



CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

MATRIZ DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) DO MUNICÍPIO DE ACARAPE – CE

Cinthia Rachel Bibiano de Araújo, cinthiakel@gmail.com¹
Eliane de Jesus da Costa de Carvalho, elianecarvalho-@hotmail.com¹
Ellefson Emmanuel Sousa de Oliveira, ellefson_oliveira@hotmail.com¹
Antônio Alison da Silva Mamede, alisson.mamede@hotmail.com¹
Maria Alessandra de Sousa Rios, alexsandrarios@ufc.br²
Antônio Alisson Pessoa Guimarães, alisson@unilab.edu.br¹
Ada Amelia Sanders Lopes, ada@unilab.edu.br¹

¹Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável. Avenida da Abolição, 3 – Centro
CEP.: 62.790-000. Redenção – CE – Brasil

²Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Mecânica. Centro de Tecnologia, Bloco 714. Campus do Pici. CEP.: 60.440-554. Fortaleza – CE – Brasil

Resumo: A prática do descarte inadequado dos RSU municipais em lixões provoca sérias consequências ao meio ambiente e à saúde pública, além de fomentar o triste quadro socioeconômico de muitas famílias que, excluídas socialmente, sobrevivem através da venda dos materiais recicláveis descartados nos mesmos. Neste sentido, destacamos a importância que se deve ter com a destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), quanto ao seu gerenciamento e a participação social para mudanças de hábitos, visando uma vida saudável. Não diferente de muitas cidades brasileiras, o município de Acarape, situado na Região do Maciço de Baturité, descarta em lixões os seus resíduos sólidos e a participação da população local para o combate a esses impactos é de fundamental importância. O objetivo desta pesquisa foi alcançar a população local por meio de ações de educação ambiental, através de parcerias com estudantes de escolas públicas, bem como, obter uma análise do tipo de gestão que estão tendo esses resíduos baseando-se em uma matriz de indicadores que, segundo Santiago (2012), atua em cinco dimensões do conhecimento: dimensão tecnológica, dimensão econômica financeira, dimensão ecológica/ambiental, dimensão do conhecimento e dimensão da inclusão social e através deste levantamento dar diretrizes para um gerenciamento adequado. Através de iniciativas voltadas a extensão, um dos pilares de sustentação das universidades. A metodologia aplicada foi a de ações sociais sobre Meio Ambiente e Cidadania, na promoção de palestras e levantamento da atual situação do descarte dos RSU através de pesquisa in loco e registro fotográfico. Foram visitadas escolas públicas nas quais foi possível executarmos as ações, e também foram feitas visitas ao lixão municipal onde foi possível identificar a situação de descarte inadequado, bem como problemas de saúde pública, como a presença de famílias que moravam e trabalhavam nos lixões. Visando uma alternativa adequada para os RSU gerados em Acarape, esta análise expõe a atual situação desses municípios quanto ao seu descarte e a importância da atuação da sociedade em parceria com o poder público, para que o ciclo de gerenciamento possa minimizar os impactos ambientais. Algumas alternativas são propostas, como a utilização das Escolas como meio de promoção do cidadão, no tocante a Educação Ambiental, pois a formação de um cidadão consciente envolve a sociedade no sentido de compreender que são participantes diretos na minimização de impactos ambientais, bem como na gestão adequada dos RSU; os agentes de saúde como colaboradores para a promoção desse conhecimento e conscientização ambiental, já que os mesmos têm livre acesso às residências e comércios; incentivo a criação de uma associação para os catadores residentes nos lixões, pois, além dos ganhos ambientais e a saúde dos mesmos, poderá promover a geração de renda e o reconhecimento e valorização desses pela sociedade; e por fim, a implantação de um aterro sanitário.

Palavras-chave: Meio Ambiente, Resíduos, RSU, Maciço de Baturité

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de produção e consumo no mundo tem sido alvo de grandes discussões devido ao aumento da geração de lixo no atual cenário mundial. A urbanização contribuiu para a geração de resíduos em geral, inclusive resíduos eletrônicos e perigosos, provenientes de atividades industriais e outras.

Segundo a ABRELPE/2012, no Brasil são gerados 201,058 mil toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por dia e observou-se um aumento de cerca de 1,3%, de 2011 para 2012, índice que é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país no mesmo período, que foi de 0,9%. Entretanto, de todo esse Resíduo Sólido gerado, um montante de 90,17% é contemplado pelo serviço de coleta, dos quais 57,08% são destinados ao descarte adequado e 42,02% ao descarte inadequado.

Os vazadouros a céu aberto acarretam problemas de saúde pública, como propagação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos, etc.), odor e principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do lixiviado (conhecido popularmente como chorume; líquido com odor forte de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo assim os recursos hídricos. A contaminação do lençol freático, pela infiltração desse líquido, poderá resultar na poluição de aquíferos, como por exemplo, poços artesanais, desencadeando epidemias.

O descarte e a problemática relacionada aos RSU, desde a geração à destinação final, são de responsabilidade social como um todo. Segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 “É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos” (Título III, Cap III, Art 30).

A consciência quanto à destinação final, tratamento ou ao processo de aproveitamento dos RSU é de grande importância, bem como, estudos que tenham como objetivo o seu aproveitamento. No Brasil, principalmente em cidades interioranas, o tratamento dado aos resíduos pode ser bem avaliado a partir da própria dificuldade em se alcançar informações detalhadas e confiáveis sobre este tema. Neste sentido, visando contribuir para o desenvolvimento local e principalmente com as questões socioambientais, este artigo teve como objetivo formular uma matriz de indicadores de sustentabilidade e a realização de uma análise da atual situação do descarte dos resíduos da cidade de Acarape, visando executar operações para solucionar ou minimizar problemas gerados de forma a impactar a sociedade quanto ao desenvolvimento sustentável, coleta, descarte e combate ao desperdício, propondo disposição final adequada para os resíduos desta cidade.

2. METODOLOGIA

Realizamos em um primeiro momento visitas em duas Escolas da cidade de Acarape, nas quais realizamos palestras e onde foi possível, através de um questionário, avaliar de que maneira é trabalhado/abordado a problemática da gestão dos RSU municipais. Em seguida, a partir das visitas as prefeituras, lixões e locais de descarte de lixo, foi elaborado uma Matriz de indicadores. Um indicador é uma variável que exibe significados que não são aparentes imediatamente, mas que, uma vez decodificados, expressam significados culturais e sociais, associados a ele. Desta maneira, um indicador é mais que uma estatística (MARTÍNEZ, 2006 apud RAMOS, 2013).

O levantamento inicial forneceu subsídio para a elaboração de uma lista de problemáticas relacionadas à gestão de RSU do município estudado. Foi realizada uma análise da gestão que estão tendo esses resíduos baseando-se em uma matriz de indicadores que, segundo Santiago (2012) atua em cinco dimensões do conhecimento: dimensão tecnológica, dimensão econômica financeira, dimensão ecológica/ambiental, dimensão do conhecimento e dimensão da inclusão social e através deste levantamento dar diretrizes para um gerenciamento adequado.

Um banco de dados foi desenvolvido através da análise da destinação final do lixo, realização de entrevistas aos responsáveis da área na prefeitura do município abordado, aplicação de questionários e pesquisa em campo (lixão), este serviu como pilares na elaboração da matriz de indicadores de sustentabilidade. O desenvolvimento da matriz de sustentabilidade foi baseado em método *Delphi*, que nos permite validar as matrizes através de um consenso de opiniões fazendo questionário várias vezes em certo período de tempo. O resultado apresentado nesta matriz é resultado das duas etapas do processo.

Foi utilizado também um GPS no levantamento de coordenadas geográficas para a projeção dos mapas dos lixões das cidades.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Acarape, localiza-se a 69,1km da cidade de Fortaleza, no estado do Ceará, Brasil. Possui cerca de 15.338 habitantes, segundo dados do IBGE-2010. Em visita a esta cidade, logo podemos observar a relação dos habitantes quanto ao descarte dos RSU. Apesar da coleta urbana ser realizada pela prefeitura, observou-se vários focos de descarte de resíduos. Visitou-se duas escolas deste município com o intuito de promover as atividades de extensão. Foram contemplados alunos do ensino médio da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra. Foi aplicado um questionário para os alunos que participaram da palestra sobre Educação Ambiental e Cidadania – “*Lixo: questão de cidadania e responsabilidade social*”, além de os mesmos elaborarem uma redação expressando sua opinião quanto à temática

discutida. A Tabela 1 - Questionário aplicado a estudantes de escolas públicas. Levantamento de dados sobre conceitos ambientais da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra descreve o diagnóstico da visão/relação que se reflete nesta comunidade através dos alunos.



Figura 1 – Estudantes da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra



Figura 2 – Estudantes da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra

Tabela 1 – Questionário aplicado a estudantes de escolas públicas. Levantamento de dados sobre conceitos ambientais da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra.

Pergunta	Sim	Não	Não responderam
Você sabe definir o conceito de Educação Ambiental?	88,8%	-	11,2%
Você sabe definir o conceito de Desenvolvimento Sustentável?	88,8%	11,2%	-
A Escola desenvolve projetos voltados a área ambiental?	77,7%	22,3%	-
Na Escola existe o processo de separação do lixo produzido pela comunidade escolar?	-	100%	-
Você contribui para a conservação do meio ambiente?	100%	-	-

Observamos que, através do levantamento obtido na Escola, existe o conhecimento a cerca da temática levada, mas a prática se mostra com certas fragilidades, principalmente no aspecto de que a comunidade escolar não desenvolve um impacto significativo com relação a questões de construção cidadã voltadas ao meio ambiente.

Além da Escola de ensino Médio, visitou-se em Acarape a E. E. F. José Neves de Castro, onde foi possível o contato das crianças dos 1º aos 5º anos, do período da manhã, com as problemáticas que o planeta vem sofrendo. Após a palestra, as crianças puderam usar a imaginação e pensar sobre o papel de cada um quanto a melhoria da relação ser humano e meio ambiente. A atividade foi proposta de uma maneira mais lúdica, onde os mesmos puderam através de desenhos expressarem suas opiniões.



Figura 3 – Estudantes da E. E. F. José Neves de Castro



Figura 4 – Estudantes da E. E. F. José Neves de Castro

Através de consulta aos gestores municipais que atuam na gestão de RSU em Acarape, apontamos os seguintes pontos da matriz de indicadores, Tab.2.

Tabela 2 – Matriz de indicadores de sustentabilidade município de Acarape-CE.

Dimensão	
Tecnológica	A tecnologia é o próprio recurso humano. O maquinário empregado restringe-se a retro escavadeira, uma caçamba e dois caminhões
Econômica	Conforme a Lei Orçamentária, é destinado para as atividades que envolvem RSU cerca de R\$ 420.000,00 ao ano
Ambiental	Os impactos causados pelos RSU municipais, passam por aspectos sociais, visto que boa parte da população não contribui para a manutenção da cidade limpa, e aspectos políticos, visto que uma gestão correta dos resíduos também depende do poder público
Conhecimento e Inclusão Social	Ações voltadas a Educação Ambiental são pontuais, visto que as atividade promovidas pelo poder público, envolvendo as Secretarias de Saúde, Educação, Infraestrutura e Meio Ambiente são momentâneas e limitadas as salas de aulas, com eventuais ações como a Semana do Meio Ambiente

Verificou-se que o descarte dos RSU do município acontece em um lixão a céu aberto localizado na entrada do Canta Galo na Rodovia CE-354 que dá acesso ao município de Barreira. Podemos observar nas Fig. 1, Fig. 2 e Fig. 3 a situação em que se encontra o terreno utilizado para esse despejo. O lixo é queimado, foi possível constatar ainda alguns focos de incêndio. Não observou-se a presença de catadores, apesar de um abrigo existente no local e pilhas de materiais recicláveis.



Figura 4 – Lixão de Acarape



Figura 5 – Lixão de Acarape

4. CONCLUSÕES

Os resíduos do município de Acarape-CE apresentam várias problemáticas quanto ao seu gerenciamento, para reverter essa situação algumas medidas precisam ser tomadas tendo em vista que o método de descarte utilizado não é viável a saúde pública e ao meio ambiente.

O processo como um todo da gestão dos RSU passa primeiramente pela Educação Ambiental, visto que, segundo a PNRS-2010 a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem, antecedem ao descarte e aproveitamento energético. A matriz de indicadores através de cinco dimensões possibilitou a visualização dos principais pontos de análise. Mas é necessário que essas questões sejam priorizadas para que as mudanças comecem a acontecer.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Pró-reitoria de Extensão por promover a realização desta pesquisa através da oportunidade do conhecimento e da bolsa de extensão, ao grupo GEPEMA (Grupo de Extensão e Pesquisa em Energias e Meio Ambiente) ao empenho quanto a este trabalho. Agradecemos a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira pela disponibilidade do transporte para as visitas técnicas.

Também gostaríamos de agradecer aos coordenadores das escolas da E. E. M. Maria do Carmo Bezerra e a E. E. F. José Neves de Castro por abrirem as portas dessas duas instituições para a realização das Palestras. Agradecer a Secretaria de Infraestrutura de Acarape, pela disponibilidade em nos atender na realização do preenchimento do questionário da Matriz de Indicadores.

6. REFERÊNCIAS

- ABRELPE 2012 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012. São Paulo – SP: ABRELPE, 2012. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf> 10.
- D'ALMEIDA 2000, MARIA L. Ot. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2ª. ed. São Paulo : IPT/CEMPRE, 2000.
- FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE 2012. Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientações para governos municipais de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12305/2010.
SANTIAGO 2012, L.S.; DIAS, S.M.F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Artigo Técnico - Indicadores de sustentabilidade para a GRSU. Eng Sanit Ambient | v.17 n.2 | abr/jun 2012.
SILVA 2014, I. M. et al. Estudo de novo modelo logístico, de manejo e gestão de resíduos sólidos: Estudo de caso bairro campo novo (Abril 2014).
RAMOS 2013, RAFAELA RODRIGUES; Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. Geografia (Londrina) v.22, n.3. p. 27-45, set/dez. 2013.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

MATRIX OF SUSTAINABILITY INDICATORS TO MANAGEMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE (MSW) OF THE MUNICIPALITY OF ACARAPE – CE

Cinthia Rachel Bibiano de Araújo, cinthiakel@gmail.com¹

Eliane de Jesus da Costa de Carvalho, elianecarvalho@hotmail.com¹

Ellefson Emmanuel Sousa de Oliveira, ellefson_oliveira@hotmail.com¹

Antônio Alison da Silva Mamede, alisson.mamede@hotmail.com¹

Maria Alessandra de Sousa Rios, alexsandrarios@ufc.br²

Antônio Alisson Pessoa Guimarães, alisson@unilab.edu.br¹

Ada Amelia Sanders Lopes, ada@unilab.edu.br¹

¹ University for the International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony. Institute for Engineering and Sustainable Development – IEDS. Avenida da Abolição, 3 – Centro. CEP.: 62.790-000. Redenção – CE – Brazil

² Federal University of Ceara, Department of Mechanical Engineering. 714. Technology Center. Campus do Pici.. CEP.: 60.440-554. Fortaleza – CE – Brazil

Abstract: The practice of inappropriate disposal of Municipal Solid Waste (MSW) in dumps causes serious consequences to environment and public health, as well as fosters the socioeconomic sad condition of many families that, socially excluded, survive through the sale of recyclable materials discarded in thereof. In this sense, we highlight the importance that must be given to the final disposal of MSW about its management and social participation to changes in habits, aiming at a healthy life. Not different of many Brazilian cities, the municipality of Acarape, located in Massif of Baturite, disposes its solid waste in dumps and the participation of the local population to combat these impacts is crucial. The objective of this research was to achieve the local population through environmental education, through partnerships with public school students, as well as get an analysis of the type of management that are having these residues based on a matrix of indicators that, according to Santiago (2012), operates in five dimensions of knowledge: technological, economic and financial dimension, ecological / environmental dimension, dimension of knowledge and dimension of social inclusion and through this research give guidelines for proper management. Through of extension initiatives, one of the supporting pillars of the universities. The methodology applied was social actions about Environment and Citizenship, by promotion of lectures and survey of current situation of the disposal of MSW through research in the field and photographic record. The public schools were visited in which it was possible to execute the actions, and were also made visits to the municipal dump where it was possible to identify the situation of the disposal, and public health problems, such as the presence of families living and working in garbage dumps. Aiming an adequate alternative to the MSW generated in Acarape, this analysis presents the current situation of these municipalities as to their disposal and the importance of society acting in partnership with the government, so that the management cycle to minimize environmental impacts. Some alternatives are proposed, such as the use of schools as a means of promoting citizen in regard to environmental education, once that the formation of a conscious citizen involves society to understand that they are direct participants in minimizing environmental impacts, as well as proper management of MSW; health agent as collaborators to promote this knowledge and environmental awareness, since even have free access to homes and businesses; encouraging the creation of an association for residents scavengers in garbage dumps, because besides the environmental benefits and the health of the same, can promote the generation of income and the recognition and recovery of the company; and finally, the implementation of a landfill.

Keywords: Environment, waste, MSW, Massif Baturité