

CITAR: ALVARENGA, J. C. F. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG.** Revista Políticas & Cidades, v.1, n.1, p. 51 – 73, Jan./Abr. 2015.

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG

SOLID WASTE MANAGEMENT URBAN: an analysis of the spatial distribution of voluntary delivery points of recyclable material in Viçosa / MG

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: un análisis de la distribución espacial de los puntos de entrega voluntaria de material reciclable en Viçosa / MG

Júlio Campos F. de Alvarenga ¹

RESUMO

Este trabalho aborda de maneira geral a problemática dos resíduos sólidos urbanos e da coleta seletiva em Viçosa-MG no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O objetivo principal é analisar a distribuição espacial dos PEV (Pontos de Entrega Voluntária), também conhecido como Ecopontos. São locais onde a população se desloca para destinar seus materiais recicláveis. Para isso foi utilizado ferramentas de Geoprocessamento e observações de campo. Os resultados mostram que nos locais onde foram realizadas a mobilização social em relação à coleta seletiva, apresentaram melhores índices de usabilidade dos PEVs. Também se evidenciou que as análises espaciais são fundamentais no planejamento urbano, especialmente na gestão de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos sólidos; PEV; Coleta Seletiva; Política Nacional de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

This work addresses generally the problem of municipal solid waste and selective collection in Viçosa-MG in a context of the National Policy on Solid Waste. The main goal is to analyze the spatial distribution of VDPs (Voluntary Delivery Points), also known as Ecopoints. Are places where the population moves to allocate those recyclables. For it was used Geoprocessing tools and field observations. The results show that where social mobilization was performed regarding the selective collection, showed better indices of usability of VDPs. Also showed that the spatial analysis are critical in urban planning, especially in solid waste management.

Keywords: Solid waste management; VDP; Selective Collection; National Policy on Solid Waste.

RESUMEN

¹ Geógrafo, Especialista – Gestão Empresarial e Ambiental, Mestre em Eng. Civil / Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Viçosa.

Este trabalho analisa em geral o problema dos resíduos sólidos e da coleta seletiva em Viçosa-MG no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O objetivo principal é analisar a distribuição espacial dos PEVs (Pontos de Entrega Voluntária), também conhecidos como Ecopontos. São lugares para onde a população se desloca para depositar seus materiais recicláveis. Para isso, utilizamos ferramentas de geoprocessamento e observações de campo. Os resultados mostram que, quando se realizou a mobilização social para a coleta seletiva, houve melhores taxas de utilização dos PEVs. Também demonstramos que a análise espacial é fundamental na planejamento urbano, especialmente na gestão dos resíduos sólidos.

Palavras chave: Gestão de resíduos sólidos; PEV; Coleta seletiva; Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Recebido em 28 de julho de 2014

Reenviado em 01 de setembro de 2014

Aprovado em 22 de novembro de 2014

INTRODUÇÃO

O presente artigo discute sobre uma das etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, mais especificamente a etapa de coleta, sob uma perspectiva atual da chamada coleta diferenciada, ou seletiva. Historicamente a Engenharia Civil foi a área de conhecimento responsável pela incumbência deste serviço, que posteriormente designou à Engenharia Sanitária e Ambiental, já que os “resíduos sólidos” são um dos quatro pilares do saneamento juntamente com o esgotamento sanitário, tratamento e abastecimento de água e a drenagem urbana. No entanto, das quatro grandes áreas do saneamento básico, a área dos resíduos é a mais multifacetada e sua execução demanda equipes interdisciplinares que permeiem as áreas de políticas públicas e planejamento urbano, economia solidária, sistemas de informações geográficas, educação ambiental e mobilização social, dentre outras.

Há poucos estudos no Brasil que abordam as diferentes modalidades de coleta seletiva, e especificamente a utilização dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). As maiores contribuições saíram de Bringhenti e Peixoto (2004) que analisaram os melhores locais para instalação dos equipamentos públicos em Vitória/ES. Porém devido à continentalidade do território brasileiro, e das diferentes realidades das municipalidades do país, faz-se necessário verificar na prática como estes sistemas funcionam em outras localidades.

Ao se procurar soluções viáveis para o manejo dos resíduos sólidos, é necessário planejar seu descarte, acondicionamento, coleta e o destino, pois sua má administração gera problemas de saúde humana e ambiental, o que afeta toda a sociedade. A produção e o consumo

consciente são cruciais para diminuir a geração de lixo, mas a implantação da coleta seletiva para a reciclagem é uma das soluções atenuantes e emergenciais para se reduzir a poluição do meio ambiente. Além de diminuir o volume de materiais destinados aos aterros e lixões, a reciclagem proporciona economia de recursos naturais e energia, além de ser opção de renda para milhares de catadores.

Embora a separação dos resíduos em recicláveis e não recicláveis pareça simples, existe na prática, uma enorme carência de informações sobre a coleta seletiva, que tem levado técnicos e pesquisadores a apontar a necessidade de se buscar uma padronização na apresentação de experiências. As modalidades de coleta seletiva “Porta-a-Porta” (PAP) e por “Pontos de Entrega Voluntária” (PEVs) vêm crescendo em várias cidades brasileiras, até mesmo em decorrência das novas políticas públicas e, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Federal 12.305/2010. Todavia há poucas pesquisas que tratam da correta distribuição espacial dos PEVs, dificultando a implantação dessa prática de forma eficiente.

Este artigo apresenta os resultados finais do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de uma Especialização em Gestão Empresarial e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, cujo objetivo foi analisar a distribuição espacial dos equipamentos de coleta seletiva da modalidade PEVs em Viçosa-MG. A análise espacial, assim como a verificação *in loco* do uso e apropriação da população viçosense em relação a destinação correta dos materiais recicláveis nestes equipamentos, permitiram aferir os melhores locais de sucesso e insucesso operacional dos PEVs. Este estudo poderá subsidiar técnicos e administradores municipais a planejarem melhor a instalação destes equipamentos nas municipalidades.

Em Viçosa-MG, as duas modalidades de coleta seletiva foram implantadas como parte de um projeto piloto. No entanto a distribuição dos Pontos de Entrega Voluntária na cidade não levou em consideração critérios locacionais e espaciais propostos pela literatura específica. O presente trabalho pretendeu verificar a usabilidade dos PEVs por parte da população. Procurou-se analisar a abrangência e as áreas carentes do serviço de coleta seletiva na cidade. Outro ponto a se considerar foi se a metodologia desenvolvida para implantação dos PEVs pode ser aplicada em diferentes realidades brasileiras. Para isso foi necessário realizar análises espaciais e visitas *in loco* a fim de verificar o percentual de preenchimento dos contêineres para a coleta seletiva minutos antes da coleta pelo caminhão da prefeitura.

Este trabalho justifica-se pela emergente necessidade de se analisar e discutir o panorama socioambiental das municipalidades brasileiras e por compartilhar experiências para o cumprimento das exigências legais, cujos prazos deveriam ser cumpridos até no máximo agosto de 2014. Um dos pontos centrais das orientações da PNRS é eliminar os lixões, e destinar aos aterros sanitários apenas rejeitos, ou seja, apenas resíduos que não puderem ser reinseridos no sistema produtivo considerando a viabilidade tecnológica e econômica. Para efetividade desta lei, os sistemas de coleta seletiva são fundamentais para a posterior triagem e destinação final adequada de cada classe de resíduos.

A fins de organização metodológica, a estrutura do artigo inicia com uma fundamentação teórica que aborda o problema do lixo nas cidades e traz uma contextualização em relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A segunda parte procurou verificar a distribuição espacial dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) no município de Viçosa-MG, mediante aplicação de técnicas de geoprocessamento. Isso permitiu fornecer informações espaciais na definição e distribuição racional dos PEVs, proporcionando uma otimização na escolha dos melhores locais a serem instalados. Por fim, pôde-se concluir que as ferramentas e os indicadores utilizados nesta pesquisa foram essenciais para a obtenção dos resultados esperados. No entanto as peculiaridades locais e regionais devem ser consideradas nos serviços de coleta seletiva para cada municipalidade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

OS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS DIAS ATUAIS

Os resíduos sólidos, de acordo com a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004) são resíduos que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, podendo se apresentar nos estados físicos sólido e semi-sólido. Essa definição também abrange resíduos provenientes de estações de tratamento de água e esgotos, assim como outros subprodutos industriais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos no Capítulo I, Art. 3º especifica a classificação dos resíduos sólidos, que se dividem em:

I - resíduos comuns, consistentes em: resíduos urbanos, provenientes de residências ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares ou a estes equiparados, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.

II - resíduos especiais: são aqueles que necessitam de gerenciamento específico, em razão de sua tipologia e/ou quantidade (BRASIL, Lei 12.305/2010).

Segundo Bringhenti (2004) como o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade do município, torna-se importante que o poder público local desenvolva ações que oriente os cidadãos a tomarem medidas que levem à minimização de geração de resíduos, bem como sua participação em programas de coleta seletiva, visando buscar a cooperação da população e o estabelecimento de uma gestão integrada dos resíduos sólidos:

o conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor o lixo da sua cidade (IPT/CEMPRE 1995, p. 3).

A combinação dessas ações deve ser feita no âmbito de cada município para encontrar seu próprio modelo de gerenciamento, de acordo com as condições territoriais, socioeconômicas e da composição e quantidade de resíduos gerados.

Porém, antes de aprofundar a discussão em torno da coleta seletiva e da reciclagem deve-se pensar na minimização dos resíduos. O conceito de minimização envolve as técnicas, processos ou atividades que permitem evitar, eliminar ou reduzir sua geração na fonte e, quando não for possível, reusar ou reciclar os resíduos de diferentes naturezas (THEISEN, 1993).

Para Theisen (1993) deve-se primeiramente fiscalizar os materiais usados na produção, ou seja, as embalagens. Pois além de ser mais fácil controlar empresas do que consumidores, a redução da geração de resíduos e a reutilização de materiais na indústria também estão diretamente ligadas à matriz de custos e à lucratividade, havendo em muitos casos incentivos naturais à inovação e à economia.

Outro ponto seria uma tomada de consciência da sociedade na escolha dos produtos a serem consumidos e sua posterior destinação. É importante observar na hora da compra o tipo da embalagem e se essa pode ser reaproveitada ou reciclada. Por último deve-se separar o lixo dentro da própria casa em orgânicos e materiais recicláveis (plásticos, metais, papéis, vidros) e cobrar das autoridades municipais o recolhimento e a adequada destinação dos mesmos (THEISEN, 1993).

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos pelas municipalidades deve levar em conta todas as fases do processo pós-consumo. A primeira etapa é a geração, que vem aumentando significativamente nas últimas décadas pelo incremento populacional e pelos novos hábitos de consumo. O acondicionamento é a etapa que precede as atividades sob

responsabilidade das administrações municipais, sendo então, do próprio gerador, o dever de dispor o lixo nos locais e horários certos, por exemplo (AZEVEDO, 1996). A Lei 12.305/2010, que sancionou a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu diretrizes e metas para cada uma destas etapas, além de compartilhar as responsabilidades entre geradores, comerciantes, fabricantes e o poder público.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – LEI Nº 12.305/2010

A partir do ano de 2010, toda a Legislação Federal que concerne à problemática dos resíduos sólidos está voltada e agrupada na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, mais conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Ela surgiu após quase 20 anos de tramitações e discussões no Congresso Nacional, entre governantes, universidades, setor produtivo e entidades civis, alterando assim a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 e dando outras providências. A lei que estabelece a PNRS pode ser considerada um marco histórico da gestão ambiental no Brasil, pois ela possui um ponto de vista moderno na luta contra um dos maiores problemas contemporâneos: o lixo urbano.

Um de seus mais importantes princípios é a responsabilidade compartilhada, que trouxe a obrigatoriedade para o correto manejo de resíduos sólidos entre governo, empresas e a sociedade civil. O poder público municipal deve realizar planos de gerenciamento do lixo e também impulsionar o retorno dos produtos após seu uso, processo no qual foi denominado de logística reversa. A lei consagra a participação formal dos catadores organizados em cooperativas na cadeia da reciclagem e estabelece, em seu Artigo 35, a obrigatoriedade da população destinar corretamente seus resíduos recicláveis caso o município já possua o serviço de coleta seletiva.

Para Bringhamti (2004) uma definição atualmente aceita de coleta seletiva refere-se à etapa da coleta de materiais recicláveis presentes nos resíduos sólidos urbanos, no qual deve ser separada na própria fonte geradora (comércio e residências). Após esta etapa deve-se acondicionar para coleta em dias e horários pré-determinados no caso da coleta Porta-a-Porta, ou encaminhá-los a um local específico mediante entrega em Pontos de Entrega Voluntária, em Postos de Troca, a catadores, a sucateiros ou a entidades beneficentes.

Na coleta seletiva por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), o próprio gerador deposita o material reciclável, deslocando-o até um contêiner e acondicionando os resíduos adequadamente. Posteriormente, é realizada a coleta e o material é encaminhado para as

Centrais de Triagem gerenciadas por cooperativas de catadores. Em termos da qualidade dos materiais recicláveis coletados, sempre se encontra uma quantidade de rejeitos, ou seja, matéria orgânica e outros materiais impróprios que não deveriam estar lá.

Segundo Peixoto (2004), em geral, a coleta seletiva porta a porta apresenta percentuais de rejeitos em torno de 30%, e a coleta por meio de PEV em torno de 10%. Porém a sensibilização e a mobilização da sociedade para participar são consideradas uma das etapas mais importantes e complexas na implantação da coleta seletiva por envolver mudanças de hábitos e atitudes na rotina das pessoas (PEIXOTO, 2004).

O tipo de participação social infere no sucesso de programas dessa natureza, e há diferentes respostas sociais em relação à participação. Os programas podem ser agrupados em três tipos: grupo cativo, de participação eventual e os que não participam. A utilização dos PEV demanda maior esforço ao cidadão, que além de separar seu próprio “lixo”, precisa se deslocar até o mesmo. Tal atitude quando rotineira demonstra um maior nível de conscientização, já que a internalização desse hábito é imprescindível para o sucesso dos programas de coleta seletiva. No entanto, as duas modalidades de coleta (Porta-a-Porta e por PEVs) apresentam aspectos positivos e negativos. Tais aspectos se relacionam tanto a voluntariedade dos cidadãos em participar, quanto da própria prefeitura, ou órgão responsável em relação aos gastos de implantação da coleta e da visibilidade e propaganda do programa.

Quadro 1 - Aspectos positivos e negativos das duas principais modalidades de coleta seletiva

Modalidade	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Porta a porta - PAP	<ul style="list-style-type: none"> - Dispensa o deslocamento até um PEV; - Permite mensurar a adesão da população ao programa, observando-se os materiais dispostos nas calçadas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige uma infra-estrutura maior de coleta, com custos mais altos para transporte; - Encontram-se geralmente 30% de rejeitos;
Pontos de Entrega Voluntária - PEVs	<ul style="list-style-type: none"> - Facilita a coleta, reduzindo custos com percursos longos; - Permite a exploração do espaço do PEV para publicidade e eventual obtenção de patrocínio; - Encontram-se geralmente, apenas 10% de rejeitos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer mais recipientes para acondicionamento nas fontes geradoras; - Sujeito a vandalismo e exige manutenção e limpeza; - Demanda maior voluntariedade da população, que precisa se deslocar até o PEV;

Fonte: Bringhenti (2004).

No Quadro 1 observa-se que os gastos de combustível do caminhão são maior na modalidade de coleta Porta a Porta (PAP). Todavia, as pessoas não precisam se deslocar de suas casas para destinar os resíduos, mas o índice de rejeito encontrado é alto.

Já na modalidade dos PEVs, o programa de coleta seletiva apresenta maior visibilidade, o gasto energético do caminhão é maior e a quantidade de rejeitos encontrada é bem menor. Porém ele necessita, além do deslocamento, de uma manutenção e está sujeito a vandalismos. De acordo com Bringhenti (2004) o fator tempo de instalação do PEV também é importante na obtenção do sucesso, uma vez que a população carece de um tempo até se acostumar com essa modalidade de coleta.

A demanda da sociedade pela coleta seletiva também é outro fator decisivo no sucesso operacional de um PEV. Quando há alguma associação de bairro demandando este serviço, pode-se pressupor que serão sujeitos envolvidos e articulados pela causa. Fatores demográficos também devem ser considerados, já que um aumento na densidade populacional de um bairro significa diretamente um aumento na quantidade de resíduos produzidos. Um bairro com um nível de renda mais elevado possui maior nível de consumo, e conseqüentemente maior geração de resíduos, principalmente recicláveis, já que a medida que se eleva a classe econômica, eleva-se também o consumo de bens descartáveis e passíveis de serem reaproveitáveis.

Em relação aos PEVs vários fatores interferem no melhor ou pior desempenho operacional dos mesmos. Os equipamentos devem estar muito bem sinalizado, indicando que só devem ser acondicionados materiais recicláveis, como pode ser observado na Figura 3. Na análise de Bringhenti (2004) quando foram elencados os dez melhores e os dez piores locais de entrega voluntária em Vitória-ES, a partir de visitas minutos antes da coleta. Em tais Ecopontos, verificava-se o nível percentual de preenchimento das caixas coletoras, ou seja, de acordo com a capacidade volumétrica do contêiner obtinha-se o percentual da quantidade que estava sendo utilizada. A taxa de vandalismo também foi considerada no aferimento de desempenho dos PEVs.

É importante salientar que não há um sistema de coleta seletiva que possa ser considerado universal e aplicável a toda e qualquer situação. Cada cidade tem suas peculiaridades e questões condicionantes que precisam ser analisadas para a tomada de decisão do programa de coleta seletiva (PEIXOTO *et al.* 2004).

A maioria dos municípios brasileiros utiliza a coleta por PEV e PAP simultaneamente. No entanto, nos maiores centros urbanos, há uma preferência pelos pontos de entrega voluntária.

Em Belo Horizonte, que iniciou o programa de coleta seletiva em 1993, até o ano de 2005 o município só contava com a modalidade de coleta por PEVs. No Rio de Janeiro, que iniciou o programa de coleta seletiva dois anos depois que a capital mineira, em 1995, dez anos depois a cidade só contava com a modalidade Porta-a-Porta. Já a cidade de Curitiba, considerada uma referência nacional na área de coleta seletiva e reciclagem, iniciando suas atividades em 1989, contava em 2005, com as duas modalidades de coleta seletiva, assim como Recife, Porto Alegre e Florianópolis (BRINGHENTI, 2004).

Para a alocação de um PEV é necessária uma área pública com acesso 24 horas por dia, preferencialmente perto de vias de acesso, mas que não esteja sujeita a alagamentos, com iluminação que fornecesse um mínimo de segurança, além de apresentar boa visibilidade e que fosse autoexplicativo para quem o utiliza. Atualmente, uma das grandes ferramentas para que os gestores possam analisar espacialmente estes ambientes são os sistemas de informações geográficas e as técnicas de geoprocessamento.

O USO DO GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO AMBIENTAL

Entende-se por Geoprocessamento como sendo o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação que pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica. Este último é um sistema de base de dados no qual a maioria dos dados são indexados espacialmente, e sobre a qual um conjunto de processos pode ser acionado de forma a responder perguntas sobre entidades espaciais na base de dados (ROSA, 1996).

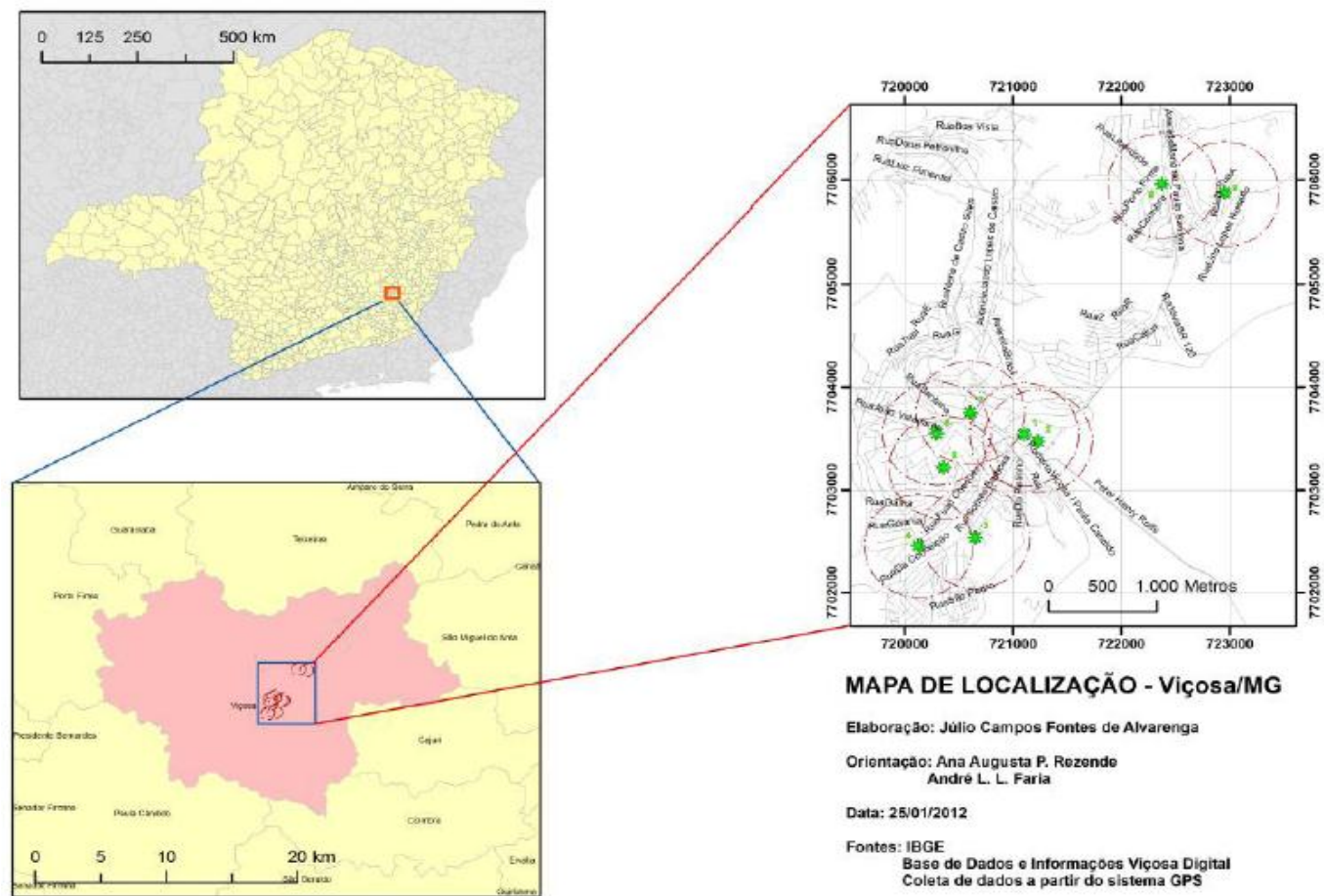
Segundo Zaidan e Xavier-da-Silva (2004), o Geoprocessamento tornou possível investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciadas, transformando dados em informação destinada ao apoio de decisão. Atividades científicas dos mais diversos campos têm sido beneficiadas por estes avanços do processamento de dados, sendo inegável que o uso da computação eletrônica causou um avanço enorme relativo à capacitação para inspeção de incidências locais de fenômenos ambientais (ZAIDAN e XAVIER-DA-SILVA, 2004). Entretanto, o Geoprocessamento criou, para a pesquisa ambiental, uma dependência para com o processamento automático de dados nos processos interativos de busca de relações geotopológicas.

A produção de informação geográfica sempre procurou utilizar os mais modernos recursos tecnológicos disponíveis. Hoje em dia, a pesquisa geográfica realizada com apoio do Geoprocessamento permite a incorporação de novas visões da realidade ambiental. É importante ressaltar que esta percepção de novas formas de comunicação com os dados geoambientais não substitui os trabalhos de campo, muito menos desassocia os campos teóricos e práticos da pesquisa ambiental, ele apenas auxilia a visualização e o manejo com as variáveis espaciais analisadas (ZAIDAN e XAVIER-DA-SILVA, 2004).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Viçosa se localiza na mesorregião Zona da Mata Mineira e na microrregião de Viçosa, entre as coordenadas 20°45'14"S e 45° 52' 55" W (Figura 1). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Viçosa foi de 0,809 (PNUD, 2000), que é considerado elevado em comparação com outros municípios brasileiros, e seu PIB R\$565.217.453 mil o que representa R\$7.704,50 *per capita* (IBGE, 2008). Sua altitude é de 648 metros e o clima é o tropical de altitude, com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos. Do ponto de visto geomorfológico Viçosa se encontra na região denominada "mares de morro", com relevo bastante íngreme. Segundo dados do IBGE, sua população no Censo 2010 é de 72.244 habitantes com uma densidade populacional de 243,1 hab/km².

Figura 1 - Localização do município de Viçosa e da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados tiveram o propósito de atender o objetivo de verificar a distribuição espacial dos PEVs na cidade de Viçosa-MG. O objeto de estudo gira em torno dos dez primeiros PEVs que foram instalados na cidade de Viçosa, aplicado a alguns estabelecimentos de referência (praças, escolas, órgãos públicos e igrejas). Estes locais foram escolhidos como ideais de acordo com a literatura especializada no tema, levantados por Bringhenti (2004) e também pela observação participante em programas de implantação de coleta seletiva na cidade de Viçosa.

A coleta de dados envolveu entrevistas semiestruturadas, observações não participantes, levantamentos documentais e análise das legislações e das literaturas relacionadas à temática de resíduos sólidos, sobretudo a coleta seletiva e os PEVs. Além disto, utilizou-se uma base de dados espacial do município de Viçosa, onde os estabelecimentos de referência foram mapeados permitindo uma análise espacial.

Ao se implantar os Pontos de Entrega Voluntária em Vitória-ES, Bringhenti (2004) chegou ao consenso de que o PEV deve estar a uma distância máxima de 500 (quinhentos) metros do cidadão colaborador. A pessoa, saindo de onde estiver, seja de sua casa, escola, trabalho ou igreja, não deveria se deslocar mais do que isso para depositar seus resíduos recicláveis. Segundo Peixoto *et al.* (2004), pelo fato de que em áreas urbanas os caminhos nem sempre são retos, uma condição para que não fosse ultrapassada essa distância de caminhada (500m) é que esta estivesse circunscrita em um círculo com raio de 370 metros, atenuando a distância oriunda da tortuosidade das ruas.

Outro ponto crucial levantado por Bringhenti (2004) foram os fatores locais que levam ao sucesso ou insucesso operacional de um PEV, como foi elencado, a proximidade de escolas, praças, igrejas e órgãos públicos. Sabendo-se que não houve um trabalho prévio de análise espacial para instalação dos PEV em Viçosa, este trabalho visou elencar os PEVs que melhor se localizam geograficamente em relação a estes locais mencionados.

A partir de uma concordância entre o Diretor de Limpeza Urbana e responsáveis por esta pesquisa, cada contêiner recebeu uma pontuação para cada tipo de estabelecimento elencado, que estivesse circunscrito a 370 metros de raio. Devido ao fato de que nos estabelecimentos de ensino a coleta seletiva é realizada em todas escolas, e estas são bastante

visadas para ações de educação ambiental, estes estabelecimentos terão a nota 3. Da mesma forma, em instituições religiosas onde há incentivo às ações de mudanças de hábitos e melhoria socioambiental, estas receberam nota 2, pois a sensibilização não é constante e as igrejas não possuem uma rota de coleta seletiva específica como as escolas. O fato do PEV se localizar na proximidade de praças traz visibilidade e movimento de pessoas, e também recebeu a nota 2. Por fim, a proximidade com os órgãos públicos, que deveriam destinar corretamente seus resíduos obteve nota 1, pois grande parte desses estabelecimentos ainda não se adequaram às novas legislações.

Tabela 1 - Pontuação estabelecida para cada tipo de estabelecimento circunscrito ao raio dos PEVs

Tipo de estabelecimento	Pontuação
Cursos, escolas e faculdades	3
Igrejas e Templos	2
Praças*	2
Órgão Público	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Apenas quando o PEV estiver dentro da praça receberá pontuação 3 conforme explicado na metodologia.

Na Tabela 1 pode-se observar melhor a pontuação de cada tipo de estabelecimento, e o somatório dessa pontuação elencará os melhores PEV do ponto de vista espacial. Para obter as coordenadas de localização de cada PEV foi utilizado um GPS de navegação *GarminEtrex*, considerado satisfatório para este tipo de análise. Posteriormente, foi utilizado o programa *TrackMaker* para descarregar tais pontos e salvá-los na extensão “*kml*”, que foram exportados em formato *shapefile* utilizando-se o software *GlobalMapper*.

Para inserir os logradouros de Viçosa e os estabelecimentos de análise, utilizou-se uma base cartográfica denominada “Viçosa Digital”. Esse banco de dados foi levantado em 2009, fruto de uma parceria público/privado entre o SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) e a empresa Iplanus Engenharia e Sistemas Ltda. Trata-se de um Mapeamento Urbano Básico e de uma Rede de Referência Cadastral que contém diversos pontos de referência municipal com três temáticas centrais: Base Cartográfica, Sócio-econômica e Meio ambiente.

O software “*ArcGIS 9.3*” foi utilizado como plataforma de visualização e construção do mapa, onde foram sobrepostos os pontos adquiridos no GPS com os estabelecimentos municipais do Projeto Viçosa Digital que se pretendia visualizar. Para isso foi exportado da base “Viçosa Digital” os seguintes *shapes*: “Cursos, Escolas e Faculdades”; “Igrejas e Templos”;

“Praças” e “Órgãos Públicos”. Com todas essas informações inseridas no mapa, foi gerado sob cada PEV um *buffer* (ferramenta do “ArcMap” responsável por gerar um raio de abrangência) de 370 metros. A escala utilizada foi de 1:20.000, que é considerada semi-cadastral para o planejamento urbano.

Após constatar o tipo e a quantidade de estabelecimentos que estavam circunscritos em cada PEV foi realizado o somatório dos pontos de acordo com os valores elencados na Tabela 1. Isso permitiu elencar do ponto de vista espacial os Ecopontos que melhor estariam localizados, e que teoricamente deveriam receber um maior número de material reciclável. Mas para verificar se isso estava mesmo ocorrendo “*in loco*” foram necessárias visitas periódicas em cada PEV, minutos antes da passagem do caminhão da coleta seletiva.

Para contabilizar o volume de materiais recicláveis em cada PEV foi utilizada uma fita métrica para medir a altura alcançada pelos recicláveis em cada contêiner. Como foi afirmado anteriormente, cada Ecoponto em Viçosa possui um volume de 1000 litros, na forma de um cubo com arestas de 1,00 metro em cada lado. Porém o volume aproximado de cada PEV será dado em níveis percentuais de utilização a partir da medição da altura encontrada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados em duas etapas. A primeira discussão a respeito dos resultados se deu a partir apenas da análise espacial, e posteriormente foi feita a análise do ponto de vista prático, em relação ao funcionamento locacional dos PEVs. Estes Ecopontos começaram a ser implantados em Viçosa diferentes locais (Tabela 2 e Figura 2) no segundo semestre de 2011 e se caracterizam por ser um contêiner confeccionado em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com capacidade volumétrica de 1000 litros.

Tabela 2 - Logradouros de instalações dos PEVs

PEV	Logradouro	Bairro
1	Rua dos Estudantes	Centro
2	Rua dos Estudantes	Centro
3	Fórum Municipal	Bom Jesus
4	Praça José Santana	Fátima
5	Rua Silvia Pontes	Lourdes
6	Rua Papa João XXIII	Lourdes
7	Praça da Igreja Matriz	Centro

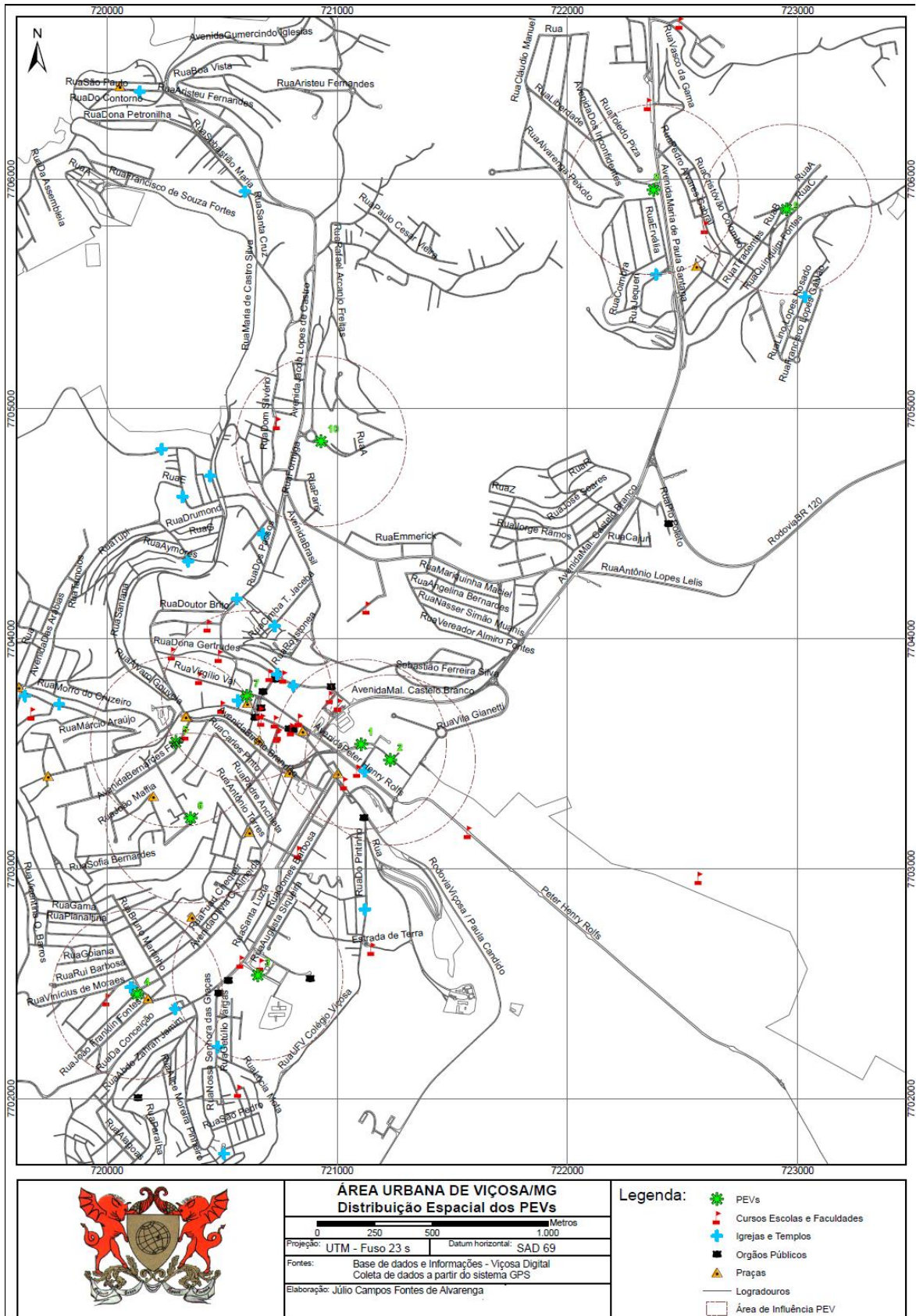
8	Av. Marechal Castelo Branco	Inconfidência
9	Condomínio Recanto da Serra	Violeira
10	Condomínio Júlia Molá	Júlia Molá

Fonte: Elaborado pelo autor (2011)

A Figura 2 apresenta um mapa da distribuição espacial dos PEV em Viçosa com seus respectivos raios de abrangência e estabelecimentos de referência ao entorno. Utilizou-se no mapa georreferenciado a escala gráfica para representar a distância real entre os pontos na Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) no Datum SAD 69, que melhor pode representar o hemisfério sul. A legenda representa com diferentes cores e formatos cada tipo de estabelecimento analisado assim como a área de abrangência representada de forma circular ao entorno de cada PEV.

O mapa (Figura 2) permite visualizar e contabilizar os indicadores que estão sendo trabalhados. Percebe-se de imediato que a região central foi privilegiada na implantação dos PEVs, mas também é onde se concentra a maioria dos estabelecimentos de referência (Praças, Escolas e Cursos, Órgãos Públicos, Igrejas). As áreas de abrangência dos PEVs da área central se sobrepõem diversas vezes como se observa (Figura 2) entre os PEVs 1, 2 e 7. Especialmente entre o 1 e 2, ambos na Rua dos Estudantes a uma distância de cerca

Figura 2 - Mapa da distribuição espacial dos PEVs em Viçosa



Fonte: Elaborado pelo autor (2011)

de 150 metros um do outro. Entre os PEVs 5, 6 e 7 também há sobreposições da área de influência dos Ecopontos. Isso também ocorre nos PEVs que se localizam em lugares mais periféricos da cidade, como exemplo tem-se sobreposição entre os PEVs 3 e 4 e o 8 e 9. Em contrapartida há várias regiões na cidade em que a área de influência dos PEVs não é atingida. O somatório dos estabelecimentos na área de influência de cada PEV pode ser melhor observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de estabelecimentos encontrados na área de influência de cada PEV

PEV	Cursos, Escolas e Faculdades	Igrejas e Templos	Praças	Órgãos Públicos	Total de estabelecimentos ao entorno
1	8	1	3	4	16
2	4	1	1	1	7
3	2	1	0	3	6
4	1	2	1	0	4
5	5	1	4	1	11
6	1	0	2	0	3
7	16	4	4	7	31
8	2	1	0	0	3
9	1	0	0	0	1
10	1	0	0	0	1
Total de cada tipo	36	10	15	16	83

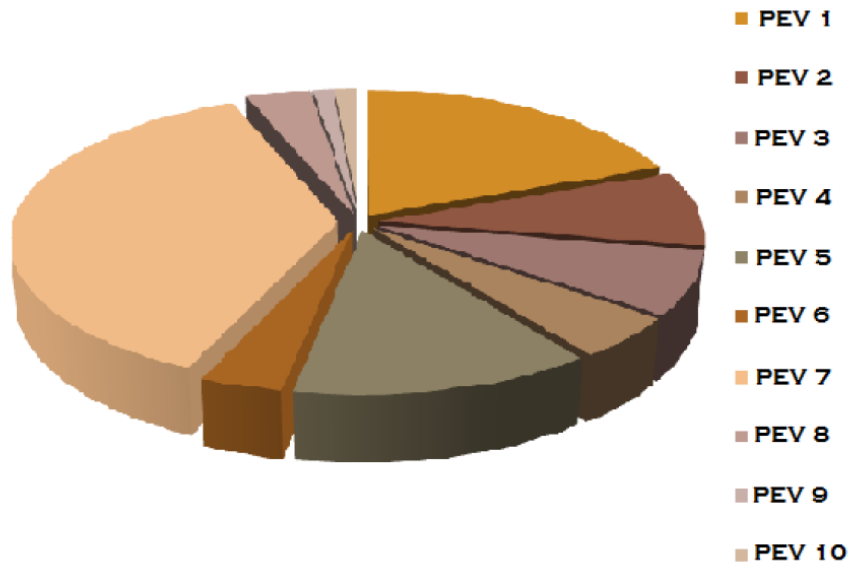
Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

O PEV que apresentou um maior número de estabelecimentos em seu raio de abrangência foi o de número 7, localizado na Praça da Igreja Matriz, no centro, totalizando 31 estabelecimentos. Dos PEVs localizados estritamente no centro da cidade, no caso o 1, 2 e o 7, apresentam em média maior somatório de estabelecimentos ao entorno, embora o PEV 5, que não está no centro, tenha apresentado uma pontuação maior que o PEV 2.

No caso da Rua dos Estudantes, que é atendida pelo serviço de coleta seletiva porta-a-porta, não justificaria a presença de dois PEVs (1 e 2). Mesmo que moradores e zeladores dos Edifícios usem os PEVs como entreposto para os materiais que saem dos apartamentos até a coleta pelo caminhão, pode-se planejar melhor o horário de acondicionamento dos recicláveis para coleta. Dessa forma dever-se-ia destinar os PEV para locais que tenham maior carência e demandam este serviço. Para poder melhor visualizar o número de estabelecimentos parâmetros de cada PEV (Tabela 4), foi montado o gráfico da Figura 3.

Fica claro a partir da Figura 3, a grande diferença de cada PEV em relação ao número de estabelecimentos de referência ao entorno. Se apenas o número de estabelecimentos ao redor tivesse sido considerado, sem distinção de cada tipo, a ordem dos melhores PEVs seriam elencados dessa forma: **7; 1; 5; 2; 3; 4; 6 e 8; 9 e 10** em ordem decrescente.

Figura 3 - Número de estabelecimentos por área de influência de cada PEV



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Porém, devido à enorme diferença de cada tipo desses estabelecimentos para a coleta seletiva, metodologicamente consideram-se diferentes valores para os diferentes tipos de estabelecimentos analisados.

A Tabela 4 permitiu elencar os PEVs de acordo com os valores estabelecidos e o somatório de estabelecimentos. Como pode ser observado tanto na Tabela 5, quanto no gráfico da Figura 4, a pontuação do PEV 7 se sobressai em relação aos demais, mas a ordem dos mais bem localizados PEVs pouco se alterou. A pontuação de cada PEV de acordo com os parâmetros estabelecimentos resultou na seguinte ordem decrescente de PEV: 7; 1; 5; 2; 3; 4; 8; 6; 9 e 10.

A única mudança em relação à ordem anterior, que apenas contabilizava o somatório dos estabelecimentos sem distinção, foi o desempate que houve entre os PEVs 8 e 6, localizados na entrada do Bairro Inconfidência e no final da Rua Papa João XXIII, respectivamente.

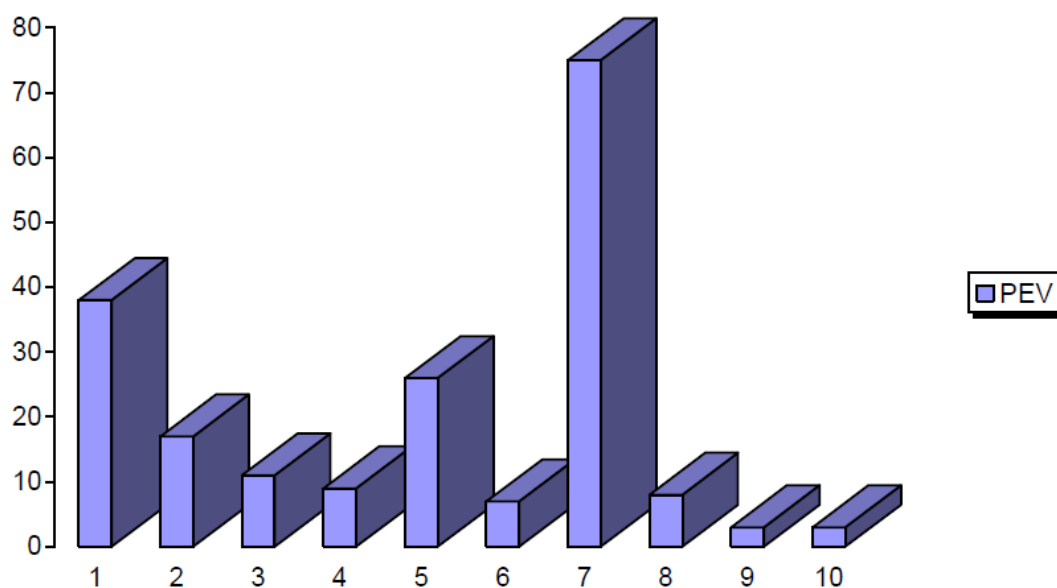
Tabela 4 - Valores obtidos por PEV de acordo com o tipo de estabelecimento

PEV	*Cursos, Escolas e Faculdades	^{1*} Igrejas e Templos	^{2*} Praças	^{3*} Órgãos Públicos	Pontuação Total
1	24	2	6	4	38
2	12	2	2	1	17
3	3	2	0	3	11
4	3	4	2	0	9
5	15	2	8	1	26
6	3	0	4	0	7
7**	48	8	12	7	75
8	6	2	0	0	8
9	3	0	0	0	3
10	3	0	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Cursos, Escolas e Faculdades = 3x; ^{1}Igrejas e Templos = 2x; ^{2*}Praças = 2x ou 3x caso o PEV esteja inserido na Praça**.

Figura 4 - Gráfico de valores obtidos por PEV de acordo com o total da Tabela 4.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Especificamente o PEV 6, localizado no final da Rua Papa João XXIII, retratado pela Figura 10, poderia ter sua pontuação melhorada se o colocassem na Praça ao lado, não apenas no intuito de satisfazer as metodologias citadas, mas isso iria melhorar em muito sua visibilidade. Outro ponto negativo é que ele se encontra ao lado de uma rua sem saída e em uma área

topograficamente declivosa, o que dificulta o deslocamento de pessoas que queiram destinar seus resíduos a esse contêiner.

Também foi observado problemas em relação ao PEV 5 na Rua Silva Pontes. Ele se encontra no interior de um estacionamento de supermercado sem quase nenhuma visibilidade para os transeuntes. Quando este foi instalado, ele havia sido alocado na frente deste estabelecimento comercial, o que permitia a quem passava na rua destinar seus resíduos a qualquer hora do dia ou da noite. Porém o que ocorre é um uso quase particular do Ecoponto por parte do responsável pelo estabelecimento que o colocou em área particular.

Tabela 5 - Preenchimento (uso) percentual dos PEV minutos antes da coleta do lixo

PEV	Visita 1 - Uso percentual (%)	Visita 2 - Uso percentual (%)	Visita 3 - Uso percentual (%)	Média total (%)
1	100	90	100	96,66
2	80	70	90	80
3	30	70	40	46,66
4	100	100*	90	96,66
5	90	75	85	83,33
6	90	90	85	88,33
7	100*	100*	100	100
8	100	100*	85	95
9**	C1: 40 C2: 60	C1: 60 C2:40	C1: 50 C2:40	C1: 50 C2: 53,33
10	70	50	60	60

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

*Quando se observou transbordo de materiais no PEV e em suas adjacências.

** Devido ao fato de apresentar 2PEVs neste ponto, Chamou-se C1 e C2 cada contêiner analisado.

Os PEVs que tiveram uma menor pontuação foram justamente os mais afastados do centro, principalmente pelo fato de que a maioria dos estabelecimentos de referência estarem localizados no centro. O PEV 10, localizado em frente ao Condomínio Recanto da Serra, mostra a presença de dois contêineres verdes, um ao lado do outro. Para a finalidade de se construir o mapa e analisar a área de influência dos Ecopontos foi contabilizado apenas 1, pois somente a capacidade volumétrica do contêiner foi dobrada, e não sua área de abrangência.

Foi necessário ir a campo e observar o quanto da capacidade volumétrica de cada PEV estava sendo utilizado. Foram realizadas três visitas a cada contêiner minutos antes da coleta, e a medição com uma fita métrica permitiu chegar a valores médios da porcentagem de utilização de cada contêiner como pode ser observado na Tabela 6.

Constata-se a partir da Tabela 5, que as visitas realizadas nos PEVs podem indicar sua utilização ou subutilização por parte da população. O PEV 3, localizado ao lado do Fórum

Municipal, apresentou um índice médio de 46,66% de preenchimento, o que demonstra que o mesmo está sendo subutilizado no lugar que está inserido. Os contêineres C1 e C2 do PEV 9, apresentaram um índice de 50% e 53,33% em média respectivamente, o que confirma a hipótese que apenas um Ecoponto poderia ser destinado a esse lugar, liberando um para atender a outro lugar. Se isso ocorresse provavelmente o contêiner teria um preenchimento bem satisfatório de acordo com os dados levantados.

O PEV 7 localizado na Praça da Igreja Matriz, que recebeu a maior pontuação conforme apresentado no gráfico da Figura 4, confirmou-se na prática como um local estratégico para a alocação do contêiner. A ordem dos PEVs que obtiveram o melhor desempenho operacional nas visitas realizadas foram: **7; 1 e 4; 8; 5 e 6; 2; 10; 9; 3** em ordem decrescente, o que coincidiu em partes com a ordem elencada.

De modo geral nota-se que a população tem participado bem do programa de coleta seletiva por meio dos Pontos de Entrega Voluntária. Porém em quatro dos contêineres observados pode se visualizar resíduos orgânicos nas visitas realizadas, nos PEVs 1, 4, 7 e 10. Nada que ultrapassasse muito os 10% já esperado, mas percebe-se a necessidade de um trabalho contínuo de sensibilização e mobilização social.

CONCLUSÕES

Os resultados corroboraram a hipótese de que os PEVs localizados nos estabelecimentos de referência levantados por Bringhenti (2004) obtiveram um maior sucesso operacional em relação à usabilidade por parte da população. Os Ecopontos localizados em praças públicas, próximos a estabelecimentos de ensino e templos religiosos apresentaram uma maior quantidade de materiais recicláveis. Isso se potencializava a medida que o raio de abrangência dos equipamentos abarcava maior número destes elementos, se devendo ao fato, de que no município de Viçosa há um grande investimento em sensibilização e mobilização social. Tal iniciativa parte principalmente de um Projeto de Extensão da Universidade Federal de Viçosa, denominado Projeto Interação. Ele atua desde 2009 na divulgação, explicação e no planejamento da coleta seletiva junto às comunidades que receberão o serviço disponibilizado pelo SAAE/Viçosa, autarquia municipal responsável pelo manejo dos resíduos e pela limpeza pública.

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos é um grande desafio para as municipalidades de qualquer lugar. As exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos

estão ainda longe de serem cumpridas pela maioria dos municípios brasileiros, e em Viçosa não é diferente. A meta do serviço de coleta seletiva atingir toda sociedade viçosense ainda está longe de ser alcançada. Mesmo nas localidades atendidas pelas modalidades PAP e PEV, há ainda pouca divulgação e discernimento da correta separação domiciliar do lixo urbano.

Embora a lei “obrigue” a sociedade a separar corretamente o lixo quando estabelecido o sistema de coleta seletiva, para efetivação dessa responsabilidade compartilhada, é preciso um investimento muito maior em educação ambiental e sensibilização da população para que ocorra a mudança de hábitos. Essa mudança não ocorre em um curto horizonte temporal, fazendo-se necessário um engajamento de todos os sujeitos de forma contínua.

O Geoprocessamento se mostrou uma ferramenta eficaz para políticas de planejamento urbano ligado à área de influência dos PEVs, porém o seu potencial para o gerenciamento de resíduos sólidos é muito maior e pode ser melhor explorado. Um exemplo são as ferramentas de redes (fluxos), que permitem estabelecer as melhores rotas que o caminhão deve traçar na cidade objetivando um menor custo energético de coleta e um menor tempo. Tais ferramentas permitem levar em conta o tipo de pavimentação das ruas e o sentido do tráfego com uma base de dados consistente.

Os indicadores de referência utilizados nessa metodologia se mostraram eficazes e condizentes com o que foi observado na prática. Porém, outros fatores podem ser considerados para estabelecer os melhores lugares para se alocar um PEV. Por exemplo, pode-se usar a densidade demográfica de um bairro ou de um setor censitário para se planejar a alocação de um Eco ponto de acordo com a maior ou menor quantidade de pessoas. Constatou-se também que uma área de influência de PEVs com 370 metros de raio não se adéqua estritamente para a cidade de Viçosa. Estes valores foram estabelecidos para a cidade de Vitória/ES, que possui uma topografia muito mais suave e plana do que se observa na Zona da Mata Mineira. Seria necessário criar indicadores de referencia apropriados para diferentes geomorfologias, a fim de que essa área não ultrapasse um limite que crie obstáculos às pessoas que queiram se tornar cativas ao programa.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 10.004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. 2004.
- BRASIL. **Decreto nº 5.940, de 25 de Outubro de 2006**. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, 2006.

BRINGHENTI, Jacqueline. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais da participação da população.** Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2004.

PEIXOTO, K. [et al]. **Localização de equipamentos para coleta seletiva de lixo reciclável em área urbana.** Vitória - ES, 12 p, 2004. Disponível em: <<http://www.ime.eb.br>> Acesso em 16 fev. 2013.

THEISEN, H. **Integrated solid waste management.** Nova Iorque: McGraw-Hill, 1993.

Z Aidan, R. T; XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004.