



## COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: SISTEMAS DE OTIMIZAÇÃO DE ROTAS

**Thelma Pretel Brandão Vecchi**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
e-mail: thelma@utfpr.com

**Flávia Aparecida Reitz Cardoso**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
e-mail: reitz@utfpr.com

**Luiz Mário Matos Jorge**

Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
email: lmmjorge@uem.br

**Mauro Antônio da Silva Sá Ravagnani**

Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
email: massravagnani@uem.br

**Paulo Roberto Paraíso**

Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
email: prparaíso@uem.br

Este trabalho propõe duas abordagens diferentes para o problema de otimização de rotas dos veículos de coleta de resíduos sólidos urbanos. Esta otimização visa a redução da distância percorrida e a emissão de poluentes pelos veículos. Matematicamente, este é um problema de otimização combinatória que apresenta um grande número de variáveis e restrições, o que muitas vezes dificulta a sua solução, fato que justifica a utilização de métodos heurísticos na maioria dos trabalhos desta área. As duas abordagens propostas envolvem modelagem matemática. A primeira considera um modelo de Programação Linear Mista Inteira (PLMI), conhecido como um Problema de Roteamento de Veículos (PRV) e classificado como um Problema de Roteamento em Nós (PRN). A segunda consiste de uma abordagem sequencial em três fases: a primeira fase realiza o agrupamento dos arcos (trechos das ruas) que devem ser atendidos pelos caminhões, com base em um modelo adaptado do Problema das P-medianas, (Programação Linear Inteira Binária - PLIB); na segunda fase é aplicado um modelo para o Problema de Roteamento em Arcos Capacitados (*Capacitated Arc Routing Problem* - CARP), formulado como um problema de PLMI, classificado como um Problema de Roteamento em Arcos (PRA); na terceira fase é aplicado um algoritmo adaptado do algoritmo de Hierholzer (Hierholzer-Vecchi) para obter o roteiro dos veículos. As duas abordagens desenvolvidas foram aplicadas aos dados da região central de uma cidade brasileira de médio porte e proporcionaram soluções viáveis, mais econômicas e em bom tempo computacional, as quais, se colocadas em prática, poderão proporcionar benefícios ao meio ambiente, à população, bem como economia aos cofres públicos.

**PALAVRAS-CHAVE.** Otimização de rotas, Problema de roteamento de veículos, Coleta de resíduos sólidos.