

# A IMPORTÂNCIA DA ROTEIRIZAÇÃO NA COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Diego Santos Siqueira (FATEC AMERICANA) diegosique@hotmail.com  
Isac Oliveira (FATEC - SP) orientador@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

Devido à crescente produção de resíduos sólidos, a coleta e destinação é um problema enfrentado pelos municípios, pois estes detêm a responsabilidade por este processo. Para a coleta e o consequente descarte dos resíduos sólidos, é necessário um eficiente transporte, onde torna-se imprescindível um sistema de roteirização efetiva nos processos de coleta de resíduos. Dessa forma, a presente pesquisa apresenta a utilização de modelos matemáticos com base nos métodos de programação linear, para o auxílio de redução de custos; otimização de tempo e diminuição de emissão de poluentes durante o processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos. Roteirização. Logística.

## ABSTRACT

*Due to the growing production of solid waste, the collection and destination is a problem faced by municipalities authorities because they have responsibility for this process. For the collection and consequent disposal of solid wastes, an efficient transportation is required, where it becomes essential an effective routing system for the processes of waste collection. In this way, the present research presents the use of mathematical models based on linear programming methods, for cost reduction aid; optimization of time and reduction of emission of pollutants during the process.*

**Keywords:** Solid Waste. Scripting. Logistics

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse pela logística advém da necessidade de promover a gestão eficaz, e exige a abordagem de forma integrada dos diversos ambientes que envolvem toda a cadeia de distribuição, movimentação e armazenagem de materiais.

A concepção primitiva de logística nasceu através dos fatores limitativos da antiguidade, devido à dificuldade existente em adquirir, transportar e armazenar os produtos necessários à sobrevivência.

Hoje, os negócios comerciais são impulsionados pela gestão da comercialização dos produtos, desde o fornecedor até o consumidor; pelas estratégias competitivas que permitem maior controle de produção; e pelas alternativas para superar barreiras de transporte, distribuição e armazenagem dos produtos, com uma visão global de mercado para maior eficiência diante da concorrência.

Dornier *et al* (2000, p.39), destaca que as operações de transporte constituem em um processo de planejamento, implantação e controle, tendo como objetivo

atender as necessidades dos clientes indo do ponto de origem ao ponto de consumo levando em consideração o fluxo físico de informações e a eficiência em custo.

O problema mais comum que as empresas da área da logística enfrentam é o problema de roteirização, esse problema é estudado na Pesquisa Operacional através dos Problemas de Transporte. Estes estudos têm por objetivo minimizar os custos e tempo do transporte com o planejamento das rotas entre origem e destino levando em consideração as disponibilidades e restrições oferecidas em cada caso.

Segundo Goldbarg e Luna (2005), o caso mais conhecido do problema de Transporte é o do Caixeiro Viajante que busca demonstrar a roteirização entre os locais de demanda e oferta no menor tempo com o menor custo.

Atualmente as cidades enfrentam grande dificuldade com relação a destinação correta do lixo produzido pela população, o processo ideal seria a separação dos resíduos gerados pelas famílias possibilitando que as prefeituras fizessem a coleta seletiva dos materiais e posteriormente a destinação correta. Para que esse procedimento seja feito de forma adequada é fundamental que os processos logísticos sejam realizados da melhor forma possível.

Com o crescimento das cidades, o sistema urbano sofre dificuldade em atender a demanda na coleta e transporte de resíduos gerados pela população, onde se faz necessário o planejamento da roteirização da coleta e transporte e posteriormente, o descarte correto. Ao mencionar o descarte de resíduos, novamente fica em evidência que os processos logísticos se fazem presentes através da logística reversa, nessa etapa deve-se identificar os tipos de resíduos para posteriormente saber qual será a destinação correta.

Segundo a norma brasileira NBR 10004, de 2010 - Resíduos sólidos – classificação, resíduos sólidos são:

“aqueles resíduos nos estados sólido e semi sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”. (NBR 10004, 2010)

Diante deste contexto, a presente pesquisa busca demonstrar a importância da roteirização no processo logístico na coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos identificando os tipos de resíduos gerados e seus locais de descarte e os possíveis problemas logísticos enfrentados.

## **2 EMBASAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 Logística**

A amplitude da logística evidencia sua aplicabilidade empresarial como fator condicionante à conquista de novos mercados, de forma que o tempo para a entrega dos produtos e o lugar constitui premissas básicas a serem consideradas.

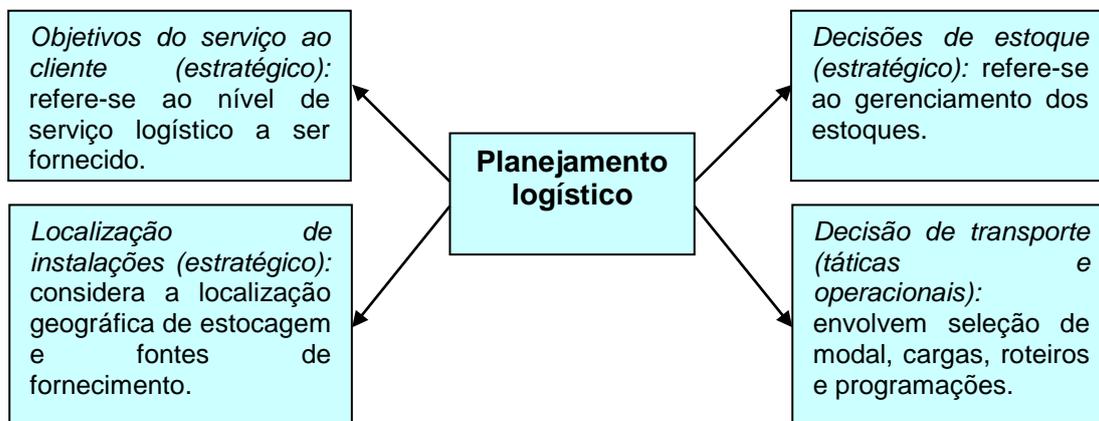
O interesse gerado pelo desenvolvimento logístico contínuo demonstra seus objetivos através da qualidade dos relacionamentos, da oferta de produtos com uma

produção eficiente, do planejamento das operações e a minimização dos custos logísticos, considerando o investimento anual (BALLOU, 2001).

As decisões logísticas estão interligadas aos objetivos descritos por Martins e Laugeni (2005, p. 180) como decisões estratégicas, táticas e operacionais, então, consideradas como fundamentais na consolidação das metas organizacionais e no gerenciamento logístico.

No planejamento logístico, quatro áreas devem ter atenção especial pelo fato de estarem relacionadas entre si, onde os níveis estratégico, tático e operacional correspondem a cada uma das áreas. Evidencia-se, por exemplo, que na localização de uma nova unidade da empresa são analisadas a posição geográfica mais apropriada e o acesso aos fornecedores para se reduzir custos logísticos, conforme adaptação na Figura 1:

**Figura 1:** Principais áreas de planejamento logístico



**Fonte:** Adaptado de Ballou (2001, p. 42-43)

Para o desenvolvimento das operações logísticas ocorre uma integração entre as áreas essenciais na análise do processo, quais sejam marketing, produção e finanças.

Todas as atividades desenvolvidas nessas áreas estão interligadas, sendo que a empresa deve considerar as influências decorridas entre cada uma delas e suas finalidades. Assim, a logística visa rearranjá-las para facilitar o gerenciamento diante dos interesses de cada uma das áreas envolvidas.

A logística pode ser contemplada na sua evolução em três períodos distintos, visto que, devido às mudanças ocorridas na economia mundial, foram inseridas novas aplicabilidades na concepção logística.

Na Figura 2, serão demonstradas as fases da logística sob a conceituação de Souza (2002), que expõem sobre a perspectiva dominante de cada uma, bem como, o foco de atribuição. Dessa forma, avalia-se tal evolução devido a importância e necessidade de cada empresa, o que denota os procedimentos adotados em busca de maior competitividade e pela redução dos custos decorridos das atividades logísticas.

**Figura 2:** Evolução da logística

Fases	Pré-história	1. fase	2. fase	3. fase	4. fase
<b>Perspectiva dominante</b>	Administração de materiais	Administração de materiais e distribuição	Logística	<i>Supply chain management</i>	Gestão estratégica da logística
<b>Focos</b>	Lote econômico, compras, movimentação de materiais	Otimização do transporte	Visão global do sistema na empresa	Visão global do sistema na empresa com sua cadeia de suprimento e seus canais de distribuição	Ampla utilização de alianças estratégicas, <i>co-markeship</i> , sub-contratados e canais alternativos de distribuição

Fonte: Souza (2002)

O desencadeamento de fatores logísticos determinantes, no contexto evolutivo citado na Figura 2, demonstra o interesse e a atribuição da sua importância nas organizações em nível global.

As estratégias logísticas são ressaltadas, conforme Dornier (2000, p. 207), no sentido de que “as empresas que colocam seu produto mais rápido no mercado – ao longo de todas as fases de projeto, produção e distribuição – obtêm uma vantagem competitiva”.

Tão logo seja considerada maior velocidade na inserção de novos produtos aos consumidores, a organização deve dispor de processos de gestão logística voltados a essa finalidade.

Diante disso, alguns itens, como resultados, são esperados através da inovação logística. Assim, o crescimento do faturamento pode ser obtido através da diminuição de materiais que possam faltar e com maior frequência na entrega, já a redução de custos, obtém-se pela redução de custos de armazenagem e de gestão de estoque, dentre outros. Essa inovação proporcionará atender às respostas necessárias às mudanças que o ambiente exige.

Portanto, todas as atividades incluídas na logística possibilitam incrementar a lucratividade com enfoque na redução dos custos, devido à impulsão gerada pelas mudanças decorrentes no ambiente competitivo.

## 2.2 Resíduos

Zanta e Ferreira (2003), apontam que a origem dos resíduos sólidos nas cidades ocorre em residências, áreas comerciais, estabelecimentos de saúde, industriais: de limpeza pública (varrição, capina, poda e outros); da construção civil e, finalmente as agrícolas, sendo que, os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais e os resíduos de limpeza pública são encaminhados para aterros sob responsabilidade do poder municipal, já os resíduos de origem não domiciliar, como é o exemplo dos resíduos de saúde e da construção civil, são de responsabilidade do gerador e estão sujeitos a legislação específica vigente.

Os materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos são classificados em 12 categorias distintas. A Tabela 1 apresenta essas categorias aliadas a exemplos de materiais que podem compor cada categoria.

**Tabela 1:** Categorias de resíduos sólidos urbanos e seus respectivos exemplos

<b>Categoria</b>	<b>Exemplos</b>
Matéria orgânica putrescível	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de rafia.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, embalagens de produtos de beleza, embalagens de produtos alimentícios.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não-ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tábuas, palitos de fósforos, palitos de picolé, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couro e borracha	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tintas, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel-carbono, filme fotográfico.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêlos, embalagens de anestésicos, luvas.
Pedra, terra e cerâmica	Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa-vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação.

**Fonte:** Zanta e Ferreira, 2003, p.8

A determinação dos materiais presentes nos resíduos sólidos e sua proporção denomina-se composição gravimétrica.

“Refere-se às porcentagens das várias frações normalmente presentes nos resíduos domésticos de uma área geográfica, tais como papel, papelão, plástico mole, plástico duro, metal ferroso/alumínio, vidro, matéria orgânica e outros constituintes” (MONTEIRO et al, 2001).

Fernando et al (2012. p.337), pondera que a caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de extrema importância, pois viabiliza a aferição dos materiais presentes nos resíduos gerados, possibilitando constatar acerca da viabilidade da implantação da coleta seletiva; dos recursos humanos necessários; da aquisição de viaturas; da definição das dimensões das instalações necessárias para reciclagem, compostagem e destinação adequada dos resíduos sólidos. Ficando claro que a geração de resíduos está atrelada a aglomeração de pessoas nos municípios e com o constante crescimento das cidades a geração dos resíduos acarreta em problemas para a administração pública.

Santaella (2014, p.14), comenta que do ponto de vista sanitário e ambiental as medidas de coleta e destinação quando são aplicadas de forma errada na gestão e

gerenciamento dos resíduos pode causar efeitos negativos à população, pois, ocorre o risco de contaminação do solo, do ar, da água e a proliferação de doenças.

Cavalcanti (2014), afirma que o plano nacional de resíduos sólidos foi criado com a intenção de reduzir os resíduos ou em alguns casos fazer o reaproveitamento a partir do descarte correto onde é feita a segregação dos materiais. No plano criado em 2010 está estabelecido que, somente o que não for passível de ser reaproveitado pela reciclagem ou compostagem deve ser descartado, e quando possível implantar a logística reversa, onde os municípios ficam responsáveis por promover o descarte correto dos resíduos sólidos (PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010).

De acordo com o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos deve-se buscar a forma correta de destinação de resíduos por duas formas.

“O processo recomendado para a disposição adequada do lixo domiciliar é o aterro, existindo dois tipos: os aterros sanitários e os aterros controlados. A diferença básica entre um aterro sanitário e um aterrocontrolado é que este último prescinde da coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e queima do biogás.” (GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS).

Desta forma pode-se entender que, parte dos problemas relacionados ao lixo pode ser minimizado quando a população tem a consciência de fazer a separação correta dos resíduos antes de efetuar o descarte, por outro lado também é importante que as cidades tenham um processo adequado de coleta e descarte desses elementos, pois de nada adiantaria a população fazer a separação do lixo e o município não realizar a coleta e destinação apropriada.

### 2.3 Problemas de roteirização

Um problema que as empresas de transporte enfrentam é a questão da roteirização, onde a intenção principal é minimizar o custo total através do planejamento dos possíveis caminhos de transporte entre origens e destinos, considerando suas disponibilidades de envio e suas restrições de recebimento, esse problema logístico pode ser analisado através da pesquisa operacional utilizando o problema de transporte como ferramenta de estudo. Situações deste tipo são idênticas ao problema do caixeiro viajante estudado nos problemas de otimização, onde busca-se fazer o roteamento sobre os pontos de demanda e oferta com o menor custo dentro do menor tempo possível atendendo as necessidades de determinado caso (GOLDBARG E LUNA, 2005).

Os problemas de transporte geralmente necessitam de otimização em seus processos para reduzir os gastos buscando o menor caminho para o transporte atendendo as necessidades entre origem e destino e essa avaliação pode ser feita com base em modelos matemáticos onde se aplica a programação linear.

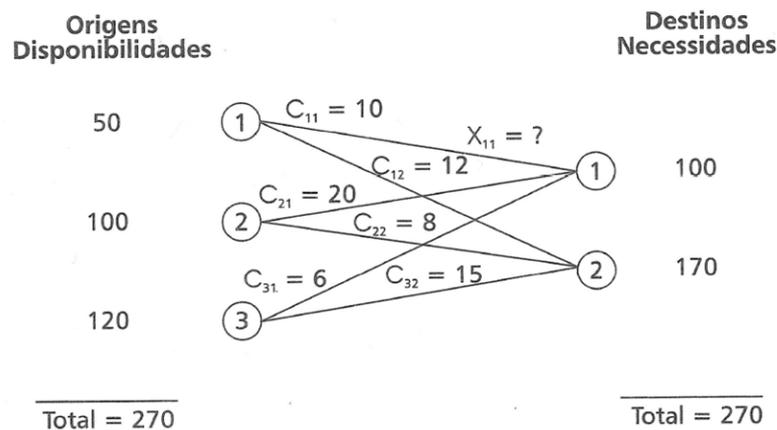
Os problemas de programação linear são parte de uma categoria de problemas de programação matemática, onde a função objetivo e as restrições podem ser representadas por funções lineares e a aplicação da programação linear tem o intuito de estabelecer um plano otimizado que represente a melhor solução entre todas as soluções possíveis do problema.

A pesquisa operacional demonstra também a existência de sistemas que não obedecem às condições de oferta e demanda, onde existe a necessidade de criar origens e destinos auxiliares para receber a diferença entre oferta e demanda, e os

custos para a esta operação auxiliar deve ser zero. Nesta solução são demonstradas as quantidades que serão transportadas e qual a quantidade que não será entregue a partir da origem ou destino auxiliar (SILVA 2010).

A estrutura de um modelo de problema de transporte pode ser demonstrada em um exemplo simples. Se considerar que três fontes de um determinado produto devem ser transportadas para dois destinos e a intenção é minimizar o custo total da operação, como mostra a Figura 3, deve-se levar em conta conhecer os custos unitários do transporte de cada origem para cada destino ( $C_{ij}$  – custo unitário de transporte da origem  $i$  para o destino  $j$ ), devendo assim, decidir quanto transportar de cada origem para cada destino ( $X_{ij}$  – quantidade a ser transportada da origem  $i$  para o destino  $j$ ).

**Figura 3:** Modelo de Problema de Transporte



Fonte: Maculan e Pereira (1980).

Cunha (2000), aponta que o primeiro problema de roteirização estudado foi do caixeiro viajante, que consiste na busca de roteiros ou destinos a serem visitados, minimizando a distância total percorrida e assegurando que cada local seja visitado exatamente uma vez. Com o passar do tempo, novas restrições foram sendo incorporadas ao problema, melhorando a representação dos problemas de roteirização de pessoas e veículos, onde é levado em consideração as restrições de horário de atendimento, capacidade das frotas, duração máxima dos roteiros dos veículos considerando tempo e distância e o tipo de veículo que pode atender determinado cliente.

Fernandez *et al* (2011), coloca a roteirização como um processo para determinar a sequência de paradas a serem cumpridas por veículos de uma frota, onde o objetivo é utilizar pontos geográficos predeterminados que necessitam de atendimento. Dentro deste enfoque, a roteirização também pode ser vista como uma rede de transportes representada por nós ou arcos que devem ser servidos por uma frota de veículos.

O objetivo do estudo de Novaes *et al* (2014), é investigar a distribuição regional de produtos refrigerados, onde o distrito de distribuição urbana está localizado a cerca de 84 km do depósito base, atendendo uma área aproximada de 73 km, onde 12 lojas de varejo estão localizadas. A sequência ótima de pontos a ser visitada é obtida com um algoritmo (Problema do Caixeiro Viajante), que produz o ciclo mais curto, que inclui, nesta aplicação, todos os pontos de venda, mais o depósito. A busca por uma sequência de roteamento de veículos ideal requer um grande número de combinações de avaliações. Por outro lado, o processo de obter

dados precisos não é uma tarefa simples, pois requer configurações especiais, testes de campo elaborados, e também, pode ser utilizado como alternativa de simulação, o uso de software.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A pesquisa classifica-se quanto abordagem do problema, como sendo do tipo exploratória e descritiva.

A pesquisa exploratória por sua vez:

As pesquisas exploratórias de todos os tipos de pesquisa, estas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas (GIL, 2008, p.28).

A pesquisa descritiva busca:

As pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. São também as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos etc. (GIL, 2008, p.28).

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca constante por soluções relacionadas a coleta e destinação dos resíduos está presente em todas as administrações públicas, levando em considerações questões como os custos envolvidos e a capacidade dos equipamentos de coleta assim como dos locais de recebimento dos resíduos. O processo de roteirização leva em consideração minimizar os impactos sofridos no processo de coleta e descarte dos resíduos.

O problema da administração pública tem início ao mensurar a quantidade de caminhões que serão utilizados para fazer a coleta e posteriormente em distribuir esses equipamentos na cidade, onde deve-se distribuir os caminhões por localidades assim como fazer a programação dos horários que será efetuada a coleta. Uma questão que deve ser levada em consideração são os horários de maior movimentação na região central da cidade, os responsáveis pela roteirização devem programar a coleta de forma que não causem transtornos para a população, nos bairros a questão de horário se torna mais flexível tendo em vista a menor circulação de veículos.

Através da aplicação de modelos matemáticos, referentes ao problema de transporte mais especificamente ao problema de roteirização de veículos, é possível apresentar sugestões de otimização, tanto para a localização de pontos de coleta destinados a coleta de resíduos sólidos urbanos dentro de uma área previamente estabelecida no município, bem como uma rota que leve os veículos a percorrer uma distância mínima para a execução desta tarefa.

Por meio de um mapeamento promovido pelo município é possível estabelecer uma rede abrangendo a região central e os bairros na busca de uma

matriz de distâncias que servirá como banco de dados para o modelo matemático fazer as simulações necessárias na busca da solução ótima para a roteirização.

Fica claro assim, que a roteirização para o sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos é de fundamental importância, pois para a administração pública ela contribui nas questões econômicas de forma a mapear o melhor roteiro possibilitando a economia e agilidade no processo, e para a comunidade atendida traz o benéfico de saber os dias e horários que a coleta será realizada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição deste trabalho é demonstrar a importância da roteirização nos processos de coleta de resíduos, partindo desse pressuposto pode-se deixar como sugestão para trabalhos futuros buscar as rotas que visem melhorar a eficiência do programa de coleta trazendo economia para o município e possivelmente reduzindo os poluentes que são lançados na atmosfera durante o processo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2010.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Tradução Elias Pereira. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CAVALCANTI, H. **Entenda o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Rede Brasil Atual**, 2014. Disponível em: <http://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2014/08/entenda-o-plano-nacional-de-residuos-solidos-n-9118.html>. Acesso em: 27 mar 2018.

CUNHA, Claudio Barbieri da. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. Departamento de Engenharia de Transporte – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo 2000. Disponível em [http://sites.poli.usp.br/ptr/ptr/docentes/cbcunha/files/roteirizacao\\_aspectos\\_praticos\\_CBC.pdf](http://sites.poli.usp.br/ptr/ptr/docentes/cbcunha/files/roteirizacao_aspectos_praticos_CBC.pdf) Acesso em: 28 mar 2018.

DORNIER, Philippe-Pierre, *et al.* **Logística e operações globais: textos e casos**. Tradução Arthur Itagaki Utiyama, 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDBARG, Marco Cesar, LUNA, Henrique Pacca. **Otimização Combinatória e Programação Linear** 2 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2005.

FERNANDES, Barbara Coutinho; GALAMBA, Fernanda Heloise; TOSTA, Lucas Irineu; LIMA, RENATO DA Silva. Impactos da utilização de centros de distribuição na logística de distribuição de produtos acabados.

FERNANDO, Agostinho et al. **Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Maxixe-Moçambique**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 13, n. 42 jun/2012 p. 335–345. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17460>

Acesso em: 29 mar 2018

**Journal of Transport Literature**, Volume. 5, n. 3, pp. 163-181, 2011. Disponível em: [http://www.pesquisaemtransportes.net.br/relit/index.php/relit/article/view/jv5n3p8/pdf\\_19](http://www.pesquisaemtransportes.net.br/relit/index.php/relit/article/view/jv5n3p8/pdf_19) Acesso em: 28 mar 2018

MACULAN Filho, N.; PEREIRA, M. V. F. Programação Linear. São Paulo: Editora Atlas, 1980.

MARTINS, Petrônio G, LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2 ed. rev., aum. e atual, São Paulo: Saraiva, 2005.

MONTEIRO, J. H. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001, 197p. Disponível em:

<http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/573/1/manual.pdf>

Acesso em 30 mar 2018

MCDUGALL, F. R. **Integrated solid waste management: a life cycle inventory**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, 2001. 513 p.

NOVAES, Antônio G.N; LIMA, Orlando F. Jr; CARVALHO, Carolina C. de; BEZ, Edson T. Thermal performance of refrigerated vehicles in the distribution of perishable food. **World Conference on Transport Research**, 2014.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pope/v35n2/1678-5142-pope-35-02-00251.pdf>

Acesso em: 28 mar 2018

PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf) Acesso em 28 mar 2018.

SANTAELLA, Sandra Tédde. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira**. Fortaleza: Lobomar / Nave, 2014.

SILVA, Ermes Medeiros de; et al. **Pesquisa Operacional: Programação Linear e Simulação**– 4. Ed. – São Paulo: Atlas, 2010

ZANTA, V.M.; FERREIRA, C.F.A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. In: PROSAB. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Florianópolis: [s.n.], 2003. p. 1-18

MANUAL GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Gestão integrada de resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.aliancatransportes.com.br/images/uploads/downloads/2e1aa4e3f395a9adb17cca751a88fb03.pdf>. Acesso em 10 abr 2018

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."