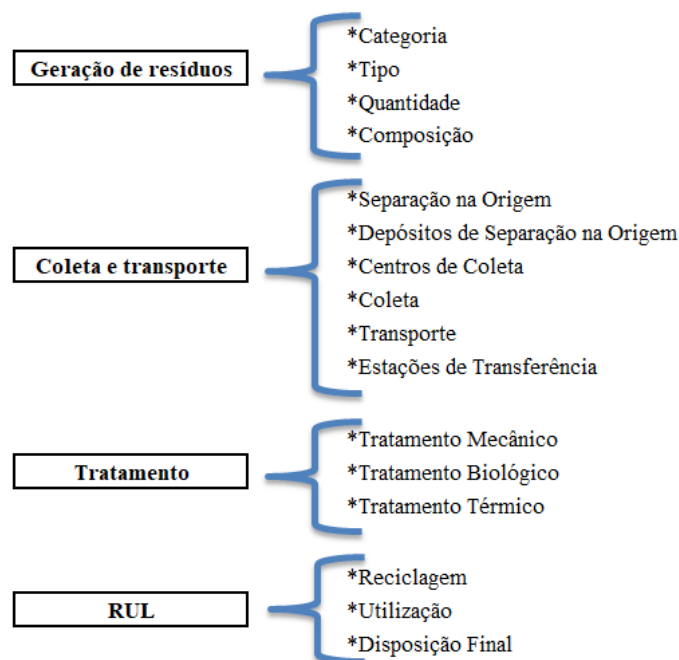


Figura 1- Etapas do sistema de gestão de resíduos sólidos. Fonte: Adaptado de Christensen (2011)

As etapas podem ser descritas como abaixo:

- a) Geração de resíduos – a geração de resíduos é a primeira etapa do sistema e é nela que são definidas características básicas dos resíduos - como categoria, tipo, quantidades e composição. Christensen (2011) afirma que a taxa de geração por unidade (em kg/ano/pessoa) é um parâmetro conveniente para projetar a quantidade de RS gerada em uma região;
- b) Coleta e transporte - esta etapa refere-se à separação e armazenamento organizado dos resíduos na origem, aos centros de coletas, à coleta, ao transporte dos RS do ponto de coleta até uma unidade de tratamento ou RUL, e às estações de transferência de resíduos de um veículo menor para um maior;
- c) Tratamento - Christensen (2011) cita que, nesta etapa, os RS são tratados através de diferentes tipos de tratamentos (mecânico, térmico ou biológico) com o intuito de recuperar resíduos recicláveis, extrair energia ou alterar certas características dos resíduos (volume, nível de contaminantes etc.);
- d) Reciclagem/Utilização/Disposição Final (RUL) - tem o objetivo de recuperar e utilizar materiais dos resíduos com algum fim ou depositá-los de forma segura. Na reciclagem, o material virgem é substituído pelo mesmo tipo de material reciclado (como vidro, alumínio, papel e plástico). Já a utilização é o uso de frações dos resíduos ou de resíduos tratados em formas alternativas (como o uso dos RS resultantes do tratamento biológico como fertilizante para terra; uso de frações de plástico e papel como combustível para indústrias de cimento etc.). Por fim, a disposição final deposita os resíduos em aterros.

2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A PNRS aponta um conjunto de princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos adotados pelo Governo Federal que visam buscar avanço do sistema de gestão de RS do país (BRASIL, 2010). Neste esforço por evolução, o Art. 9º da PNRS (BRASIL, 2010) frisa em suas diretrizes que a gestão/gerenciamento de RS necessita seguir uma ordem de 6 prioridades: 1ª Não Geração; 2ª Redução; 3ª Reutilização; 4ª Reciclagem; 5ª Tratamento; 6ª Disposição final ambientalmente correta.

Além de seguir as seis etapas de priorização apresentadas acima, a PNRS enfatiza que a gestão de RS no País necessita focar principalmente nos objetivos de proteger a saúde pública e a qualidade ambiental, incentivar a indústria da reciclagem, adotar tecnologias como forma de minimizar impactos negativos, realizar a disposição final ambientalmente correta dos resíduos e estimular a criação de sistema de gestão de RS otimizados que considerem tratamentos de recuperação energética de resíduos.

Ademais, o art.6º da PNRS aponta princípios com a responsabilidade compartilhada e cooperação entre as diferentes esferas (poder público, setor empresarial e sociedade), a visão sistêmica e o reconhecimento do valor econômico e social do resíduo sólido reutilizável e reciclável, gerador de trabalho renda e inclusão social. Por fim, destaca-se que a PNRS cita a coleta seletiva como um instrumento essencial para o sucesso do sistema de gestão de resíduos sólidos.

3 Considerações metodológicas

Para atender ao objetivo proposto adotou-se o método estudo de caso para caracterizar e, posteriormente, diagnosticar o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Juazeiro do Norte no Estado do Ceará. Este método é adequado para responder questões do tipo

“como” e “por que” em situações dentro de um contexto da vida real com pouco controle dos eventos, adaptando-se a diferentes contextos (YIN, 2005). Além disso, conserva a manutenção das mudanças ocorridas ao longo do tempo (CRESWELL, 2014).

A pesquisa foi dividida em 2 etapas: “Informações gerais e caracterização do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte” e “Diagnóstico do sistema de gestão RSU de Juazeiro do Norte”, como apresentado na Figura 2.

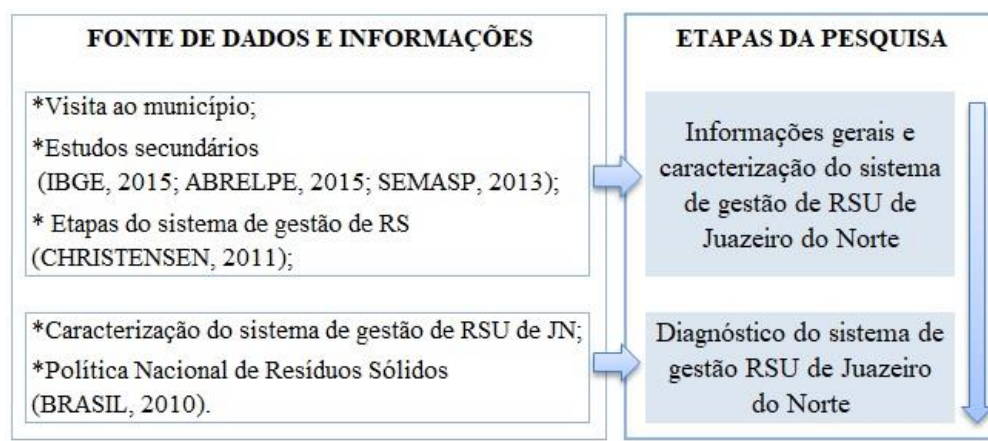


Figura 2- Etapas da pesquisa

A etapa “Informações gerais e caracterização do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte” teve o objetivo de descrever o sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte. Para alcançar esse objetivo, o objeto de estudo foi caracterizado, com base na definição teórica das 4 etapas do sistema de gestão de RS apontada por Christensen (2011), utilizando dados primários (visita ao município) e secundários (IBGE, 2015; ABRELPE, 2015; SEMASP, 2013) da região.

A visita ao município de Juazeiro do Norte aconteceu em março de 2016, durou 3 dias e foi planejada e marcada antecipadamente com o superintendente da Autarquia Municipal do Meio Ambiente de Juazeiro do Norte - AMAJU e o Diretor de Monitoramento Ambiental (Ver Quadro 1). Como instrumento de coleta foi utilizado um questionário, composto por 16 questões, que foi aplicado com representantes da AMAJU, da associação de materiais recicláveis e do aterro controlado do município (Palmeirinha).

VISITA	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
Dia 01 - SEMASP/AMAJU	O questionário do estudo de caso foi respondido pelo Diretor de Monitoramento Ambiental da AMAJU, o qual também disponibilizou vários documentos que possuíam dados e informações sobre o sistema de gestão de RSU do município;
Dia 02 - Aterro da Palmeirinha	Primeiramente, o Superintendente da AMAJU respondeu perguntas pendentes e depois, no aterro controlado do município, foi aplicado o questionário aos 2 funcionários do aterro controlado da Palmeirinha;
Dia 03 - Associação de Catadores Engenho do Lixo	O questionário de pesquisa foi aplicado ao único catador da associação Engenho do Lixo que estava presente no momento.

Quadro 1- Atividades realizadas na visita ao município

Ainda na primeira etapa, utilizou-se dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015) e da Secretaria de Meio Ambiente Agricultura e Serviços Público (SEMASP, 2013). Esses dados serviram de base para apontar a quantidade de habitantes e números referentes à economia da região, além de serem utilizados para calcular a geração de RSU do município.

Na tabulação e análise de dados da primeira etapa, foi usado computador notebook com o programa Microsoft Excel 2013 para dar suporte à organização dos dados de geração de resíduos, à realização de cálculos, e à criação de tabelas, quadros, gráficos e figuras.

A segunda etapa, “Diagnóstico do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte”, gerou um diagnóstico do sistema em foco através de uma análise crítica comparativa das características do atual sistema, levantadas na etapa anterior, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A PNRS foi escolhida como o modelo conceitual, para ser comparado com a atual gestão de RSU de Juazeiro do Norte, por ser um instrumento normativo, possuir uma visão sistêmica e um conjunto de objetivos, diretrizes e princípios adotados pelo Governo Federal com vista à gestão/gerenciamento adequada dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

4. Análise dos resultados

A seguir, serão apresentados a caracterização do atual sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte (JN) e, depois, o diagnóstico desse sistema.

4.1 Caracterização do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte

A caracterização do sistema de gestão de resíduos sólidos de JN foi dividida nas etapas de geração, coleta e transporte, tratamento e RUL citadas por Christensen (2011). Ao final, é apresentado uma representação geral do atual fluxo de RSU da região.

4.1.1 Geração de RSU

Na visita, foi constatado que o município não possui um estudo específico que estime a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados na região. O presente estudo utilizou a taxa de geração por unidade (kg.hab-1.ano-1), sugerido por Christensen (2011), para estimar a geração de RSU.

Partindo da premissa de que a taxa de geração da região é igual à taxa média do Nordeste - 0,982 kg.hab-1.ano-1 (ABRELPE, 2015) - os 266.022 habitantes de Juazeiro do Norte (IBGE, 2015) geram um total de 261 toneladas (t) de RSU por dia, ou seja, 95.350 toneladas por ano (ver Tabela 1).

DADOS BASE			PROJEÇÃO		
POPULAÇÃO ESTIMADA DE JUAZEIRO DO NORTE 2015 (IBGE, 2015)		266.022	PROJEÇÃO DE GERAÇÃO ANUAL DE RSU EM JUAZEIRO DO NORTE (t . ano ⁻¹)		
TAXA DE GERAÇÃO DE RSU NO NORDESTE (ABRELPE, 2015)		0,982 kg .hab ⁻¹ .dia ⁻¹			
COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE JUAZEIRO DO NORTE (SEMASP, 2013)			POR TIPO	TOTAL	
RECICLÁVEIS	METAL	4,00%	3.814	33.373	95.350
	PAPEL	17,00%	16.210		
	PLÁSTICO	11,00%	10.489		
	VIDRO	3,00%	2.861		
NÃO-RECICLÁVEIS	MATÉRIA ORGÂNICA	57,00%	54.350	61.978	
	OUTROS	8,00%	7.628		

Tabela 1: Cálculo da geração de RSU em Juazeiro do Norte em 2015

Em relação a composição gravimétrica, estima-se que, destas 95.350 toneladas, 33.373 são recicláveis e 61.978 são não-recicláveis, sendo 3.814 t de metal, 16.210 t de papel, 10.489 t de plástico, 2.861 t de vidro, 54.350 t de matéria orgânica e 7.628 t de outros tipos de material.

4.1.2 Etapa de coleta e transporte

A coleta e transporte de RSU é realizada, principalmente, por uma empresa terceirizada que recebe um valor anual (R\$ 17.459.249,40 em 2014) para prestar serviços de coleta e transporte de resíduos domiciliares, de varrição e poda de árvores, compreendendo também os serviços de varrição, capinação e poda de árvores. A coleta não é seletiva, praticamente não há separação dos RSU na origem. Os resíduos de limpeza urbana são coletados por caçambas, enquanto os resíduos domiciliares são coletados através de caminhões compactadores.

A coleta é dividida em 26 zonas geradoras e realizada conforme frequência pré-determinada. Os veículos coletam os RSU das zonas até ficarem cheios e depois seguem para o aterro controlado do município (Palmeirinha) para despejá-los. Esta operação é realizada várias vezes até coletar os RSU de todas as 26 zonas geradoras. Funcionários do aterro controlado da Palmeirinha estimam que a empresa coleta, transporta e despeja, aproximadamente, 235 toneladas de RSU por dia. Como o único destino dos resíduos coletados é o aterro controlado, calcula-se que em torno de 90% (235/261) dos RSU gerados em Juazeiro do Norte são coletados pela empresa terceirizada.

Os catadores de materiais recicláveis, avulsos ou integrantes de associação, também participam da coleta e transporte dos RSU do município. O principal montante coletado é da Associação de Catadores Engenho do Lixo, que possui 36 associados e, segundo estimativa dos funcionários, coleta aproximadamente 60 toneladas de materiais recicláveis por mês (2 toneladas por dia). Partindo da premissa que os demais catadores coletem metade do que a Associação Engenho do Lixo coleta, estima-se que no total os catadores sejam responsáveis por coletarem, na origem, em torno de 3 toneladas por dia (cerca de 1% dos RSU gerados).

No transporte dos materiais, utiliza-se principalmente carrinho de mão e um caminhão, com aluguel pago pela prefeitura, para levá-los até a sede da associação e vendê-los. Os catadores vendem os resíduos recicláveis para pessoa física, empresas e deposeiros (intermediários),

sendo estes últimos os principais compradores.

Não existem ecopontos de RSU funcionando, no entanto, há projeto padrão para construção de 3 ecopontos, que receberão diversos tipos de resíduos sólidos urbanos, desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento Institucional das Cidades – IDECI.

4.1.3 Etapa de tratamento

O atual sistema de gestão de RSU do município de Juazeiro do Norte não possui unidades de tratamento mecânico, térmico ou biológico. A principal triagem existente é realizada no aterro, de forma manual e sem infraestrutura, por cerca de 100 catadores avulsos. Segundo a AMAJU, está sendo estudado a possibilidade de implantar uma unidade de biodigestão para tratar os RSU orgânicos.

4.1.4 Etapa de RUL – Reciclagem/Utilização/Disposição final

No município existe uma empresa de reciclagem e uma de reutilização de caixas de papelão. A primeira empresa recicla, principalmente, plástico e produz produtos como bacias, vassouras e rodos. Cidades próximas - como Quixadá (CE), Crato (CE), Caruaru (PE) e Arco Verde (PE) - também possuem mercado que compra parte do material reciclável de Juazeiro do Norte para transformação.

A disposição final dos RSU é realizada no aterro controlado do Palmeirinha, que fica localizado nas margens da rodovia estadual CE-060. Como já mencionado, o aterro controlado recebe uma média de 235 toneladas de RSU por dia; possui área de 50.000 m² onde trabalham 2 funcionários da prefeitura e, aproximadamente, 100 catadores avulsos. Os catadores improvisam abrigos no aterro controlado, próximos de onde realizam a atividade de catação de materiais no momento em que o caminhão despeja os resíduos, conforme mostra as Figuras 3 e 4.



Figura 3 e 4: Abrigo dos catadores e despejo dos RSU no aterro controlado de Juazeiro do Norte

Segundo os funcionários do aterro controlado, cerca de 20% do que é depositado (47 toneladas por dia) são triados, embalados e vendidos pelos catadores (ver Figura 5) e o restante (188 toneladas por dia) é enterrado no próprio aterro. O aterro do município do Palmeirinha existe há 11 anos e evoluiu, nos últimos anos, de lixão para aterro controlado.



Figura 5: Material reciclável triado e embalado

4.1.5 Representação geral do fluxo de RSU

A Figura 6 apresenta uma visão geral do fluxo de RSU desde a geração até a etapa de reciclagem/utilização/disposição final. Nela é possível observar que, do total de RSU gerado no município, aproximadamente 90% é coletado pela empresa terceirizada e segue para o aterro controlado de Palmeirinha e 1% é coletado na origem por catadores (avulsos ou associados); já os outros 9% são considerados como não coletados. Parte dos resíduos que chega no aterro são triados no local por catadores e vendidos para reciclagem (18% do RSU gerado). Entretanto, a grande maioria (72% do RSU gerado) é enterrada no aterro controlado do município. Os resíduos coletados pelos catadores na origem são, assim como os coletados nos aterros, vendidos diretamente ou indiretamente para a indústria de reciclagem.

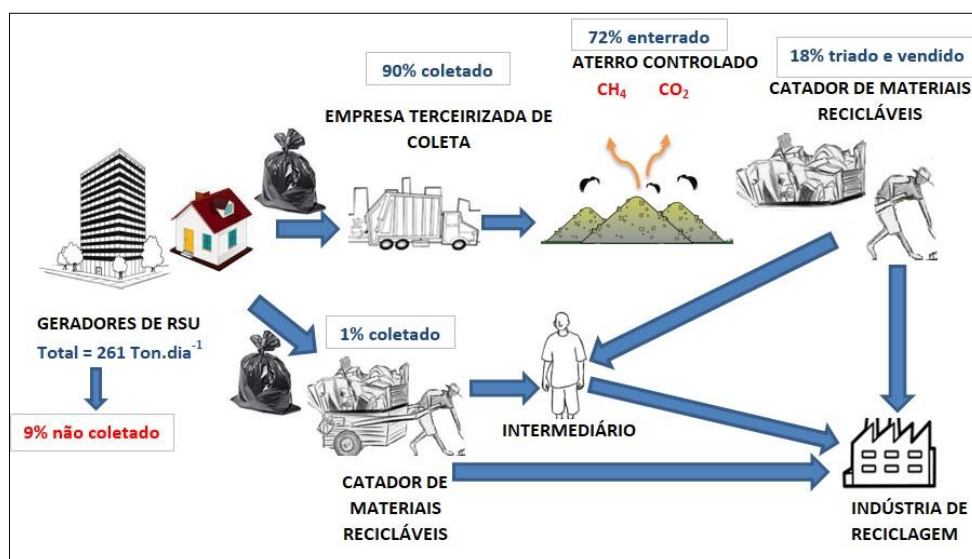


Figura 6 - Fluxo dos RSU de Juazeiro do Norte

4.2 Diagnóstico do sistema de gestão de RSU de Juazeiro do Norte

O diagnóstico do sistema de gestão de resíduos sólidos de Juazeiro do Norte (JN) foi dividido nas etapas de geração, coleta e transporte, tratamento e RUL citadas por Christensen (2011).

4.2.1 Geração de RSU

A falta de um estudo específico, que estime a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados na região através de dados primários, impossibilitou uma análise mais profunda dessa etapa. O município carece de um levantamento primário de dados de geração dos RSU e a falta destes dados obriga os gestores a utilizarem taxas de geração média, prejudicando na precisão e confiabilidade do planejamento do sistema de gestão da região.

4.2.2 Etapa de coleta e transporte

O Art. 9º da PNRS (BRASIL, 2010) destaca a importância da coleta seletiva para a gestão adequada dos RS; entretanto, a coleta do município de Juazeiro do Norte não é seletiva. Praticamente não existe triagem na origem, a empresa deposita todo RSU coletado no aterro controlado e, somente lá, são triados por catadores.

No âmbito social, a prefeitura apresenta-se ativa na inclusão social e produtiva dos catadores de materiais recicláveis, um dos objetivos da PNRS, com iniciativas como o pagamento do aluguel do caminhão da Associação Engenho do Lixo, e a compra e distribuição de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI). Apesar disso, os catadores sofrem dificuldades e falta uma maior integração entre os atores do sistema. Por exemplo, aproximadamente 100 catadores trabalham em condições impróprias no aterro e, em algumas situações, a baixa disponibilidade de material faz com que os catadores avulsos e associados tenham pequeno poder de comercialização vendendo os materiais para intermediários por valores abaixo do mercado.

4.2.3 Etapa de tratamento

Segundo a PNRS, o tratamento dos RSU é prioridade em relação à disposição final. No entanto, não existem unidades de tratamento no município, o que demonstra um problema de quebra de hierarquia, tendo como consequência que resíduos com valor econômico e com alto impacto ambiental negativo seguem para disposição final no aterro controlado de Palmeirinha. Isto apesar do incentivo da adoção de tecnologias de tratamento como forma de otimizar os sistemas de gestão de RS, que é um dos objetivos da PNRS.

4.2.4 Etapa de RUL – Reciclagem/Utilização/Disposição final

A reciclagem, 4º nível de prioridade da PNRS, apresenta necessidade de melhorias. Ao considerar que 35% (91 toneladas por dia) dos RSU gerados são recicláveis (SEMASP, 2013), calcula-se que quase a metade (16%) dos materiais recicláveis são “perdidos” ao longo da cadeia de resíduos sólidos urbanos. Praticamente não existe triagem na origem, a coleta da empresa não é seletiva e não existem centros de triagem antes da disposição no aterro, isso tudo prejudica a eficiência na reciclagem.

Dados da disposição final apresentam um cenário preocupante. O município enterra aproximadamente 72% dos RSU gerados, ou seja, mais de 2/3 dos resíduos sólidos urbanos de Juazeiro do Norte estão sendo destinados ao último nível de prioridade da PNRS, a disposição final. Isto vai contra os seguintes objetivos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010):

- a) Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental – os resíduos não recebem tratamento e são enterrados, o que gera altos índices de poluição do ar e da água, grande ocupação de área, alto risco sanitário/saúde, altos riscos de segurança, entre outros;
- b) Incentivo à indústria da reciclagem – resíduos recicláveis com valor econômico são

enterrados;

c) Incentivo à adoção de tecnologias de tratamento como forma de otimizar os sistemas de gestão de RS – benefícios ambientais (ex.: diminuição de volume e contaminantes dos resíduos), econômicos (ex.: geração de energia) e sociais (ex.: geração de emprego) são perdidos ao não tratar e enterrar os resíduos.

5. Considerações finais

Através desta pesquisa, foram coletados uma grande quantidade de dados e informações, que se mostraram suficientes para responder todos os pontos abordados e alcançar o objetivo proposto. O atual sistema de gestão de RSU foi dividido nas etapas (subsistemas) de geração, coleta e transporte, tratamento e RUL, sendo ao final criado um fluxo geral com informações dos subsistemas, facilitando assim o entendimento do sistema como um todo e a realização do diagnóstico.

Destaca-se o esforço da AMAJU em otimizar e mitigar os problemas do sistema de gestão de RSU do município de Juazeiro do Norte. Nos últimos anos, iniciativas realizadas melhoraram as condições de vida de catadores e proporcionaram considerável evolução na maneira que os RSU são dispostos. Entretanto, conclui-se que a atual gestão de RSU do município de Juazeiro do Norte possui problemas sistêmicos que devem ser melhorados. O diagnóstico realizado destaca problemas como: a triagem na origem praticamente não existe, a coleta não é seletiva, a integração entre participantes da cadeia (prefeitura, catadores e indústria de reciclagem) é deficiente e existe quebra da hierarquia regulatória devido à falta de unidades de tratamento. Esses problemas causam grandes impactos ambientais negativos e uma perda significativa de resíduos com valor econômico e potencial de geração de empregos.

Em relação a trabalhos futuros, sugere-se:

- a) Análises aprofundadas dos problemas das etapas de geração, coleta, transporte e RUL, apresentados no diagnóstico, para melhor entendimento e proposição de melhorias;
- b) Estudos que concebam, avaliem e comparem cenários futuros de possíveis impactos vinculados a alternativas de melhoria para a problemática em estudo (ex.: utilização de unidades de tratamento de resíduos);
- c) Trabalhos com foco na cadeia produtiva da reciclagem, avaliando as interações entre as partes interessadas da região (geradores, prefeitura, catadores, depósitos e indústria de reciclagem) e propondo um modelo de gestão que melhor se adeque às especificidades regionais, trazendo resultados compatíveis com as potencialidades do sistema.

Referências

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2013*. 2014.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014*. 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015*. 2016.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016*. 2017.

AMARANTE, J. A. S.; RECH, T. D.; SLEGLOCH, A. E. *Avaliação do gerenciamento de resíduos de medicamentos e demais resíduos de serviços de saúde na Região Serrana de Santa Catarina*. Engenharia sanitária e ambiental. v.22, n.2, p. 317-326, 2017.

BRASIL. *Política nacional de resíduos sólidos*. Lei federal número 12.305. 2010.

CHANG, N. B.; PIRES, A. *Sustainable solid waste management: a systems engineering approach*. New Jersey: IEEE Wiley. 2015.

CHATTOPADHYAY, S.; DUTTA, A.; RAY, S. *Municipal solid waste management in Kolkata, India: a review*. Waste Management. v.29, p.1449-1458, 2009.

CHRISTENSEN, T. H. *Solid waste technology and management*. John Wiley & Sons, Chichester, UK. 2011.

COMLURB. Companhia Municipal de Limpeza Urbana. *Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município do Rio de Janeiro*. Prefeitura do Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: < <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb> >. Acesso em: 11 mai. 2016.

CREMIATO, R.; MASTELLONE, M. L.; TAGLIAFERRI, C.; ZACCARIELLO, L.; LETTIERI, P. *Environmental impact of municipal solid waste management using Life Cycle Assessment: The effect of anaerobic digestion, materials recovery and secondary fuels production*. Renewable Energy, v. 124, p. 180-188, 2018.

CRESWELL, J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4.ed. Nebraska: Sage, 2014, 265p.

DEPIERI, H.; MULLER, L. N. P. S.; ALCANTARA, R. L. C.; BATALHA, M. O. *Análise crítica do sistema de gestão de resíduos da construção civil do município de São José do Rio Preto (SP)*. In: XXIV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2017, Bauru, SP. Contribuições da engenharia de produção para uma economia de baixo carbono, 2017.

HAUPT, M.; KÄGI, T.; HELLWEG, S. *Modular life cycle assessment of municipal solid waste management*. Waste Management, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas populacionais para os municípios e para as unidades da federação brasileiras em 01.07.2015*. 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_2015_20150915.xls>. Acesso em: 05 out. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisas: produto interno bruto dos municípios*. 2016. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/pesquisa/38/46996?localidade2=230440&tipo=ranking> >. Acesso em: 04 mai. 2018.

MADERS, G. R.; CUNHA, H. F. A. *Análise do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS) do Hospital de Emergência de Macapá, Amapá, Brasil*. Engenharia sanitária e ambiental. v.20, n.3, p. 379-388, 2015.

OLIVEIRA, E. *O sistema de gestão dos resíduos sólidos em Juazeiro do Norte*. In: Reunião do projeto resurb. 2015. Fortaleza: Grupo de Estudo e Pesquisa em Infraestruturas de Transporte e Logística da Energia (GLEN).

PHAM PHU, S. T.; HOANG, M. G.; FUJIWARA, T. *Analyzing solid waste management practices for the hotel industry*. Global Journal of Environmental Science and Management, v.4, n.1, p.19-30, 2018.

SEMASP. Secretaria de Meio Ambiente Agricultura e Serviços Públicos. *Plano de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos - PGIRSU*. Secretaria de Meio Ambiente Agricultura e Serviços Públicos Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SEMASP. Juazeiro do Norte, Ceará, 2013.

SOUZA, T. C.; OLIVEIRA, C. F.; SARTORI, H. J. F. *Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em estabelecimentos públicos de municípios que recebem imposto sobre circulação de mercadorias e serviços ecológicos no Estado de Minas Gerais*. Engenharia sanitária e ambiental. v.20, n.4, p. 571-580, 2015.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

YUKALANG, N.; CLARKE, B.; ROSS, K. *Solid Waste Management Solutions for a Rapidly Urbanizing Area in Thailand: Recommendations Based on Stakeholder Input*. International journal of environmental research and public health, v. 15, n. 7, 2018.