

SISTEMA DE COLETA INTELIGENTE E COMPACTAÇÃO AUTOMATIZADA DO LIXO (SiCICAL): COM ESTUDO DE CASO SALVADOR/BA

Luis Felipe Coutinho Irigoyen Moyano*

Rafael Gonçalves Bezerra de Araujo**

RESUMO

O projeto apresenta o desenvolvimento de um Sistema de Coleta Inteligente e Compactação Automatizada do Lixo (SiCICAL) para otimizar a logística de coleta de resíduos e reduzir os impactos negativos causados pela má disposição dos mesmos. O sistema é composto por lixeiras compactadoras e automatizadas, dotadas de comunicação sem fio para comunicação entre si e com a internet (conceito de computação nas nuvens), permitindo que as informações das lixeiras sejam gerenciadas na internet, em tempo real. Busca-se com o sistema a diminuição e reestruturação da logística de coleta de lixo, trazendo benefícios variados para a população e para o ambiente.

Palavras-chave: Lixo; SiCICAL; Lixeira; Coleta; Compactação.

ABSTRACT

The project presents the development of a Smart Collection System and Automated Compacting of Garbage (SiCICAL) to optimize the logistics of garbage collection and reduction of negative impacts caused by improper disposal of these wastes in the cities. The system consists of automated garbage can compactors, with wireless communication to communicate with each other and with the Internet (the concept of cloud computing), allowing that the information from the garbage can to be managed on the Internet in real time. The aim is to decrease and restructure the logistic of garbage collection, bringing various benefits for the population and the environment.

Keywords: Garbage; SiCICAL; Garbage can; Colletion; Compaction.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da humanidade é o lixo gerado em aglomerações urbanas. A atual sociedade consumista, aliada com a ideia de que tudo é descartável, faz com que a quantidade de lixo produzida no mundo seja grande e estabeleça um sério problema de saúde e gestão pública. Segundo o site do jornal Estadão de São Paulo, em uma matéria publicada em setembro de 2011, o planeta gera cerca de 30 bilhões de toneladas de resíduos sólidos por ano, e 2,5% são de resíduos sólidos urbanos (RSU).

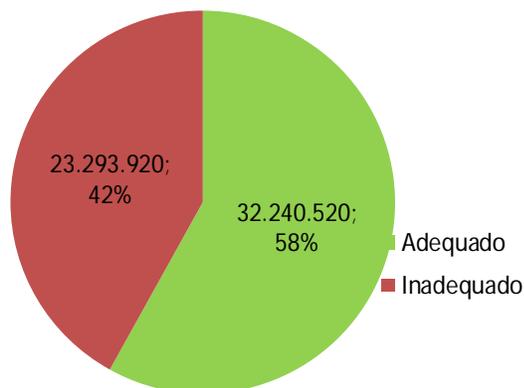
* Graduando do 5º ano de Engenharia Mecatrônica da Universidade Salvador – UNIFACS. lfmoiano@gmail.com.

** Mestre em Regulação da Indústria de Energia e Diretor da Escola de TI e Engenharia da Universidade Salvador – UNIFACS. Professor Orientador. rafael.araujo@unifacs.br

2 JUSTIFICATIVA BASEADA EM DADOS DE SALVADOR – BA

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2010 foram produzidas, em todo o território nacional, 195 mil toneladas/dia de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e em 2011 este número subiu para 198 mil toneladas/dia. O resultado, ao final do ano de 2010, foi de 60,8 milhões de toneladas de lixo; em 2011 a quantidade de lixo gerado subiu 1,8%. Em 2010, das 54,1 milhões de toneladas de lixo coletado, 42,44% foram destinadas em locais inadequados. Em contrapartida, das 55,5 milhões de toneladas de lixo coletado no ano de 2011, 41,94% foram para locais inadequados. Desta forma percebe-se que o Brasil teve uma melhora na destinação final, porém continua tendo um sistema de coleta e destinação do lixo bastante frágil e ineficiente, já que temos cerca de 190 milhões de habitantes (IBGE 2010) e quase 50% dos resíduos vão para locais inadequados.

Gráfico 1 - da destinação final dos RSU Coletados no ano de 2011



Os resíduos coletados são lançados em aterro sanitário, aterro controlado ou lixão. A diferença entre os destinos é que no lixão não existe nenhuma preparação prévia do solo e tampouco um tratamento de efluentes líquidos, a exemplo do chorume. Este, facilmente penetra o solo e pode poluir os lençóis freáticos. Como o lixão é um grande espaço apenas para receber os resíduos, os mesmos ficam literalmente a céu aberto, e é comum ter animais circulando livremente.

Já o aterro sanitário, destino ideal para despejo final dos resíduos, tem um terreno totalmente preparado com nivelamento e impermeabilização do solo, esta última feita com argila e mantas de PVC. Desta forma, o lençol freático não será contaminado e o chorume,

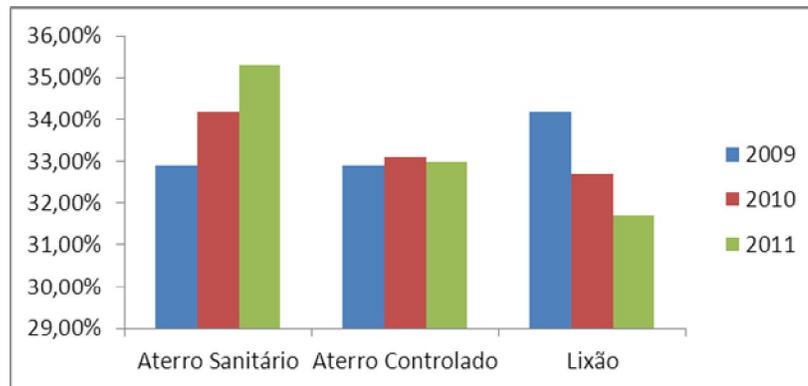
que agora fica acumulado é coletado por drenos de PEAD e passam por um processo para serem tratados em uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). O aterro controlado prevê a cobertura diária do montante, não ocorrendo proliferação de vetores, mau cheiro e poluição visual. O gás produzido pela decomposição da matéria orgânica, o metano, é captado e pode ser usado para geração de energia.

Os aterros controlados são uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Neles, há cobertura diária da pilha de resíduos e uma recirculação do chorume para diminuir a sua absorção no solo. Normalmente o aterro controlado é uma célula adjacente ao lixão que foi remediado.

Na região Nordeste, com 1.794 municípios distribuídos em nove estados, sabe-se que quase 32% dos resíduos produzidos por essa área foram para os lixões. Este é o segundo maior índice de má destinação final do lixo entre as regiões brasileiras, perdendo apenas para a região Norte. Nesta região aplicam-se por ano cerca de R\$1.599 milhões para coleta de RSU e aproximadamente R\$3.110 milhões para os demais serviços de limpeza urbana, que incluem serviços como capinação, varrição, limpeza e manutenção de parques e jardins. Isso totaliza um mercado que movimenta anualmente R\$4.709 milhões. Tal valor é mais que o dobro aplicado pela região Sul do país, que é onde se tem os melhores valores de coleta e destinação final de RSU, segundo o Panorama 2011, realizado pela Abrelpe.

No ano de 2011, a Bahia teve por dia 13.509 toneladas de RSU gerados, e deste montante foram coletados 10.623 toneladas de RSU, sendo que 33,7% foram lançados em lixões. Já Salvador teve por dia 3.679,5 toneladas de RSU coletados (ABRELPE, 2011). Pela Figura 2, é possível verificar que houve um pequeno decaimento na destinação final dos RSU para os lixões, porém tal número ainda não é aceitável e para tanto é necessário melhorar a forma de coleta e a destinação final.

Gráfico 2 - de colunas da destinação final dos RSU na região nordeste.



Na capital baiana, a Empresa de Limpeza Urbana de Salvador (Limpurb), empresa vinculada a Secretaria Municipal de Ordem Pública (SEMOP), que tem como missão “Garantir a limpeza urbana visando a sustentabilidade socioambiental da cidade de Salvador”, lançou, em janeiro de 2008, o Plano Básico de Limpeza Urbana (PBLU). Este plano mostra como seria feita a coleta do lixo na cidade de Salvador, como se daria a separação do lixo, os possíveis prognósticos e algumas proposições. Neste plano, a Limpurb separa a cidade em dezoito núcleos de limpeza, e classifica as vias de coleta.

Dos 134 roteiros de coleta que Salvador possui, 97 são diários e 37 alternados. Tomando-se a quantidade de caminhões que a frota de coleta de lixo possui, multiplicada pela quantidade de vezes que estes circulam pelos roteiros supracitados, tem-se que esse sistema contribui para a emissão de Gases de Efeito Estufa. Já foi comprovado que 53% das emissões de gás carbônico do trânsito vêm da queima do diesel proveniente do combustível dos veículos de carga e caminhões de coleta de lixo. Os caminhões coletores são os veículos que mais emitem CO₂equivalente, cerca de 1,24 kg CO₂e/km segundo estudo realizado pela ECOFrota. Soma-se a isso o acondicionamento inadequado, sobretudo de resíduos orgânicos, produtor de gás metano, de efeitos ambientais bem superiores aos de CO₂.

Outro ponto crítico do sistema de coleta atual é a destinação dos resíduos. Estes quando não lançados no lugar adequado, podem trazer diversos malefícios que vêm desde doenças até a poluição de lençóis freáticos. Já a má disposição do lixo ao redor dos coletores faz com que fungos e bactérias façam a decomposição da matéria ao ar livre, atraindo assim outros animais, que muitas vezes podem ser veiculadores de doenças. Um dos maiores exemplos disso é a leptospirose, doença transmitida pela urina do rato que é atraído pelo

cheiro da decomposição, principalmente de resíduos orgânicos, gerando chorume. Além de ratos, o mau cheiro atrai também insetos, como baratas, escorpiões, moscas, aves e diversos tipos de mosquitos, incluindo o *aedes aegypti* (transmissor da dengue), e outros animais nocivos à saúde humana.

O chorume, que resulta da decomposição do lixo por bactérias anaeróbicas, é um líquido dez vezes mais poluente que o esgoto, isto por que o mesmo dissolve substâncias como tintas, resinas e até mesmo metais pesados de alta toxicidade. Além disso, esse líquido, quando em contato com solo, impede o crescimento da vegetação e com auxílio da chuva, penetra no solo, chegando a lençóis freáticos poluindo e contaminando os mananciais hídricos.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), doenças intestinais, como diarreia e verminoses, são as principais causas de internações hospitalares no Brasil. As doenças supracitadas são muito comuns em locais com lençóis freáticos poluídos e regiões perto de lixo lançado de forma indiscriminada. Outras doenças comuns nessas regiões são a esquistossomose, o câncer, a intoxicação, as parasitoses e a amebíase (COUTO, 2011).

A utilização de fossas sépticas inadequadas, aquelas que não condizem com as normas NBR 7229 e NBR 13969 (ONG UNIVERSIDADE DE ÁGUA, 2008), onde não há redes de esgotos sanitários, aumenta o problema graças a mistura com coliformes fecais, sobretudo em locais de lençol freático superficial e em poços artesianos.

Outro problema ocasionado pelo mau armazenamento do lixo são os alagamentos. A chuva pode carregar esses resíduos para córregos, bueiros e pontes, provocando, assim, enchentes, cujas consequências diretas são as perdas materiais. Assim, o sistema de drenagem pluvial torna-se comprometido em seu dimensionamento e a impermeabilização do solo é um agravante para a situação supracitada.

Os lixões a céu aberto são famosos pelo seu odor desagradável e pela estética desfavorável ao ambiente que o circunda. Estes são criados em áreas periféricas, porém, quando as cidades crescem os envolvem, e passam a conviver com eles. Assim foi em Canabrava, Salvador. Mas, mesmo sob essas condições, a população de baixo poder aquisitivo ainda confere a esses lixões a única fonte de renda da família, a de catador de lixo.

Este é um problema social que afeta toda a cidade, devido à imagem negativa que a cidade passa a possuir por ter pessoas coletando lixo acondicionado de forma inadequada. Há ainda o agravante da escavação do lixo, isso porque as pessoas que catam o lixo, ao saírem,

não recolocam o material que foi retirado do seu interior, degradando assim a imagem da cidade e piorando os cenários supracitados.

Verifica-se, portanto tratar-se de um problema ambiental associado a questões econômicas, sociais e comportamentais. Neste contexto a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/10 e regulamentada no decreto nº 7.404 de 23/12/2010, busca “o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos”, com responsabilidade compartilhada.

Para mudar o quadro apresentado é necessário pensar e agir diferentemente sobre o lixo. O Sistema de Coleta Inteligente e Compactação Automatizada do Lixo (SiCICAL) propõe soluções palpáveis para o armazenamento e a coleta dos resíduos sólidos urbanos pois vislumbra todas as etapas do despejo do lixo, desde quando o cidadão atira o resíduo na lixeira até a coleta e destinação final do mesmo.

3 O SISTEMA

O SiCICAL sugere uma reorganização completa do sistema de coleta, desde o funcionário que recolhe o lixo até o empresário dono da empresa de coleta. O gerenciamento do resíduo será feito de uma forma que irá trazer facilidade e agilidade, e graças a isso, melhoria da qualidade de vida da população e lucro para as empresas prestadoras deste serviço. Acima de tudo o sistema visa reeducar os cidadãos para pensar melhor na questão do lixo. Tal responsabilidade é compartilhada pelos fabricantes, importadores, distribuidores, cidadãos, gestores públicos e privados de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos.

O desenvolvimento deste projeto abrange uma série de etapas relativas ao processo de pesquisa e desenvolvimento de produto, à definição do processo de desenvolvimento e às certificações do produto. É importante ressaltar que para viabilizar o projeto, os requisitos de qualidade, em conformidade com as normas regulamentadoras do fornecimento deste produto, serão observados em todas as etapas do desenvolvimento e implementação do projeto.

O primeiro nível do sistema consiste no seu elemento básico, a lixeira. Esta terá característica compactadora com comunicação wireless para coleta inteligente, sendo totalmente automatizada. Além disso, um sistema de controle permitirá a gestão exclusiva para indivíduos com registro específico em seu sistema.

3.1 A lixeira

O A lixeira será o produto elementar para que esse sistema funcione, e para isso é necessário que seja muito bem projetada, acondicionado e testada.

A sua principal função será a compactação, e para tal será criado um mecanismo com a utilização de um atuador linear compacto, interagindo com um mecanismo tesoura (scissor mechanism), proporcionando uma compactação com pouquíssimos ruídos, rápida e com força suficiente para realizar a tarefa a que se propõe.

O “Scissor Mechanism” é um sistema em que se utiliza juntas cruzadas formando um ‘X’, para alongar uma plataforma, por exemplo. Esse é inspirado em uma ligação mecânica conhecida como “pantograph”, que é uma forma baseada em paralelogramos. O movimento de subida e descida é feito através da aplicação de força em um dos apoios, e o resultado disto é um alongamento do padrão tesoura, conforme Figura 1.

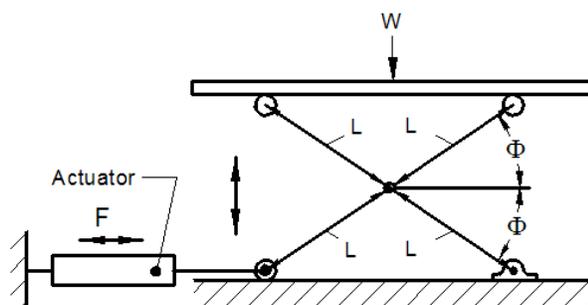


Figura 1 - Exemplo de um mecanismo tesoura

Como mostrado na figura, existe uma força que faz com que o sistema eleve determinado peso, a força para estender o mecanismo pode ser de qualquer natureza, sendo ela hidráulica, pneumática, mecânica ou por motor linear. A grande vantagem desse sistema é que ele ocupa pouco espaço, e chega a grandes alongamentos. Outro ponto favorável para esse mecanismo é sua implementação. Sabe-se que invertendo o sentido de extensão e aplicando uma força no sistema é possível criar um mecanismo de compactação que gera pouco ruído, por isso assume-se que este é o mecanismo ideal para a implementação do sistema de compactação da lixeira.

3.2 A rede

Um ponto importante no projeto é a transmissão do status da lixeira para a nuvem (conceito de computação nas nuvens), para que seja possível o acesso a esses dados pela internet a partir de qualquer dispositivo conectado. Para tanto será utilizada a tecnologia de Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) para o gerenciamento do status de cada lixeira. Basagni et al (2004), mostra que as redes de sensores sem fio (RSSF) são redes ad hoc (topologia dinâmica e aleatória), além disso, segundo Silva (2006), estas são compostas por dispositivos de tamanho e custo limitado. Essas limitações restringem a capacidade do hardware e da reserva de energia desses elementos. A RSSF é baseada em sensores, observadores e fenômenos. No caso específico das RSSFs, Araújo et al (2007) afirma que os sensores atuam de forma colaborativa extraindo os dados e transmitindo-os para um ou mais pontos de saída de rede, chamados sorvedouros, para serem analisados e processados.

O observador será o cliente (empresa de coleta do lixo), que fará o acesso aos dados a partir do software cliente implementado na nuvem. O uso do ambiente da nuvem para a implementação do software faz com que seja desnecessária a instalação de programa na máquina para visualizar os dados do sistema. Para concretizar o acesso a essas informações necessita-se, então, apenas de um browser e de acesso a internet. Assim, qualquer dispositivo que tenha acesso à internet poderá ter acesso ao software, incluindo aí os dispositivos móveis (celulares e tablets).

O fenômeno serão as lixeiras, definindo os três elementos que compõem uma RSSF. Essa rede de sensores irá receber e transmitir os dados de forma segura, com confidencialidade dos dados, com autenticação e integridade dos mesmos, e acima de tudo, irá garantir dados em tempo real no sistema.

No caso do sistema proposto, serão utilizados sensores de nível, aliados a um microcontrolador embarcado (núcleo de processamento) e hardwares de suporte à tecnologia de comunicação sem fio ZigBee. O núcleo de processamento fará o gerenciamento da leitura dos sensores, o gerenciamento da energia elétrica, a ativação do atuador linear e será a interface de comunicação com os hardwares de suporte à tecnologia ZigBee.

Estes conjuntos de hardwares serão os encarregados da transmissão de dados entre as lixeiras. A tecnologia ZigBee foi projetada para permitir uma comunicação livre de fios, possuir baixo consumo de energia, alta confiabilidade, fácil implementação, e baixas taxas de transferência. A tecnologia permite um alcance máximo de 1600 metros, dependendo da

potência do equipamento e de características ambientais. Todos os pontos da rede ZigBee servem como retransmissores de informação, permitindo a criação de uma malha (Mesh) de comunicação com extensões maiores, sem a necessidade de utilizar ligações elétricas entre elas.

As informações de cada subsistema SiCICAL serão enviadas para a nuvem através de um dispositivo/módulo, dotado de conexão a internet 3G ou wifi e instalado em uma das lixeiras. As informações serão gerenciadas, em tempo real, pelo software instalado na nuvem, que poderá funcionar desde a visualização dos dados na tela até a indicação de logísticas de coleta em tempo real, de acordo com o status de cada lixeira, utilizando algoritmos complexos, incluindo georreferenciamento.

3.3 Sistema Fotovoltaico

O sistema fotovoltaico pode ter dois tipos de implantação, autônomo (OFF-GRID) ou conectado a rede elétrica inteligente. Neste projeto foi utilizado o autônomo.

Primeiramente é necessário conhecer o padrão de incidência solar na região, e, a partir disso, integrar o principal componente deste sistema (o painel solar) com baterias e controladores de cargas, pois os sistemas autônomos têm a necessidade de que esses componentes funcionem em conjunto com o painel fotovoltaico, que é o responsável por captar e converter a energia do sol em energia elétrica. O acumulador (bateria) e o controlador de carga foram implantados para garantir o funcionamento do SiCICAL nos dias em que a incidência solar for baixa e para monitorar a carga, respectivamente.

Independente da região, sabe-se que a radiação solar não é constante durante todo o ano e que a capacidade de geração de energia elétrica varia com essa incidência solar. Dessa forma, apenas a incidência de radiação solar apresenta-se como uma variável ponderante no bep (best efficiency point) do sistema.

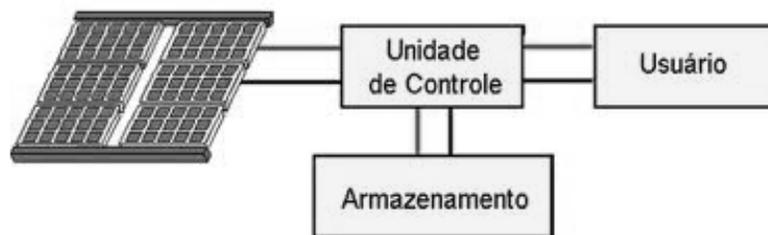


Figura 2 - Sistema de Armazenamento.

3.4 Funcionamento

Com um sistema automatizado de compactação e um sistema confiável de transmissão de dados, as empresas precisarão apenas instruir seus empregados para a nova forma de coleta. O treinamento será tanto para condicionar os funcionários a nova tecnologia quanto para aumentar a velocidade da coleta.

A lixeira terá um saco para guardar o lixo jogado, e este deve ser trocado a cada coleta. O saco do lixo deve ser posicionado corretamente para que não haja contato com a chapa de compactação, tendo esse cuidado o lixo estará bem disposto.

O cidadão não encontrará problemas com as novas lixeiras, pois a forma de descarte do lixo continuará sendo igual, abre-se a lixeira e deposita-se o lixo dentro. É importante salientar que, caso a lixeira esteja compactando, a entrada de mais resíduo é bloqueada e é liberada após o término do processo de compactação. Além disso, as empresas devem monitorar as lixeiras para que nunca fiquem sem condições de receber mais lixo.

As lixeiras enviam os dados em tempo real para as empresas de coleta para que estas analisem os dados e verifiquem a disponibilidade de recolhimento do lixo. As empresas têm em tela informações tanto do funcionamento da lixeira quanto de sua capacidade.

Os operadores do software veem cada lixeira com seu posicionamento, com seu status de capacidade e com sua luz de funcionamento, podendo esta estar verde (funcionamento normal), laranja (funcionamento danificado) ou vermelha (fora de funcionamento). A partir daí os operadores geram trajetos para o recolhimento do lixo ou manutenção do equipamento.

Os caminhões seguem para a coleta com o trajeto bem definido para o recolhimento. Em cada lixeira o empregado passa por um processo de validação de usuário através de uma

tag de RFID que contem sua identificação. Em seguida a lixeira busca no seu banco de dados o funcionário em questão, caso o funcionário não esteja cadastrado ou não seja corretamente identificado a lixeira não destrava e o saco de lixo não pode ser retirado, assim, a empresa precisa cadastrar e manter atualizados no sistema todos os funcionários que fazem o recolhimento do lixo. Com a confirmação do cadastro do funcionário no banco de dados, a lixeira é destravada e pode-se retirar o saco do lixo pondo outro no lugar, criando assim um ciclo de coleta.

O fato do funcionário não ter que recolher o lixo no chão e/ou jogado indevidamente em qualquer outro lugar, faz com que o tempo de recolhimento seja melhorado consideravelmente, e o tempo que o caminhão fica nas ruas diminui devido a esse efeito cascata de melhoramento do tempo.

4 IMPACTOS POSITIVOS PREVISTOS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

4.1 Social

- a) Modificações comportamentais de descarte de resíduos;
- b) Educação ambiental;
- c) Possibilidade de geração de renda;
- d) Conscientização e exercício da cidadania;
- e) Melhoria na qualidade de vida da população;
- f) Redução de doenças infectocontagiosas geradas pelo lixo;
- g) Redução de odores indesejáveis perto das lixeiras.

4.2 Ambiental

- a) Uso de energia limpa (a energia solar);
- b) Uso de materiais recicláveis para a confecção do produto (ligas de alumínio e termoplásticos);
- c) Redução na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE);
- d) Diminuição da poluição do solo e de lençóis freáticos por causa do lixo;

- e) A redução da poluição urbana devido ao manejo inadequado;
- f) Funcionamento adequado das redes urbanas de drenagem pluvial.

4.3 Econômico

- a) Ampliação de recursos e investimentos financeiros federais;
- b) Lucros auferidos da aplicação do sistema em coleta seletiva;
- c) Ampliação da capacidade de investimentos em áreas urbanas;
- d) Responsabilidade compartilhada entre os setores públicos, privados e população;
- e) Redução de gastos com a saúde humana e previdência social;
- f) Redução dos gastos com a logística de recolhimento do lixo e proposição de um novo mercado em potencial: o Mercado de Carbono, com a redução de emissões de GEE dos caminhões de lixo.

4.4 Gestão e Urbanístico

- a) Redução de congestionamentos de trânsito;
- b) Monitoramento preciso e controle da produção de resíduos nos NL da cidade;
- c) Melhor manutenção de espaços públicos no que se refere à limpeza urbana;
- d) Melhoria na imagem da cidade;
- e) Auxílio à implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

5 CONCLUSÃO

Como pode-se constatar, o Sistema de Coleta Inteligente e Compactação Automatizada do Lixo (SiCICAL) propõe-se a reduzir os impactos negativos causados pela má disposição dos resíduos nas cidades. Ademais, a utilização do sistema permitirá às empresas o remanejamento e reestruturação da logística de coleta de lixo, reduzindo a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) oriundos da queima do combustível dos caminhões

de coleta e otimização de seus recursos. Além disso, as lixeiras ficarão em lugares estratégicos, facilitando tanto o depósito quanto a coleta dos resíduos. Também como característica importante, pode-se pontuar que as empresas poderão participar do mercado de créditos de carbono no âmbito do MDL. Estas são algumas das vantagens da utilização do sistema proposto e comprovadas no decorrer do trabalho apresentado.

Um dos maiores empecilhos para a concretização do sistema apresentado é justamente a rigidez existentes nos serviços de limpeza, devido ao forte lobby com grandes empresas que mantêm um monopólio deste mercado. Contudo, a legislação vem sendo intensificada e, conseqüentemente, levando essas empresas a pensarem e agirem de forma a atender as novas leis e buscar por novas tecnologias e sistemas.

A utilização deste tipo de sistema trará benefícios variados para a população e para o ambiente, como por exemplo, a diminuição de doenças e transtornos ocasionados pelo lixo, redução de odores, manutenção e a melhoria da imagem da localidade.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Brasil, 2011. 202 p. Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em: 19 set. 2012.

ARAÚJO, F. C.; ANDERSON, F.; SANTOS, K. F. Avaliação de estratégias e construção de software para medição do nível de energia em sensores de redes de sensores sem fio (RSSF). In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Connepi, 2007. p. 1-10. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080227_093051_TELE-006.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2010.

BASAGNI, S. et al. **Mobile Ad Hoc Networking**. New York: Ieee Press and John Wiley and Sons, Inc., 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 06 fev. 2013.

COUTO, José Luiz Viana do. **Doenças relacionadas ao lixo**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo1.htm>>. Acesso em: 19 set. 2011.

MOYANO, Luis Felipe C. I.; ARAUJO, Rafael Gonçalves B. de; CARVALHO, Juliana A. Sistema de coleta inteligente e compactação automatizada do lixo. In: CONGRESSO

NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 7., 2012, São Luis. **Anais...** São Luis, 2012. CD-ROM.

SANEAMENTO ambiental: a educação ambiental e a informação como instrumentos de proteção e desenvolvimento sustentável. 2008. Disponível em: <<http://sanambiental.blogspot.com.br/2008/10/fossas-spticas.html>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

PROEMA engenharia e serviços ltda. In: PLANO básico de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de Salvador. São Paulo, 2007. 216 p. Disponível em: <<http://www.limpezaurbana.salvador.ba.gov.br>>. Acesso em: 19 set. 2011.

SILVA, F. A. **Avaliação de abordagens de gerenciamento para redes de sensores sem fio**. 2006. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006. p. 101.

BIGBELLY Solar. **BigBelly Solar**: eliminating the waste in waste collection. Disponível em: <<http://www.bigbellysolar.com/>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

ZIGBEE Aliance. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/Home.aspx>>. Acesso em: 16 abr. 2011.