

24º. Encontro Técnico AESABESP

DEFINIÇÃO DE ROTAS PARA COLETA PORTA-A-PORTA DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA VISANDO O REUSO

Renato Binoto ⁽¹⁾

Tecnólogo em Logística, Mestre em Engenharia Urbana, Rua Júlio Prestes de Albuquerque, 340 CEP: 13567-232 - São Carlos - SP, Brasil.
renato.binoto@yahoo.com.br

Endereço⁽¹⁾: Rua Julio Prestes de Albuquerque, 340 – Vila Jacobucci – São Carlos - SP - CEP: 13567- Brasil - Tel: +55 (16) 8801-6217 - e-mail: renato.binoto@yahoo.com.br

RESUMO

A coleta dos resíduos sólidos gerados no meio urbano é uma preocupação crescente para governantes, profissionais da saúde e ambientalistas. Dentre estas preocupações, encontramos a do descarte do óleo vegetal utilizado nas residências para fritura de alimentos, que necessita de uma destinação mais adequada. Para isto se faz necessário, além da conscientização da população, um planejamento logístico reverso de coleta, com rotas pré-definidas. O artigo apresenta simulações de roteiros de coleta do óleo residual para alguns setores da cidade de São Carlos – SP, com uso de uma ferramenta de Sistema de Informações Geográficas. Este sistema agrega procedimentos computacionais que permitem e facilitam a análise e representação do espaço para dimensionamento de rotas de agentes coletores em um sistema porta-a-porta.

PALAVRAS-CHAVE: logística reversa, resíduos sólidos, simulações de roteiros.

1. INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) define óleo vegetal como sendo a gordura extraída de plantas oleaginosas que passam por processos químicos e/ou físicos de refinação para posterior consumo como alimento, pintura, lubrificante, cosméticos, iluminação, combustível biodiesel ou puro para usos industriais.

Dentre os resíduos sólidos gerados nas residências, o óleo residual proveniente de frituras é um poluente que preocupa os ambientalistas e pesquisadores da área de Engenharia Urbana. O destino deste resíduo geralmente é ser lançado no solo, nos ralos de pias e vasos sanitários. Estes hábitos de descarte são inadequados pois, após este resíduo ser receptado pelo sistema de esgoto, podem ocorrer perdas estruturais no próprio sistema de escoamento, além de serem posteriormente despejados em córregos, rios e solos gerando a poluição dos mesmos, ainda criando a impermeabilização do solo (MOGNATO e MARTINS, 2007).

Neste contexto, alguns administradores municipais tem se preocupado em encontrar uma solução para o problema de destinação de resíduos sólidos, visando melhorias para o meio ambiente e saúde pública, através de mecanismos de coleta seletiva de resíduos. No entanto para a implantação destes sistemas são demandados elevados custos operacionais e planejamentos complexos (STOCK, 2001).

Este artigo tem por objetivo descrever um método para definição de roteiros de coleta seletiva de óleo residual de fritura em residências. Para isso, utiliza-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que dispõe de procedimentos computacionais específicos

para definição de rotas. Apresenta-se também a aplicação do método em alguns bairros da cidade de São Carlos - SP, com simulações e avaliações de diversas alternativas para organização do serviço dos agentes coletores. Embora o artigo apresente resultados obtidos em apenas um estudo de caso, o modelo de análise descrito é bastante genérico e pode ser adaptado para aplicação em outras cidades, considerando-se suas características específicas.

2. CONCEITOS BÁSICOS

Neste item são apresentados os conceitos básicos que fundamentaram o desenvolvimento do trabalho.

2.1. Óleos vegetais: utilização, descarte e consequências para o meio ambiente

Os óleos vegetais são bastante utilizados para fins alimentícios, principalmente no processo de fritura. Utilizado repetidamente em frituras por imersão, este material sofre degradação acelerada pelas altas temperaturas, tendo suas características físicas e químicas modificadas. Como não há utilização prática para estes resíduos, são geralmente lançados na rede de esgoto e podem vir a provocar impactos ambientais significativos. Por exemplo, quando em contato com esgotos pluviais e sanitários, pode causar o entupimento das tubulações, quando lançado em bocas-de-lobos, provoca obstruções retendo inclusive resíduos sólidos, depositado de forma aleatória, pode agredir o lençol freático, rede pluvial e rios (REIS et al, 2007). O óleo de fritura é composto por substâncias muito agressivas e que oneram em quase 100% o custo do tratamento do esgoto (RICCI e TEIXEIRA, 2007).

Considerando-se estes danos potenciais, torna-se viável o retorno e destinação adequada do óleo vegetal para reuso ou reprocessamento. Este material pode ser reaproveitado na produção de glicerina, composição de tintas, produção de massas de vidraceiro, farinha básica para ração animal e geração de energia elétrica e biodiesel (REIS et al, 2007).

2.2. Logística reversa

Logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas relacionadas ao retorno dos bens de pós-vendas e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo. O objetivo dessa atividade é agregar a estes bens, valores econômicos, ecológicos e legais e também valorizar a imagem corporativa da empresa. As atividades envolvidas na logística reversa são: a coleta, a separação, a embalagem e a expedição de itens usados, danificados ou obsoletos dos pontos de venda ou consumo até os locais de reprocessamento, reciclagem, revenda ou descarte (LEITE, 2003; REVLOG, 2005; STEVEN, 2004).

Os encadeamentos de Distribuição Reversos são as etapas, formas e meios pelos quais uma parcela dos produtos vendidos retorna ao ciclo produtivo, seja por alguma disfunção detectada após a venda, seja pelo término de sua vida útil. Existem duas categorias de encadeamentos de fluxos reversos. Os fluxos reversos de pós-consumo referem-se ao retorno de uma parcela de produtos e de materiais originados no descarte dos produtos, depois de extinta sua utilidade original. Os fluxos reversos de pós-venda são constituídos pelas diferentes formas de retorno de parcela de produto com pouco ou nenhum uso ou com problemas relacionados à qualidade. (CHAVES e BATALHA, 2006; BOWERSOX e CLOSS, 2001).

É importante destacar que os bens de pós-consumo não precisam necessariamente retornar à cadeia de origem ou aos elos anteriores da cadeia de negócios. Esses produtos podem seguir adiante, sendo enviados como matérias primas secundárias ou componentes a outras indústrias, onde se inicia o processo de produção de um novo produto em uma nova cadeia de suprimentos (SOUZA, 2006). Os principais benefícios, no caso da

reciclagem, são a preservação do meio ambiente e a redução de custos para as empresas (em alguns casos). As primeiras cadeias de reciclagem apareceram por razões econômicas. As cadeias de reciclagem de aço, ferro e papel, por exemplo, antecedem a preocupação pública com ecologia ou com o meio ambiente. Tanto a reciclagem de materiais, quanto as atividades de acondicionamento e remanufatura de produtos podem ser realizadas seguindo as mesmas etapas, que são três: coleta, processamento e utilização (KOPICKI, 1993).

Segundo Ballou (2006) entre todas as atividades envolvidas na cadeia logística, o transporte representa normalmente entre um e dois terços dos custos logísticos totais. Assim, aumentar a eficiência através da máxima utilização dos equipamentos e do pessoal de transportes é uma das maiores preocupações do setor.

2.3. Alternativas para coleta do óleo de fritura

Existem três sistemas básicos para a coleta de materiais visando à reciclagem (Figura 1):

- Os pontos de entrega voluntários (PEV) que utilizam contêineres colocados em pontos estratégicos fixos na cidade onde o cidadão espontaneamente deposita os materiais recicláveis.
- Os grandes geradores onde a coleta deve ser semanal ou quinzenal, por armazenarem uma grande quantidade de resíduo em um curto prazo de tempo.
- A coleta porta-a-porta (utilizando carrinhos ou caminhões) que é executada por coletores que percorrem as residências em dias e horários específicos, não coincidindo com a coleta normal dos resíduos sólidos domiciliares. Os moradores colocam os recicláveis nas calçadas, acondicionados em contêineres distintos, de acordo com o sistema implantado na cidade. O serviço de coleta, neste caso, pode ser realizado através de Cooperativas de Catadores (LEITE, 2003).

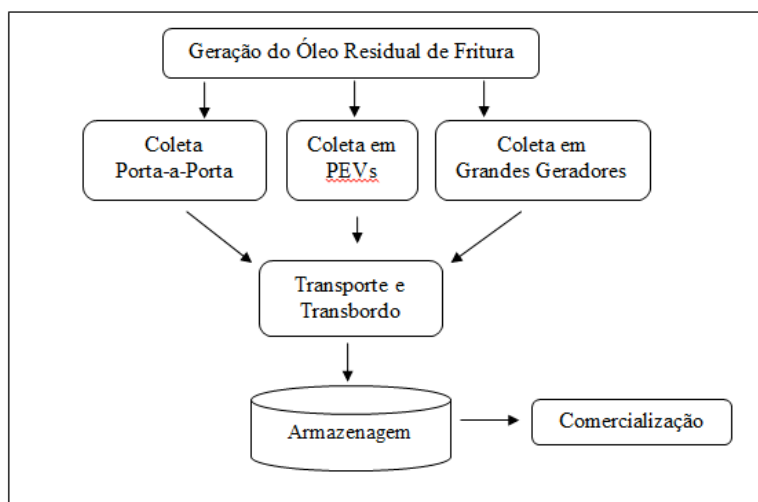


Figura 1:- Alternativas para a coleta de materiais visando à reciclagem

2.4. Programação das rotas para coleta de resíduos sólidos domiciliares

A programação de rotas de veículos é a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas por veículos de uma frota, passando por locais que devem ser visitados. Estes locais podem ser pontos específicos, caracterizados como nós de uma rede ou segmentos de vias (denominados arcos ou ligações).

Para este estudo, fez-se uso do Problema do Carteiro Chinês, que consiste em encontrar uma rota de percurso mínimo, dentro de uma área, passando ao longo de cada arco pelo

menos uma vez. Situações frequentes que se inserem dentro deste contexto são: varrição de rua, serviços entrega de correspondência, coleta de lixo, etc. (BRASILEIRO, 2004).

3. METODOLOGIA

Quatro etapas foram realizadas para a se obter as rotas mais adequadas:

- Identificação da forma de trabalho dos coletores
- Definição das restrições e indicadores para análise das rotas
- Obtenção dos dados necessários
- Definição das rotas

3.1. Identificação da forma de trabalho dos coletores

Dentre as opções existentes para a coleta do óleo residual de fritura, optou-se, nesta pesquisa, pela coleta porta a porta. Foram definidas rotas para coleta porta a porta através de agentes coletores utilizando carrinhos de coleta manuais percorrendo a pé o roteiro de coleta. As rotas de coleta tiveram como base (depósito) um veículo coletor (caminhão), que deveria ficar estacionado em um ou mais pontos na área de coleta. Este veículo coletor foi considerado como a origem e o destino na definição dos roteiros, como armazenagem temporária para o resíduo coletado e como modo de transporte para os carrinhos manuais. Após o cumprimento dos roteiros de coleta em uma região definida, o veículo coletor deveria ser transferido a outro ponto de parada, ou seguir até a central de armazenagem, para transbordo do resíduo, possibilitando a comercialização do óleo residual de fritura.

3.2. Definição das restrições e indicadores para análise das rotas

Foram consideradas duas restrições para a definição das rotas: a carga máxima que um coletor pode transportar e o tempo máximo para percorrer cada roteiro de coleta.

a) Carga máxima:

Na literatura pesquisada não foi encontrada qualquer norma que limite a carga máxima que pode ser transportada em carrinhos (puxando ou empurrando). Assim sendo, definiu-se uma carga máxima igual a 100 kg como sendo o limite de peso que o coletor pode transportar.

b) Tempo máximo:

Neste caso também, não foi encontrada na literatura pesquisada, qualquer norma que limitasse a carga horária diária de trabalho de agentes cooperados em cooperativas de coleta seletiva de resíduos sólidos. De acordo com a pesquisa de campo realizada para a definição de tempos de coleta (Tabela 1) foi questionado aos agentes cooperados pertencentes à cooperativa de São Carlos, a rotina diária de trabalho. Verificou-se que a rotina dos agentes cooperados inclui 4 horas de coleta porta-a-porta em vias públicas e para completar o turno de trabalho, 4 horas de trabalho de triagem no galpão da cooperativa. Assim sendo, adotou-se neste trabalho o tempo de 4 horas como sendo o máximo permitido para os coletores.

Obtenção dos dados necessários

Os dados necessários para a resolução do problema de definição de rotas são: arquivos geográficos que mostrem as localizações de cada depósito, cada ponto de parada (ou cada trecho de via) e informações sobre a demanda e outras características de cada um desses

pontos (ou trechos de vias). Os procedimentos para obtenção desses dados são descritos a seguir.

Para a definição das rotas são necessários os seguintes dados:

1. Arquivos geográficos com as características do sistema viário na área de estudo:
Estes arquivos podem ser obtidos em mapas existentes nas administrações municipais. É necessário que a base cartográfica esteja geo-referenciada e contenha informações sobre o comprimento, declividade e tipo de pavimento de cada trecho do sistema viário.
2. Estimativa do tempo necessário para realização da coleta
Não foi encontrada na literatura qualquer informação sobre o tempo necessário para a realização da coleta em cada imóvel. Para obtenção desse tempo foi realizada uma pesquisa em campo, cronometrando-se os tempos de atendimento e as velocidades de percurso de agentes coletores que realizam coleta de materiais recicláveis na cidade. Foram consideradas, nesta cronometragem três situações distintas: (1) os agentes coletores são atendidos e recebem os resíduos, (2) os agentes coletores são atendidos, mas não recebem resíduos e (3) os agentes coletores não são atendidos. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: - Tempos de atendimento (em minutos)

	Atende e Entrega	Atende e não Entrega	Não Atende
Residências			
Tempo Médio	1,55	0,77	1,37
Desvio Padrão	0,43	0,70	0,38
Edifícios Residenciais			
Tempo Médio	3,93	0,0	-
Desvio Padrão	2,18	0,0	-

3. Estimativa da quantidade de óleo residual gerada em cada trecho de via

A quantidade de óleo gerada em cada trecho de via está relacionada ao número de moradores no trecho e ao volume de óleo residual produzido por cada pessoa. Para a estimativa do número de moradores em cada residência, considerou-se o número médio de residentes por unidade habitacional na cidade de São Carlos (3,32), de acordo com o Censo o IBGE realizado em 2010.

Para estimativa do consumo médio de óleo (por habitante por mês) e da quantidade de óleo descartada, utilizou-se os resultados de uma pesquisa realizada na cidade de Ponta Grossa - PR (MADALOZO, 2008). O autor chegou ao valor médio de consumo de 0,937 litros por pessoa/mês. Este valor é próximo ao valor levantado pelo IBGE para o Estado do Paraná (0,861 litros por pessoa/mês). Quanto à quantidade de rejeito, o valor médio encontrado foi de 0,177 litros por pessoa/mês (cerca de 18,9% do consumo). Portanto, para efeito desta pesquisa, considerou-se que o consumo médio de óleo por pessoa por mês é igual a 0,75 litros. Assim, o volume médio de rejeito de óleo por pessoa por mês foi considerado igual a 0,15 litros (cerca de 20% do total consumido).

O Quadro 1 mostra o procedimento para a estimativa do volume e peso do rejeito de óleo produzido por cada residência

Quadro 1. - Estimativa do volume e peso de rejeito de óleo por residência

- Consumo médio de óleo habitante por mês = 0,75 litros
- Volume médio de rejeito de óleo por habitante por mês = 0,15 litros
- Número médio de moradores por residência = 3,32
- Volume total de rejeito de óleo por residência por mês = 0,5 litros
- Densidade do óleo de fritura = 0,9 (kg/l)
- Peso do rejeito de óleo de fritura por residência por mês = 0,45kg

Definição das rotas

Para a definição das rotas do serviço de coleta porta-a porta do óleo residual foi utilizado um software SIG (TransCAD). O módulo específico do TransCAD que trata de logística e roteirização permite resolver problemas de fluxos em redes, localização de instalações, definição de distritos, agrupamento de áreas e roteirização em arcos e em nós.

Para a definição das rotas, foram identificados os possíveis pontos de estacionamento do caminhão de coleta sendo considerados como depósito (ponto de início e término das rotas). No modelo adotado na pesquisa, o ponto de parada do caminhão coletor foi de suma importância para minimização de tempo e quilometragem de percurso. A escolha deste ponto de forma aleatória não permite a identificação de um ou mais pontos ótimos de parada, ou seja, comprometendo o roteiro ideal de coleta.

Para solucionar o problema de localização de instalações é preciso determinar seu objetivo: minimizar custos, maximizar lucros, ou outras opções.

A escolha do objetivo determina todo o procedimento do modelo. Quando o TransCAD resolve o problema de localização de instalações, ele compara o custo fixo mais baixo e os custos de operação potencialmente mais altos (ou lucro mais baixo) associados com a escolha de uma instalação existente com o mais alto custo fixo de adicionar uma nova instalação.

Após a identificação dos pontos de parada e seus nós correspondentes, pôde ser executada a seleção de vias alocadas a essa área selecionada. Isso se fez para efetuar a divisão da área de coleta em áreas menores. O número de divisões da área foi correspondente à demanda de mão de obra a ser utilizada, ou seja, foi feita a divisão das áreas de acordo com o número de agentes coletores disponíveis para execução da coleta.

Na seleção de vias, foi feita a exportação do arquivo e identificada à base de dados pertencente à região selecionada. Feito isto, se permitiu o levantamento do tempo total gasto pelos agentes coletores em cada rota, seguido da quantidade de resíduo a ser coletado, através da somatória das colunas de tempo total e carga por trecho de via. A forma de percurso a pé a ser percorrida pelo agente coletor é de forma zigzague, ou seja, faz o percurso em ângulos salientes e reentrantes alternados percorrendo os dois lados da via, atendendo todas as residências e prédios residenciais.

RESULTADOS

Inicialmente para a identificação dos cenários a serem simulados, foi definida a demanda de mão de obra necessária para efetuar a coleta, de forma aleatória, até que se atingisse o número mínimo de agentes coletores a serem utilizados em um dia de coleta respeitando as variáveis que foram utilizadas para identificação dos roteiros de coleta.

Em se tratando das restrições, determinantes para identificação do melhor cenário a ser adotado na pesquisa, se fez uso do tempo médio de coleta que os agentes coletores executam o trabalho porta-a-porta e capacidade máxima de carga a ser empurrada ou puxada em cada carrinho de coleta pelos agentes coletores.

Simulação 1

Na primeira simulação da área do estudo, se fez uso de 10 (dez) agentes coletores para cumprimento do roteiro de coleta. Portanto, a área foi dividida em 10 regiões menores vinculadas a cada ponto de parada definidos pelo software.

O resultado permitiu verificar que o número de apenas 10 (dez) agentes coletores não foi suficiente para efetuar a coleta na região definida. O tempo de coleta em cada rota foi em média de 7.8 horas trabalhadas e a carga a ser coletada em cada roteiro ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta.

Depois de realizadas as simulações, verificou-se que há a possibilidade de efetuar a divisão do roteiro de coleta. Depois de atingida a capacidade de carga do carrinho, o agente coletor retorna até o ponto de origem faz o transbordo do resíduo e retorna a região de coleta para dar continuidade à coleta, porém o tempo de coleta seria ainda maior, ação na qual inviabiliza esta demanda de mão de obra para o roteiro.

Simulação 2

No segundo cenário, ainda de forma aleatória, foram definidas demandas de mão de obra necessária para efetuar a coleta. Neste cenário, se fez uso de 20 (vinte) agentes coletores, ou seja, a área de coleta tinha 20 pontos de parada e foi dividida em 20 áreas menores de acordo com os nós vinculados a cada ponto. Novamente pôde ser observado que o uso de apenas 20 agentes coletores, não permitiu a realização da coleta na região definida. O tempo de coleta em cada rota foi em média de 4 horas trabalhadas e a carga a ser coletada em cada roteiro ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta. Neste caso também poderia ser feita a divisão da rota para cumprimento do roteiro, porém o tempo de coleta seria ainda mais acrescido na carga de trabalho do agente coletor.

Simulação 3

Neste cenário, procurou-se identificar o número mínimo de coletores de modo a não ultrapassar os limites definidos pelas restrições utilizadas na pesquisa. Verificou-se que eram necessários 24 pontos de parada para efetuar a coleta, de modo que os limites de tempo de trabalho e carga transportada não fossem ultrapassados.

O tempo de coleta em cada rota foi em média de 3 horas trabalhadas, e a carga a ser coletada em cada roteiro não ultrapassou o limite de carga do carrinho de coleta.

Uma vez concluída a execução das simulações nos cenários adotados, considerando os resultados obtidos na execução do modelo, identificando a demanda necessária de agentes coletores para cumprimento do roteiro, seguido da menor distância de percurso e tempo de coleta para a execução do serviço, se fez possível identificar as rotas a serem seguidas por cada agente coletor.

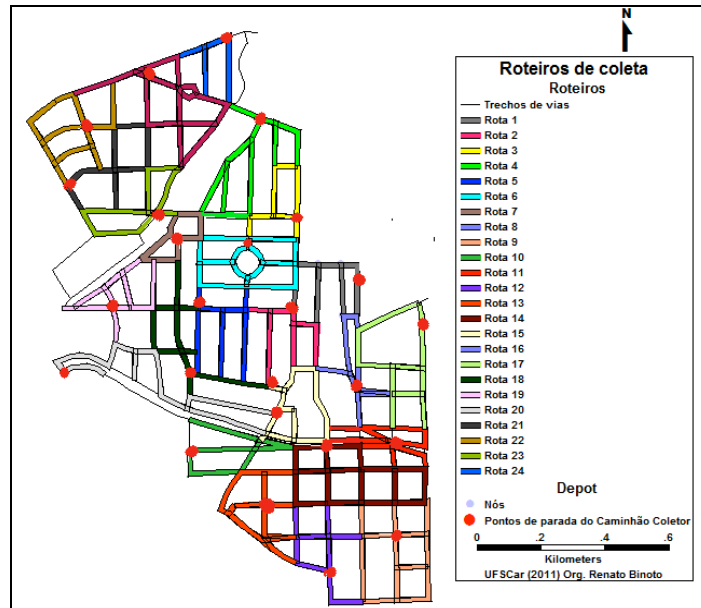


Figura3:- Identificação de rotas de coleta para 24 pontos de parada

No uso das duas restrições (tempo e volume), foi observado que quanto maior o número de paradas do caminhão coletor, menor a distância percorrida pelos agentes coletores e menores o tempo gasto para efetuar a coleta em cada roteiro. Porém, a demanda de mão de obra equivale aos pontos de parada do caminhão de coleta. Portanto deve se trabalhar com um número mínimo de agentes coletores necessários para o roteiro. A Tabela 2 mostra a quantidade total coletada e o tempo gasto pelos agentes coletores, de acordo com o número de pontos de parada do caminhão coletor.

Tabela 2:- Média de tempo e quantidade pelo número de pontos de parada

Pontos de parada	Tempo total/ agente (min)	Tempo aproximado em horas/ Rota	Quantidade Total coletada/ agente (kg)
10	473	8	198
20	236	4	99
24	197	3	82

Dando continuidade ao estudo, analisando um novo cenário através da divisão da área a ser coletada, porém ainda respeitando as restrições de tempo de coleta e volume máximo da capacidade do carrinho de coleta, foram efetuadas simulações no método tradicional das cooperativas de coleta seletiva. Neste caso, os coletores passam uma vez por semana em cada região da cidade para efetuar a coleta seletiva de resíduos sólidos. Portanto, para este novo cenário, a área de coleta foi dividida em 4 (quatro) partes, para complementariedade de um mês de coleta (Figura 3).

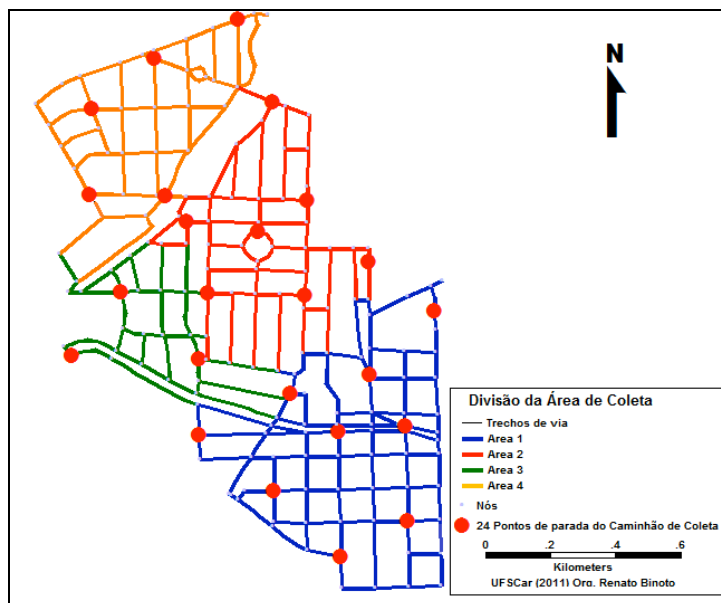


Figura 3:- Alocação dos pontos de parada nas 4 Áreas de coleta

Neste cenário tradicional de cooperativas de coleta seletiva, a área que mais demandou mão-de-obra (área 1) apresentou uma demanda de 9 agentes coletores para cumprimento do roteiro de coleta. Este número de agentes é suficiente para atender as demais áreas. Na tabela 3 pode ser identificada a demanda de mão-de-obra em cada rota, seguido do tempo médio de coleta e da quantidade de resíduo coletado por rota.

Tabela 3:- Demanda de Mão de obra, tempo e quantidade por rota

Pontos de parada	Tempo total/ Área (min)	Tempo aproximado em horas/ Rota	Quantidade Total coletada/ Área (kg)
9	1756	3	690
7	1351	3	563
3	597	3	287
5	1027	3	436

Diante desta situação, através do modelo de coleta proposto na pesquisa, fazendo uso de pontos de parada do veículo coletor que foram simulados, se criou um modelo de coleta seletiva do óleo residual de fritura, com a necessidade de um número baixo de agentes coletores que executam o serviço através de carrinhos manuais seguindo roteiros a pé, em um tempo de percurso mínimo. Pôde-se perceber que o SIG é perfeitamente aplicável para este tipo de estudo, pois conseguiu demonstrar reduções significativas na operação de coleta entre os cenários do estudo em termos de tempo e quantidade de resíduo coletado em relação à demanda de agentes coletores. Ainda, o software permite roteiros ideais de coleta minimizando a distância de percurso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi estudado, para se desenvolver o modelo de Logística Reversa para os bens de pós-consumo, visando à reciclagem, é primordial o uso de uma ferramenta de roteirização de auxílio a identificação dos roteiros e tempos mínimos para execução do serviço de coleta seletiva porta-a-porta.

Percebe-se que as competências necessárias às cadeias para que atuem com os fluxos reversos apresentam especificidades, que exigem uma atenção constante a aspectos que não são tratados na logística tradicional, tais como: origem dispersa, oscilação na disponibilidade do produto, volume baixo por origem e decisão sobre uso de fluxos próprios ou compartilhados. Isto determina o desenvolvimento das competências específicas discutidas.

Foi analisado na pesquisa, que a destinação final inadequada do óleo residual de fritura traz grandes problemas ao meio ambiente. Por outro lado, fazendo um processo reverso, podem-se oferecer oportunidades de reuso ao resíduo gerado, incentivando diversas outras operações, que são capazes de trazer resultados positivos social, econômico e ao meio ambiente.

Diante desta situação, através do modelo de coleta proposto, fazendo uso de pontos de parada do veículo coletor que foram simulados, se criou um modelo de coleta seletiva do óleo residual de fritura, com a necessidade de um número mínimo de agentes coletores que executaram o serviço através de carrinhos manuais seguindo roteiros a pé, em um tempo de percurso mínimo para o cumprimento do roteiro.

Para o levantamento de dados do estudo, foram encontradas algumas limitações, tais como, a falta de material publicado para a revisão bibliográfica de coleta seletiva porta-a-porta em relação ao tipo de resíduo estudado, característica de transbordo e transporte para o resíduo, características ergonômicas para o trabalho do agente coletor.

Pôde-se perceber que o sistema informações geográficas é perfeitamente aplicável para este tipo de estudo, pois conseguiu demonstrar reduções significativas na operação de coleta entre os cenários em termos de tempo e quantidade de resíduo coletado em relação à demanda necessária de agentes coletores.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, A. A. (1988). Modeling and implementation issues in vehicle routing. In: Vehicle Routing: Methods and Studies, B.L.Golden A.A.Assad (eds), Amsterdam
- ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. – Soja Brasil. Disponível em: http://www.abiove.com.br/menu_br.html. Acesso em setembro de 2009.
- BALLOU, R. (2001) Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. 4 cd. Porto Alegre: Bookman.
- BODIN, L.; GOLDEN, B.; ASSAD, A. e BALL, M. (1983) Routing and Scheduling of Vehicles and Crews. The State of the Art. Computers and Operations Research, v. 10, p. 63-211.
- BOWERSON, D. J; CLOSS, D. J. (2001). Logística Empresarial. O Processo de integração da cadeia de Suprimento. São Paulo. Atlas.
- BRASILEIRO, L. A. (2004). Análise do Roteamento de Veículos na Coleta de Resíduos Domésticos, Comerciais e de Serviços de Saúde. Tese de Livre-Docência, Universidade Estadual Paulista, 94 p. Ilha Solteira.
- CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O.(2006) Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. Gestão e Produção, São Carlos, vol.13, n.3, p.423-434.
- CALIPER CORPORATION, (1996) Routing and Logistics with TransCAD 3.0,
- CARRANZA A C, ZELAYA L, IGLESIAS S. (2002). El Salvador child labour in the garbage dumps: a rapid assessment [in Spanish]. Geneva: International Labour Organisation,
- CHAFFIN, D. B.; GUNNAR, B. J.; MARTIN, B. (2001) Biomecânica Ocupacional. Ergo Editora Ltda.. Cap 4. p 91- 124.
- CIRIELLO, V. M.; SNOOK, S. H.; BLICK, A. C.; WILKINSON, P.L., (2001) The effects of task duration on psychophysically-determined maximum acceptable weights and forces. Ergonomics.

- CUNHA, C. B. (1997) Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais. São Paulo: EPUSP, Dissertação de Doutorado do Departamento de Engenharia de Transportes,.
- CUNHA, C. B. (2000). Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. *Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, v. 8, n. 2, p. 51-74.
- DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. (2005) *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage.
- EISELT, H.A.; GENDREAU, M.; LAPORTE, G. (1995) Arc routing problems, part I: *the chinese postman problem*. *Operation Research*, v. 43, n. 2, p. 231-242.
- HAYATI, D; KARAMI, E. & SLEE, B. (2006) Combining qualitative and quantitative methods in the measurement of rural poverty. *Social Indicators Research*, v.75, p.361-394, springer,
- KOPICKI, RONALD ET AL. (1993) Reuse and Recycling-Reverse Logistics Opportunities. O.Brooks, CLM
- LACERDA, L. (2002) Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as praticas. Centro de Estudos em logística. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro.. Dissertação de mestrado do Centro de Estudos em logística da UFRJ.
- LARSON, R. C. e ODONI, A. R. (1981) *Urban Operations Research*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,
- LEITE, W. C. A. (1997) Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI – 5) como referência. São Carlos. 270p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,
- LEITE, P. R. (2003) Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall,
- MADALOZO, J. A. O potencial do uso do rejeito de óleo vegetal para a produção de biodiesel em Ponta Grossa- PR. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia ênfase em Gestão de Território, (2008).
- NETO, A. F. E LIMA, R. S. (2006), Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de sistemas de informações geográficas (SIG), *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, jun.2006, n.5, p. 18-39.
- NEVES, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. *Cadernos de Pesquisas em Administração*, v. 1, n.3, 2º sem.
- REIS, M. F. P; ELLWANGER, R. M; FLECK, E. (2007) Destinação de óleos de fritura. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/sga/oleo_de_fritura.pdf. Acessado em outubro de 2008.
- RICCI, D. TEIXEIRA, E. Não jogue o óleo de fritura. *Gazeta de Piracicaba*, 03 de abril de 2007. Disponível em http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel_nao_jogue-oleo-de-fritura-03-04-07.htm>. Acesso em abril de 2008.
- SANTOS, E.C. dos e AGUIAR, E.M. (2001) Transporte de Cargas em Áreas Urbanas, In: Caixeta-Filho, J. V et al (eds.) *Gestão Logística do Transporte de Cargas* Editora Atlas S.A., São Paulo.
- SOUZA. J. (2006) Logísticas para Reciclagem e Logística Reversa, Principais Similaridades e Principais Diferenças. Tese (Departamento de Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico Universidade Federal de Santa Catarina Campus Universitário da Trindade Florianópolis, SC, Brasil..
- STEVEN, M. (2004) Networks in reverse logistics. In: Dyckhoff, H.; Lackes, R.; Reese, J. *Supply chain management and reverse logistics*. Berlim: Springer,
- STOCK, J. R. (2001). Reverse logistics in the supply chain. *Transport and logistics*.