

obras civis, faz com que análises de viabilidade técnica sejam levantadas com intuito de averiguar a possibilidade de uso desses produtos.

Em razão disso, o foco deste artigo foi à viabilidade da substituição da cal hidratada por detergente líquido ou cola branca (PVA), na produção de argamassas, visando um ganho na resistência a compressão axial.

Os ensaios demonstram que tanto a argamassa produzida com detergente, quanto a produzida com cola branca (PVA), atingem uma resistência a compressão axial satisfatória. Superando a tradicional argamassa confeccionada com cal.

Devido à resistência atingida pelas argamassas, as mesmas podem ser estudadas aumentando a quantidade de areia dos traços.

REFERÊNCIAS

ANVISA, 2008. **RESOLUÇÃO-RDC N°- 40 - Regulamento Técnico para Produtos de Limpeza e Afins**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1e808a8047fe1527bc0dbe9f306e0947/RDC+40.2008.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732** Cimento Portland comum, Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 7175** Cal hidratada para argamassas - Requisitos, Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 13276** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência, Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 13279** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15812** Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1: Projetos, Rio de Janeiro, 2003.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, F. A. Adesivos e sua importância na indústria madeireira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRAA, M. Vitoria. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro II**: Gráfica Aquarius, p.99-128, 2007.

MENDES, J.C. **Viabilidade técnica do uso de linear alquil benzeno sulfonato de sódio como aditivo incorporador de ar para matrizes cimentícias**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa**. 2. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2012. 188 p.

RODRIGUES, P. N.. **Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

PROJETO PILOTO DE PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE MATERIAL RECICLÁVEL EM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS-MG

TURCI, Luiz Felipe Ramos.*; SANCINETTI, Giselli Patrícia.; BRAGA, Daniele Souza.; CARNIETTO Fábio.; JUAZEIRO, Luis Henrique Souza.; DOS REIS, Claudiana Goulart. - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas UNIFAL-MG, campus Poços de Caldas – MG

*Autor para correspondência e-mail: luiz.turci@unifal-mg.edu.br

Recebido em: 10/09/2018
Aprovação final em: 17/12/2018

Dor: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.587>

RESUMO: Este trabalho objetiva contribuir para o desenvolvimento de melhorias na logística adotada para coleta seletiva de material reciclável, bem como no desenvolvimento de trabalho de educação ambiental. Para isso, propõe-se um projeto piloto de coleta seletiva utilizando-se Ponto de Entrega Voluntário (PEV) em substituição à logística de coleta porta-a-porta, conjuntamente a uma campanha intensiva de educação para o uso do PEV. Em sua primeira fase, realizada em duas ruas do bairro Campos Elíseos de Poços de Caldas-MG, a viabilidade da implantação do PEV foi comprovada a partir dos dados obtidos fazendo-se uma análise antes e após a implantação do PEV. Destaca-se como resultados a redução em 70% do tempo de coleta, queda de 40,4% na distância percorrida pelos catadores, bem como a economia de diesel.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos; Coleta seletiva; Cooperativas; Ponto de Entrega Voluntário.

A PILOT PROJECT OF A VOLUNTARY DELIVERY POINT OF RECYCLABLE MATERIAL IN A NEIGHBORHOOD OF POÇOS DE CALDAS-MG MUNICIPALITY

ABSTRACT: This work aims to contribute to the development of improvements in the logistics adopted for the selective collection of recyclable material, as well as for the development of environmental education work. For this purpose, a pilot project of selective collection is proposed, using a Voluntary Delivery Point (VDP) to replace door-to-door collection logistics, together with an intensive education campaign for the use of the VDP. In its first phase of the project, carried out on two streets in Campos Elíseos neighborhood of Poços de Caldas-MG, the viability of the implementation of the VDP was proved from the data obtained by performing an analysis before and after the implementation of the VDP. The results show a reduction of 70% in the collection time, a 40.4% fall in the distance traveled by the collectors, as well as the diesel economy.

KEYWORDS: Solid Waste; Selective Collection; Cooperatives; Voluntary Delivery Point.

INTRODUÇÃO

Sete bilhões de seres humanos produzem anualmente 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) — uma média de 1,2 kg por dia per capita. Quase a metade desse total é gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo, enquanto que há dez anos a geração era de 0,68kg por dia por habitante urbano. (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017)

Tendo em vista dados tão alarmantes, temos na gestão do tratamento de todo esse resíduo grande quantidade de produtos que podem ser reaproveitados, virando matéria prima para outros produtos ou gerando energia.

No Brasil, a universalização da coleta e a correta destinação dos materiais constituíam, historicamente, os objetivos principais do gerenciamento de resíduos de um município. Atualmente, além desses objetivos, o correto gerenciamento requer programas que contribuam para diminuir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, visto que, além de ser uma atividade onerosa para o município, impede que os materiais reaproveitáveis e recicláveis retornem ao ciclo produtivo. Essa discussão tem avançado no Brasil por conta da promulgação de importantes leis, como a Lei de Saneamento Ambiental e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dentre seus instrumentos a Política Nacional traz o incentivo à coleta seletiva e ao desenvolvimento de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. Dessa forma os programas de coleta seletiva e o desenvolvimento desses grupos trazem uma nova visão da importância desses atores, incluindo-os na cadeia produtiva e possibilitando uma atuação mais efetiva com direitos estabelecidos em lei, bem como a geração de renda.

No sul de Minas Gerais, Poços de Caldas busca uma melhor destinação dos resíduos sólidos urbanos que chegam a ultrapassar 600 toneladas por mês. Assim, através de parcerias entre a Prefeitura Municipal e cooperativas como a Ação Reciclar e a Coopersul, diariamente realizam-se coletas porta a porta de material reciclável que é posteriormente triado, processado e vendido pelas cooperativas.

A fim de colaborar com a melhoria do processo de coleta de material reciclável, o presente projeto visa o estudo e a viabilidade para a implantação de um Ponto de Entrada Voluntária previamente definida para o bairro Campos Elísios – Poços de Caldas como forma otimizar o processo de coleta seletiva, aperfeiçoando as rotas e também atuando no decaimento do tempo percorrido pelos colaboradores. Este é um trabalho conjunto entre a Cooperativa Ação Reciclar, Prefeitura de Poços de Caldas, e o Recicla Unifal, um projeto que foi criado em 2014 para promover o incentivo à coleta seletiva na Universidade Federal de Alfenas *Campus* Poços de Caldas buscando oferecer a base necessária para que aconteça a coleta bem como sensibilizar a comunidade acadêmica e a população em relação ao serviço prestado pelos colaboradores..

COLETA SELETIVA NO BRASIL

Reciclagem, por definição, seria a reutilização de determinado material para fins que podem não ser a sua finalidade original. O processo de reaproveitar proporciona matéria prima para novos produtos em detrimento de uma nova produção industrial, gera economia de água, energia e conseqüentemente a redução da emissão de gases para a atmosfera. A indústria da reciclagem envolve mais de dois milhões de catadores informais em todo o mundo e tornou-se um negócio global, envolvendo extensas redes de abastecimento e transporte (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017).

Estima-se que em 2025, o Brasil gerará o dobro de resíduos sólidos do que foi gerado em 2012, chegando a mais de 300.000 toneladas por dia (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2017). Atualmente, gera-se no

Brasil mais de 160.000 toneladas por dia de resíduos sólidos. Esse resíduo é composto, na maior parte, por compostos orgânicos, seguido por papel e plástico, e precisa urgentemente de uma destinação final apropriada. A Tabela 1 traz a estimativa da composição gravimétrica dos resíduos urbanos coletados no Brasil em 2008, conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – estudo mais recente do IPEA (2017) traz valores similares também datados de 2008.

De acordo com os dados do IPEA nota-se que mais da metade dos resíduos são de matéria orgânica e os recicláveis estão entre 30 e 40%. Se o tratamento e destinação dos resíduos forem feitos corretamente, apenas 13% iria para os aterros sanitários. Tal fato geraria economia de energia, prolongaria a vida dos aterros e diminuiria a emissão de gases do efeito estufa (IPEA, 2017).

O sucesso na reciclagem de resíduos sólidos depende obrigatoriamente do sucesso da coleta seletiva. A seguir, apresentamos alguns exemplos de projetos estruturados de coleta seletiva em municípios brasileiros.

Tabela 1 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil.

Materiais	Participação (%)	2000 (t/dia)	2008 (t/dia)
Material reciclável	31,9	47558,5	58527,4
Metais	2,9	4301,5	5293,5
Aço	2,3	3424	4213,7
Alumínio	0,6	877,5	1079,9
Papel, papelão e tetrapark	13,1	19499,9	23997,4
Plástico total	13,5	20191,1	24847,9
Plástico filme	8,9	13326,1	16399,6
Plástico rígido	4,6	6865	8448,3
Vidro	2,4	3566,1	4388,6
Matéria orgânica	51,4	76655,3	94335,1
Outros	16,7	24880,5	30618,9

Fonte: Adaptado do PNRS.

A coleta domiciliar no município do Rio de Janeiro é realizada pela COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), uma empresa mista da qual a Prefeitura do Rio de Janeiro é acionista majoritária (COMLURB, 2009). Tal companhia é responsável também pela coleta seletiva, varrição de rua, praias e praças.

A coleta seletiva realizada no município do Rio de Janeiro conta com basicamente duas atividades, a coleta porta a porta e os Pontos de Entrega Voluntária (PEV). Tais pontos são de iniciativa das cooperativas.

Segundo o Governo Municipal do Rio de Janeiro, em 2009 eram coletados por mês 1.023,59 toneladas de materiais potencialmente recicláveis pelo programa nos 68 bairros com cobertura da coleta seletiva (COMLURB, 2009). A taxa de recuperação desses materiais chega a 3,7%. Com as novas centrais de triagem, o governo planejava expandir a cobertura da coleta seletiva a outros bairros.

A solução para uma melhor eficiência na coleta seletiva da cidade do Rio de Janeiro seria manter as centrais de triagem com capacidade de 20 e 30 toneladas por dia e criar mais com 50 toneladas por dia para áreas com maior densidade demográfica e alta geração de resíduo sólido. Estima-se que cada usina de triagem de 20 toneladas por dia gera 200 empregos; de 30 toneladas por dia, 300 empregos; e 50 toneladas por dia, 500 empregos (COMLURB, 2009).

Hoje, a companhia atende 113 bairros da cidade do Rio de Janeiro. Com a expansão da coleta

seletiva, a companhia passou a recolher 1.700 t/mês. O total da população atendida equivale a 4.116.731 pessoas, com 1.434.721 de domicílios beneficiados. Todo o material recolhido vai hoje, para 22 centrais de triagem. (COMLURB, 2018).

Na cidade de Canoas, objetiva-se reestruturar o programa de coleta seletiva do município promovendo efetiva recuperação de materiais, com inclusão social e geração de postos de trabalho e renda, atendendo aos requisitos da PNRS.

O programa de coleta seletiva em Canoas tem cinco cooperativas parceiras, sendo que quatro dessas possuem contrato com a Prefeitura Municipal de Canoas para coleta e transporte dos resíduos até as unidades de triagem. O planejamento e controle dos serviços municipais da coleta seletiva são da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), apoiada pelo Comitê Executivo de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis.

A coleta seletiva de Canoas ocorre de duas formas: coleta porta a porta e PEV. A coleta porta a porta atende a aproximadamente 65% da cidade e os resíduos descartados pela população, principalmente PET, alumínio e papelão são altamente disputados pelos catadores informais (CANOAS, 2014).

A participação efetiva da população é um dos grandes desafios a ser superado em qualquer programa de coleta seletiva. Logo, um programa de educação ambiental deve ser construído e desenvolvido pelas cooperativas de catadores de Canoas contando com a participação de líderes de comunidade e bairros e profissionais da área de educação, saúde e meio ambiente. Além disso, a participação de pesquisadores de universidade, agentes comunitários de saúde, técnicos do setor, organizações não governamentais e iniciativa privada.

A Prefeitura de Santo André, desde 1997, implementou projetos em busca de uma cidade mais limpa, agradável e com melhor qualidade de vida. Em julho de 1999, o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental se tornou responsável pelo gerenciamento dos serviços de coleta dos resíduos sólidos, tratamento, disposição final, varrição e limpeza urbana (BUONAVITA et al., 2008).

Em maio de 1998, iniciou-se a coleta seletiva de porta a porta no município de Santo André para medir a adesão da população perante a proposta de separar os resíduos sólidos gerados. Em pouco tempo outros bairros aderiram à ideia chegando a 7% dos domicílios da cidade, em junho de 1999.

Criou-se então, a coleta diferenciada que é a ampliação do programa de coleta porta a porta para toda a cidade de Santo André. A expansão da coleta atingiu cerca de 100 mil domicílios, 60% do total. Até 2008, a coleta era realizada em 99,8% da cidade com adesão de 63% da população (BUONAVITA et al., 2008).

Além da coleta porta a porta, foram disponibilizados pontos de entrega voluntária que estão distribuídos por toda cidade, escolas, centro comunitário, postos de combustíveis, condomínios, supermercados e outros, totalizando 411.

Existem duas cooperativas na cidade de Santo André formadas, na sua maioria, por trabalhadores socialmente excluídos da cidade, incluindo os que atuavam como “carrinheiros”. Uma cooperativa é responsável pela triagem e comercialização de resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva, e a outra é responsável pela coleta de resíduos através de carrinho de mão em lugares onde o caminhão de coleta não tem acesso.

Santo André encerrou 2017 com o reaproveitamento de 30% de todos os resíduos gerados no município, o índice girava em torno de 12% até 2014. Aproximadamente 900t de resíduos secos chegam às cooperativas todo mês. Os PEV contudo, caíram de 411 para 100 (RAYMUNDI, 2018).

Ribeirão Preto destaca-se nos programas de coleta seletiva, pois recolhe cinco toneladas diárias. O sistema de coleta é composto por PEV e a coleta porta a porta. O material recolhido tem como destino a usina de triagem e a verba arrecadada é repassada ao Fundo Social de Ribeirão Preto, responsável por

destinar recursos a instituições assistenciais do município.

Em Uberlândia, a coleta seletiva é feita através de PEV que são instalados em locais estratégicos da cidade. O resíduo reciclado também é coletado em escolas que participam de programas de conscientização através de gincanas e palestras (RIBEIRO, 2000).

COLETA SELETIVA EM POÇOS DE CALDAS

Na cidade de Poços de Caldas, a coleta de resíduo domiciliar é realizada pela Prefeitura Municipal através de empresas contratadas por licitação. A empresa atualmente responsável pela coleta é a Liarth - Limpeza Urbana.

A cidade conta com cooperativas (Ação Reciclar, CooperSul, Recriando) que fazem a triagem, beneficiamento e comercialização dos materiais recicláveis coletados pela prefeitura. Atualmente, a coleta seletiva organizada pela Secretaria de Serviços Públicos e pelas cooperativas de reciclagem atende todos os bairros da cidade. Segundo a Prefeitura, o município foi dividido em seis setores que são atendidos por sete caminhões que se alternam em 44 rotas. Com a ampliação, todos os moradores das zonas Sul, Leste, Oeste e Centro poderão contar com o serviço.

Estima-se que mais de 600 toneladas por mês de material reciclável sejam recolhidas na cidade. Até então, eram recolhidas 3,5 mil toneladas mensais de resíduos sólidos no município, mas apenas 100 toneladas eram reaproveitadas pelas cooperativas (G1, 2017).

Além da coleta porta a porta, em 2017, a prefeitura instalou um Posto de Entrega Voluntária no centro da cidade. Nesse posto, um cooperado recebe o material e processa a triagem no próprio posto. Fazemos apenas uma observação de que o posto funciona apenas quando o cooperado está presente.

PROJETO PILOTO DE PEV EM BAIRRO DE POÇOS DE CALDAS-MG

Desde 2015, existe um projeto intitulado Recicla Unifal composto por professores e estudantes da Universidade Federal de Alfenas - *Campus* Poços de Caldas cujo objetivo é promover o incentivo à coleta seletiva dentro e fora da Universidade, assim como estudos para melhorar a coleta na cidade. Esse projeto é uma das organizações locais participantes do plano diretor da Cooperativa Ação Reciclar, criado pela Associação Poços Sustentável, com o propósito de otimizar sua gestão administrativa e operacional (AÇÃO RECICLAR).

Nos programas de coleta seletiva citados anteriormente, nota-se em comum o uso de PEV e a existência de um trabalho de educação ambiental. Pensando nisso, uma das ações do Recicla Unifal foi o projeto piloto de implantação de PEV no bairro Campos Elísios, em junho de 2017. Esse projeto tem a participação da cooperativa Ação Reciclar e conta com o apoio da Prefeitura Municipal, principalmente da Coordenadoria da Zeladoria da Zona Oeste.

As etapas do projeto foram as seguintes: 1) Escolha do bairro; 2) Levantamento dos dados da coleta seletiva no bairro; 3) Projeto e construção do PEV; 4) Campanha pré-instalação; 5) Instalação do PEV; 6) Campanha pós-instalação; 7) Levantamento de dados da coleta no PEV; 8) Análises de resultado.

Primeiramente, conjuntamente com a Cooperativa Ação Reciclar, escolheu-se o bairro Campos Elísios para execução do projeto por ser um bairro pequeno, que não consiste em trajeto para outros locais da cidade (ou seja, há poucos frequentadores que não são moradores), e que está próximo da cooperativa Ação Reciclar.

A segunda etapa do projeto consistiu em acompanhar a realização da coleta seletiva porta a porta nas 7 ruas do bairro entre 11 de novembro de 2016 e 09 de dezembro de 2016. O tempo médio de coleta no bairro foi de 50 minutos. O peso total coletado em cada uma das amostras foi de: 182.5kg, 145.0kg, 163.0kg, 228.5kg. Vale ressaltar aqui que, como esperado, entre o final de novembro e início de dezembro, houve um aumento na quantidade de material coletado – conjectura-se que isso se deve ao aumento do consumo com o recebimento

do 13º salário e do Natal.

Esse levantamento permitiu-nos concluir que um único PEV não atenderia a demanda de todo o bairro. Assim, definiu-se que o PEV atenderia apenas duas ruas do bairro. Escolheram-se as ruas Antônio de Castro Souza e Hélio Brandão Dias. A área pública de recreação localizada nesta última rua foi definida como local de instalação do PEV. A maior distância entre uma residência localizada nessas ruas e o PEV chegou a 300m. A escolha do local de instalação é uma das grandes dificuldades do uso de PEV, pois em geral, os moradores não aceitam bem a instalação de PEV próximos a suas residências.

Em conjunto com a cooperativa Ação Reciclar, definiu-se que o PEV deveria ser resistente a ataques de vandalismo e dificultar o furto de material – questões que dificultam o uso de PEV na coleta seletiva. Com essas premissas, os alunos do Recicla Unifal e os técnicos da UNIFAL-MG fizeram o projeto do PEV que pode ser visto na Figura 1. A estrutura do PEV é toda feita em *metalom* e seu revestimento em chapa de aço galvanizado; para dificultar o furto de material a portinhola para descarte de material foi construída na parte frontal e superior do PEV.

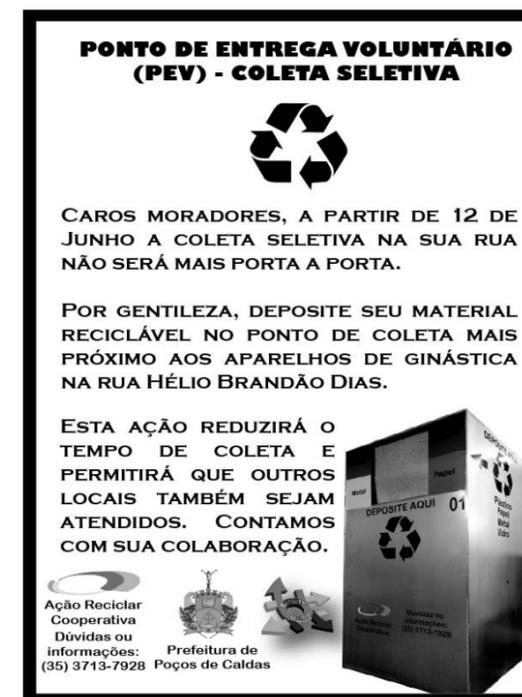
Em maio de 2017, um mês antes da instalação do PEV iniciou-se a campanha de divulgação orientando os moradores das duas ruas relatadas da mudança de logística na coleta seletiva nessas ruas, que passariam a ser atendidos exclusivamente pelo PEV. Uma vez por semana a equipe do Recicla Unifal entregou os panfletos informativos em cada uma das casas das duas ruas em questão. O panfleto dessa campanha pode ser visto na Figura 2.

Após aprovação da prefeitura municipal, através da Secretaria de Serviços Públicos, no dia 8 de junho de 2017 o PEV foi instalado. A Coordenadoria da Zona Oeste orientou o serviço de coleta porta a porta para que não mais realizasse a coleta nessas duas ruas. A coleta no PEV ficou de responsabilidade da Cooperativa.

Figura 1 - PEV instalado no bairro Campos Elísios.



Figura 2 - Panfleto da campanha de implantação do PEV.



ANÁLISE DE DADOS DE COLETA

As primeiras coletas no PEV foram realizadas nos dias 13, 20 e 27 de junho de 2017, e no dia 4 de julho de 2017 – a campanha informativa da alteração de logística de coleta foi mantida durante essas semanas. Nessas primeiras coletas notou-se uma considerável quantidade de material não reciclável no PEV. Então, uma segunda campanha foi realizada – esta campanha teve o intuito não apenas de informar sobre a mudança na logística de coleta, mas também teve o objetivo educativo de orientar os moradores sobre o tipo de material que poderia ser descartado no PEV. O panfleto da segunda campanha pode ser visto na Figura 3.

A Tabela 2 mostra a quantidade, em quilogramas, de material reciclável coletado nas duas ruas atendidas pelo PEV antes da instalação do mesmo, nas quatro semanas seguintes e após a segunda campanha educativa.

Para comprovar a viabilidade da implantação do PEV no bairro Campos Elísios, realizou um teste estatístico, o Teste-t bicaudal para amostras com diferentes variâncias (verificado pelo teste-F) com um nível de significância de 5% que é utilizado para avaliar se há diferença significativa entre as médias de duas amostras a fim de comparar.

A partir do teste podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se estatisticamente iguais às médias antes da implantação do PEV (O nível de significância é maior que o valor P). Esse fato é satisfatório, pois mostra que os moradores continuam contribuindo, porém agora levam o material até o ponto de entrega para descarte. Também podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se estatisticamente iguais às médias após a campanha educativa – contudo, apesar da quantidade média de material não ter variado, relatos da cooperativa destacam que a qualidade (limpeza, ausência de resíduo úmido) do material coletado melhorou. Esta análise retrata uma das maiores dificuldades no uso de PEV na coleta seletiva – o trabalho de educação ambiental necessário para paulatinamente mudar o hábito das pessoas.

Figura 3 - Panfleto da campanha de orientação sobre o uso do PEV.



Tabela 2 - Dados em kg de materiais reciclados coletados.

	Antes do PEV	Com o PEV	Depois da Campanha Educativa
	52,1	47,8	67,2
	46,6	26,4	47,0
	65,3	48,0	36,0
	41,4	28,0	36,0
Médias:	51,35	37,55	46,55

Fonte: Próprio autor.

*Valores médios gerados a partir dos dados de coleta porta a porta no bairro.

Tabela 3 - Valores-p dos testes-T para comparação de médias de dois grupos.

	Antes do PEV	Com o PEV	Depois da Campanha Educativa
Antes do PEV	-	0,13	0,61
Com PEV	0,13	-	0,38

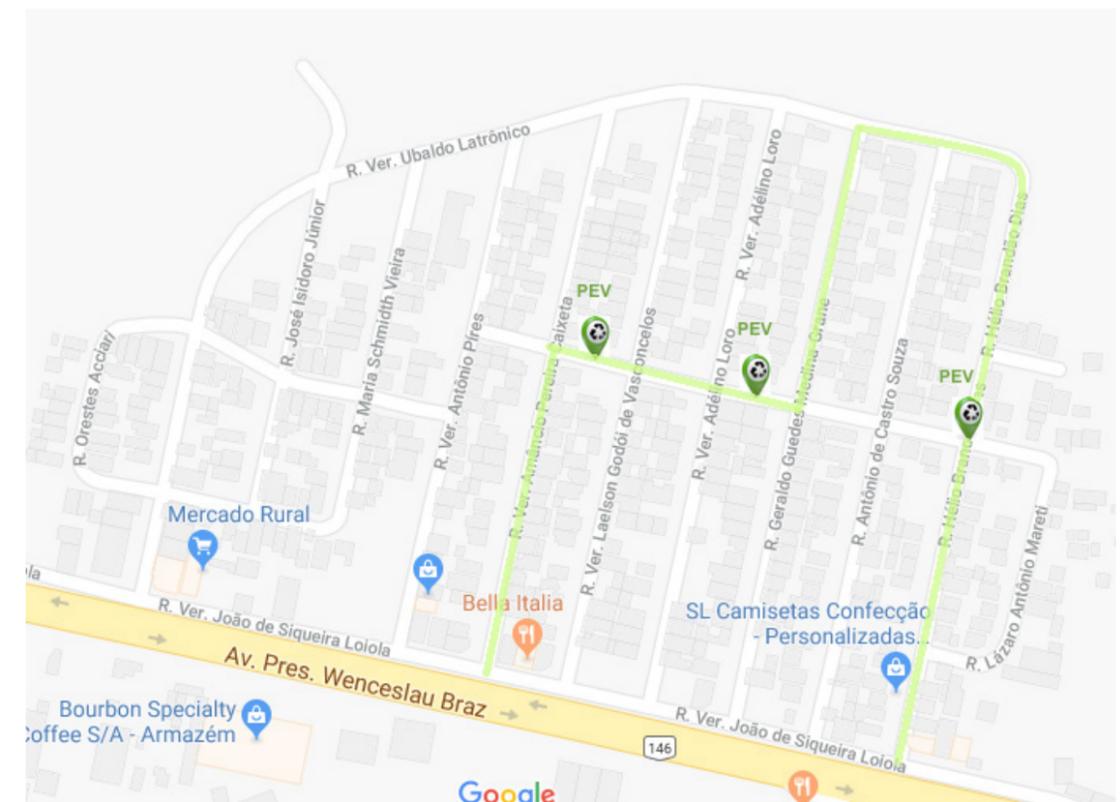
Fonte: Próprio autor.

ANÁLISES ECONÔMICAS

A partir dos dados obtidos antes e após a instalação do PEV no bairro Campos Elísios foi possível fazer uma análise econômica abrangendo outros bairros.

A distância percorrida pelo caminhão de coleta dentro do bairro Campos Elísios antes da instalação do PEV é 2,82 quilômetros. Simulou-se a implantação de mais 2 PEV para atender todo bairro e a distância encontrada foi 1,14 quilômetros. A Figura 4 apresenta tal simulação assim como a nova rota a ser percorrida.

Figura 4 - Rota percorrida após instalação de novos PEV.



Diante desses dados, foi possível calcular a redução em porcentagem da distância percorrida na coleta porta a porta e coleta diretamente nos PEV. A redução foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$Redução (\%) = \frac{Distância \text{ após PEV}}{Distância \text{ sem PEV}} * 100$$

A Tabela 4 contém os valores das distâncias assim como o cálculo da redução.

Tabela 4 - Distâncias antes e após instalação do PEV e redução.

Distância sem PEV (km)	2,82
Distância após PEV (km)	1,14
Redução (%)	40,4

Fonte: Próprio autor

Além do bairro Campos Elísios, o caminhão de coleta cuja rota contempla o Campos Elísios também é responsável pelos seguintes bairros: Condomínio Vila Verde, Estância Poços de Caldas e Morada dos Pássaros. O trajeto percorrido por esse caminhão é o seguinte: ponto de partida é a Zeladoria da Zona Oeste, situada no bairro Country Club, início da coleta é no bairro Campos Elísios, logo após Condomínio Vila

Verde, Estância Poços de Caldas e para finalizar Morada dos Pássaros. Após a coleta, o material reciclável é entregue nas Cooperativas, de acordo com a abrangência de cada uma e por fim, o caminhão retorna à Zeladoria.

A distância total percorrida pelo caminhão na rota citada anteriormente é 50 quilômetros, sendo a distância entre bairros de 38,8 quilômetros. Através desses dados é possível obter a distância percorrida dentro dos bairros, ou seja, no trajeto no qual a coleta seletiva é realizada. A Tabela 5 contém as respectivas distâncias. Veja que o deslocamento entre os bairros é muito maior que o deslocamento dentro dos bairros, sendo que este representa 22,4% do total do trajeto.

Tabela 5 - Distância percorrida total, entre bairros e dentro de bairros.

Distância (km)	
Total	50
Entre bairros	38,8
Dentro bairros	11,2

Fonte: Próprio autor

Considerando a economia de 59,06%, estimou-se a redução da distância percorrida dentro dos bairros para toda a rota, e também a economia da autonomia do caminhão se houvesse a instalação de PEV utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{Distância dentro bairros com PEV} = \text{Redução} * \text{Distância dentro sem PEV}$$

$$\text{Economia} \left(\frac{L}{\text{dia}} \right) = \frac{(1 - \text{Redução}) * \text{Distância dentro bairros com PEV}}{2,5}$$

Sendo que 2,5 indica a autonomia do caminhão em quilômetros por litro. A Tabela 6 mostra os resultados calculados.

Tabela 6 - Valores das distâncias e economia.

Distância dentro bairros com PEV	4,53
(km)	
Economia (L/dia)	1,08

Fonte: Próprio autor.

O tempo percorrido pelo trajeto exclusivamente no bairro Campos Elíseos teria uma redução de 70% já que sem o PEV totaliza 50 minutos em média, e com a implementação dos dois PEV adicionais estimasse um tempo de coleta de 15 minutos em média, já que o tempo médio de coleta em cada PEV é de 4 minutos, sendo, então, 3 minutos apenas para percorrer o trajeto dentro do bairro. Diante disso, calculou-se a qual seria o tempo de coleta abrangendo todos os bairros dessa rota. Para percorrer 1,14km fazendo as coletas nos PEV leva-se em média 15 minutos, então, por relação de valores, para percorrer 4,53km fazendo as coletas nos PEV leva-se-is em média 59,61 minutos. A Tabela 7 apresenta os dados.

Tabela 7 - Distância após PEV e cálculo do tempo.

	Distância(km)	Tempo (minutos)
Campos Elíseos	1,14	15
Todos bairros	4,53	59,61

Fonte: Próprio Autor.

Todas as rotas de coleta seletiva municipal somam 1491km de deslocamento. Se, assim como no caso do Campos Elíseos, apenas 22,4% representarem deslocamentos dentro dos bairros, chegamos ao valor de 333,98km. Com o uso de PEV, estimou-se uma redução de 59,6% dessa distância, ou seja, a distância percorrida estimada dentro dos bairros seria de 134,93km, uma diferença de 199,05km, o que representaria uma economia de 79,2 litros de diesel semanalmente, ou 3822 litros em um ano.

O trajeto total teria um tempo de redução de aproximadamente 1 hora, o qual geraria uma economia de combustível conforme estimado, assim como uma redução na frequência da manutenção do caminhão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Prof. Maurício Bergerman, Cooperativa Ação Reciclar, Coordenadoria da Zeladoria da Zona Oeste e Poços de Caldas, UNIFAL-MG, FAPEMIG, CNPq.

CONCLUSÃO

Neste trabalho analisamos a implantação de um Ponto de Entrega Voluntário (PEV) de material reciclável em um bairro do município de Poços de Caldas. O bairro selecionado foi o Campos Elíseos, por se tratar de um bairro pequeno, que não consiste em trajeto para outros locais da cidade (ou seja, há poucos frequentadores que não são moradores), e que além disso, está próximo da cooperativa Ação Reciclar, facilitando a logística de retirada de material do PEV.

Análises prévias do acompanhamento da coleta seletiva porta a porta nas 7 ruas do bairro entre 11 de novembro de 2016 e 09 de dezembro de 2016, mostraram que o tempo médio de coleta no bairro foi de 50 minutos, e que o peso médio coletado por rua era de 25,68kg. Assim um único PEV não seria suficiente para atender a todo o bairro. Limitou-se, então a área de abrangência do PEV a apenas duas ruas, onde a coleta porta a porta deixou de ser realizada. Campanhas semanais de educação ambiental orientada à coleta seletiva via PEV foi realizada nessas duas ruas por um mês antes e por um mês depois da implantação do PEV.

Os dados de coleta do PEV (tempo e peso) foram coletados por 2 meses após a implantação do PEV. O peso médio por rua foi de 25,68kg. Para comprovar a viabilidade da implantação do PEV no bairro Campos Elíseos, realizou um teste estatístico, o Teste-t com um nível de significância de 5% que é utilizado para avaliar se há diferença significativa entre as médias de duas amostras a fim de comparar. A partir do teste podemos concluir que após a implantação do PEV, as médias da quantidade de material coletado nessas ruas mantiveram-se constante.

O tempo de coleta do material no PEV, incluindo o deslocamento no bairro, foi de 4 minutos. Conjecturamos que mais 2 PEV seriam necessário para atender a todas as 7 ruas. Com 3 PEV, estimamos que o tempo total de coleta no bairro caia de 50 minutos para 15 minutos em média; e que a distância percorrida pelo veículo cairia pela metade.

Diante dos resultados, espera-se ampliar o sistema para instalar mais PEV a fim de abranger todo o bairro Campos Elíseos. Apenas com um projeto piloto abrangendo todo o bairro poderemos de fato analisar se o modelo de coleta seletiva via PEV pode ser um modelo viável para toda a cidade de Poços de Caldas.

Baseado nos resultados da primeira fase, estima-se que seria necessária a instalação de mais 3 PEV no bairro Campos Elíseos. O projeto Recicla UNIFAL tem o *know-how* e a mão de obra para a execução do projeto, incluindo construção dos PEV e mobilização nos bairros, contudo, não temos os recursos financeiros necessários.

REFERÊNCIAS

AÇÃO RECICLAR. Organizações locais se unem para implantação do Plano Diretor da Cooperativa Ação Reciclar. Disponível em: <<http://www.acaoreciclar.com.br/noticias>>

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, 2010. Brasil.

BUONAVITA, F. T.; OLIVEIRA, F. M. S.; CRUSEIRO, F. A.; MILANI, P. H.; ARAUJO, R. V. C. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Santo André: Relatório de Atividades 2008 - Ano Base 2007. 2008.

CALDERONI, S. Os Bilhões Perdidos no Lixo. Humanitas, 2003.

CANOAS, Prefeitura de. Estudos Para A Reestruturação Do Programa Municipal De Coleta Seletiva De Canoas. 2014.

COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Destino final dos resíduos removidos no Rio de Janeiro. 2003. Disponível em Prefeitura do Rio de Janeiro: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=4194245>>
COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Comlurb e a coleta seletiva. 2018. Disponível em Prefeitura do Rio de Janeiro: <http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=4380174>

DE CASTRO VITALI, M. Estudo de Alternativas de processos de Coleta E separação de resíduos sólidos Domiciliares para o município do Rio De Janeiro. Projeto de Graduação, Escola Politécnica, UFRJ. 2014.

G1. Coleta seletiva é estendida e passa atender todos os bairros em Poços de Caldas. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2017/03/coleta-seletiva-e-estendida-e-passa-atender-todos-os-bairros-em-pocos.html>>

HOORNWEG, D. & BHADA-TATA, P. What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management. The World Bank, Washington. 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296>

IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: IPEA. 2012

RAYMUNDI, V. Santo André aumenta reciclagem em 140%. ABC do ABC, 2018. Disponível em: <http://www.abcdoabc.com.br/santo-andre/noticia/santo-andre-aumenta-reciclagem-140-62687>.

RIBEIRO, T. e LIMA, S. Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudo de casos. Caminhos de Geografia - Revista On- line, Uberlândia,v.1, n.2, p.50-69, 2000.