

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM UM PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA

Flávio José de Assis Barony(*), Rodrigo Gaiba de Oliveira, Alysson Kelvim Caetano da Silva, Ana Clara Rodrigues Santana

* Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – *Campus* Timóteo, flaviobarony@cefetmg.br.

RESUMO

Menos de 10% dos Resíduos Sólidos Domésticos são destinados para a coleta seletiva no Brasil. Uma das formas de intensificar a coleta seletiva é através dos PEVs (Ponto de Entrega Voluntária), pois permitem o acondicionamento de maior quantidade de resíduos em um único ponto de uma determinada região geográfica, o que facilita a coleta do resíduo passível de reciclagem, mas que também enfrenta percalços em função da sua operacionalidade ou até mesmo pela ausência da correta segregação dos resíduos por parte da população, em geral. O objetivo do trabalho é reduzir os custos com deslocamento do caminhão da coleta seletiva do município de Timóteo até o CEFET-MG (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais) *Campus* Timóteo para recolher os resíduos recicláveis. A implantação do PEV deu-se por três etapas, sendo: a) primeiramente iniciou-se a construção do PEV; b) logo após, deu-se o desenvolvimento de um dispositivo medidor de nível e; c) em sequência as campanhas de conscientização quanto ao uso do PEV. Ao longo de 4 meses de monitoramento foram coletados 48m³ de resíduos sólidos não compactados, ou seja, média de 1 deslocamento mensal do caminhão até o *campus*, diferentemente da rotina diária de coleta anteriormente, que culminava em custo de deslocamento para coletar pífia quantidade de resíduo, além da perda de produtividade com este deslocamento. Com baixo custo (R\$150,00) para instalação, o dispositivo de medição reduziu o deslocamento do caminhão coletor até o PEV, ou seja, somente quando a Associação de Catadores recebe o e-mail com uma alerta de que o PEV se encontra em sua capacidade máxima. O custo total do PEV foi de R\$1700,00, com uso de mão-de-obra interna para soldagem da estrutura metálica, o que não gerou custo. A solução proposta pode ser implantada em outros PEVs em condições semelhantes ao deste trabalho, ou seja, em locais que possuem energia elétrica e acesso à internet sem fio, de forma a potencializar a coleta seletiva na malha urbana.

PALAVRAS-CHAVE: PEV, Coleta seletiva, Resíduos sólidos, Sensor, Tecnologia da Informação.

INTRODUÇÃO

A sociedade moderna estimulou um grande aumento no desejo de consumo culminando ao aumento da produção de lixo doméstico, que traz grandes problemas ecológicos (ZANIRATO e ROTONDARO, 2016). Os últimos dados oficiais apontam que menos de 10% dos resíduos sólidos domésticos gerados no país seguem para a coleta seletiva (SNIS, 2019). Embora exista ampla legislação e divulgação nacional sobre a temática dos resíduos sólidos (BRASIL, 1999; BRASIL, 2012), os números indicam que os resultados estão muito aquém do desejado.

Grande parte dos lixos domésticos descartados tem como destino lixões e aterros sanitários, mas muitos destes poderiam ser reaproveitados e reciclados, porém tornam-se inutilizáveis em seu destino final além de comprometer a qualidade do ar, do solo e de águas próximas devido ao seu grande potencial poluidor (FELIX, 2007). Sem uma reciclagem e uma gerência consciente, os danos poderão chegar a uma proporção que poderá ser devastadora para as próximas gerações (CONCEIÇÃO e SILVA, 2009).

A fim de conservar e preservar o meio ambiente amenizando os impactos do lixo no meio urbano, associações de catadores de resíduos sólidos fazem a reciclagem de materiais. Desta forma, uma grande parte de resíduos que seriam descartados, retornam ao processo produtivo (FEITOSA et al., 2019). Na cidade de Timóteo/MG, a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Timóteo (ASCATI), realiza a coleta, triagem e comercialização de resíduos recicláveis, desta forma, a reciclagem de materiais torna-se também uma fonte de renda para os seus associados (Prefeitura Municipal de Timóteo, 2018).

A Classificação Brasileira de Ocupação (2002) reconheceu a atuação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis como atividade profissional. No entanto, o reconhecimento da profissão não implicou em melhorias nas condições de vida destes trabalhadores. Segundo o último Censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011), a renda média mensal dos catadores foi de R\$ 561,93, muito inferior aos R\$ 1.271,88 dos demais trabalhadores e pouco acima do salário mínimo vigente no momento do Censo, que era de R\$ 510,00.

Neste contexto, uma coleta seletiva eficaz é essencial para tornar a reciclagem de resíduos sólidos viável. Dentre os programas de coleta seletiva encontram-se os Pontos de Entrega Voluntária (PEV), que consistem em *containers* e caçambas identificados para receber resíduos sólidos recicláveis que são gerados em determinada região. Geralmente

são alocados em pontos com grande fluxo de pessoas e fácil acesso. Estes pontos de entrega facilitam e reduzem custos na coleta, tornando-os boas soluções para associações de catadores de materiais recicláveis (PEIXOTO e CAMPOS; D'AGOSTO, 2005).

Apesar de seus benefícios, a implantação de PEVs em uma cidade requer certos cuidados. A falta de informação por parte da população faz com que materiais não recicláveis sejam colocados nos PEVs, podendo contaminar os resíduos recicláveis deixando-os não apropriados para seu fim, além disso, o descarte incorreto de resíduos orgânicos atrai insetos podendo representar riscos à saúde (PANIS et al., 2012).

Além destes problemas, os PEVs precisam ser projetados de maneira que facilitem o descarte dos materiais para que os moradores sejam incentivados a fazer o mesmo. Não obstante, a localização e monitoramento dos PEVs são de fundamental importância para que não sejam praticados atos de vandalismo com os mesmos, bem como utilizados para outros fins, como descarte de animais mortos e para uso de entorpecentes, conforme demonstrado por Dias et al. (2019) em seu trabalho.

Mesmo que os pontos de entrega tenham auxiliado a ASCATI com a coleta de resíduos, o mesmo trouxe algumas dificuldades com o transporte dos mesmos. Periodicamente o PEV situado no CEFET-MG (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais) *Campus* Timóteo é esvaziado com um caminhão para a coleta, porém devido a entrega de resíduos pela comunidade acadêmica não ser constante, por muitas vezes o ponto tinha poucos resíduos ou estava vazio no momento da coleta. Consequentemente o caminhão se deslocava até o PEV desnecessariamente, desperdiçando tempo dos associados e recursos para o transporte.

OBJETIVO

Instalar um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) no CEFET-MG *Campus* Timóteo, bem como a implantação de um dispositivo de medição de nível com comunicação para auxiliar a coleta de resíduos do PEV. Propõe ainda conscientizar a comunidade envolvida quanto a segregação dos resíduos e reduzir os custos operacionais do PEV para fins de benefício da Associação de Catadores de Resíduos Sólidos de Timóteo (ASCATI), com auxílio da Tecnologia da Informação.

METODOLOGIA

A implantação do PEV deu-se por etapas. Primeiramente iniciou-se a construção do PEV seguindo preceitos construtivos com vistas à acessibilidade, facilidade para limpeza, ergonomia, minimização dos riscos de acúmulo de água, baixo custo e ao mesmo tempo resistente. Estes detalhes construtivos são importantes para evitar problemas relatados por outros autores, como Dias et al. (2019) e Panis et al. (2012).

Em seguida, iniciou-se uma busca no mercado por um produto que fizesse a medição da quantidade de lixo no PEV e enviasse uma alerta à ASCATI. Para esta função, foram encontrados transmissores de nível para sólidos que poderiam ser embutidos em algum sistema, entretanto, seriam necessários muitos recursos para fazer a implantação de um sistema utilizando estes transmissores que tinham preços cotados a partir de R\$ 250,00. Visando uma implementação de um dispositivo simples, mas com funções específicas, decidiu-se por criar este dispositivo.

Estudando a estrutura do PEV e os recursos disponíveis, determinou-se que seria produzido um dispositivo que através de um sensor fizesse medições periódicas e enviasse um e-mail para a associação através da rede de internet sem fio disponível no *campus*. Após a análise do ambiente a ser instalado o sensor, foram desenvolvidos os primeiros protótipos e a realização de testes para então fazer a implantação.

A etapa seguinte foi a conscientização por meio de intervenções interativas e lúdicas (figura 1) com a comunidade envolvida, de forma a abordar a legislação vigente, em especial, a Lei N.º12305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e o decreto Federal N.º5940/2006, que estabelece a Disposição Adequada dos Resíduos Sólidos nas repartições públicas Federais (BRASIL, 2006). No presente trabalho, estas intervenções deram-se por meio de instruções de uso no PEV, banners em cada sala do *campus* e abordagem nas reuniões escolares. Outros autores também usaram as mídias digitais e panfletos/banners educativos (PINTO, 2016; MELLO, 2018). A escola como ponto de partida de mudança de cultura e conscientização é alvo recorrente em diversos trabalhos que visam incrementar a coleta seletiva (FELIX, 2007; MOURA et al., 2018).

Ponto de Entrega Voluntária (PEV)

Você está convidado a fazer a coleta seletiva
no CEFET-MG e na sua casa.



Figura 1: Banner Educativo sobre a operação do PEV. Fonte: Autores do Trabalho.

RESULTADOS

O PEV desenvolvido no CEFET-MG *campus* Timóteo tem capacidade de 12m³ e contorna questões de segurança, acessibilidade, ergonomia, proteção contra eventos de precipitação, resistente (utilização de Metalon, tela fio 14 e telha galvanizada) e boa capacidade de armazenamento (2x2x3m). Dessa forma, a coleta dos resíduos foi centralizada em um PEV com qualidade e segurança operacional, minimizando assim os efeitos deletérios, como relatado por outros autores e que citam até a depreciação ou desgaste prematuro (PANIS et al., 2012; DIAS et al., 2019). O custo total (material metálico e componentes do sensor) foi de R\$1.700,00, e a mão-de-obra foi sem custos diretos devido aproveitamento de corpo técnico interno.

Outros PEVs já foram instalados em diversas cidades Brasileiras e com custo muito superior, e nem sempre funcionam adequadamente na prática. À título de exemplo, Papa et al., (2019) aborda o custo de diferentes modelos de PEV, com variação de R\$5.460,00 a R\$45.000,00. Gomes (2009), em Florianópolis, chegou ao valor de R\$22.2150,00 de implantação, além de R\$860,00 mensais com custos operacionais, não sendo possível ainda mencionar os custos para coleta dos resíduos. Já no município de Timóteo, em 2017 foi estabelecido um convênio com a Fundação Banco do Brasil, o qual construiu 3 PEV's e outros "ecopontos", no valor de R\$200.000,00 (PMT, 2017; PMT, 2019). Embora a proposta do PEV em Florianópolis e em Timóteo tratar-se de modelos diferenciados de PEV, cabe aqui destacar o baixo valor empenhado para instalação do PEV Tecnológico do CEFET-MG.

O PEV possui um dispositivo de medição de nível de resíduos localizado no teto (figura 2), o qual verifica periodicamente a altura em que se encontra o lixo através de um sensor ultrassônico e após detectar que o lixo chegou em seu nível máximo, se conecta à rede sem fio e envia um e-mail à ASCATI informando que os resíduos já podem ser coletados. (figura 3). O dispositivo também possui LEDs indicadores que sinalizam se está ocorrendo algum erro, se o aparelho encontra-se ligado ou se já foi detectado que o PEV está cheio. A figura 4 exhibe o produto final desenvolvido.

A criação deste dispositivo permitiu a ASCATI ter uma alternativa tecnológica para a solução de um de seus problemas na logística por um custo acessível. Após a implementação do dispositivo de medição, a ASCATI envia o caminhão para buscar os resíduos no ponto de entrega voluntária do CEFET-MG *Campus* Timóteo somente quando se encontra cheio (sensor calibrado para indicar enchimento quando atinge aproximadamente 80% da capacidade), gerando assim economia de combustível e tempo, e consequentemente mais renda para os associados. No período de setembro a dezembro/2019 foram destinados 48m³ e houve o enchimento máximo em 4 momentos.



Figura 2: Ponto de Entrega Voluntária instalado no CEFET-MG *Campus* Timóteo. Fonte: Autores do Trabalho.



Figura 3: Captura de tela do e-mail enviado pelo PEV. Fonte: Autores do Trabalho.



Figura 4: Dispositivo Medidor de Nível de Resíduos. Fonte: Autores do Trabalho.

Assim, é notório que o conjunto de ações que nortearam a idealização do PEV Tecnológico modelo CEFET-MG *campus* Timóteo contribuíram de forma eficaz para a coleta seletiva de baixo custo e com vistas à produtividade. A expansão deste modelo de PEV em centros urbanos poderá potencializar a coleta seletiva nas cidades, mas é imprescindível a participação da população, em especial, no tocante ao envio dos materiais que realmente são passíveis de reciclagem e com boa comercialização pela respectiva associação de catadores.

CONCLUSÃO

O dispositivo criado possui um melhor custo benefício em relação às outras soluções encontradas, com o preço cotado em cerca de R\$150,00. O custo total do PEV foi de R\$1.700,00 e com ótimas condições operacionais. Além do custo baixo, o produto realiza todo o processo de conectar a rede wireless do *campus* e enviar o e-mail notificando a associação sem a necessidade de um outro dispositivo servidor externo, função esta que não é realizada pelas demais soluções encontradas.

A solução proposta pode ser implantada em outros PEVs em condições semelhantes ao estudado neste trabalho, ou seja, em locais que possuem energia elétrica e acesso à internet sem fio, preferencialmente em escolas, universidades e demais espaços públicos que favoreçam a operacionalização.

Culminado à uma campanha educativa eficaz, o PEV se mostra como uma boa alternativa para coleta seletiva em ambientes escolares e universitários. As campanhas são fundamentais para a qualidade dos resíduos coletados, bem como para o correto acondicionamento dos resíduos.

Em trabalhos futuros podem ser exploradas outras finalidades deste modelo de PEV Tecnológico, por exemplo, um sistema online de verificação de todos os pontos de entrega disponíveis em um único lugar. Além disso, pode-se otimizar a rota do caminhão através de mapas *online* indicando o melhor caminho para chegar à diferentes pontos de entrega.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º9795/1999, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília – DF. 2009.
2. BRASIL. Presidência da República. **Decreto N° 5940, de 25 de outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Brasília – DF. 2006.
3. BRASIL. Presidência da República. **Lei N° 12305/2010 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. Brasília – DF. 2010.
4. CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÃO. CBO 5192 - **Trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável**. [S.l.]: CBO, 2002.
5. CONCEIÇÃO, M. M.; SILVA, O. R. d. **A reciclagem dos resíduos sólidos urbanos e o uso das cooperativas de reciclagem—uma alternativa aos problemas do meio ambiente**. Centro Científico Conhecer-ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Goiânia, v. 5, n. 8, p. 1–16, 2009.
6. DIAS, L. d. C. R. et al. **A ineficiência de uma política de educação ambiental na implementação de ponto de entrega voluntária (pev)**. 2019.
7. FEITOSA, B. J. C. de S. et al. **Gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Teresina-PI por meio dos pontos de recebimento de resíduos**.
8. FELIX, R. A. Z. **Coleta seletiva em ambiente escolar**. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 18, 2007.
9. GOMES, C. O. M. B. **PROPOSTA DE UM PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO CONTINENTAL DE FLORIANÓPOLIS**. Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009. Disponível em: <
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124455/167.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso: 14 de Nov. 2019.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. [S.l.]: IBGE, 2011.
11. MELLO, VANESSA CAETANO. **Os desafios da coleta seletiva em Santo Ângelo, Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFC, como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos. 2018. Disponível em: <

<http://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1340/1/VANESSA%20CAETANO%20MELLO.pdf> >. Acesso: 14 de Nov. 2019.

12. MOURA, MARINDIA DA SILVEIRA; SILVA, MILENA FONTOURA; ZAPPE, ANA LETÍCIA; MORAES, JORGE ANDRÉ RIBAS. **Alternativas para a promoção de uma gestão mais eficiente, inclusiva e rentável em uma cooperativa de materiais recicláveis em Rio Pardo-RS**. X Salão de Ensino e Extensão. XXV Seminário de Iniciação Científica. Universidade de Santa Cruz do Sul – RS. 2018. Disponível em: < <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/semic/article/view/18394> >. Acesso: 13 Nov. 2019.
13. PANIS, S. et al. **A coleta seletiva realizada pela prefeitura através de pontos de entrega voluntária em Teresina, PI**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO–19 a 22/11. [S.l.: s.n.], 2012.
14. PAPA, A. P. O.; SILVA, J. S.; SANTANA, S. J. **Estudo comparativo entre equipamentos visando à redução do vandalismo nos pontos de entrega voluntária de recicláveis**. Rev. Bras. Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 6, n. 13. 2019. Disponível em: < <http://revista.ecogestaobrasil.net/v6n13/v06n13a11.pdf> >. Acesso: 14 Nov. 2019.
15. PINTO, MARCELLA BERNARDO. **Implantação de um Programa de Coleta Seletiva: Uma Pesquisa-Ação na cidade de São Lourenço, Minas Gerais**. 2016. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/437> >. Acesso: 14 de Nov. 2019.
16. PEIXOTO, K.; CAMPOS, V. B. G.; D'AGOSTO, M. d. A. **A coleta seletiva e a redução dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2005.
17. PMT – Prefeitura Municipal de Timóteo. **Prefeitura de Timóteo realiza reuniões para dar início aos Pontos de Entrega Voluntária**. 2017. Disponível em: < <http://www.timoteo.mg.gov.br/noticias/3666/nfse.aspx> >. Acesso: 15 Nov. 2019.
18. PREFEITURA MUNICIPAL DE TIMÓTEO. **ASCATI busca melhorias de gestão**. 2018. Disponível em: <https://www.timoteo.mg.gov.br/noticias/5857/ascati-busca-melhorias-de-gestao>. Acesso em: 03 de jun. de 2020.
19. PMT – Prefeitura Municipal de Timóteo. **Seminário discute avanço da coleta seletiva em Timóteo**. 2019. Disponível em: < <http://www.timoteo.mg.gov.br/noticias/11559/seminario-discute-avanco-da-coleta-seletiva-em-timoteo> >. Acesso: 15 Nov. 2019.
20. SNIS, S. N. D. I. S. S. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017**. 2019.
21. ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. **Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade**. Estudos Avançados, SciELO Brasil, v. 30, n. 88, p. 77–92, 2016.