Lucas Fernando Vaquero Roviriego

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Transportes.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar

São Carlos
2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José Carlos e Maria do Carmo pela presença sempre constante na minha vida. São eles, definitivamente, a inspiração que me faz alcançar meus sonhos.

Agradeço à minha família, principalmente meus queridos irmãos, Melissa e Daniel, pela total compreensão e apoio incondicional às minhas decisões e pontos de vista, mesmo que muitas vezes equivocados.

Um agradecimento especial ao grande mestre: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar, que sempre esteve solícito e disposto a me ajudar a compreender os meandros desta pesquisa assim como por todas às conversas esclarecedoras que tivemos.

Agradeço ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual este trabalho não existiria.

À Coordenadora do programa de coleta seletiva municipal: Flávia Thiemerman, por disponibilizar informações importantes ao andamento desta pesquisa.

Aos amigos do NUMA da Escola de Engenharia de São Carlos, na figura do amigo Américo Guelere, e do Colaborative Resource Center 281 da Universidade Técnica de Berlim, particularmente ao Dipl.-Ing Carsten Franke. À Profa.Dra. Maria Zanin por suas sugestões preciosas assim como ao Prof. Amadeu Logarezzi e Graziele de Mônaco pela contribuição bibliográfica. Ao Prof. Dr. Antonio Nélson Rodrigues da Silva pelo apoio em todas as questões, principalmente no que diz respeito ao SIG.

Agradeço aos amigos que estiveram sempre presentes em todos os momentos: os grandes amigos da República Rodox (aos grandes irmãos: band, miséria, gordo, alemão, zola, turco, dodói, charlie, jerço, zini, ney, alba; enfim, todos os moradores e ex moradores, sem distinção), da República Rodox Pós, da República Mosteiro assim como todos os seus agregados, por me acolherem por esses anos; aos amigos de Catanduva pelo companheirismo inabalável; e aos amigos, professores e funcionários do Departamento de Transportes pela constante ajuda e amizade, sempre nos momentos difíceis.

À minha querida Lia, cuja paciência e carinho impulsionaram este trabalho.

RESUMO

ROVIRIEGO, L. F. V. (2005). *Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares.* Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

Os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos prevêem fases que envolvem desde a sua geração até a disposição final. A atividade de coleta seletiva de materiais previamente segregados é uma parte importante deste gerenciamento. Os custos envolvidos neste tipo de coleta, normalmente mais elevados que os custos da coleta regular, fazem com que esta prática não seja efetuada pela maioria dos municípios brasileiros. Esses municípios tampouco são beneficiados por parcerias privadas, uma vez que o retorno financeiro gerado pela venda do material reciclável geralmente não cobre os custos de coleta, triagem e transporte. A partir deste panorama, este trabalho busca oferecer uma contribuição para o melhor entendimento dos custos envolvidos na operação de coleta destes resíduos. Neste trabalho foram analisados os custos de três sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares: por pontos de entrega voluntária (PEVs), porta-a-porta, e um sistema híbrido entre os dois anteriores. A análise levou em conta os custos de transporte, que incluem custos operacionais e custos de capital para cada uma das alternativas. Um SIG-T foi utilizado para determinar a distância percorrida pelos veículos e uma metodologia para a determinação do custo total foi desenvolvida em função da quilometragem percorrida e quantidade de mão-de-obra e equipamentos utilizados. Conclui-se que o melhor método de coleta sempre estará intimamente ligado às características do local em que será implantado. Comparando os três sistemas, observou-se que para a área e para as condições apresentadas neste estudo, o sistema porta-a-porta se mostrou o mais eficaz.

Palavras chave: coleta seletiva, resíduos sólidos domiciliares; custos de coleta; SIG-T para a coleta de resíduos; logística reversa; SIG-T.

ABSTRACT

ROVIRIEGO, L. F. V. (2005). *Proposal of a methodology for cost evaluation of domestic solid waste selective collection systems.* MSc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

Urban solid waste management comprehends phases from its generation to its final disposal. The previously separated materials collection activity is an important part of this management. The costs involved in this type of collection, usually higher than conventional collection costs, make this practice not so used by Brazilian municipalities. These municipalities are neither benefited by private partnerships since the economic feedback from materials sale generally does not cover collection, separation and transport costs. From this point of view, this work seeks for a contribution to the best understanding of the involved costs in the collection operation activity. In this work the costs of three collection systems were studied: by voluntary delivery locations (VDLs), door-to-door, and a hybrid system between the preceding ones. The analysis took for granted the transportation costs to which one of the alternatives, which include operational costs and capital costs. A GIS-Trans had been used to define the traveled distance by the collection vehicles, and a cost determination methodology was developed as function of the traveled distance and the amount of labor and equipments used. It's concluded that the choice of the best collection method will always be related with implementation area peculiarities. Comparing the three collection systems described above, the door-to-door system is showed to be more efficient for the presented area and conditions assumed for this study.

Keywords: household solid waste, selective collection, collection costs, GIS-Trans for waste collection; reverse logistics; GIS-Trans.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. O PROCESSO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUAS INTER-RELAÇÕES 18

FIGURA 2. DIREÇÃO DAS RUAS DA CIDADE REPRESENTADAS PELAS SETAS (À ESQUERDA) E BASE DE DADOS COM OS NOMES DAS RUAS (À DIREITA) .. 43

FIGURA 3. CAIXA DE DIÁLOGO PARA A CRIAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTES..... 44

FIGURA 4. MATRIZ DE ROTEIRIZAÇÃO E CAIXA DE DIÁLOGO DO PROCEDIMENTO DE CRIAÇÃO DA MATRIZ DE ROTEIRIZAÇÃO..... 45

FIGURA 5. ROTEAMENTO APLICADO AOS SISTEMAS, DA ESQUERDA PARA A DIREITA, SISTEMA PORTA-A-PORTA, SISTEMA POR PEV E SISTEMA HÍBRIDO. 46

FIGURA 6. ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS PEVS E DOS PONTOS DE COLETA DO SISTEMA HÍBRIDO 48

FIGURA 7. CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A CRIAÇÃO DA MATRIZ DE CUSTOS E PARA A LOCALIZAÇÃO DAS LIXEIRAS..... 49

FIGURA 8. TABELA DA CAMADA DE PONTOS COM OS CAMPOS NECESSÁRIOS PARA EXECUTAR A ROTINA DO PROBLEMA DE TRANSPORTE..... 50

FIGURA 9. CAIXA DE DIÁLOGO DA ROTINA QUE RESOLVE O PROBLEMA DO TRANSPORTE (A ESQUERDA) E REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DAS RESIDÊNCIAS ATENDIDAS POR CADA PONTO (A DIREITA)..... 51

FIGURA 10. PROCEDIMENTO DE CLUSTERIZAÇÃO PARA DIVIDIR OS PONTOS OU RUAS DA ÁREA EM ESTUDO EM ÁREAS MENORES 52

FIGURA 11. CAIXA DE DIÁLOGO PARA A CRIAÇÃO DA MATRIZ DE ROTEIRIZAÇÃO USADA NO PROCEDIMENTO DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS 53

FIGURA 12. BASE DE DADOS DA CAMADA DE PONTOS PREPARADA PARA A EXECUÇÃO DA ROTINA DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS 54

FIGURA 13. TABELA DE VEÍCULOS COM AS INFORMAÇÕES DOS VEÍCULOS A SEREM UTILIZADOS NO PROCEDIMENTO..... 55

FIGURA 14. ABAS DA CAIXA DE DIÁLOGO DA ROTINA DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS 56

FIGURA 15. ITINERÁRIOS GERADOS PELA ROTEIRIZAÇÃO DOS VEÍCULOS E A ROTA INDICADA NO MAPA 57

FIGURA 16. RELATÓRIO DO PROCEDIMENTO COM OS PONTOS ÓRFÃOS INDICADOS.. 57

FIGURA 17. BASE DE DADOS DA CAMADA DE *LINKS* PREPARADA PARA A EXECUÇÃO DE ROTINA DE ROTEIRIZAÇÃO EM ARCO 60

FIGURA 18. CAIXA DE DIÁLOGO DA ROTINA DE ROTEIRIZAÇÃO EM ARCO (ABAIXO) E CAIXA DE DIÁLOGO COM AS PENALIDADES IMPOSTAS AOS MOVIMENTOS DO VEÍCULO NA REDE DE TRANSPORTES (ACIMA)..... 60

FIGURA 19. RESULTADOS DA ROTINA DE ROTEIRIZAÇÃO EM ARCO: ROTA MOSTRADA COMO UMA CAMADA DO MAPA E RELATÓRIO COM ITINERÁRIO 61

FIGURA 20. DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE O PONTO DE FIM/INÍCIO DAS ROTAS ATÉ A GARAGEM 62

FIGURA 21. ÁREA ESCOLHIDA PARA AS SIMULAÇÕES DE COLETA (EM VERMELHO) E ÁREAS EM QUE AS COOPERATIVAS DE COLETA SELETIVA ATUAM (EM AMARELO, VERDE E VERMELHO) NA CIDADE DE SÃO CARLOS..... 74

FIGURA 22. MAPA PARA O SISTEMA POR PEVS - SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DIVIDIDA EM ÁREAS MENORES E OS PONTOS INDICANDO OS PEVS SEPARADOS EM PEQUENAS ÁREAS 79

FIGURA 23. MAPA PARA O SISTEMA PORTA A PORTA - SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO SEPARADA EM ÁREAS MENORES E OS PONTOS INDICANDO AS RESIDÊNCIAS ATENDIDAS POR CADA ÁREA 79

FIGURA 24. MAPA PARA O SISTEMA HÍBRIDO - SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO COMO PONTOS INDICANDO AS RESIDÊNCIAS ATENDIDAS POR CADA ÁREA E OS PONTOS DE PARADA PARA CADA ÁREA 80

FIGURA 25. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 1 PARA OS CENÁRIOS PEV20, PEV40, PEV60 E PEV80 87

FIGURA 26. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA OS CENÁRIOS PEV20, PEV40 E PEV60 88

FIGURA 27. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA OS CENÁRIOS PEV20, PEV40, PEV60 E PEV80 88

FIGURA 28. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA OS CENÁRIOS PEV20, PEV40 E PEV60 89

FIGURA 29. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA OS CENÁRIOS PEV20, PEV40, PEV60, PEV80 E PEV100 89

FIGURA 30. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA O CENÁRIO PEV80 90

FIGURA 31. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO PEV80 90

FIGURA 32. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 1 PARA O CENÁRIO PEV100 91

FIGURA 33. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA O CENÁRIO PEV100 91

FIGURA 34. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIO PEV100 92

FIGURA 35. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO PEV100 92

FIGURA 36. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 1 PARA OS CENÁRIOS POR20, POR40, POR60, POR80 E POR100 94

FIGURA 37. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA OS CENÁRIOS POR20, POR40, POR60 E POR80 94

FIGURA 38. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA OS CENÁRIOS POR20, POR40 E POR60 95

FIGURA 39. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA OS CENÁRIOS POR20, POR40 E POR60 95

FIGURA 40. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA OS CENÁRIOS POR20, POR40 E POR60 96

FIGURA 41. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIO POR80. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 96

FIGURA 42. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO POR80. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 97

FIGURA 43. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA O CENÁRIO POR80. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 97

FIGURA 44. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA O CENÁRIO POR100. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 98

FIGURA 45. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIO POR100. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 98

FIGURA 46. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO POR100. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 99

FIGURA 47. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA O CENÁRIO POR100. NO DETALHE O CAMINHO MÍNIMO ENTRE O FIM DA 1ª ROTA - DEPÓSITO – INÍCIO DA 2ª ROTA 99

FIGURA 48. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 1 PARA O CENÁRIOS HIB20, HIB40, HIB60, HIB80 E HIB100 101

FIGURA 49. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA O CENÁRIOS HIB20, HIB40, HIB60 E HIB80 101

FIGURA 50. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIOS HIB20, HIB40 E HIB60 102

FIGURA 51. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIOS HIB20, HIB40 E HIB60 102

FIGURA 52. ROTA DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA O CENÁRIOS HIB20, HIB40 E HIB60 103

FIGURA 53. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIO HIB80..... 103

FIGURA 54. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO HIB80..... 104

FIGURA 55. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA O CENÁRIO HIB80..... 104

FIGURA 56. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 2 PARA O CENÁRIO HIB100... 105

FIGURA 57. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 3 PARA O CENÁRIO HIB100... 105

FIGURA 58. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 4 PARA O CENÁRIO HIB100... 106

FIGURA 59. ROTAS DO VEÍCULO DE COLETA NA ÁREA 5 PARA O CENÁRIO HIB100... 106

FIGURA 60. CUSTO TOTAL MENSAL DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS, DE ACORDO COM OS PARÂMETROS DE CUSTO DEFINIDOS INICIALMENTE 108

FIGURA 61. CUSTO POR QUILÔMETRO PERCORRIDO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS, DE ACORDO COM OS PARÂMETROS DE CUSTO DEFINIDOS INICIALMENTE..... 108

FIGURA 62. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DE CADA SISTEMA 109

FIGURA 63. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS, DE ACORDO COM OS PARÂMETROS DE CUSTO DEFINIDOS INICIALMENTE..... 111

FIGURA 64. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS, DE ACORDO COM OS PARÂMETROS DE CUSTO DEFINIDOS INICIALMENTE..... 111

FIGURA 65. VOLUME COLETADO POR QUILÔMETRO PERCORRIDO NOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS 112

FIGURA 66. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS FIXOS DE CADA SISTEMA COM OS PARÂMETROS DE CUSTO PROPOSTOS INICIALMENTE E COM DEMANDA MÁXIMA (100%)..... 112

FIGURA 67. CUSTO TOTAL MENSAL DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO 114

FIGURA 68. CUSTO POR QUILÔMETRO PERCORRIDO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO 114

FIGURA 69. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO 114

FIGURA 70. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO 115

FIGURA 71. CUSTO TOTAL MENSAL DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO E TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA 116

FIGURA 72. CUSTO POR QUILÔMETRO PERCORRIDO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO E TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA 116

FIGURA 73. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO E TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA 116

FIGURA 74. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO E TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA 117

FIGURA 75. CUSTO TOTAL MENSAL DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO, TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA E SEM ENCARGOS SOBRE A MÃO-DE-OBRA 118

FIGURA 76. CUSTO POR QUILÔMETRO PERCORRIDO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO, TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA E SEM ENCARGOS SOBRE A MÃO-DE-OBRA 118

FIGURA 77. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO E DE TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDO E SEM ENCARGOS SOBRE A MÃO-DE-OBRA 119

FIGURA 78. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA DOS 3 SISTEMAS DE COLETA, PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS COM O PARÂMETRO DE VIDA ÚTIL AUMENTADO, TAXA DE REMUNERAÇÃO REDUZIDA E SEM ENCARGOS SOBRE A MÃO-DE-OBRA 119

FIGURA 79. CUSTO TOTAL MENSAL PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE CONTÊINERES 123

FIGURA 80. CUSTO POR QUILÔMETRO PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE CONTÊINERES 124

FIGURA 81. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE CONTÊINERES 124

FIGURA 82. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA PELO SISTEMA PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE CONTÊINERES 124

FIGURA 83. CUSTO TOTAL MENSAL DE CADA CENÁRIO DOS 3 SISTEMAS COM AS VARIAÇÕES NAS CONFIGURAÇÕES DOS CONTÊINERES DO SISTEMA PEV 126

FIGURA 84. CUSTO POR QUILÔMETRO DE CADA CENÁRIO DOS 3 SISTEMAS COM AS VARIAÇÕES NAS CONFIGURAÇÕES DOS CONTÊINERES DO SISTEMA PEV 127

FIGURA 85. CUSTO POR METRO CÚBICO COLETADO DE CADA CENÁRIO DOS 3 SISTEMAS COM AS VARIAÇÕES NAS CONFIGURAÇÕES DOS CONTÊINERES DO SISTEMA PEV 127

FIGURA 86. CUSTO POR RESIDÊNCIA ATENDIDA DE CADA CENÁRIO DOS 3 SISTEMAS COM AS VARIAÇÕES NAS CONFIGURAÇÕES DOS CONTÊINERES DO SISTEMA PEV 128

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. DIFERENTES SISTEMAS DE COLETA DE RESÍDUOS E SUAS RESPECTIVAS DESCRIÇÕES E APLICAÇÕES. 27

TABELA 2. COMPARAÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE COLETA DE RECICLÁVEIS. 31

TABELA 3. VANTAGENS DA COLETA SELETIVA MISTURADA *VERSUS* SEPARADA 32

TABELA 4. CAMPOS A SEREM PREENCHIDOS NA BASE DE DADOS DA CAMADA DA GARAGEM (CAMADA DE PONTOS) 53

TABELA 5. CAMPOS ADICIONAIS A SEREM PREENCHIDOS NA BASE DE DADOS DA CAMADA DOS PONTOS DE COLETA E DEPÓSITOS (CAMADA DE PONTOS) 54

TABELA 6. TABELA DE VEÍCULOS 55

TABELA 7. CAMPOS A SEREM PREENCHIDOS NA BASE DE DADOS DA CAMADA DOS *LINKS* SERVIDOS PELA COLETA (CAMADA DE LINHAS) 58

TABELA 8. CAMPOS OPCIONAIS A SEREM PREENCHIDOS NA BASE DE DADOS DA CAMADA DOS *LINKS* SERVIDOS PELA COLETA (CAMADA DE LINHAS) 59

TABELA 9. CAMPOS A SEREM PREENCHIDOS NA BASE DE DADOS DA CAMADA DE PONTOS QUE LOCALIZAM OS DEPÓSITOS (CAMADA DE PONTOS) 59

TABELA 10. CENÁRIOS ANALISADOS 76

TABELA 11. PARÂMETROS DE CUSTO: CUSTOS FIXOS DE CAPITAL 77

TABELA 12. PARÂMETROS DE CUSTO: CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS 77

TABELA 13. PARÂMETROS DE CUSTO: CUSTOS VARIÁVEIS 78

TABELA 14. PARÂMETROS DE CUSTO: CUSTOS ADMINISTRATIVOS 78

TABELA 15. DADOS DE ENTRADA NA PLANILHA DE CUSTOS 80

TABELA 16. PLANILHA DE CÁLCULO DOS CUSTOS FIXOS 81

TABELA 17. CÁLCULO DOS CUSTOS VARIÁVEIS 83

TABELA 18. CÁLCULO DOS CUSTOS ADMINISTRATIVOS 83

TABELA 19. CÁLCULO DO CUSTO TOTAL, POR QUILÔMETRO, POR METRO CÚBICO COLETADO E POR RESIDÊNCIA ATENDIDA 84

TABELA 20. RESULTADOS DAS ROTINAS DE ROTEIRIZAÇÃO PARA AS VARIAÇÕES DA DEMANDA PROPOSTAS PARA O SISTEMA POR PEVS 86

TABELA 21. RESULTADOS DAS ROTINAS DE ROTEIRIZAÇÃO PARA AS VARIAÇÕES DA DEMANDA PROPOSTAS PARA O SISTEMA PORTA-A-PORTA 93

TABELA 22. RESULTADOS DAS ROTINAS DE ROTEIRIZAÇÃO PARA AS VARIAÇÕES DA DEMANDA PROPOSTAS PARA O SISTEMA HÍBRIDO 100

TABELA 23. CAPACIDADES, CUSTOS E CONFIGURAÇÕES PREVISTAS PARA DIFERENTES TIPOS DE CONTÊINERES 120

TABELA 24. PARA CADA CONFIGURAÇÃO DE CONTÊINERES, A QUANTIDADE DE CADA TIPO DE CONTÊINER E A CAPACIDADE INSTALADA 122

TABELA 25. CUSTOS DE CADA COMBINAÇÃO DE CONTÊINERES 123

TABELA 26. CUSTOS DE TODOS OS SISTEMAS E DE CADA COMBINAÇÃO DE CONTÊINERES 126

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1. OBJETIVOS DESTE TRABALHO 13
1.1.1. Objetivo geral 13
1.1.2. Objetivos específicos 13
1.2. JUSTIFICATIVA 14

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16

2.1. OS RESÍDUOS SÓLIDOS 16
2.2. A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E A COLETA SELETIVA 18
2.2.1. A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos 18
2.2.2. A coleta seletiva 22
2.3. A ROTEIRIZAÇÃO DOS VEÍCULOS DE COLETA 35
2.4. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG 37
2.5. OS CUSTOS DA COLETA DE RESÍDUOS 38

3. MATERIAIS E MÉTODOS 41

3.1. SISTEMAS DE COLETA SELETIVA A SEREM ESTUDADOS 41
3.2. UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE ROTEIRIZAÇÃO 42
3.2.1. Obtenção da base de dados geográfica 42
3.2.2. Atualização do sistema viário e determinação do sentido de fluxo dos links 43
3.2.3. Preenchimento da base de dados 44
3.2.4. Descrição e utilização das rotinas do software SIG utilizado 45
3.2.4.1 Rotina Facility Location 47
3.2.4.2 Rotina Transportation Problem 49
3.2.4.3 Rotina Clustering 51
3.2.4.4 Rotina Vehicle Routing 53
3.2.4.5 Rotina Arc Routing 58
3.3. CUSTOS DE TRANSPORTES NA COLETA DE RESÍDUOS 63
3.3.1. Custos operacionais 63
3.3.1.1. Custos operacionais fixos 63
3.3.1.2. Custos operacionais variáveis 67
3.3.2. Custos de capital 69
3.3.3. Custos administrativos 71

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO 72

4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER ESTUDADA 72
4.1.1. Determinação da demanda residencial aproximada de São Carlos 74
4.1.2. Definição dos cenários a serem analisados 75
4.1.3. Parâmetros de custo utilizados 77
4.2. APLICAÇÃO DAS ROTINAS DO SOFTWARE 78
4.3. PLANILHAS DE CUSTO PARA CADA CENÁRIO 80
4.4. PROBLEMAS OBSERVADOS 84

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 86

5.1. RESULTADOS DAS ROTINAS DE ROTEAMENTO 86
5.1.1. Sistema por PEVs 86
5.1.2. Sistema Porta-a-Porta 93

5.1.3. Sistema Híbrido *100*
5.2. OS CUSTOS DE CADA CENÁRIO 107
5.2.1. Custos de acordo com os parâmetros inicialmente propostos *107*
5.2.2. Custos com os parâmetros vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses) *113*
5.2.3. Custos com os parâmetros da vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses) e parâmetro da taxa de remuneração do capital investido diminuída pela metade (crédito mais barato) *115*
5.2.4. Custos com os parâmetros da vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses), parâmetro da taxa de remuneração do capital investido diminuída pela metade (crédito mais barato) e sem considerar encargos sobre a mão-de-obra (cooperativa) *117*
5.3. COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DO SISTEMA POR PEVS PARA ALGUMAS VARIAÇÕES NOS TIPOS DE CONTÊINERES UTILIZADOS 120
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 129
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 132
APÊNDICES 138
ANEXOS 186

1. INTRODUÇÃO

O maior propósito da coleta seletiva é a reintegração dos materiais constituintes dos bens de pós-consumo, contribuindo para o processo de adequação da destinação dos resíduos urbanos.

No Brasil, a responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos domiciliares compete aos municípios, que enfrentam dificuldades no setor, como: o despreparo técnico e gerencial do pessoal designado para acompanhar todas as etapas que a questão dos resíduos sólidos exige; as dificuldades para a celebração de acordos intergovernamentais; à receita deficitária, o confronto permanente com os órgãos de controle ambiental; e à ausência de uma política de diretrizes para a gestão de resíduos sólidos no país envolvendo os três níveis de governo (LEITE, 1997).

Ainda segundo Leite (1997), o esforço de promoção da revalorização de resíduos deve incidir sobre:

- A investigação e o desenvolvimento de técnicas;

- A otimização dos sistemas de coleta e de triagem (coleta seletiva, triagem eletromecânica, etc.);

- A redução dos custos externos (coleta, triagem e transporte);

- A criação de mercados dos produtos provenientes da revalorização;

Apesar da coleta seletiva de resíduos sólidos ser apenas um instrumento auxiliar na gestão dos resíduos, e não uma medida definitiva para a solução do problema, esta atividade tem a característica de familiarizar a população com a questão dos resíduos sólidos e reintroduzir materiais na cadeia produtiva além, de gerar empregos e melhorar a qualidade de vida de catadores, que muitas vezes participam desses programas por meio de cooperativas e sobrevivem a partir da renda gerada pela venda do material reciclável.

O Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE (CEMPRE, 2004), mostra que a evolução da coleta seletiva no Brasil tem sido mais intensa nos últimos

anos. O envolvimento de prefeituras municipais tende a crescer na medida em que a população passa a cobrar uma postura mais pró-ativa de seus governantes. Em 1994, 81 municípios faziam a coleta seletiva em escala significativa. Em 1999 este número pulou para 135, e em 2002 ultrapassou a marca de 200. Dados recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica - IBGE (IBGE 2000a) apontam para 451 municípios, ou seja, cerca de 8% do total nacional. A reciclagem de resíduos urbanos se aproxima de 5%, com alguns tipos de materiais apresentando índices bastante elevados, como as latinhas de alumínio e o papelão.

Deluqui (1998) cita que a coleta de resíduos é uma das atividades mais importantes a serem desenvolvidas dentro de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo a sua importância decorrente de elevados custos operacionais (equipamentos e pessoal envolvido) bem como do aspecto estético a que está relacionada.

Portanto, que a sustentabilidade econômica é uma característica importante para o aperfeiçoamento de iniciativas como a coleta seletiva de resíduos sólidos. A considerável falta de publicações técnicas sobre os custos que incidem neste tipo de coleta motivou este trabalho.

1.1. OBJETIVOS DESTE TRABALHO

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para avaliar os custos de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares.

1.1.2. Objetivos específicos

- Aplicação um sistema de informação geográfica para a roteirização dos veículos de coleta seletiva de resíduos sólidos conferindo uma maior confiabilidade à análise;
- Comparação dos custos de transporte de três tipos de sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos;
- Analise de viabilidade, sob o ponto de vista operacional, de Pontos de Entrega Voluntária (PEV);

- Definição do posicionamento mais adequado dos coletores PEVs segundo o tipo de coleta e a facilidade para a entrega voluntária;
- Investigar a influência nos custos de transporte de diferentes combinações de coletores PEVs.

1.2. JUSTIFICATIVA

Na maioria dos municípios, o circuito dos resíduos sólidos apresenta características muito semelhantes, da geração à disposição final, envolvendo apenas as atividades de coleta regular, transporte e descarga final, em locais quase sempre selecionados pela disponibilidade de áreas e pela distância em relação ao centro urbano e às vias de acesso, ocorrendo a céu aberto, em valas etc. Em raras situações este circuito inclui procedimentos diferenciados: coleta seletiva, processos de compostagem, tratamento térmico etc., e, mesmo assim, frequentemente esses processos são mal planejados, o que dificulta a operação e torna-os inviáveis em curtíssimo prazo (LEITE, 1997).

Além disso, a coleta seletiva nas cidades brasileiras é uma prática relativamente recente, onde a maioria das iniciativas foi desenvolvida nos últimos anos. As peculiaridades locais estão sendo descobertas e a sustentabilidade econômica ainda não foi alcançada pela maioria desses programas.

Trabalhos que se aprofundem no tema e com isso desvendem suas particularidades, além de fornecerem subsídios para o tomador de decisões são de grande importância nesta fase da coleta seletiva no Brasil.

Cunha, C.[1] et al. (1995, apud Sarkis 2000), citam que "os serviços de limpeza absorvem entre 7 e 15% dos recursos de um orçamento municipal, dos quais 50% são destinados à coleta e ao transporte do resíduos sólidos". E este problema é agravado quando da terceirização do serviço de coleta.

---

[1] CUNHA, C. B., et al. (1995). Serviços de limpeza. In: JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/ Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE. Cap. 3, p37-71.

SARKIS, L. F. P. G. (2000). *Resíduos de serviços de saúde em cidades de médio porte: caracterização de sistemas de coleta e aplicação de um Sistema de Informação Geográfica na roteirização de veículos de coleta e transporte*. São Carlos. 216p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A análise da roteirização e otimização dos sistemas de coleta seletiva é uma maneira de reduzir os custos do processo, que freqüentemente é deficitário e de subsistência. Santos (1999) afirma que: "O ponto central na otimização de itinerários, em sistemas de entregas urbanas, fundamenta-se na resolução de questões relacionadas à administração da distribuição. Uma vez que alguns componentes de custos são de difícil redução na prática, o planejamento nos serviços de distribuição torna-se um canal de minimização de custos".

O custo da coleta seletiva é, geralmente, maior que o da coleta convencional, como mostrado em CEMPRE (2004) onde o custo médio por tonelada recicláveis coletados no ano de 2004 era de US$ 114,00, seis vezes maior que a coleta convencional, fazendo com que essa prática seja limitada, principalmente, às regiões Sudeste e Sul do Brasil. Além de existirem diferenças nos próprios municípios, pois, mesmo nas regiões mais desenvolvidas do país, esse tipo de coleta tende a ser eficiente e regular nas áreas centrais ou mais desenvolvidas economicamente, com problemas nas áreas de difícil acesso e periferias.

Justifica-se assim, o empenho em pesquisas visando o planejamento dos sistemas de manejo de resíduos em termos de qualidade dos serviços, racionalização da frota e pessoal, aumento da produtividade e redução de custos.

A topografia e o emaranhado urbano são uma influência importante na localização de pontos de coleta. A utilização de um Sistema de Informações Geográficas, através da representação da rede viária de uma cidade, pode conferir representatividade e fidelidade às condições reais em que os deslocamentos do veículo coletor ocorrem, o que permite simular alternativas de roteirização de veículos.

Uma abordagem baseada em um SIG se mostra útil para determinar o número e a localização de depósitos de material reciclável, em um sistema municipal integrado de gerenciamento de resíduos sólidos como mostrado em Valeo, Baetz e Tsanis (1998).

Este estudo, então, propõe uma ferramenta capaz de quantificar os custos de vários sistemas de coleta para que possam ser comparados, e a melhor alternativa encontrada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. OS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT, 2004a), NBR 10.004, define resíduos sólidos como:

"Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta 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 seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível."

Normalmente os resíduos sólidos são classificados segundo a sua origem, como: urbanos; industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários; resíduos agrícolas; resíduos de construção e demolição e resíduos radioativos (JARDIM et al.[2], 1995, apud SCHALCH et al., 2001).

Ainda, segundo Jardim et al. (1995, apud SCHALCH et al., 2001), os resíduos sólidos urbanos, cuja responsabilidade desde a coleta até a disposição final é atribuída às prefeituras, são dos tipos: domiciliar, comercial (co-responsável por quantidades pequenas) e de serviços.

Neste estudo, serão considerados os resíduos sólidos domiciliares (RSD's), que são constituídos por restos alimentares, embalagens, como vasilhames plásticos, de vidro ou latas, papéis, papelão, plásticos, vidros, varredura, folhagens e outros (JARDIM et al., 1995, apud SCHALCH et al., 2001).

As características dos RSD's variam bastante. O principal objetivo da caracterização de resíduos sólidos é: definir a forma mais adequada de destinação final a

[2] JARDIM, N. S. coord. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/ Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE.

SCHALCH, V; LEITE, W. C. A., FERNANDES JR, J.L., CASTRO, M.C.A.A. (2001). *Apostila do curso de "Gerenciamento de Resíduos Sólidos" do Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento: agosto-dez. 2001 (Apostila)*. 169p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ser aplicada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade; viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento, como por exemplo, a compostagem a partir dos resíduos orgânicos; e avaliar o aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais.

Na caracterização dos resíduos sólidos, cada tipo é identificado por suas propriedades físicas e composição química. A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características. Além disso, possibilita a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004a).

Para os efeitos da NBR 10.004 (ABNT, 2004a), os resíduos são classificados em:

a) resíduos classe I – Perigosos;
b) resíduos classe II – Não perigosos;
    - resíduos classe II A – Não inertes;
    - resíduos classe II B – Inertes.

Os resíduos classe I são aqueles que apresentam a característica de periculosidade que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. São classificados segundo: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade quando a amostra ou extrato lixiviado, obtidos segundo os procedimentos descritos nas normas NBR 10.005 (ABNT, 2004b) e NBR 10.007 (ABNT, 2004d) apresentarem as propriedades equivalentes às descritas na norma NBR 10.004 (ABNT, 2004a).

Os resíduos classe II A são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou classe II B, nos termos da NBR 10.004 (ABNT, 2004a). Podem ter propriedades, tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Os resíduos classe II B são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada e desionizada, à temperatura ambiente

conforme a NBR 10.006 (ABNT, 2004c), não apresentarem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2. A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E A COLETA SELETIVA

2.2.1. A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos

O conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições políticas, instrumentos legais e estratégias de ação, enquanto que o gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão como afirma Leite (1997).

Conforme mostrado na Figura 1, as atividades gerenciais ligadas aos resíduos sólidos podem ser agrupadas em seis elementos funcionais:

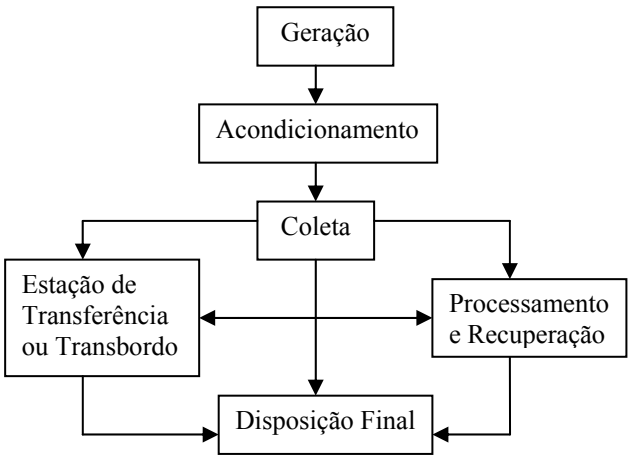


FIGURA 1. O processo da coleta de resíduos sólidos e suas inter-relações

Fonte: adaptado de Tchobanoglous (1977)

Segundo Cunha e Caixeta Filho (2002), tais atividades podem ser descritas da seguinte forma:

Geração

A geração de resíduos por uma população é bastante variável e depende de uma série de fatores, como renda, época do ano, modo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana, além de métodos de acondicionamento de mercadorias (como a utilização de embalagens não retornáveis).

Acondicionamento, Coleta e Transporte

A primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos corresponde à atividade de acondicionamento do resíduo. Podem ser utilizados diversos tipos de vasilhames, como vasilhas domiciliares, tambores, sacos plásticos, sacos de papel, contêineres comuns, contêineres basculantes, entre outros.

A operação de coleta engloba desde a partida do veículo de sua garagem, compreendendo todo o percurso realizado na viagem para a remoção dos resíduos, dos locais onde foram acondicionados aos locais de descarga, até o retorno ao ponto de partida.

A coleta normalmente pode ser classificada em dois tipos de sistemas: sistema especial de coleta de resíduos (resíduos contaminados) e sistema de coleta de resíduos não contaminados. Neste último, a coleta pode ser realizada de maneira convencional (resíduos encaminhados para o destino final) ou seletiva (resíduos recicláveis que são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação).

O transporte é o movimento do resíduo até o seu destino final (incinerador, aterros, lixões, usinas de reciclagem, etc.). Em alguns casos são necessárias operações de transferência, onde os resíduos são acumulados em veículos com capacidades maiores e transportados ao seu destino final, e para isso são usadas as estações de transferência.

Disposição final

Para a disposição final dos resíduos sólidos, os aspectos econômicos muitas vezes sobrepõem-se a questões ambientais. Porém, atualmente, algumas técnicas de disposição, como depósitos a céu aberto (lixões) ou lançamento de resíduos em rios e

mares, tornaram-se intoleráveis do ponto de vista ambiental e econômico. Assim, podem ser:

- **Aterro Sanitário:** Forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente, solo, de acordo com normas operacionais específicas, e de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais (ABNT 1992). Assim, permite o confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública, sendo proibido o acesso de pessoas estranhas. Os gases liberados durante a decomposição são captados e podem ser queimados com sistema de purificação de ar ou ainda utilizados como fonte de energia (aterros energéticos).
- **Aterro Controlado:** esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados (ABNT 1985). Este método é preferível ao lixão, mas, devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, sua qualidade é inferior à do aterro sanitário.
- **Lixão:** Inadequada disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga de resíduos a céu aberto.
- **Incineração:** Processo de decomposição térmica, onde há redução do peso, do volume e das características de periculosidade dos resíduos, com a conseqüente eliminação da matéria orgânica e das características de patogenicidade (capacidade de transmissão de doenças) através da combustão controlada (ABNT 1990).
- **Compostagem:** Processo de reciclagem da matéria orgânica formando um composto. Esse processo permite um destino aos resíduos orgânicos domésticos, como restos de comidas e resíduos do jardim (ABNT, 1996). Os materiais mais utilizados na compostagem são cinzas, penas, lixo

doméstico, aparas de grama, rocha moída e conchas, feno ou palha, podas de arbustos e cerca viva, resíduos de cervejaria, folhas, resíduos de couro, jornais, turfa, acículas de pinheiro, serragem, algas marinhas e ervas daninhas.

Nos anos 80, tendo em vista o grande crescimento do volume de resíduos, chegou-se à conclusão de que era necessário enfatizar a prevenção e a reciclagem de materiais secundários, principalmente nos países mais desenvolvidos, onde havia a denominada "crise de aceitação" por dificuldades políticas com as novas instalações de estações de tratamento e técnicas de disposição final de resíduos; deste modo, procurar-se-ia minimizar o seu volume e a sua periculosidade (LEITE, 1997).

No trabalho de Leite (1997), foram analisadas as políticas de gerenciamento de resíduos sólidos de alguns países, e, todos aqueles estudados assumem como metas prioritárias a prevenção, através da redução do volume de resíduos na fonte (com ênfase no desenvolvimento de tecnologias mais limpas nas linhas de produção e análise do ciclo de vida de novos produtos a serem colocados no mercado); a reutilização e a reciclagem dos resíduos; a transformação, através de tratamentos físicos, químicos e biológicos, enfatizando a incineração com aproveitamento de energia como forma de redução do volume de resíduos, aumentando o período de vida útil dos aterros sanitários.

A Agenda 21 indica que o manejo dos resíduos sólidos deve ser não apenas o simples depósito ou aproveitamento dos resíduos gerados por métodos seguros, mas deve ir além, buscando resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Implica, portanto, na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital (AGENDA 21, 1992).

Gerenciar resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o resíduo sólido de uma cidade, ou seja, é acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo dos resíduos, da geração à disposição final ("do berço ao túmulo"), empregando técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local. O gerenciamento integrado de administração do ciclo de vida do resíduo sólido deve ser

uma ação conjunta, onde todas as fases do ciclo de vida dos resíduos sólidos são acompanhadas para tentar minimizar os efeitos dos resíduos em cada uma de suas fases (LEITE, 1997).

No Brasil, 228.413 t de RSD são produzidos diariamente e 72% deste total é coletado. A produção nacional média de resíduos sólidos por habitante/dia é estimada em 600 gramas (IBGE, 2000a). A responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos domiciliares compete aos municípios, que enfrentam enormes dificuldades no setor, devido principalmente à falta de conscientização e vontade política de seus dirigentes; ao despreparo técnico e gerencial do pessoal designado para acompanhar todas as etapas que a questão dos resíduos sólidos exige; às dificuldades para a celebração de acordos intergovernamentais; à receita deficitária, ao confronto permanente com os órgãos de controle ambiental; à falta de informação ao público e, o que é pior, à ausência de uma política de diretrizes para a gestão de resíduos sólidos no país envolvendo os três níveis de governo (LEITE, 1997).

2.2.2. A coleta seletiva

Segundo Pieroni[3] (apud CAMPOS, 1994) o conceito de coleta seletiva surge oficialmente na Itália em 1941, definido como: uma separação prévia de materiais que poderiam ser reaproveitados.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), NBR 12980, define a coleta seletiva como: "Coleta que remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como papéis, latas, vidros e outros".

A coleta seletiva tem como objetivo a separação, na própria fonte geradora, dos materiais que podem ser recuperados, com o acondicionamento diferenciado para cada material ou grupo de materiais. Para haver esse tipo de coleta faz-se necessária a existência de um mercado para os recicláveis e, além disso, o cidadão deve estar consciente da sua participação no processo.

---

[3] PIERONI, M. IVR (Instituto Valorizzacione Reciclo Material).
CAMPOS, R. de (1994). *Proposta de Sistematização e Reavaliação do Processo de Gerenciamento de Serviços de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares*. São Carlos. 104p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Esse tipo de coleta pode ser realizada nos domicílios, por veículo de carroceria adaptada, ou através de Postos de Entrega Voluntária (PEVs), mediante a instalação de caçambas e contêineres em pontos estratégicos, onde a população possa levar os materiais segregados.

Para Campos (1994) os sistemas de coleta seletiva podem ser dos tipos espontâneo e institucional.

A coleta seletiva espontânea é praticada por indivíduos ou empresas, freqüentemente em regime de subsistência, que coletam e vendem para empresas recicladoras com objetivos de subsistência ou lucro; a coleta seletiva de papéis e papelões é tradicionalmente praticada de forma espontânea.

A coleta seletiva institucional, que geralmente objetiva a proteção ambiental e o sentido de preservação da utilidade dos bens recuperados, pode ter três linhas de ação:

- Obrigatória por legislação específica;
- Supervisionada e induzida pelo poder público por meio de campanhas publicitárias e educacionais, com ou sem a participação governamental;
- Voluntária, através da ação comunitária catalisada por instituições de direito privadas, com ou sem ajuda do poder público.

Eigenheer (1999) cita que a primeira experiência sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos realizada no Brasil foi implantada em 1985, no estado do Rio de Janeiro, na cidade de Niterói. Este projeto teve como ênfase a descentralização administrativa e o caráter comunitário, privilegiando essencialmente a pequena escala, para com isso evitar os riscos inerentes a mudanças nas administrações municipais com suas usuais descontinuidades. A partir de 1988 foram desenvolvidas experiências de maior amplitude e não descentralizadas, implantadas por prefeituras, como as de Curitiba, Florianópolis, São Paulo, São Sebastião, São José dos Campos e outras.

Ainda, segundo Eigenheer (1999), pouca atenção foi dada, por parte das prefeituras, aos custos operacionais neste primeiro momento das experiências brasileiras. Os resultados políticos, a projeção na mídia e o retorno em educação ambiental eram para as administrações municipais extremamente compensadores.

Campos (1994) diz que as considerações necessárias para a elaboração de um plano para planejamento, controle e manutenção da coleta seletiva são:

- Estágio da cultura organizacional;
- Processo de educação ambiental;
- Quantidade de resíduos produzidos;
- Tipo, característica e composição dos resíduos;
- Hábitos, costumes e necessidades do sistema a ser estudado;
- Sistemas, equipamentos e mão-de-obra operacional;
- Densidade populacional e malha urbana
- Rotas disponíveis: condições, capacidade, usos e características gerais;
- Nível e potencial econômico do sistema a ser estudado;
- Estudo das relações políticas, sociais e legais perante a população.

Leite (1997) salienta que a reciclagem é uma atividade econômica que deve ser vista como um elemento dentro do conjunto de atividades integradas no gerenciamento dos resíduos, não se traduzindo, portanto, como a principal "solução" para o resíduo sólido, já que nem todos os materiais são técnica ou economicamente recicláveis.

O tratamento ou a "industrialização dos resíduos" envolve um conjunto de atividades e processos cujo objetivo é promover a reciclagem de alguns de seus componentes, como o plástico, o papelão, os metais e os vidros, além de transformar a matéria orgânica em composto, para ser utilizado como fertilizante e condicionador do solo, ou em polpa para a utilização como combustível. O tratamento nunca constitui um sistema de destinação final completo ou definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável. Entretanto, as vantagens decorrentes dessas ações, tornam-se mais claras após o equacionamento dos sistemas de manejo e de destinação final dos resíduos (LEITE, 1997).

Ribeiro e Lima (2000) citam que os obstáculos mais comuns encontrados na implementação da coleta seletiva dos resíduos sólidos nos casos analisados em seu trabalho foram:

- Dificuldades na comercialização;
- Inexistência de infra-estrutura para estocagem;

- Falta de caminhão reserva, interferindo no cumprimento do roteiro da coleta, provocando descontentamento da população e alterando volume de materiais coletados;
- Dependência, por parte dos catadores, da estrutura operacional da prefeitura;
- Falta de prensa, devido ao volume ainda pequeno de material;
- Armazenamento inadequado dos materiais recicláveis;
- Dificuldade de capitalização da cooperativa para comprar equipamentos.

O gerenciamento da coleta e o transporte dos resíduos sólidos

Aguiar (1993), em seu trabalho, analisou como os aspectos da morfologia de uma cidade de médio porte e as características socioeconômicas de seus habitantes, influenciam o sistema de coleta de resíduos sólidos:

- Se a população da cidade cresce, preenchendo seus espaços vazios, o custo per capita de coleta e transporte de resíduos sólidos diminui;
- Numa área urbana a taxa de geração de resíduos sólidos varia bastante, e portanto, deveria ser considerada no planejamento dos serviços de coleta. Adotar uma taxa média para toda a cidade leva a aproximações grosseiras e tarefas de coleta desequilibradas. Entretanto, como a grande maioria das cidades não possui tais dados, a solução é planejar, em uma primeira etapa, as viagens, considerando uma taxa uniforme de geração de resíduo, e com o tempo ir redimensionando as áreas de coleta, em função dos tempos de coleta e/ou peso do resíduo por veículo;
- Os custos tanto médios como totais, crescem de forma acentuada com o aumento da taxa de geração de resíduo.
- A velocidade de um veículo de coleta na área urbana praticamente não influi nos custos do serviço.
- O uso de veículos de grande capacidade é desejável para as áreas de coleta, independente da sua densidade populacional. Em áreas estritamente residenciais, tem sido adequado definir as rotas com base no número de domicílios. Todavia, em outros locais, onde os tipos de construções são muito variados, tem se tornado difícil determinar uma função, que estime com razoável precisão, o tempo para cobrir um trecho de rua.

Apesar do desenvolvimento de modelos de planejamento estratégico, as descrições de estratégias de separação dos recicláveis na fonte geradora são usualmente insuficientes para permitir o cálculo das quantidades de material coletado separadamente. A quantidade de material coletado separadamente em uma área depende de dois fatores: a cobertura do sistema de coleta aplicado e a atividade de separação dos produtores de resíduos, consistindo na taxa de participação e na eficiência de separação.

A cobertura de um sistema de coleta é definida como: a taxa de produção de um material naquelas propriedades em que a coleta seletiva está disponível e a quantidade do material em questão produzido em todas as propriedades da área. A taxa de participação é definida como a parte das pessoas que provêem materiais separados às lixeiras naquelas propriedades onde esta opção é viável (TANSKANEN, 2000).

Os sistemas de coleta de resíduos sólidos

Os sistemas de coleta se diferenciam principalmente pelo tipo de recolhimento, a tecnologia aplicada nesta operação e a natureza do material recolhido que pode ser por tipo, por grupos ou todos os recicláveis juntos.

Em *Environmental Protection Agency* - EPA[4] (1995 apud GOULART, 2003), diferentes tipos de recolhimento de resíduos são descritos. A Tabela 1 apresenta uma breve descrição de cada tipo bem como sua aplicação.

[4] EPA (1995). *Decision Maker's Guide to Solid Waste Management - Collection and Transfer*. Volume. United States Environmental Protection Agency.

GOULART, A. (2003). *Comparison of deep collection system with traditional systems*. Tampere - Finlândia. 112 p. Dissertação (Msc). Tampere University of Technology.

Tabela 1. Diferentes sistemas de coleta de resíduos e suas respectivas descrições e aplicações.

Sistema de Recolhimento	Descrição	Aplicação
Coleta de "Meio–Fio"	Contêineres na sarjeta	Áreas urbanas e suburbanas
"Esquinas"	Contêineres em "becos", vielas e esquinas	Áreas urbanas e suburbanas
Recolhimento e devolução do contêiner no quintal da propriedade	Duas equipes: - uma para transportar os contêineres do quintal - outra para esvaziar os contêineres	Áreas residenciais
Recolhimento no quintal da propriedade	A equipe entra na propriedade para transportar o container até o veículo de coleta	Áreas residenciais
Porta-a-Porta	Os residentes põem o resíduo em sacos plásticos ou de papel ou pequenas lixeiras fora das casas	Áreas urbanas
Local específico de entrega	Os residentes põem seus resíduos em local específico: eco-centro ou estação de transferência	Áreas com baixa densidade populacional, e áreas rurais
Extração a vácuo ou método pneumático	Os residentes põem seus resíduos em condutos que existem em cada andar do edifício; o resíduo é colocado em sacos plásticos	Edifícios e áreas urbanas
Contêineres rebocáveis de alta capacidade	Contêineres rolantes com grande capacidade são localizados na propriedade do gerador dos resíduos e são transportados diretamente para uma estação de transferência ou local de depósito	Grandes edifícios e complexos comerciais e industriais

Fonte: adaptado de EPA (1995 apud GOULART, 2003).

Em áreas urbanas e suburbanas, os rejeitos podem ser coletados usando os métodos de coleta por "meio-fio" ou "esquinas". Nestes métodos, os moradores colocam os contêineres a serem esvaziados na sarjeta ou em becos e esquinas no dia da coleta. A equipe de coleta esvazia os contêineres dentro do veículo de coleta e os moradores retornam os contêineres ao local de armazenamento até a próxima coleta.

Outro método de coleta é o recolhimento e devolução do contêiner no quintal da propriedade onde os contêineres são carregados do quintal para a sarjeta por uma equipe especial e são esvaziados pela equipe de coleta. A equipe especial então transporta os contêineres de volta para seu local original de armazenagem.

A coleta porta-a-porta é o método onde os moradores colocam para fora os resíduos domésticos em sacos plásticos ou de papel ou em pequenas lixeiras e a equipe coleta o resíduo para dentro do veículo.

A entrega em um local específico é o método onde os residentes transportam seus resíduos para um ponto específico que pode ser uma estação de transferência ou o local final de disposição. Este método é adequado para áreas com baixas densidades populacionais.

Sistemas especiais de coleta também existem para coletar os resíduos em áreas urbanas. No método de extração a vácuo ou pneumática, tubos são instalados pelo edifício e cada andar tem uma abertura para a colocação do resíduo em sacos plásticos ou de papel. No final dos tubos existem contêineres aonde os sacos são coletados. Os contêineres são esvaziados pela equipe de coleta no veículo.

Para grandes edifícios de apartamentos e complexos comerciais ou industriais, sistemas de contêineres rebocáveis são frequentemente usados. Os contêineres usados neste tipo de sistema têm capacidades acima de 38 m³. Eles são colocados na propriedade do gerador de resíduo, e quando estão cheios são transportados diretamente para o local de transferência ou disposição final.

No Brasil, a coleta seletiva é geralmente praticada das seguintes formas:

- **Coleta seletiva porta a porta**

Consiste na separação, pela população, dos materiais recicláveis existentes nos resíduos domésticos para que posteriormente os mesmos sejam coletados por um veículo específico. Na maioria das cidades onde existe o sistema, os roteiros de coleta seletiva são realizados semanalmente. Os principais aspectos negativos da coleta seletiva porta a porta são: o alto custo com o transporte e o alto valor unitário ($/ton), quando comparada com a coleta convencional de resíduos sólidos (RESOL, 2004a).

Segundo Machado (1995), a coleta seletiva porta-a-porta pode ser:

Coleta combinada: a coleta combinada permite recolher simultaneamente resíduos domésticos e os resíduos recicláveis. Consiste em uma diferente organização dos operários e do material utilizado na coleta convencional.

Coleta separada, que pode ser dividida em:

Coleta suplementar: necessita de um roteiro distinto do recolhimento convencional dos resíduos domésticos. Se este tipo tem o inconveniente de necessitar de uma organização particular, tem a vantagem de permitir a implementação de um roteiro adaptado especificamente aos resíduos recicláveis.

Coleta por substituição: substitui uma coleta convencional nos municípios onde esta se efetua mais de uma vez por semana. Assim, no caso de duas coletas convencionais por semana, pode-se substituir uma destas por uma de materiais recicláveis. Esta solução apresenta a vantagem de não necessitar, a princípio, de nenhuma organização da coleta de resíduos e de não ocasionar nenhum custo suplementar direto.

No Brasil, a coleta porta a porta tem sido o sistema mais utilizado tanto na coleta do lixo domiciliar misturado, como na coleta seletiva. Os coletores correm em média oito horas por dia atrás dos caminhões, carregando sacos de lixo, que podem chegar a pesar até 50 kg (RIBEIRO e LIMA, 2000).

- **Pontos de entrega voluntária (PEV)**

Consiste na instalação de contêineres ou recipientes em locais públicos para que a população, voluntariamente, possa fazer o descarte dos materiais separados em suas residências. As vantagens desse sistema são: o menor custo de transporte, se comparado com o custo da coleta porta a porta, e a melhor separação do material. As desvantagens são: o vandalismo e a depredação para o roubo do material reciclável, que obrigam os PEVs a serem localizados em locais seguros, que podem, em determinados casos, não ser os locais mais adequados às operações de coleta.

Mancini (1999), em seu trabalho, cita alguns problemas relacionados aos PEVs encontrados na implantação do programa de coleta seletiva em São Carlos: com freqüência sistemática, pessoas estranhas ao programa retiram dos PEVs os materiais com maior valor econômico (latinhas de alumínio, papel branco e papelão). Esta prática é um ponto de estrangulamento para o sucesso do programa, que fica apenas com o material de baixo valor (até mesmo sem valor algum) e com o ônus de arrumar e limpar os PEVs.

- **Cooperativa de catadores**

A situação social existente no país obriga muitos desempregados a trabalhar como catadores de material reciclável. Eles trabalham nas ruas, vazadouros e aterros de lixo. A coleta seletiva por cooperativas se baseia na idéia de que estes catadores possam formar cooperativas de trabalho e se responsabilizar pela coleta de materiais recicláveis do município.

Cooperativa é uma sociedade de pessoas, de natureza civil, sem fins lucrativos, não sujeitas à concordata ou falência, constituídas para prestar serviços aos seus cooperantes. A Cooperativa em questão é uma sociedade auto gestionária, com características de microempresa, cujas atividades são a seleção e a comercialização de materiais recicláveis. Funciona em áreas com infraestrutura montada pela Prefeitura e essas estruturas são cedidas aos catadores sob a forma de comodato ou convênios.

As principais vantagens da existência de cooperativas de catadores são a geração de emprego e renda; o reconhecimento da profissão dos catadores, que muitas vezes são marginalizados pela sociedade; a organização do trabalho dos catadores nas ruas e a promoção da auto-estima e a cidadania.

Em locais onde o custo da mão-de-obra constitui-se um fator considerável nas planilhas de custos das empresas de limpeza urbana, investe-se cada vez mais em tecnologia na busca de soluções econômicas e eficientes, que garantam a qualidade dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destino final de resíduos sólidos. Neste aspecto, a escolha da solução tecnológica mais adequada passa necessariamente pela colaboração efetiva de toda uma população atendida pelo sistema (RIBEIRO e LIMA, 2000). A Tabela 2 descreve as tecnologias usualmente utilizadas em países desenvolvidos, com suas vantagens e desvantagens.

Tabela 2. Comparação de sistemas alternativos de coleta de recicláveis.

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Coleta automática (misturada) Coleta misturada em veículos especiais com automação total	Melhor eficiência Aumento da compactação da carga Facilita a redução da freqüência de coleta Custos de mão de obra mais baixos	Problemas devido à compactação e quebra do vidro Requer mais processamento ou separação para os recicláveis misturados Os veículos têm maiores custos iniciais e maior manutenção São necessários contêineres especiais; A automação requer uma porcentagem maior de ruas sem obstáculos
Coleta Separada Veículos que, simultaneamente coletam resíduos e recicláveis em compartimentos separados	Coleta em um só veículo Elimina rotas extras de veículos Eficiente em cenários rurais	Os locais de processamento e de disposição para as duas cadeias devem ser na mesma localização Taxas desproporcionais de geração podem fazer com que os caminhões tenham que ir ao local de descarregamento antes que os compartimentos estejam cheios Programas de coleta de resíduos verdes (folhagens e de capina) ainda precisam ser separados dos demais devido a variações sazonais de volume
Sacos de "co-coleta" Os recicláveis são colocados em sacos e são coletados com os resíduos sólidos em um compactador tradicional para serem separados em uma instalação de transferência	Não necessita novos veículos de coleta Elimina rotas extras de veículos Eficiente em cenários rurais	Contaminação aumentada Custos de separação aumentados Não permite recolhimento automático a menos que os resíduos sejam misturados em um contêiner Se apenas um container é usado, elimina-se a possibilidade de taxas variáveis de geração
Secos/Molhados e três cadeias de coleta: Coleta de "secos" e "molhados"; molhados são os compostáveis, os secos são separados em resíduos recicláveis e rejeito	Boas taxas de recuperação Menos coletas por semana	Inicialmente pode ser confusa para os moradores Mudanças no processamento e coleta tradicional

Fonte: adaptado de SKUMATZ[5] (1999 *apud* CIWMB, 2002)

A coleta seletiva pode ser realizada com os resíduos separados pelos usuários conforme suas características em diferentes compartimentos (mais usualmente em: plástico, papel e latas) ou com todos os resíduos recicláveis misturados.

Nos primeiros anos da implementação de programas coleta seletiva, programas com três latas separadas eram bastante comuns. Os administradores dos programas encorajavam os usuários a pensarem nos resíduos como uma fonte de matéria prima, e

[5] SKUMATZ ECONOMIC RESEARCH ASSOCIATES, INC., SKUMATZ, L. A. (1999) *Achieving 50% in California: Analysis of Recycling, Diversion, and Cost-Effectiveness* Prepared for California chapters of SWANA. Seattle: SERA.

CIWMB (2002). Curbside *Recycling, the Next Generation: A Model for Local Government Recycling and Waste Reduction*. California Integrated Waste Management Board. Disponível em: <http://www.ciwmb.ca.gov/LGLibrary/Innovations/Curbside/>, acesso em 16/06/05.

não apenas outro fluxo da cadeia dos resíduos sólidos. Para adicionar, a contaminação e a qualidade dos materiais eram preocupações legítimas, pois centrais de triagem para programas de coleta misturada geralmente não estavam disponíveis (CIWMB, 2002).

A coleta dos resíduos misturados resulta em tonelagens extras de recicláveis e custos mais baixos. Entretanto, centrais de triagem adequadas são necessárias para que este trabalho tenha sucesso. A maior preocupação sobre a coleta misturada é que os resíduos recolhidos serão menos valiosos. Todavia, com marketing agressivo e programas de desenvolvimento de mercado este efeito pode ser eliminado (CIWMB, 2002).

Tanskanen e Kaila (2001) citam que a coleta misturada é um método economicamente mais eficiente que a coleta dos resíduos separados. Esta conclusão é sustentada apesar do custo extra da central de separação necessária para este tipo de coleta. A eficiência da coleta dos materiais separados diminui pela necessidade de sincronização das freqüências de coleta de diversos tipos de resíduos com diferentes taxas de acúmulo.

A tabela 3 mostra as vantagens e desvantagens da coleta dos resíduos recicláveis separados e misturados.

Tabela 3. Vantagens da coleta seletiva misturada *versus* separada

Separada	Misturada
Materiais mais limpos para o mercado	Veículos e operação de coleta são menos complicados: é necessário menos compartimentos
Processamento pós coleta mais barato: não necessita de equipamentos especiais ou de instalação para separar os resíduos recicláveis	Coleta mais rápida/barata: pode usar sistemas de coleta automatizados/semi-automatizados
Maior consciência do consumidor sobre os materiais	Facilita a adição/subtração de materiais na cadeia de coleta porque não é necessário mudar os contêineres, e o espaço é livre
A coleta misturada usualmente separa ao menos um material (vidro ou papel)	Os contêineres não são tão pequenos como os contêineres da coleta separada
	Podem ser usados contêineres maiores e cobertos fazendo que a operação de coleta seja menos freqüente
	Mais conveniente para os usuários
	Maior tonelagem dos resíduos recicláveis do que em programas de coleta separada
	Relativamente mais fácil para explicar aos usuários

Fonte: adaptado de CIWMB (2002)

Ressalva-se aqui que apesar de a coleta misturada apresentar maiores tonelagens de resíduos recicláveis coletados, a quantidade de rejeitos também é maior quando se coleta materiais desta maneira, uma vez que a separação dos resíduos na fonte geradora não é tão criteriosa.

A legislação brasileira sobre resíduos e a política nacional de resíduos sólidos

Schalch et al. (2001) citam que a ausência de definições políticas e diretrizes brasileiras para a área de resíduos nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal) se associa à escassez de recursos para solução do problema. Com relação aos aspectos legais, a legislação brasileira ainda é bastante restrita e genérica, por vezes impraticável, devido à falta de instrumentos adequados ou de recursos que viabilizem sua implementação.

Tradicionalmente, nota-se que muitas medidas ambientais, como programas de coleta seletiva, adotadas no Brasil têm caráter eleitoral, e são muitas vezes insustentáveis sob o ponto de vista técnico e operacional.

Junkes (2002) cita que em 1981 o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA instituiu a primeira lei sobre aproveitamento dos resíduos sólidos, em que considera que a reciclagem dos resíduos sólidos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de materias-primas, recursos naturais não renováveis, energia elétrica e água. Existem muitas outras resoluções como:

- A Resolução CONAMA nº 258 de 30.06.99 aprova as diretrizes para a formulação de uma política nacional de gestão de resíduos sólidos;
- A Resolução CONAMA nº 275 de 25.04.01 se refere aos resíduos sólidos no Brasil, tratando sobre o estabelecimento do código de cores para identificação dos coletores e transportadores de resíduos sólidos.

Ainda, segundo Junkes (2002), a legislação brasileira, em se tratando de resíduos sólidos, não permite a elaboração de uma norma única, de caráter nacional, que obrigue os estados e municípios a adotarem um determinado modelo de gestão. Porém, pode-se editar normas gerais, como vem sendo feito, para fornecer as diretrizes para os órgãos da administração pública a respeito do assunto, sob o aspecto da proteção ambiental e

da função pública de interesse comum, levando-se em consideração que muitos estados e/ou municípios já possuem legislação específica em vigor sobre a gestão dos resíduos sólidos.

No âmbito de se regulamentar a coleta seletiva, algumas leis estaduais foram criadas (RESOL, 2004b), como as leis nº 1.831, de 06 de julho de 1991, do estado do Rio de Janeiro e nº 10.856, de 31 de agosto de 2001, que criam programas estaduais de coleta seletiva de resíduos sólidos nas escolas públicas com objetivos de promover a educação ambiental e expansão da consciência ecológica na sociedade. Assim como leis assistencialistas como as leis nº 1.908, de 28 de setembro de 1992, do município do Rio de Janeiro e a lei nº 14.557, de 15 de janeiro de 2003, do estado de Minas Gerais, que promovem apoio técnico e incentivam financeiramente iniciativas de implantações, sejam municipais ou de regiões do município, de programas de coleta seletiva de resíduos sólidos.

Alguns estados brasileiros, como: Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Rio de Janeiro, Pernambuco e Ceará, possuem suas próprias políticas de resíduos sólidos. Estas políticas, no que tange a coleta seletiva, abrangem principalmente os seguintes aspectos: induzem os municípios a estabelecer políticas governamentais integradas para a gestão dos resíduos sólidos, obrigando-os a dar prioridade a processos de reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, por meio da coleta seletiva e da implantação de projetos de triagem dos recicláveis e o reaproveitamento da fração orgânica na agricultura; obrigam os usuários dos sistemas de limpeza urbana a acondicionar os resíduos para coleta de forma adequada e em local acessível ao sistema público de coleta regular e os estimulam à atividade com incentivos fiscais, tributários e creditícios (RESOL, 2004b). Apesar disso, na maioria desses estados não existem muitos programas organizados de coleta seletiva.

Atualmente, encontra-se no congresso nacional o projeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2004), que estabelece diretrizes e normas de ordem pública e interesse social para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos. A seguir serão citados alguns princípios desta política:

- Responsabilidade pós-consumo compartilhada entre o Poder Público, os fabricantes, importadores, comerciantes e o consumidor, de maneira que este

último cumpra as determinações de separação dos resíduos sólidos domiciliares e de adequada disponibilização para coleta;

- Gestão e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, considerando sempre o ciclo total do produto e todas as etapas dos serviços, sem privilégio de formas de tratamento;
- Precedência das soluções de redução, reutilização e reciclagem às formas de disposição final;
- Incentivo, estímulo e valorização das atividades de reutilização, coleta seletiva, compostagem e reciclagem de resíduos;
- Implantação, pelo fabricante ou importador, de sistema obrigatório de coleta e retorno de produtos ou resíduos tecnológicos, ficando os distribuidores e os pontos de venda obrigados a recebê-los em depósito;
- Atribuição de responsabilidade, junto com o Poder Público, o fabricante, o importador, o envasador e o usuário final, pelo gerenciamento dos resíduos de embalagens.

A normatização ambiental, representada pela série de normas ISO 14.000, tem auxiliado na conscientização no que se refere às questões ambientais, mostrando-se uma ferramenta relativamente independente da legislação, o que dá mais agilidade à questão dos resíduos, mesmo que por motivos mercadológicos.

2.3. A ROTEIRIZAÇÃO DOS VEÍCULOS DE COLETA

Na operação de veículos, a palavra *roteirização* costuma ser empregada junto com o termo *programação*. Este está ligado aos aspectos temporais dos roteiros e significa a definição dos horários requeridos a cada tarefa no roteiro. No sistema de entregas e coleta a programação cuida da seqüência, considerando a ordem em que os pontos deverão ser atendidos (paradas para almoço, duração da rota etc.).

A maioria dos problemas relacionados à rede de transporte e os procedimentos para sua solução envolvem conceitos e definições abrangidos pela teoria dos grafos. Noções sobre conectividade, distância entre dois pontos, caminhos mínimos, árvore de menor caminho e matriz de custo estão constantemente presentes em problemas de fluxos de redes inseridos na forma de subproblemas, e usados como sub-rotinas para

problemas de roteirização de veículos. Os conceitos sobre teoria dos grafos aqui apresentados podem ser encontrados em Novaes (1989) e Saltorato (1998).

Um grafo *G* é definido como sendo um par ordenado (*V, E*) onde *V* é um conjunto e *E* uma relação binária sobre *V*. Os elementos *V* são denominados vértices ou nós, e os pares ordenados de *E* são denominados arestas ou arcos do grafo. A representação de um grafo é através de pontos e linhas.

Se as linhas têm sentido, o que é usualmente mostrado por uma seta, estas são chamadas de arcos e o grafo resultante é denominado de grafo orientado.

Pode-se então adotar três abordagens básicas para a roteirização de veículos: modelos de cobertura de arcos/arestas; modelos de cobertura de vértices; técnicas para achar o caminho mínimo entre um vértice origem e um vértice destino.

Os principais problemas de roteamento podem ser classificados, em resumo, da seguinte forma (SALTORATO, 1998):

- Problemas de roteamento sobre arcos, como por exemplo, o Problema do Carteiro Chinês (PCC) e suas variantes: quando a demanda se localiza em pontos próximos entre si, como casas ao longo de ruas ou avenidas que representem os arcos do grafo. O problema está em encontrar uma rota que percorra todos os arcos pelo menos uma vez minimizando a distância total percorrida. Alguns problemas de roteirização em arco são: programar rotas eficientes para leitura de medidas de água ou de eletricidade, criar rotas para entrega de correspondências ou para fazer serviços porta-a-porta (listas telefônicas, flyers etc.), coletar resíduos sólidos domiciliares ou material reciclável ao lado do meio-fio;
- Problemas de roteamento sobre nós, como por exemplo, o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) e suas variantes: quando as entregas ou coletas precisam ser feitas em um conjunto de pontos freqüentemente distanciados entre si. Neste tipo de problema, a demanda localiza-se sobre pontos específicos da rede em questão, como esquinas numa rede urbana ou como cidades ao longo de uma estrada, que representam os nós do grafo. Um exemplo de aplicação desta abordagem é o roteamento dos caminhões de coleta de resíduos sólidos de saúde;

- Problemas gerais de roteamento de veículos: quando a demanda se localiza sobre os nós e arcos do grafo, tem-se o modelo mais geral de roteamento que incorpora o problema de roteamento clássico e suas restrições quanto ao número de depósitos, veículos, capacidade etc. Neste tipo de abordagem se enquadram diversos problemas como: o problema de roteamento de nós com um depósito e vários veículos, o problema de roteamento de nós com vários depósitos e veículos e o problema de roteamento de arcos com restrição de capacidade.

2.4. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG

Os SIGs foram criados para tratar dados referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados obtidos em fontes tais como mapas e imagens de satélites, entre outras, recuperando e combinando informações e permitindo vários tipos de análise. Os SIGs têm sido usados com freqüência crescente em diversas áreas tais como análise e monitoramento do meio ambiente, planejamento urbano e regional, estudo de recursos naturais, controle de redes de transporte, distribuição de energia (GALVÃO et al. 1997).

Segundo Silva, Melo e Brondino (1997), SIGs são programas de computador que permitem a combinação de bancos de dados alfanuméricos com imagens espaciais (ou geográficas). Os SIGs são muitas vezes confundidos com os sistemas CAD, que são programas que simplesmente se prestam à produção de desenhos, que são em geral simplesmente combinações de pontos e linhas, não interpretando as relações espaciais entre objetos.

A introdução do SIG como ferramenta para o planejamento de transportes foi uma conseqüência prática do desenvolvimento da computação gráfica nos anos 80. Os modelos computacionais de Pesquisa Operacional (PO) estavam, concomitantemente, sendo analisados de maneira crítica. Por exemplo, estava se tornando cada vez menos aceitável apresentar resultados de simulação de sistemas operacionais na forma de simples tabelas e gráficos. Os modelos de PO teriam que ser cada vez mais embutidos em sistemas computacionais gráficos e de forma transparente ao usuário não especialista (GALVÃO et al. 1997).

No planejamento, gerência, operação e análise de sistema de transporte, os SIGs representam uma poderosa ferramenta que pode integrar funções básicas de um SIG às rotinas específicas de logística, pesquisa operacional e transportes em geral. Estas rotinas permitem, dentre outras funções, determinar a rota de menor impedância entre nós e distribuir viagens entre zonas, resolver problemas convencionais de roteamento e programação de veículos, localização de instalações, alocação de recursos em redes, alocação de tráfego (SANTOS, 1999).

2.5. OS CUSTOS DA COLETA DE RESÍDUOS

"A palavra "custos" é geralmente reservada para expressar os gastos operacionais diretos (mão–de-obra, combustíveis e outros) e indiretos (supervisão, fiscalização, depreciação da garagem e outros), enquanto o termo "despesas" designa os gastos administrativos (escritório), comerciais (vendedores) e financeiros (juros)" (Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo - SELUR, 2001).

Machado (1995) define os propósitos principais, para os quais se desejam informações de custos e despesas dos serviços de coleta, são eles:

- O lançamento da competente taxa de ressarcimento ou remuneratório dos serviços colocados à disposição;
- O orçamento para o próximo exercício;
- O controle das despesas efetuadas mensalmente;
- O planejamento dos serviços numa data futura.

Ainda, segundo Machado (1995), os custos podem ser classificados de acordo com os diversos critérios: grau de média, variabilidade, facilidade de atribuição e momento do cálculo. De acordo com o grau de média, são definidos os seguintes tipos de custos:

- Custo total: é o valor dos bens e serviços consumidos para fabricar um conjunto de unidades de serviços;
- Custo unitário: é o valor dos bens e serviços consumidos para fabricar uma unidade de produção. Este custo é obtido pela divisão do custo total pelo número de unidades produzidas.

De acordo com o critério de variabilidade, são definidos os seguintes tipos de custos:

- Custo variável: é aquele que é constante por unidade, mas que flutua no seu total em forma proporcional às variações no volume de atividades;
- Custo fixo: é aquele que no seu total permanece constante e independe, no curto prazo, do volume de atividade. Em termos unitários, ele diminui à medida que o volume de produção aumenta;
- Custo semi-fixo: (semi-variável) é aquele que no seu total flutua de acordo com as variações no volume de atividade não proporcional. Exemplo: se num mês faz-se maior número de capina química que no outro por fatores climáticos.

De acordo com a facilidade atribuível são definidos os seguintes custos:

- Custo direto: é aquele que é facilmente atribuível a um determinado produto. Exemplo: pagamento do salário aos funcionários;
- Custo indireto: é aquele que apresenta algum grau de dificuldade para ser atribuído aos produtos. Exemplo: serviços complementares como copa e cozinha.

Santos[6] (1991 apud MACHADO, 1995) cita que existem quatro maneiras de apresentação de custos unitários mais representativos em termos de operação de limpeza pública:

- Quantidade de lixo coletado em R$/ t;
- Distância percorrida em R$/ km;
- Combinação dos métodos anteriores;
- Quantidade de resíduos coletado por quilômetro em R$/t.km.

[6] SANTOS, E. J. V. B. (1991) Custos. Comcap, Florianópolis – SC

MACHADO, G. E. (1995). *Estudo comparativo de custos da coleta seletiva e regular de resíduos sólidos urbanos no bairro balneário do município de Florianópolis, SC*. Dissertação (Mestrado). Florianópolis. p.130. Universidade Federal de Santa Catarina.

Na coleta de resíduos, outras variáveis além das que formam o custo operacional podem ser adicionadas como aquelas que compõem os custos sociais e custos ambientais.

Segundo Oliveira e Reis (2002) estas "externalidades" podem ser alocadas aos custos de coleta, atribuindo os benefícios ou os malefícios que esta produz diretamente à opção de gerenciamento analisada. Estes benefícios podem ser quantificados como:

- Redução no consumo de matéria-prima virgem;
- Redução no consumo de água, energia;
- Redução na emissão de gases dos processos de produção e emissão de gases no processo de coleta;
- Geração de empregos;
- O valor das áreas utilizadas para aterros de disposição de resíduos sólidos.

Apesar de estes custos serem mais expressivos quando a comparação é feita entre o sistema de coleta tradicional e o sistema de coleta seletiva, eles também são significativos ao se comparar alguns sistemas de coleta seletiva, como por exemplo, a emissão de gases decorrentes do tipo de operação de coleta e o número de empregos gerados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho o objetivo é desenvolver uma ferramenta que possibilite a comparação dos custos de transporte de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos. Para tanto, três sistemas foram analisados, com a implementação de um estudo de caso.

A obtenção da quilometragem percorrida em cada sistema foi uma das variáveis utilizada para a determinação dos custos. Um *software* possibilitou a modelação e a simulação de cada sistema.

Este *software*, o TransCAD, é baseado em um ambiente SIG. É chamado de SIG-T, específico para problemas de transporte, pois além de possuir as funções básicas de uma ferramenta SIG, também possui heurísticas específicas para solucionar problemas de roteirização, agrupamento de regiões e localização de instalações.

Para alcançar os objetivos propostos, o método foi dividido em três etapas:

- Determinação dos sistemas de coleta a serem estudados;
- Aquisição da base de dados geográfica e equacionamento de dados para a aplicação do *software*;
- Comparação dos custos obtidos para cada sistema de coleta seletiva.

3.1. SISTEMAS DE COLETA SELETIVA A SEREM ESTUDADOS

As alternativas de sistemas de coleta consideradas nas simulações foram: coleta por Postos de Entrega Voluntária – PEV, coleta Porta-a-Porta e um Sistema Híbrido de Coleta.

A coleta por PEVs, que é caracterizada pela instalação de contêineres ou recipientes em locais públicos na qual a população faz o descarte dos resíduos recicláveis separados em suas residências, foi escolhida por ser considerada, do ponto de vista dos custos de transporte, um sistema viável economicamente, além de ter sido muito utilizado para a coleta seletiva num primeiro momento de sua implantação nas cidades brasileiras.

Apesar da realidade atual, caracterizada por vandalismos e depredações para o roubo do resíduo reciclável, que leva os PEVs a serem localizados em locais seguros, neste trabalho foi idealizada a situação em que os contêineres podem ser colocados nas melhores localizações para a operação de coleta.

A coleta seletiva Porta a Porta, em que os resíduos recicláveis são coletados por um veículo específico na porta de cada imóvel, foi escolhida pois é o sistema de coleta mais utilizado atualmente pelas cidades brasileiras, tanto na coleta seletiva quanto na coleta convencional.

O Sistema Híbrido de coleta foi escolhido por ser o tipo de coleta existente na área em que as simulações serão realizadas. Nesse tipo de coleta, o caminhão trafega por algumas ruas da área a ser servida e os catadores recolhem os resíduos nas portas das casas localizadas nas ruas adjacentes. Por essas características, esse tipo de coleta necessita de maiores custos com mão-de-obra, que podem ser compensados pela economia com o custo de transporte.

Para os três sistemas o método de coleta utilizado foi o da coleta misturada, onde o resíduo reciclável é apenas separado do resíduo não reciclável, não prevendo então separações na fonte geradora entre os diversos tipos de materiais recicláveis que compõem os resíduos.

3.2. UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE ROTEIRIZAÇÃO

3.2.1. Obtenção da base de dados geográfica

A digitalização da base geográfica, contendo camadas de pontos e linhas, assim como a nomeação dos logradouros e definição dos sentidos dos *links* pode ser realizada em com o auxílio de uma mesa digitalizadora, e a utilização do *software* TransCAD. Para o início deste trabalho estava disponível a base de dados com informações referentes a cada *link*, tais como: número identificador, comprimento e nome do logradouro.

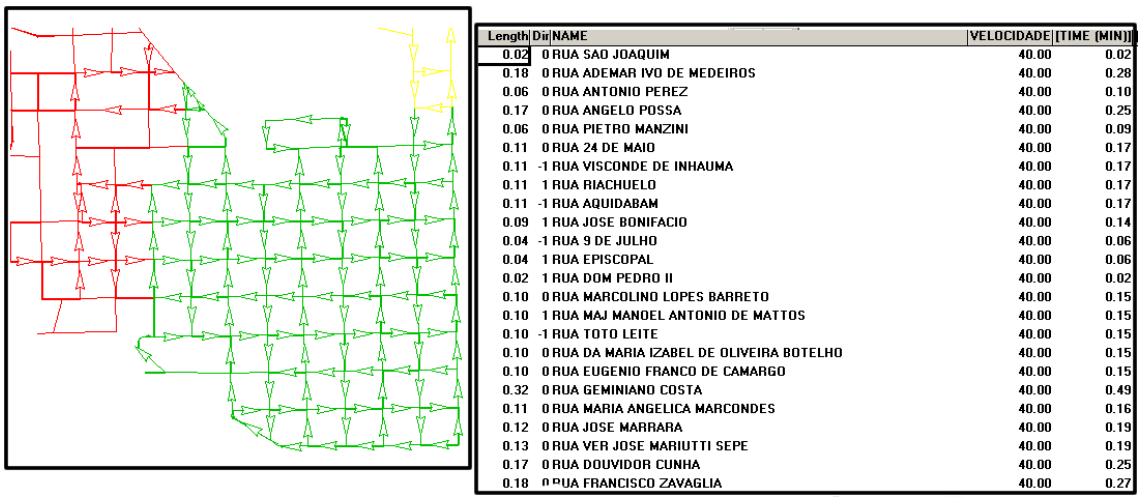
O local de estudo, que pode passar por algumas modificações como construções de novas ruas e de loteamentos, mudanças nos sentidos das ruas, além de

complementações indispensáveis à realização do trabalho, as quais fazem com que seja necessária a atualização constante da base de dados.

3.2.2. Atualização do sistema viário e determinação do sentido de fluxo dos *links*

Para a atualização da base de dados existente, as informações sobre os sentidos das ruas, assim como um mapa digital em formato **.dwg* (extensão normalmente fornecida pelo *software* AutoCAD), foram obtidas junto a órgãos públicos como a prefeitura municipal da cidade.

A partir do arquivo **.dwg*, fez-se necessára a utilização de outro *software*, o Arcview, para a importação desses dados para o TransCAD. Após o reconhecimento do mapa pelo programa, ele foi inserido como um novo *layer* para que, então, com as ferramentas de edição de desenhos, fossem adicionados os *links* que faltavam por digitalização direta na tela do computador. Os nomes dos novos *links* foram adicionados manualmente, um a um, no arquivo **.dbd* (extensão do arquivo gerado pelo TransCAD, para o armazenamento de dados sobre os elementos geográficos) após terem sido adicionados os *links*. A definição da direção de cada *link* também foi feita manualmente, no arquivo de extensão **.dbd*. A Figura 2 mostra a base de dados e o arquivo geográfico com seus atributos.



Length	Dir	NAME	VELOCIDADE	TIME (MIN)
0.02	0	RUA SAO JOAQUIM	40.00	0.02
0.18	0	RUA ADEMAR IVO DE MEDEIROS	40.00	0.28
0.06	0	RUA ANTONIO PEREZ	40.00	0.10
0.17	0	RUA ANGELO POSSA	40.00	0.25
0.06	0	RUA PIETRO MANZINI	40.00	0.09
0.11	0	RUA 24 DE MAIO	40.00	0.17
0.11	-1	RUA VISCONDE DE INHAUMA	40.00	0.17
0.11	1	RUA RIACHUELO	40.00	0.17
0.11	-1	RUA AQUIDABAM	40.00	0.17
0.09	1	RUA JOSE BONIFACIO	40.00	0.14
0.04	-1	RUA 9 DE JULHO	40.00	0.06
0.04	1	RUA EPISCOPAL	40.00	0.06
0.02	1	RUA DOM PEDRO II	40.00	0.02
0.10	0	RUA MARCOLINO LOPES BARRETO	40.00	0.15
0.10	1	RUA MAJ MANOEL ANTONIO DE MATTOS	40.00	0.15
0.10	-1	RUA TOTO LEITE	40.00	0.15
0.10	0	RUA DA MARIA IZABEL DE OLIVEIRA BOTELHO	40.00	0.15
0.10	0	RUA EUGENIO FRANCO DE CAMARGO	40.00	0.15
0.32	0	RUA GEMINIANO COSTA	40.00	0.49
0.11	0	RUA MARIA ANGELICA MARCONDES	40.00	0.16
0.12	0	RUA JOSE MARRARA	40.00	0.19
0.13	0	RUA VER JOSE MARIUTTI SEPE	40.00	0.19
0.17	0	RUA DOUVIDOR CUNHA	40.00	0.25
0.18	0	RUA FRANCISCO ZAVAGLIA	40.00	0.27

FIGURA 2. Direção das ruas da cidade representadas pelas setas (à esquerda) e base de dados com os nomes das ruas (à direita)

3.2.3. Preenchimento da base de dados

Para a execução das rotinas foi necessária a construção da rede de transporte, a criação da matriz de roteirização, a resolução do problema de roteirização de veículos e a apresentação dos resultados.

A rede de transportes representa o sistema de transporte com suas características. Brasileiro (2004) descreve as redes como estruturas especializadas que representam as regras que gerenciam as viagens sobre uma rede viária. Como a rede é usada no processamento dos dados, são necessários alguns campos como comprimento (*length*) e tempo de viagem.

Para a criação da rede de transportes é necessário selecionar a camada de linhas e nós que representa as ruas e esquinas da área a ser estudada. Os campos de atributos de cada arco também devem ser selecionados, conforme a Figura 3.

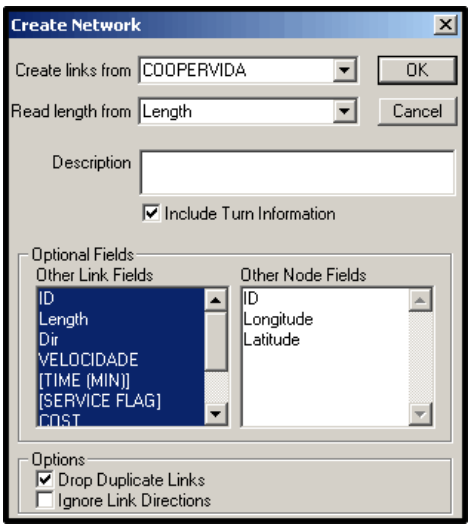


FIGURA 3. Caixa de diálogo para a criação da rede de transportes

A matriz de custos e a matriz de roteirização são elaboradas após a implantação da rede de transportes. A partir destas matrizes são obtidas as distâncias (ou qualquer outra variável que implique em custos) entre os pontos existentes no arquivo geográfico. Na criação da matriz de roteirização pode-se optar pelo cálculo com base nas distâncias em rede ou nas distâncias euclidianas. Nesse trabalho a opção foi por distâncias em rede

pela possibilidade de se visualizar os roteiros gerados no mapa, além de ser a opção mais precisa.

Para criar a matriz de roteirização deve-se escolher o seguinte:

- Quais paradas incluir;
- Quais depósitos incluir;
- Quais métodos usar para medir distância e tempo.

Para a inclusão destes dados pode-se escolher entre todas as paradas e todos os depósitos, ou criar conjuntos de seleções (*selection sets*) contendo as paradas e os depósitos, conforme a Figura 4.

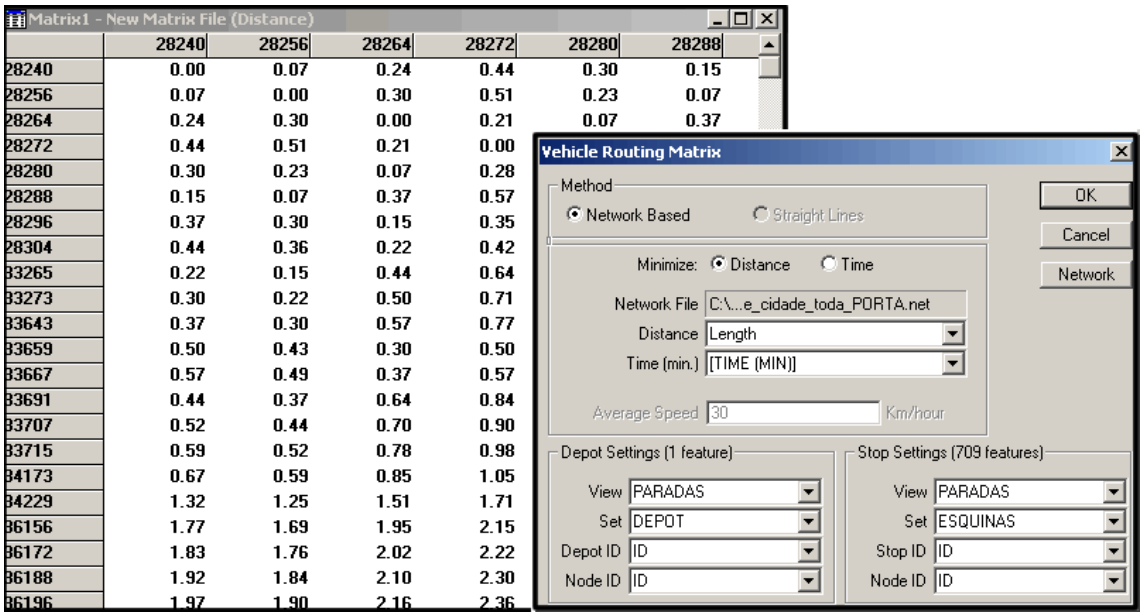


FIGURA 4. Matriz de roteirização e caixa de diálogo do procedimento de criação da matriz de roteirização

3.2.4. Descrição e utilização das rotinas do software SIG utilizado

Para os diferentes sistemas de coleta analisados foram utilizadas rotinas baseadas em procedimentos numéricos de pesquisa operacional. Estas rotinas foram aplicadas para a definição das variáveis definidas espacialmente, como localização de lixeiras, determinação da quantidade de resíduo a ser coletada em cada ponto e determinação do caminho ótimo para o recolhimento dos resíduos.

Para o sistema de coleta Porta-a-Porta foi utilizada a rotina de roteamento em arco (*arc routing*), uma vez que o roteamento se caracteriza como o Problema do Carteiro Chinês, que busca encontrar uma rota que percorra todos os arcos pelo menos uma vez minimizando a distância total percorrida.

Para os sistemas de coleta por PEV foram utilizadas a rotina de localização de instalações (*facility location*), para a localização das lixeiras segundo restrições impostas pelo modelo definido neste trabalho e a rotina de roteamento de veículos (*vehicle routing*), pois o roteamento tem características do Problema do Caixeiro Viajante, que busca minimizar o trajeto percorrido para se coletar os resíduos em pontos específicos.

O sistema Híbrido de coleta também utiliza a rotina de roteamento de veículos (*vehicle routing*), pois neste sistema os veículos coletam os resíduos acumulados pelos catadores em esquinas selecionadas. Vide Figura 5, que ilustra o roteamento para os três sistemas.

Para os três sistemas foram utilizadas a rotina de "clusterização" (*clustering*), para a divisão da área de coleta em pequenas áreas que possam ser percorridas em turnos diários, e a rotina que resolve o problema do transporte (rotina *transportation problem*), para determinar a quantidade de residências atendidas por um ponto qualquer da rede de transportes.

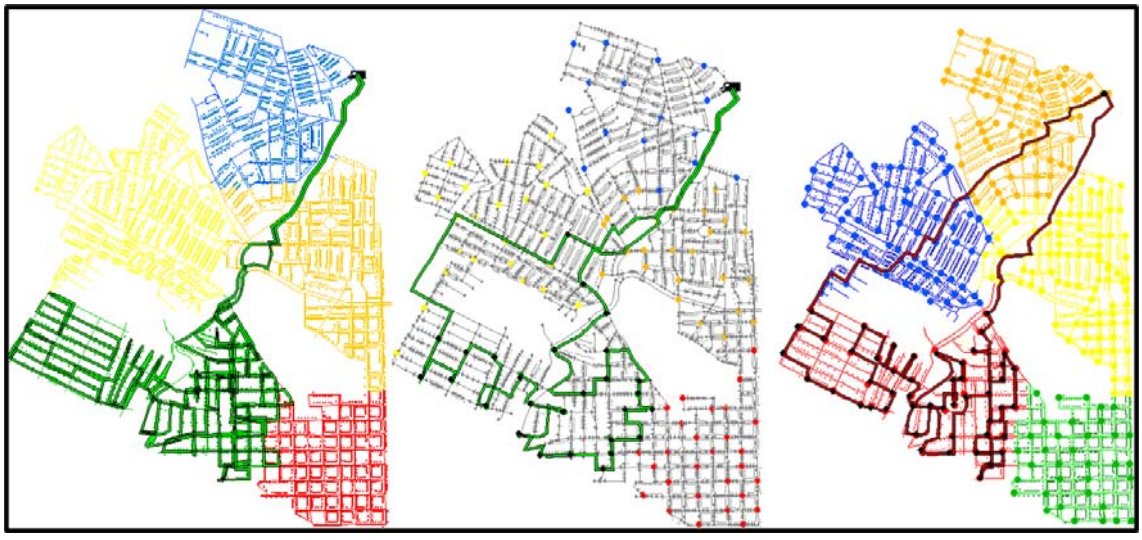


FIGURA 5. Roteamento aplicado aos sistemas, da esquerda para a direita, sistema Porta-a-Porta, sistema por PEV e sistema Híbrido.

3.2.4.1 Rotina *Facility Location*

Problemas de localização como um todo tratam de decisões sobre onde localizar instalações, considerando clientes que devem ser servidos de forma a otimizar algum critério (LIMA, 2003).

A rotina de localização de instalações foi utilizada para determinar a localização dos PEVs assim como definir as esquinas por onde o veículo deva passar no sistema Híbrido.

Para adicionar um número fixo de instalações, o algoritmo desta rotina trabalha em dois estágios: identifica um conjunto de locais iniciais de instalações usando uma heurística e, posteriormente, tenta melhorar o conjunto inicial de locais ao trocar candidatos com instalações escolhidas numa base pareada até que nenhuma melhora possa ser feita. Uma heurística escolhe o próximo melhor local ao avaliar todos os candidatos e selecionar o que melhor alcança a função objetivo (CALIPER, 1996).

A localização dos PEVs idealizada neste trabalho é definida de modo que a distância máxima não exceda 250 metros do "usuário", representado pela localização geográfica das residências da cidade em uma camada de pontos no mapa. Essa consideração é pautada por estudos de Belton et al. (1994), Butler e Hooper (2000) e Torres, Di'Aza e Torres (2003), que propõem a distancia média de 1 quilômetro, considerando que os usuários que utilizam os sistemas estudados o faziam também em carros.

Pode-se citar o fato de que pontos de ônibus urbanos são locados a uma distância média de 400 metros dos usuários. O valor de 250 metros leva em consideração o fato de que a coleta seletiva é voluntária, se contrapondo aos pontos de ônibus onde os usuários se dirigem a esses lugares por necessidade. Além disso, existe o fato de que os usuários brasileiros não estão habituados a tal tipo de coleta, uma vez que a coleta convencional é feita porta-a-porta.

Procedimento análogo foi utilizado para o sistema Híbrido, onde se definiu que os pontos de parada do veículo coletor poderiam ser distantes no máximo 400 metros. A determinação desta distância deve-se ao fato de que os catadores caminham nas duas ruas paralelas ao caminhamento do veículo coletor e, considerando-se que a distância

média entre duas ruas paralelas seja de 150 metros, tem-se que a distância média entre as ruas em que o veículo deverá passar seja de 400 metros.

A Figura 6 mostra a área de abrangência de cada ponto selecionado por esta rotina.

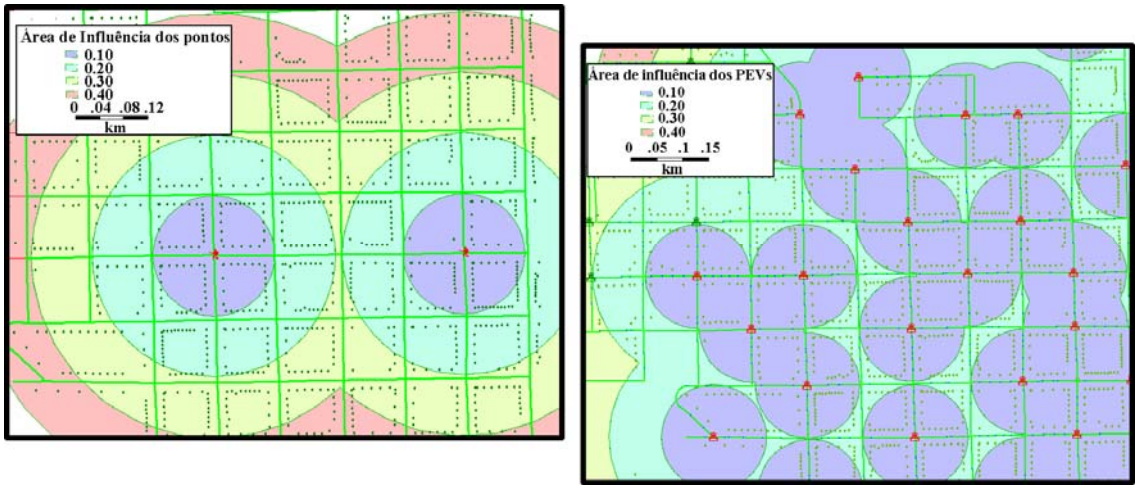


FIGURA 6. Área de influência dos PEVs e dos pontos de coleta do sistema Híbrido

Para a localização destes pontos, a rotina de localização de instalações (*facility location*) foi utilizada. Para a execução desta rotina é necessária a criação de uma matriz de custos (*cost matrix*) baseada nas distâncias em rede entre os nós da camada de vias (que correspondem às esquinas das quadras) e os nós correspondentes aos endereços das residências. Após este procedimento a rotina de localização é executada, impondo que o máximo custo (que é baseado nas distâncias em rede) entre os clientes (residências) e as instalações, os PEVs ou pontos de passagem, seja igual a 250 metros ou 400 metros respectivamente. A Figura 7 mostra as caixas de diálogo utilizadas para a resolução deste procedimento.

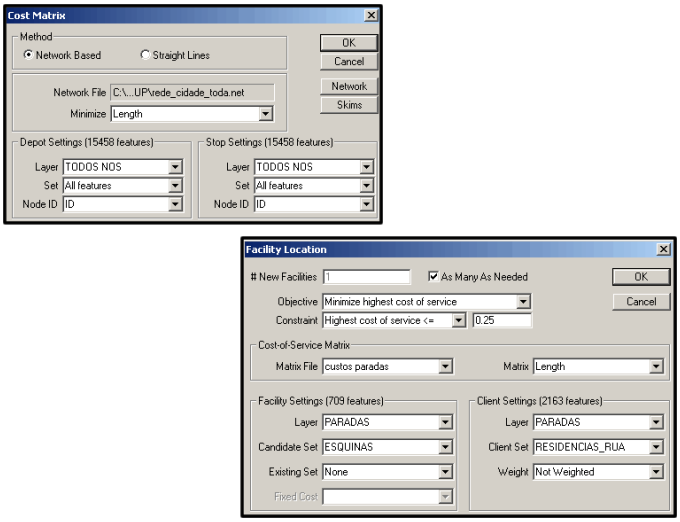


FIGURA 7. Caixas de diálogo para a criação da matriz de custos e para a localização das lixeiras

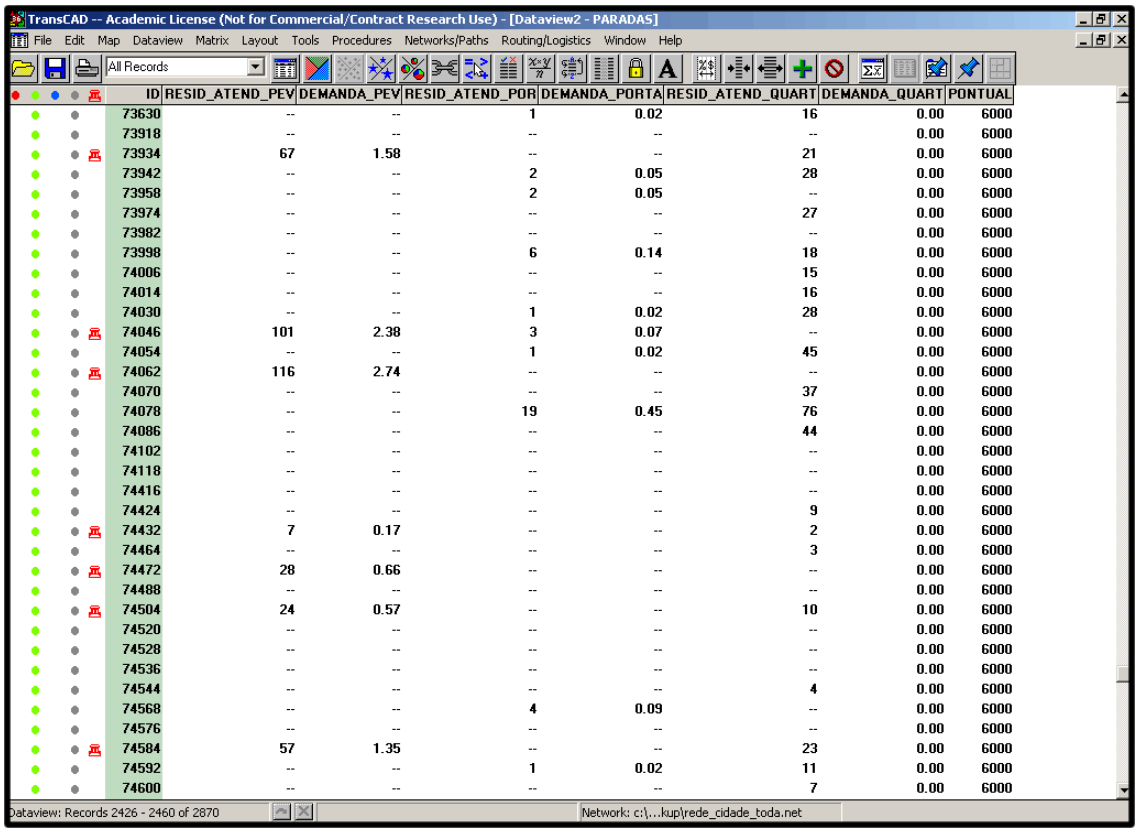
3.2.4.2 Rotina *Transportation Problem*

Para determinar a quantidade de residências que serão servidas por cada ponto, seja este ponto a esquina mais próxima (para o sistema por PEVs ou Híbrido) ou um ponto na rua indicando a projeção desta residência na rede de transportes (para o sistema Porta a Porta), foi utilizada a rotina que resolve o problema de transporte.

O problema de transporte envolve identificar o caminho mais eficiente para servir um conjunto de destinos por um conjunto de origens. O procedimento do *software* para resolver este problema usa uma adaptação do método simplex para programação linear. O algoritmo é baseado numa importante característica do problema de Hitchcock: quando a solução ótima é alcançada, o número de ligações carregando o fluxo iguala-se ao numero mínimo de ligações que pode conectar nós de produção a nós de demanda (isto é, o número total de nós de produção e de demanda menos 1); e todas as outras ligações estão vazias. Detalhadamente, o algoritmo começa com uma solução inicial possível com este número mínimo de fluxo carregando nós, então verifica se a solução pode ser melhorada ao usar uma ligação atualmente vazia. Se do mesmo modo uma ligação é encontrada, o algoritmo determina a quantidade de fluxo que pode ser alocada à nova ligação sem violar qualquer restrição, ajusta o fluxo em todas outras ligações de fluxo carregado, e atualiza a rede. O processo se repete até que nenhuma melhoria a mais possa ser encontrada ao trocar ligações (CALIPER, 1996).

Para alocar as residências a esses pontos, utiliza-se a rotina *Transportation Problem* com as origens (*source*) sendo os pontos que servirão as residências e os destinos (*sinks*) os pontos que indicam as residências. Os campos que representam a demanda (*quantity*), que devem obrigatoriamente ser igual a 1 para os pontos que indicam as residências, e um número suficientemente grande para os pontos que servirão as residências, assim são definidos para o procedimento não alocar mais de um ponto por residência, garantindo com isto que apenas um ponto sirva a uma residência.

A Figura 8 mostra a tabela da camada de pontos com os campos adicionados para a execução do procedimento e a Figura 9 mostra a caixa de diálogo e a representação gráfica do procedimento.



ID	RESID_ATEND_PEV	DEMANDA_PEV	RESID_ATEND_POR	DEMANDA_PORTA	RESID_ATEND_QUART	DEMANDA_QUART	PONTUAL
73630	--	--	1	0.02	16	0.00	6000
73918	--	--	--	--	--	0.00	6000
73934	67	1.58	--	--	21	0.00	6000
73942	--	--	2	0.05	28	0.00	6000
73958	--	--	2	0.05	--	0.00	6000
73974	--	--	--	--	27	0.00	6000
73982	--	--	--	--	--	0.00	6000
73998	--	--	6	0.14	18	0.00	6000
74006	--	--	--	--	15	0.00	6000
74014	--	--	--	--	16	0.00	6000
74030	--	--	1	0.02	28	0.00	6000
74046	101	2.38	3	0.07	--	0.00	6000
74054	--	--	1	0.02	45	0.00	6000
74062	116	2.74	--	--	--	0.00	6000
74070	--	--	--	--	37	0.00	6000
74078	--	--	19	0.45	76	0.00	6000
74086	--	--	--	--	44	0.00	6000
74102	--	--	--	--	--	0.00	6000
74118	--	--	--	--	--	0.00	6000
74416	--	--	--	--	--	0.00	6000
74424	--	--	--	--	9	0.00	6000
74432	7	0.17	--	--	2	0.00	6000
74464	--	--	--	--	3	0.00	6000
74472	28	0.66	--	--	--	0.00	6000
74488	--	--	--	--	--	0.00	6000
74504	24	0.57	--	--	10	0.00	6000
74520	--	--	--	--	--	0.00	6000
74528	--	--	--	--	--	0.00	6000
74536	--	--	--	--	--	0.00	6000
74544	--	--	--	--	4	0.00	6000
74568	--	--	4	0.09	--	0.00	6000
74576	--	--	--	--	--	0.00	6000
74584	57	1.35	--	--	23	0.00	6000
74592	--	--	1	0.02	11	0.00	6000
74600	--	--	--	--	7	0.00	6000

FIGURA 8. Tabela da camada de pontos com os campos necessários para executar a rotina do problema de transporte

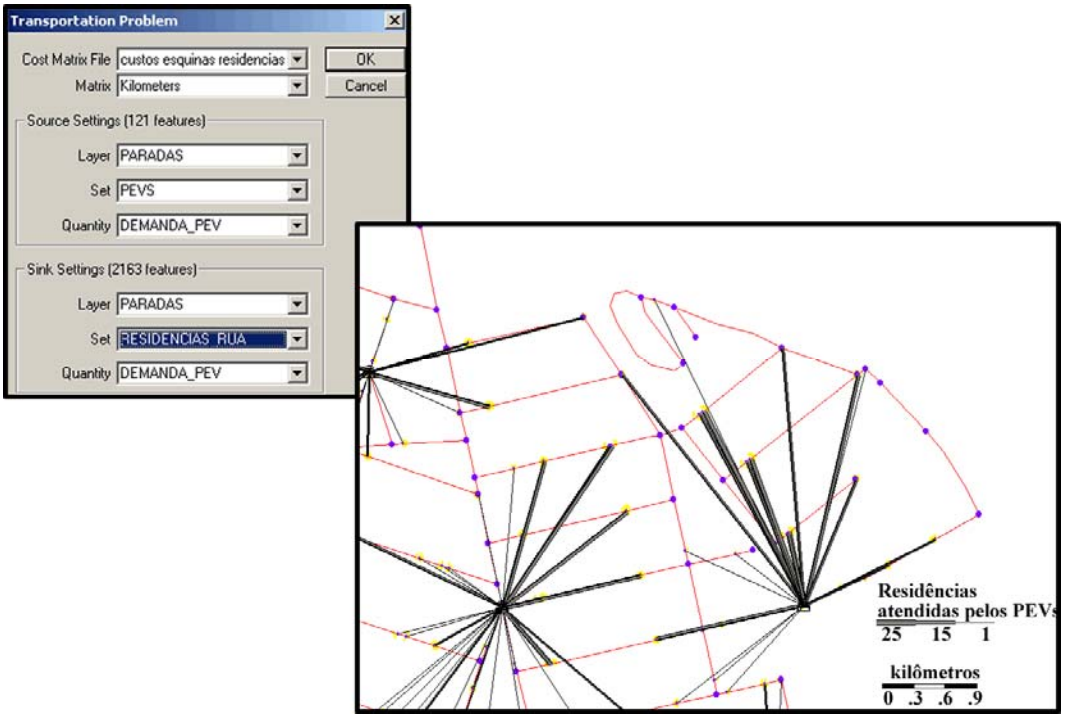


FIGURA 9. Caixa de diálogo da rotina que resolve o problema do transporte (a esquerda) e representação do fluxo das residências atendidas por cada ponto (a direita)

3.2.4.3 Rotina *Clustering*

A rotina de "clusterização" (*clustering*) é utilizada para a divisão da área de coleta em pequenas áreas que possam ser cobertas por turnos diários, foi utilizada para os três sistemas, em que a camada de pontos foi "clusterizada" e, posteriormente os *links* adjacentes aos pontos de cada área foram selecionados.

O objetivo do procedimento de "clusterização" é criar grupos que minimizem o custo total de viajar entre cada origem de grupo e os elementos no grupo, sem violar a restrição de capacidade do grupo.

O algoritmo usado pelo procedimento começa com um conjunto aleatório inicial de sementes, e usa uma heurística para alocar clientes às sementes. Após todos os grupos serem formados, o algoritmo identifica a semente em cada grupo que minimiza o custo total de alocações de cada grupo. Estas novas sementes são então usadas como a base para uma outra iteração da heurística. O algoritmo termina quando as sementes ficam inalteradas de uma iteração para a próxima, ou o número máximo de iterações é

alcançado, ou um ciclo fechado nos locais de sementes é identificado (por exemplo, as sementes na mesma iteração são idênticas às sementes encontradas numa iteração anterior) (CALIPER, 1996).

Para a execução da rotina, foram "cluterizados" os nós da camada de *links* escolhendo o número de *clusters* igual a cinco (representando os cinco dias úteis da semana) e definindo a capacidade de cada cluster como um quinto do número de residências da área a ser estudada. A demanda de cada ponto é dada pelo campo de residências atendidas para cada sistema e este campo é determinado pela rotina que resolve o problema de transportes.

Na Figura 10 é mostrada a caixa de diálogo para o procedimento de clusterização e o mapa com os pontos clusterizados.

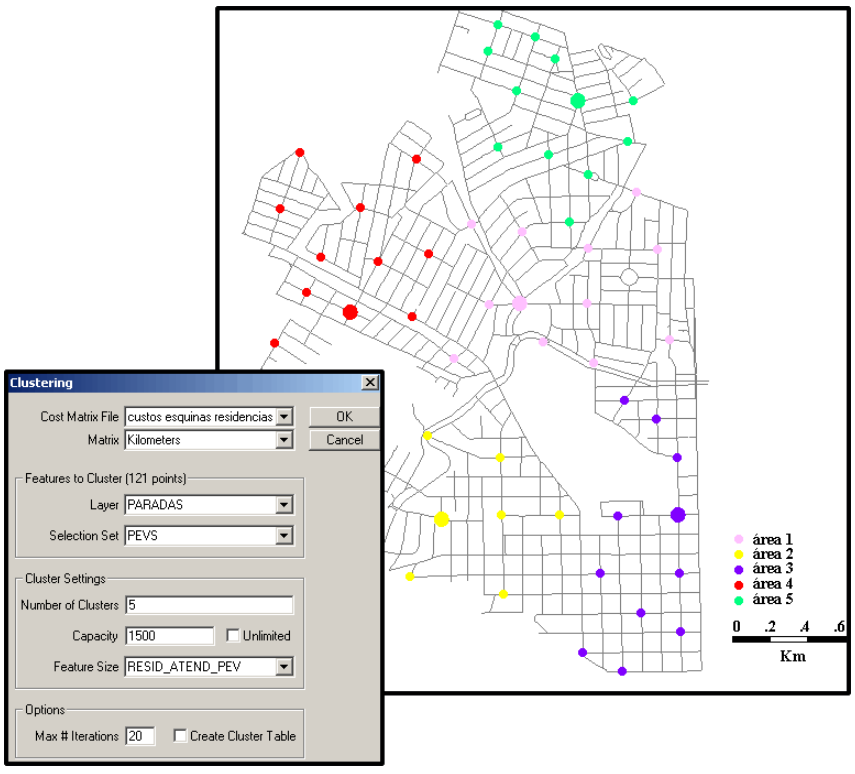


FIGURA 10. Procedimento de clusterização para dividir os pontos ou ruas da área em estudo em áreas menores

3.2.4.4 Rotina *Vehicle Routing*

Para a roteirização de veículos, o *software* utiliza a heurística das economias de Clarke e Wright (1964) com a alteração de um parâmetro de forma, proposto por Yellow (1970). Esse algoritmo constrói rotas combinando as paradas nas rotas e o custo de se adicionar uma nova rota até encontrar a rota mais eficiente (CALIPER, 1996).

Para a execução deste procedimento é necessário criar uma matriz de roteirização para cada uma das áreas escolhidas minimizando a distância, e escolher como depósitos a camada de nós (da camada de *links*) e a seleção de nós da área em que se deseja fazer a roteirização, e como paradas a camada de nós (da camada de *links*) e também a seleção de nós da área em que se deseja fazer a roteirização, conforme a Figura 11.

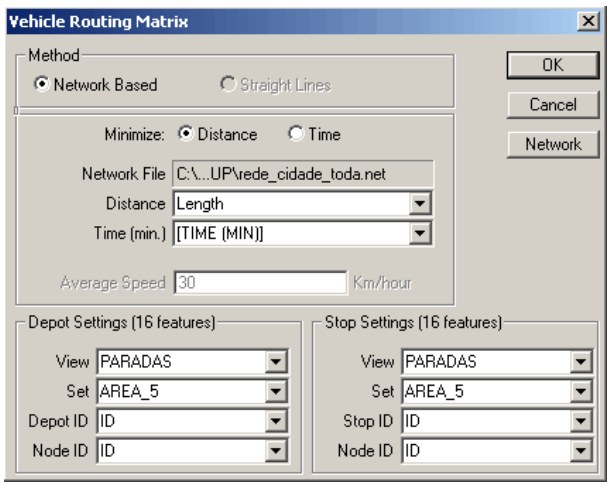


FIGURA 11. Caixa de diálogo para a criação da matriz de roteirização usada no procedimento de roteirização de veículos

Para a execução desta rotina o banco de dados de atributos da base geográfica (tabela de dados da camada de pontos) deve ser formatado de acordo com as Tabelas 4 e 5 e Figura 12. Como a camada de pontos de coleta e garagem é uma só, todos estes campos estarão presentes em uma única base de dados.

Tabela 4. Campos a serem preenchidos na base de dados da camada da garagem (camada de pontos)

Campo	Tipo	Conteúdo
ID	inteiro	Um número que unicamente identifica a parada
Name	caractere ou inteiro	Um nome ou número que é usado para identificar a parada nos relatórios de rota
Demand	numérico	A demanda na parada
Open Time	inteiro	O primeiro horário que na parada pode ser prestado serviço
Close Time	Inteiro	O último horário que na parada pode ser prestado serviço

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

Dependendo das opções que se escolher para a roteirização, os seguintes campos adicionais podem ser necessários (Tabela 5):

Tabela 5. Campos adicionais a serem preenchidos na base de dados da camada dos pontos de coleta e depósitos (camada de pontos)

Campo	Tipo	Conteúdo
Node ID	inteiro	O ID do nó de rede mais próximo a cada parada
Fixed Time	numérico	O tempo mínimo requerido a prestar serviço na parada (em minutos)
Time per Unit	numérico	O tempo de serviço requerido para cada unidade de demanda (em minutos)
Depot Assigned	inteiro	O ID do depósito que presta serviço na parada

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

ID	Longitude	Latitude	FIXED_TIME	TIME_PER_UNIT	OPEN_TIME	CLOSE_TIME	RESID_ATEND_PEV	DEMANDA_PEV
52019	-47902144	-22013169	5	1	600	1800	--	
129136	-47902770	-22007914	5	1	600	1800	--	
129299	-47889864	-22003761	5	1	600	1800	--	
129300	-47889890	-22003918	5	1	600	1800	--	
130771	-47906953	-22008878	5	1	600	1800	--	
130780	-47906675	-22008412	5	1	600	1800	--	
130786	-47906572	-22007852	5	1	600	1800	--	
130788	-47906243	-22007710	5	1	600	1800	--	
130791	-47907218	-22007927	5	1	600	1800	--	
130794	-47907110	-22007749	5	1	600	1800	--	
130796	-47906882	-22007379	5	1	600	1800	--	
130799	-47906776	-22007208	5	1	600	1800	--	
130801	-47906670	-22007037	5	1	600	1800	--	
130803	-47906562	-22006864	5	1	600	1800	--	
130806	-47906460	-22006699	5	1	600	1800	--	
130808	-47907428	-22000784	5	1	600	1800	--	
130811	-47907444	-22000777	5	1	600	1800	--	

FIGURA 12. Base de dados da camada de pontos preparada para a execução da rotina de roteirização de veículos

Além de camada de pontos, deve ser inserida uma tabela de veículos, com a descrição dos veículos e a quais depósitos servem. A tabela de veículos (Tabela 6 e Figura 13) deve ter os seguintes campos:

Tabela 6. Tabela de veículos

Campo	Tipo	Conteúdo
Depot ID	inteiro	O nó ID do depósito para cada tipo de veículo
Type	inteiro	Código do veículo tipo, deve ser único dentro de cada depósito
Capacity	real	A capacidade de cada tipo de veículo
Num_vehs	inteiro	O número dos veículos em cada tipo
Cost	real	Custo de compra/operação/aluguel de cada tipo de veículo

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

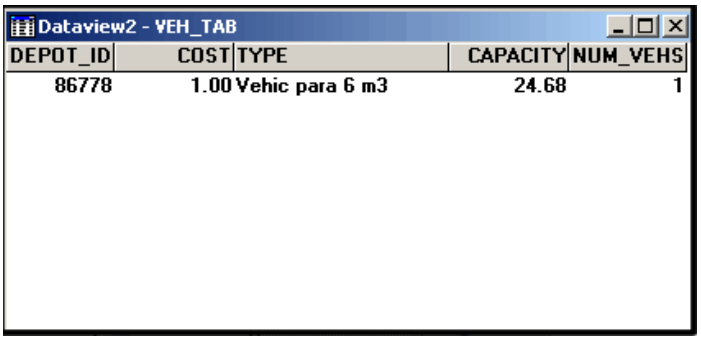


FIGURA 13. Tabela de veículos com as informações dos veículos a serem utilizados no procedimento

Para a execução da rotina, na aba *stop* da caixa de diálogo foi escolhida a camada de PARADAS e a seleção da área escolhida e na aba de *depot* a camada de PARADAS foi escolhida a seleção DEPOT, que representa o depósito a que o veículo retornará após a coleta (Figura 14).

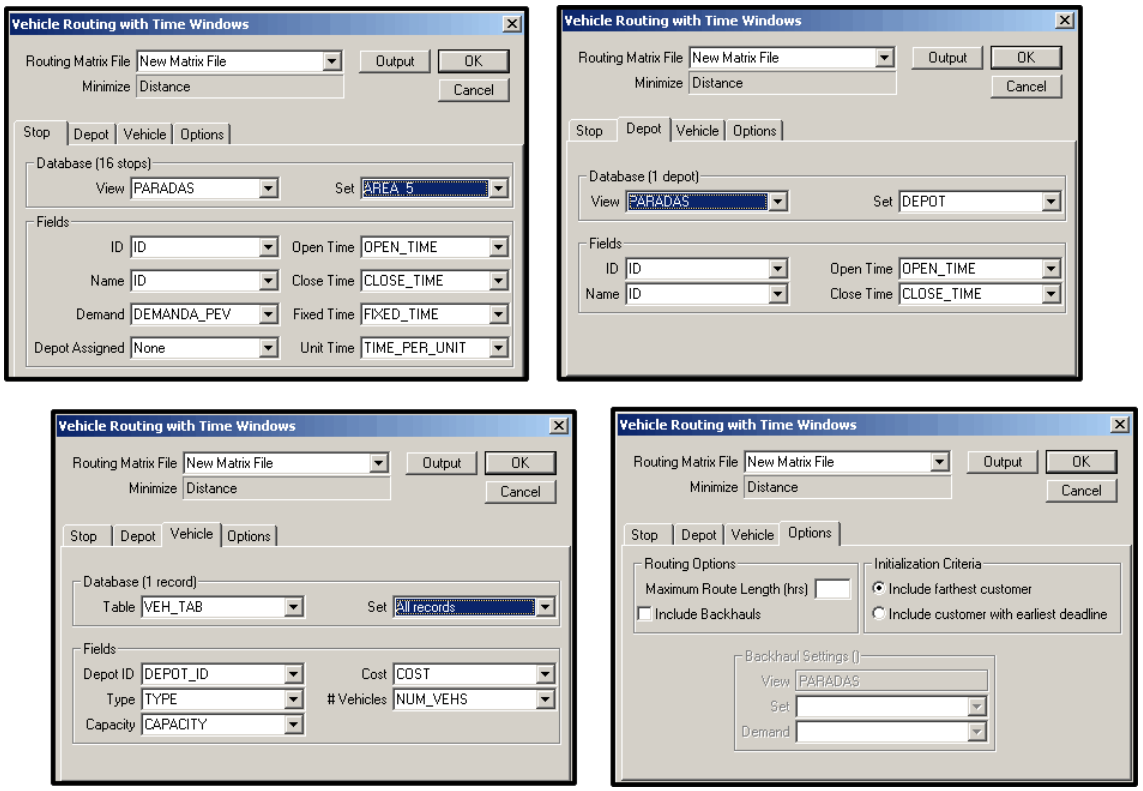


FIGURA 14. Abas da caixa de diálogo da rotina de roteirização de veículos

O procedimento de roteirização de veículos produz dois ou três arquivos de saída (Figuras 15 e 16):

- Um arquivo de texto contendo o itinerário de cada veículo;
- Uma tabela (a tabela de roteiro) contendo a listagem das paradas em cada rota (este relatório é produzido somente se a matriz de roteirização foi baseada em uma rede de transporte);
- Um relatório de resumo (este relatório, é produzido se a opção *Procedure Report File* é escolhida na caixa de diálogo *Procedure Settings*);
- Se a matriz de roteirização foi criada usando uma rede, pode-se criar um sistema de rotas que mostre os roteiros como uma camada (*layer*) no mapa.

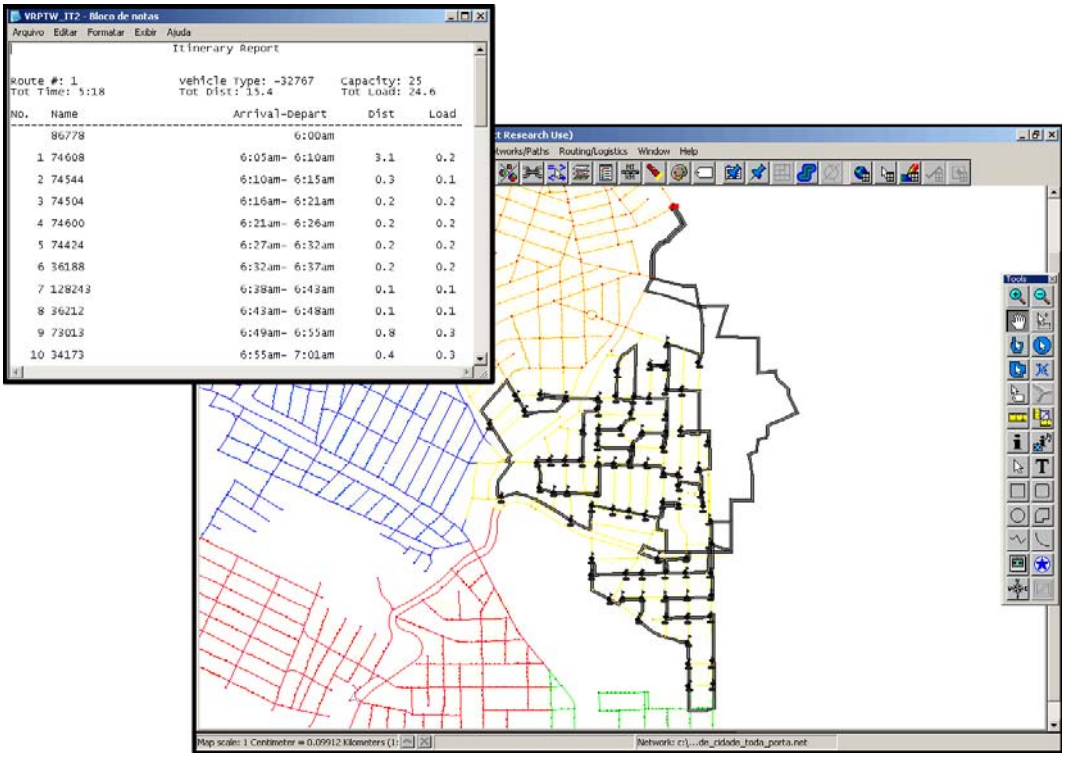


FIGURA 15. Itinerários gerados pela roteirização dos veículos e a rota indicada no mapa

Quando na roteirização, a carga do veículo for completada, o procedimento o faz retornar ao depósito e indica a seleção de pontos órfãos que não foram atendidos. O próximo passo, então, é roteirizar somente a seleção de pontos órfãos até que não exista mais rota que complete o carregamento do veículo.

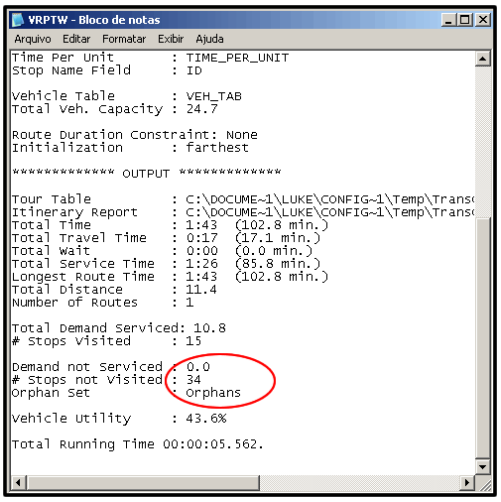


FIGURA 16. Relatório do procedimento com os pontos órfãos indicados

3.2.4.5 Rotina *Arc Routing*

Para se atravessar todos os *links* em uma rede direcionada exatamente uma vez e retornar ao ponto de partida, todo nó deve ter o mesmo número de ligações. A rotina de cobertura de vias certifica-se se esta condição é satisfeita ao encontrar o mínimo acréscimo de *links* não servidos (*deadhead links*) e o correspondente nó de depósito. Esta rede aumentada é construída ao resolver o problema de transporte de Hitchcock e, em conseqüência, contém um conjunto de ligações de *deadhead* que minimiza esse custo e, conseqüentemente, o custo total (EISELT, GENDEAU e LAPORTE. 1995).

O procedimento então une ligações dentro e fora de cada nó da rede aumentada. Se a rede contém penalidades de conversão, um algoritmo é usado para encontrar o mais eficiente pareamento de ligações. Caso contrário, o pareamento é arbitrário. O processo de pareamento resulta na criação de pequenos roteiros. A seguir, os pequenos roteiros são unidos por alguns nós de união para formar um roteiro completo. Se a rede contém penalidades de conversões, o conjunto de nós aos quais os roteiros pequenos são unidos é escolhido em um caminho para impor pelos menos um aumento nas penalidades de conversões. Caso contrário eles são escolhidos arbitrariamente (CALIPER, 1996).

As Tabelas 7, 8 e 9 identificam os campos a serem preenchidos na camada de linhas e nós.

Tabela 7. Campos a serem preenchidos na base de dados da camada dos *links* servidos pela coleta (camada de linhas)

Campo	Tipo	Conteúdo
ID	Inteiro	Um número que unicamente identifica a elemento da linha
Dir	Inteiro	Um número que indica se a elemento é mão única ou mão dupla
Cost*	Real	O custo de atravessar a ligação sem fornecer serviço (o custo de deadhead)
Service Flag*	Inteiro	Um número que identifica as ligações nas quais o serviço é necessário, ou que aloca uma ligação a um território

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

O campo *DIR*, que indica o sentido dos *links*, deve ser preenchido com “0”, que indica que a rua é de mão dupla, “1”, que indica que o sentido do fluxo coincide com a

direção topológica do *link* e "-1", que indica que o sentido de fluxo não coincide com a direção topológica do *link*.

Freqüentemente existem diferenças nas características ou requisitos do serviço nos dois lados de uma rua. Por exemplo, o número de casas a serem servidas pode ser diferente de um lado da rua ao do outro lado. Para representar estas diferenças, a camada de linhas deve incluir dois campos para cada variável de interesse, um indicando o valor aplicável na direção topológica frontal ao longo de cada ligação, e a outra contendo o valor aplicável na direção topológica reversa ao longo de cada ligação. O campo *SERVICE_AB* indica o requisito de serviço na direção frontal ao longo da rua e o campo *SERVICE_BA* indica o requisito de serviço na direção reversa ao longo da rua.

Este campo, também pode ser usado para dividir uma camada de linhas em partes (por exemplo, regiões ou territórios), em que cada uma será roteirizada separadamente. Para isso basta usar valores diferentes para o preenchimento deste campo (código de serviço).

Tabela 8. Campos opcionais a serem preenchidos na base de dados da camada dos *links* servidos pela coleta (camada de linhas)

Campo	Tipo	Conteúdo
Depot*	Inteiro	O ID do depósito que serve à ligação
Passes*	Inteiro	O número de passagens que são necessários para servir à ligação, onde zero ou um valor errado indica que uma única passagem é requerida
Service Load*	Real	A quantidade de trabalho necessária a servir a ligação
Deadhead Load*	Real	A quantidade de trabalho necessária para viajar a ligação sem fornecer serviço
Name	inteiro ou caractere	É usado para identificar a rua no relatório de itinerário

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

Tabela 9. Campos a serem preenchidos na base de dados da camada de pontos que localizam os depósitos (camada de pontos)

Campo	Tipo	Conteúdo
ID	Inteiro	Um número que unicamente identifica a camada de pontos

Fonte: adaptado de Caliper (1996)

A Figura 17 mostra a base de dados da camada de *links* e a Figura 18 apresenta a caixa de diálogo da rotina de roteirização em arco.

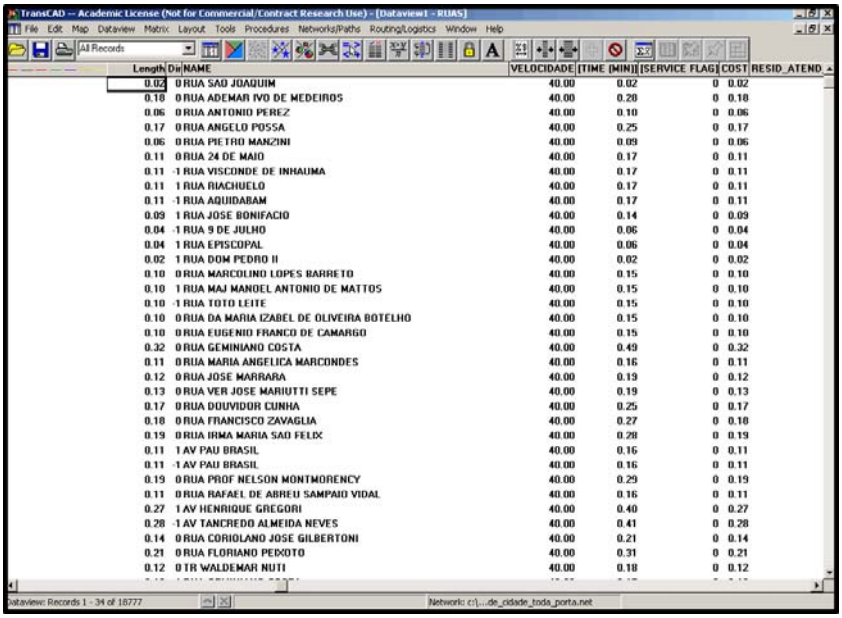


FIGURA 17. Base de dados da camada de *links* preparada para a execução de rotina de roteirização em arco

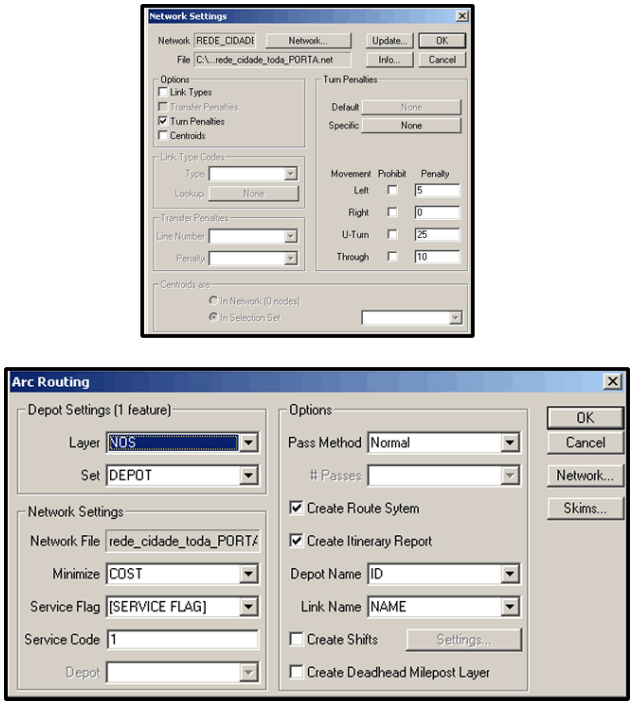


FIGURA 18. Caixa de diálogo da rotina de roteirização em arco (abaixo) e caixa de diálogo com as penalidades impostas aos movimentos do veículo na rede de transportes (acima)

O procedimento de cobertura de vias mostra um arquivo de relatório, *arpw.rep*, o qual lista os arquivos de entrada e as configurações que foram usadas e fornece informações resumidas sobre as rotas de veículos resultantes.

O procedimento pode também produzir os seguintes arquivos de saída (ilustrados na Figura 19):

- Um arquivo texto contendo o itinerário de cada veículo;
- Um sistema de rota mostrando as rotas como uma camada em um mapa.

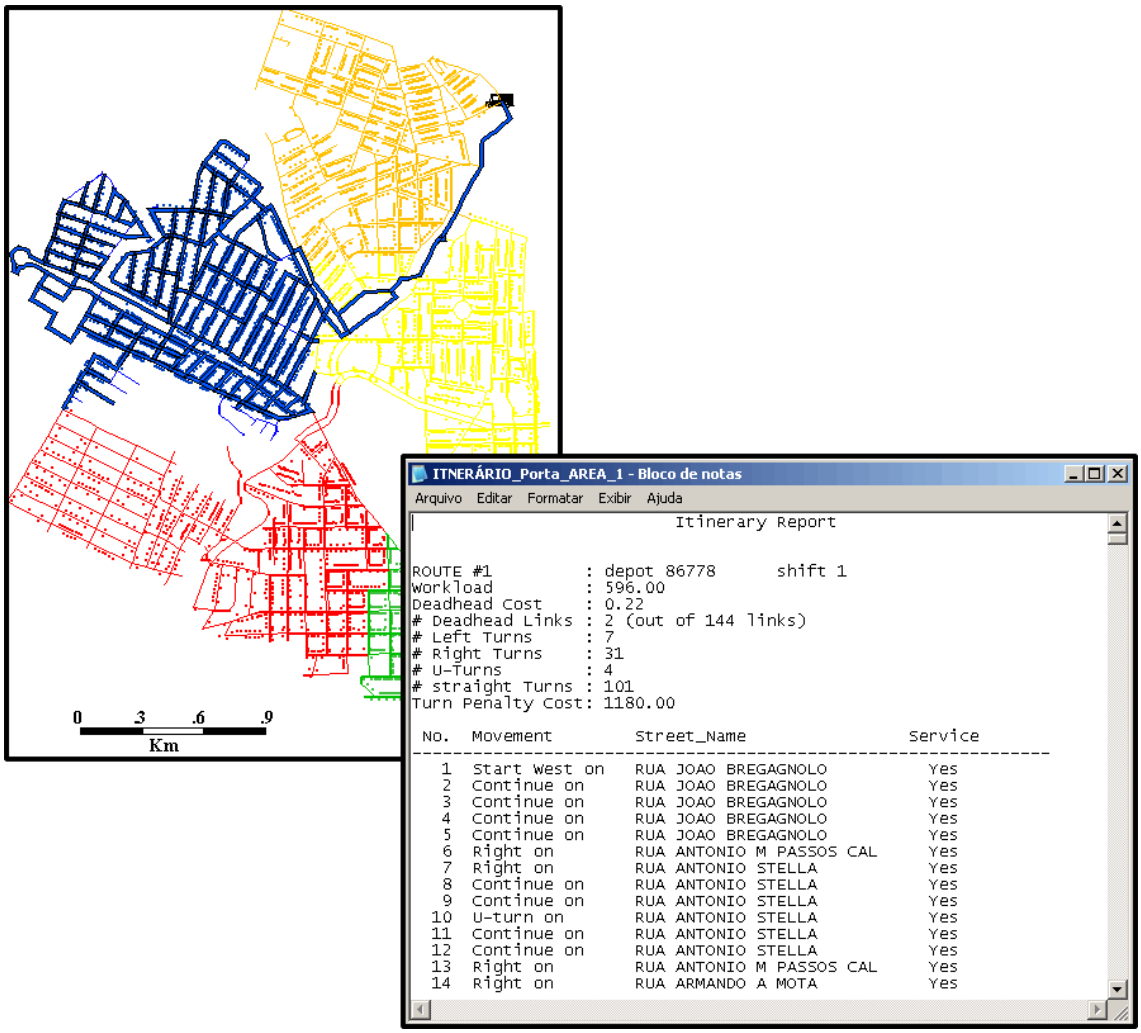


FIGURA 19. Resultados da rotina de roteirização em arco: rota mostrada como uma camada do mapa e relatório com itinerário

O relatório de itinerário contém as direções completas para cada rota, listando os *links* que são percorridos e identificando aquelas nas quais existe serviço e aquelas nas

quais ocorrem passagens por *links* sem serviço (*deadheading*). O relatório usa os nomes ou *ID*s dos depósitos e ruas.

O sistema de rotas criado pelo procedimento de cobertura de vias contém uma rota para cada depósito. O *software* automaticamente calcula as seguintes estatísticas resumidas para cada rota:

- O custo de *deadheading*;
- O número de ligações, e o número de ligações em *deadheading*;
- A soma de todas as penalidades de cruzamento (se penalidades de cruzamento existem na rede);
- O número de viradas por tipo (esquerda, direita etc.).

Quando, na roteirização, a carga do veículo for completada, o procedimento simplesmente interrompe a rota no *link* em que a carga está completa e inicia a nova rota a partir deste ponto. Para definir a distância real define-se o caminho mínimo entre o ponto em que a rota foi interrompida e a garagem e entre a garagem e o ponto em que a rota irá iniciar. A distância obtida será adicionada à distância total percorrida pelo veículo. A Figura 20 ilustra este procedimento.

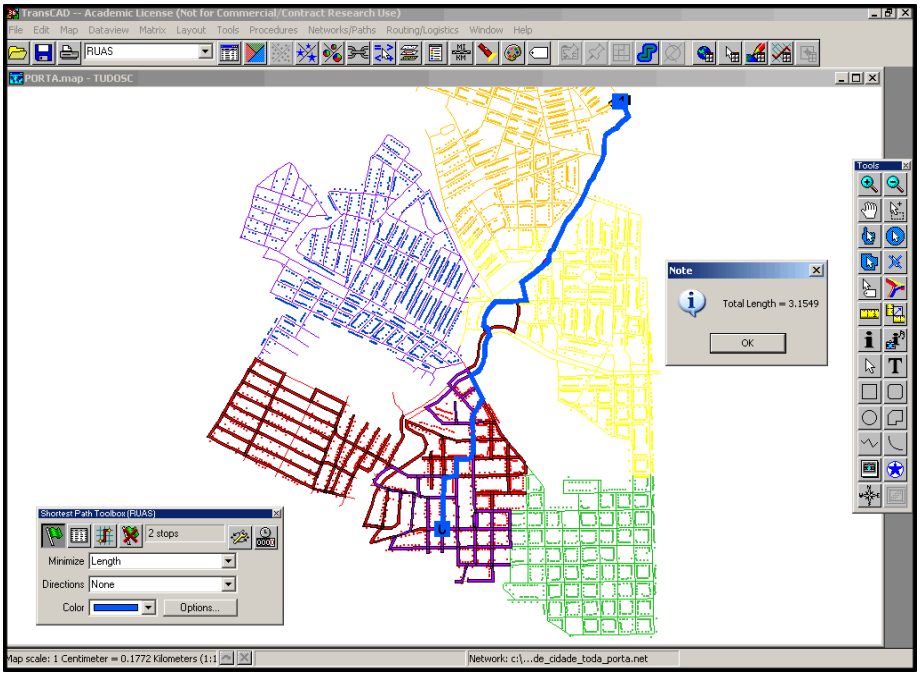


FIGURA 20. Determinação da distância entre o ponto de fim/início das rotas até a garagem

Uma descrição passo a passo da preparação da base de dados e utilização das rotinas do software é apresentada no apêndice A, ao final desta dissertação.

3.3. CUSTOS DE TRANSPORTES NA COLETA DE RESÍDUOS

Os custos dos diferentes sistemas foram analisados. Neste trabalho não foram levados em conta outros custos envolvidos em um projeto de coleta seletiva como campanhas educacionais e de conscientização da população, apenas foram analisados os custos da operação de coleta. O cálculo, assim como seus parâmetros, foram baseados em planilhas como as elaboradas pela Fundação Getulio Vargas – FGV, para o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana – SELUR (SELUR, 2001), planilhas fornecidas em Economia e Transporte (2005) e planilhas de custo da Associação Nacional do Transporte de Cargas – NTC (NTC, 2001). O custo total será estimado em função do tipo de coleta, da quilometragem percorrida e da quantidade de mão-de-obra utilizada.

Os itens que fazem parte desse custo são descritos a seguir:

3.3.1. Custos operacionais

Os custos operacionais foram divididos em custos fixos mensais e custos variáveis por quilômetro. Os custos fixos são aqueles que independem do volume da "produção", enquanto que os custos variáveis são função deste volume.

O custo operacional fixo é dividido em: custo da mão de obra, custos de remuneração de capital, licenciamento, seguro, entre outros. Os custos operacionais variáveis são: custo de manutenção, pneus, câmaras, recapagens, combustível e óleos lubrificantes.

3.3.1.1. Custos operacionais fixos

- Custo da mão-de-obra

O custo da mão-de-obra é calculado levando-se em conta salários, encargos, vales refeição, cesta e transporte, assistência médica e insalubridade. No caso da coleta seletiva efetuada por meio de cooperativas (como na cidade de São Carlos), os custos da mão de obra, principalmente o custo dos catadores é coberto pelo rateio da venda do

material reciclável. Neste trabalho todos os trabalhadores serão considerados no custo de mão-de-obra. O cálculo deste custo é dado pela fórmula a seguir:

Para o salário do motorista:

$$SM+(SMxENC) \quad (1)$$

Com:

SM - Salário básico motorista (média em R$);

ENC - Encargos sociais sobre salários.

Para o salário dos catadores:

$$[SC+(SCxENC)]xNCAT \quad (2)$$

Com:

SC - Salário básico do catador (média em R$);

ENC - Encargos sociais sobre salários;

NCAT - Número de catadores.

Para o salário de oficina:

$$[(SMEC+(SMECxENC)] / NMEC \quad (3)$$

Com:

SMEC - Salário de mecânico (média em R$);

NMEC - Quantidade de veículos atendidos por mecânico;

ENC - Encargos sociais sobre salários.

Além do gasto com salários e encargos, também existem os gastos com uniformes, que é considerado fixo. No gasto com uniformes leva-se em conta todo o

consumo anual de uniforme pela equipe, que depois é dividido por 12 meses, para a obtenção do custo mensal.

- Custo de licenciamento e seguros dos veículos

São os custos com as principais taxas que um veículo deve pagar para rodar legalmente: IPVA, seguro obrigatório e licenciamento, e o custo de seguro contra incêndio, danos materiais e danos materiais contra terceiros. O cálculo será feito como segue:

Para o licenciamento:

(DPVAT+IPVA+LIC)/12 meses (4)

Com:

DPVAT – Valor do seguro obrigatório - DPVAT (R$);

IPVA – Valor imposto sobre veículos - IPVA (R$);

LIC - Taxa para licenciamento (R$).

Para o seguro do casco:

[(VVxCOEF+VAP)xIOF]/12 meses (5)

Com:

VV - Valor do veículo (R$);

COEF - Coeficiente sobre importância segurada;

VAP - Valor da apólice (R$);

IOF – Imposto sobre operações financeiras - IOF.

Para o Seguro de Responsabilidade Civil Facultativo:

(SRCFxIOF)/12 meses (6)

Sendo que:

SRCF – valor do seguro para prêmio de danos materiais;

IOF – Imposto sobre operações financeiras - IOF

- Custo de manutenção dos contêineres

O custo de manutenção dos contêineres é variável, de acordo com a sua utilização, onde a variável determinante seria a tonelagem utilizada. Como essa análise leva em conta a quilometragem rodada como variável, optou-se por incluir o custo de manutenção dos contêineres como custo fixo, representando então uma taxa mensal de gasto. Esta hipótese é válida uma vez que, para o dimensionamento do número de contêineres por localidade, levou-se em consideração o total preenchimento destes, tendo, portanto, um desgaste constante mensal (contêineres sempre preenchidos e esvaziados semanalmente). Para tanto tomou-se uma porcentagem do valor do novo como taxa de manutenção, valor este que é dividido pela vida útil do contêiner, em meses, para a obtenção do custo mensal:

{[(NCBxVCB)+(NCAxVCA)]xTMA}/VUC (7)

Com:

NCB - Número de contêineres de baixa capacidade;

VCB - Valor do contêiner de baixa capacidade (R$);

NCA - Número de contêineres de alta capacidade;

VCA - Valor do contêiner de alta capacidade;

TMA - Taxa de manutenção anual (% do novo);

VUC – Vida útil do contêiner (em meses).

3.3.1.2. Custos operacionais variáveis

- Custo de manutenção

Representa o gasto médio mensal com peças e mão de obra de oficina. Não se considera, porém, gastos com pneus e óleo de motor, pois estes possuem um item específico. Seu cálculo é dado a seguir:

$$\{VV-[NPx(VP+VC)]-VE\}xTMM/KM \quad (8)$$

Com:

VV - Valor do veículo (R$);

NP - Quantidade de pneus;

VP - Valor do pneu (R$);

VC - Valor da câmara (R$);

VE - Valor do estepe (R$);

TMM - Taxa mensal de peças e material de manutenção;

KM - Quilometragem mensal de referência (km).

- Custos de pneus e câmaras

O custo dos pneus representa o gasto com rodagem e a quilometragem alcançada pela carcaça, de nova até o seu sucateamento, passando pelo número de recapagens economicamente viáveis em cada operação. É dado pela fórmula:

$$\{[(VP+VC)xNP]+(NRxVRxNP)\}/VUP \quad (9)$$

VP - Valor do pneu (R$);

VC - Valor da câmara (R$);

VR -Valor da recauchutagem (R$);

NP - Quantidade de pneus;

VUP - Vida útil total do pneu (km);

NR - Número de recauchutagens.

- Consumo de combustível

O custo do consumo de combustível é representado pelo preço de um litro de combustível e pelo consumo médio (km/l) que o veículo faz. O valor, em R$ por km, é dado pela divisão do preço de um litro pela média do consumo.

- Lubrificação e lavagens

Os gastos com lubrificação incluem a lubrificação do motor, das transmissões, dos comandos hidráulicos e filtros. O seu cálculo se resume em dividir o gasto com os litros de óleo consumidos na troca, mais os litros que são necessários para a reposição entre as trocas, pelo intervalo de quilômetros entre trocas. Para o cálculo dos gastos com lavagem estimou-se um número adequado de lavagens por mês e dividiu-se o gasto com estas lavagens pela média de quilometragem rodada pelos veículos durante um mês:

Para o lubrificante:

$$\{POCx[(COC+ROC)/ITOC]\}+[(POCDxCOCD)/ITOCD] \quad (10)$$

Com:

POC - Preço do óleo de cárter por litro (R$);

COC - Capacidade de óleo de cárter (litros);

ROC - Reposição óleo de cárter até a próxima troca (litros);

ITOC - Intervalo de troca de óleo de cárter (km);

POCD - Preço do óleo de câmbio e diferencial (R$/litro);

COCD - Capacidade do câmbio e do diferencial (litros);

ITOCD - Intervalo entre trocas câmbio e diferencial (km).

Para a lavagem e lubrificação:

$$(CL/IL) \quad (11)$$

Com:

CL - Custo de uma lavagem/engraxamento (R$);

IL - Intervalo entre duas lavagens (km).

3.3.2. Custos de capital

Os custos de capital são os custos de depreciação dos bens e remuneração do capital investido. Os custos de depreciação incluem a depreciação dos veículos de coleta e dos coletores (no caso do sistema de coleta por PEVs). O cálculo é feito pela seguinte expressão:

$$\{(TRV/VUV)x\{VV-[(VP+VC)xNP]\}\}+[(TRE/VUE)xVE]+ \\ +[(TCB/VUCB)xNCBxVCB]+[((TCA/VUCA)xNCAxVUCA] \quad (12)$$

Sendo que:

VV- Valor do veículo (R$);

NP - Quantidade de pneus por veículo (R$);

VP - Valor do pneu (R$);

VC - Valor da câmara (R$);

TRV - Taxa de reposição do veículo;

VUV - Vida útil do veículo (meses);

VE - Valor da carroceria;

TRE - Taxa de reposição da carroceria;

VUE - Vida útil da carroceria (meses);

NCB - Número de contêineres de baixa capacidade;

VCB - Valor do contêiner de baixa capacidade (R$);

TCB - Taxa de reposição dos contêineres de baixa capacidade;

VUCB - Vida útil dos contêineres de baixa capacidade (meses);

NCA - Número de contêineres de alta capacidade;

VCA - Valor do contêiner de alta capacidade;

TCA - Taxa de reposição dos contêineres de alta capacidade;

VUCA - Vida útil dos contêineres de alta capacidade (meses).

Pela existência de um custo de oportunidade, é que se inclui o custo de remuneração de capital, pois o investimento feito pressupõe um retorno ou remuneração mínima do capital investido. Investir em um projeto significa perder a oportunidade de realizar outros menos arriscados. A remuneração é dada pela fórmula:

$$[VTA+VRP+VRE+(NCBxVTB)+(NCAxVTA)]/12 \text{ meses} \quad (13)$$

Com:

VV - Valor do veículo;

TR - Taxa de remuneração do capital (anual);

VTA - Valor total anual (*VVxTR*);

TRP - Taxa de remuneração de peças (anual);

VRP - Valor anual da remuneração de peças;

VE - Valor da carroceria;

VRE - Valor anual da remuneração da carroceria (*VExTR*);

NCB - Número de conteineres de baixa capacidade;

VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade;

VTB - Valor total anual por conteiner (*VCBCxTR*);

NCA - Número de conteineres de alta capacidade;

VCA - Valor do conteiner de alta capacidade;

VTA - Valor total anual por conteiner de alta capacidade (*VCACxTR*).

3.3.3. Custos administrativos

Normalmente são calculados como uma porcentagem dos custos operacionais, destinando-se a cobrir as seguintes despesas: honorários, salários e ordenados, taxas, água, luz, telefone, entre outras despesas geradas na administração do serviço de coleta seletiva.

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Para a aplicação do método descrito no capítulo anterior algumas hipóteses foram assumidas, devido à falta de dados mais precisos para a entrada no modelo. Estas hipóteses são descritas abaixo:

- A taxa de geração por residência e a composição dos resíduos sólidos gerados não variam entre as propriedades residenciais de diferentes tamanhos;
- Os pontos no mapa considerados como residências não possuem diferenciação socioeconômica entre si como: prédios de apartamentos, residências geminadas, número de cômodos (que poderiam indicar a quantidade de pessoas que vivem no imóvel), e finalmente o tipo de uso do imóvel (residencial, comercial ou industrial);
- O tempo de esvaziamento dos contêineres ou de carregamento/descarregamento dos veículos, que poderia indicar o rendimento de cada sistema, não foi levado em consideração, apenas a distância percorrida.

A variável tempo de operação, que é o tempo gasto pelo sistema de coleta em cada turno, englobando as operações de deslocamento até o local de coleta, tempo de carregamento do veículo coletor, deslocamento até o depósito/garagem e esvaziamento do veículo coletor, mostrou-se de difícil mensuração para operações de coleta seletiva.

No caso dos sistemas porta-a-porta e híbrido, o resíduo reciclável fica guardado dentro das residências até o momento da coleta, quando os catadores solicitam aos moradores que entreguem o material. O tempo gasto entre a solicitação e a entrega varia muito de morador para morador. O sistema de coleta por PEVs, varia de acordo com o tipo de contêiner que pode variar de volume e o tipo de operação de esvaziamento, ambas variáveis que incidem sobre o tempo de esvaziamento.

4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER ESTUDADA

Localizada na região central do estado de São Paulo, São Carlos apresenta as características de uma cidade de médio porte, com população de 192.998 habitantes, segundo o último censo estatístico do IBGE, em 2000 (IBGE, 2000b).

No município de São Carlos existem três programas de coleta seletiva, o primeiro deles organizado por iniciativa da Universidade Federal de São Carlos, que iniciou a sua implantação em 1994 (CUNHA, L., 1995 e TEIXEIRA e ZANIN, 1995), o segundo, o programa municipal, implantado por meio de uma iniciativa do governo local desde 2003 (THIEMERMAM, 2004), e o terceiro o programa de redução e reciclagem de resíduos dos campi da USP, chamado USP RECICLA.

Dados referentes à área onde a coleta seletiva municipal foi implantada foram obtidos junto a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Município de São Carlos, que é responsável pela coordenação das cooperativas que atuam no programa de coleta seletiva municipal. A coleta seletiva praticada no município é executada em três áreas distintas, administradas por três cooperativas: Cooletiva, Coopervida e Ecoativa.

Para a execução das simulações de trajeto dos veículos deste estudo de caso, foi escolhida a área de uma destas cooperativas, cujas características geométricas não são muito uniformes, tendo-se assim uma boa representatividade da cidade toda. Essa área é constituída pelos seguintes bairros da cidade de São Carlos: Jd. São Carlos; Jd. Bethânia; Pq. Sta. Mônica; Jd. Paraíso; Jd. Lutfalla; Solar dos Engenheiros; Pq. Arnold Schimdt; Chácara Casalle; Cidade Jardim; Sta. Paula; Jd. Centenário; Pq. Sta. Marta; Jd. Bandeirantes; Nova Sta. Paula; Jd. Hikare; Jd. Paulistano; Pq. Delta e Vila Pq. Industrial. A área é mostrada na Figura 21.

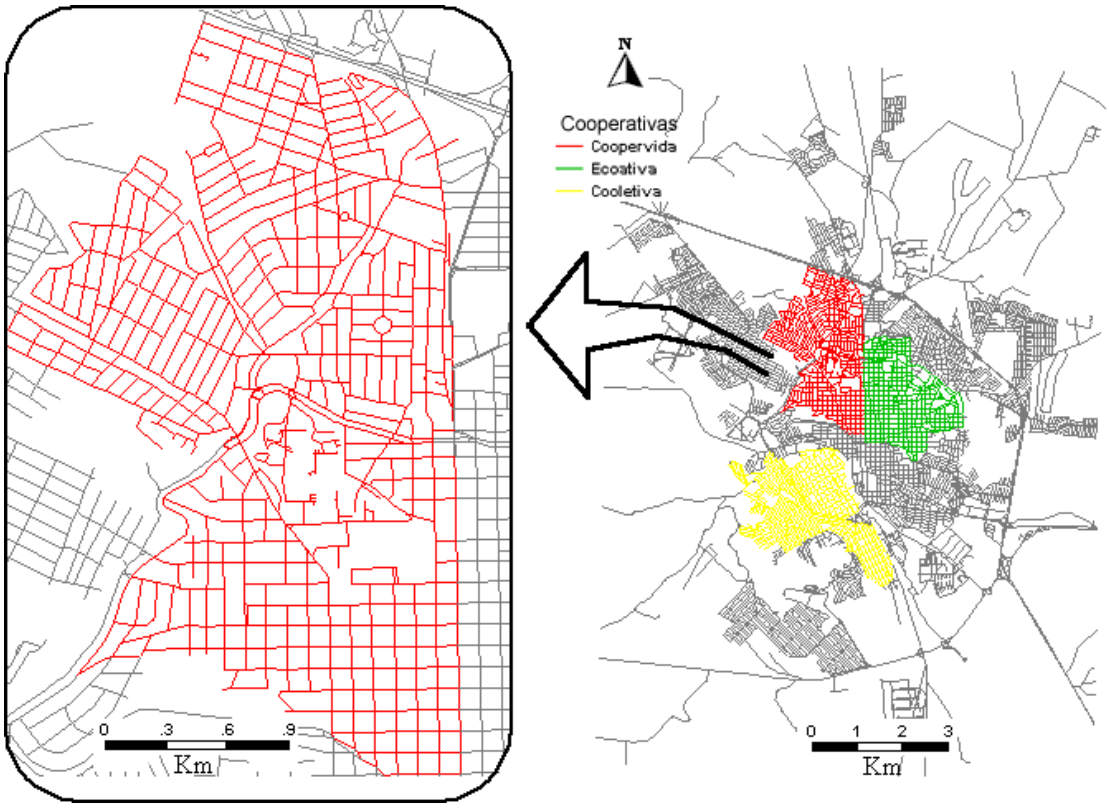


FIGURA 21. Área escolhida para as simulações de coleta (em vermelho) e áreas em que as cooperativas de coleta seletiva atuam (em amarelo, verde e vermelho) na cidade de São Carlos.

4.1.1. Determinação da demanda residencial aproximada de São Carlos

Para a determinação da produção diária de resíduos recicláveis por residência, a ser utilizada como demanda para este estudo, foi necessária a utilização de dados obtidos em estudos anteriores. Segundo Gomes e Povinelli (1991) "Os dados obtidos na caracterização de uma cidade podem ser comparados com os de outra localidade, ou até mesmo servir como base para comunidades onde ainda não se tenha realizado esse serviço. É importante salientar que a utilização da composição física de outra cidade só é válida quando as populações e as próprias cidades possuírem características muito semelhantes. Ainda assim, é aconselhável que só se utilizem estes dados em uma fase preliminar, partindo-se posteriormente para a caracterização do lixo da cidade e somente depois, de posse destes resultados, é que se deve dar continuidade ao projeto".

O estudo descrito em Zanin et al. (2002) foi realizada no município de São Carlos, em um bairro de classe média e média alta, situado na região central da cidade, que apresenta infra-estrutura básica como água encanada, energia elétrica, coleta regular de lixo e asfalto. Nesse bairro existem escolas públicas e particulares desde a educação

infantil até o ensino médio, um hospital, praças e comércio com lojas e supermercados. A média domiciliar obtida neste estudo foi de 564 g/hab.dia de resíduos descartados e 102,9 g/hab.dia de resíduos recicláveis descartados, e está bem abaixo dos valores geralmente referidos como média global da cidade (pesagem do que chega ao aterro - incluindo residências e também supermercados, lojas etc - dividida pelo número de habitantes).

Para o "veículo tipo" utilizado nesta pesquisa, um caminhão com carroceria adaptada de dimensões 4,7m x 2,5m x 2,1m, o peso médio da carga, quando este estava completamente carregado, era de 2.500 kg (THIEMERMAM, 2004), e como a quantidade média de recicláveis gerados por habitante daquela região foi de 102,9 g/hab.dia, tem-se que a densidade deste tipo de carga pode ser assim aproximada:

$$Densidade = 2.500\ kg \div (4,7m \times 2,5m \times 2,1m) = 101,3\ kg/m^3 \qquad (1)$$

O número médio de pessoas residentes por domicílio residencial na cidade de São Carlos é de 3,32 (IBGE, 2000b), e a freqüência de coleta definida para este estudo é semanal, portanto, a quantidade de materiais recicláveis a ser coletada em cada domicílio residencial da cidade de São Carlos pode ser assim descrita:

$$(0,1029\ kg/hab.dia \times 3,32\ hab \times 7\ dias)/\ 101,3\ kg/m^3 = 0,023607\ m^3 \qquad (2)$$

4.1.2. Definição dos cenários a serem analisados

A implantação de um programa de coleta seletiva sofre algumas variações na demanda visto que depende diretamente do envolvimento da população atendida, que participa da primeira etapa do processo: a separação na fonte geradora.

A variação na participação da população nestes tipos de programa pode ser influenciada por alguns fatores como: campanhas educacionais para a informação e motivação da população, incentivos e/ou taxas atribuídas pelo poder público, políticas públicas para o desenvolvimento desse tipo de serviço.

Para a definição dos cenários a serem analisados foi considerado como a demanda máxima a ser recolhida a demanda atual da cidade em estudo (participação

efetiva da população no programa), representada pelo cenário 100%, e mais quatro cenários com 20%, 40%, 60% e 80% da demanda máxima, conforme a Tabela 10, a seguir:

Tabela 10. Cenários analisados

Cenário	Sistema de coleta	Contribuição por domicílio (em % da demanda máx.)	Volume de recicláveis por domicílio (m^3)
PEV20	PEV	20%	0,0047214
PEV40	PEV	40%	0,0094428
PEV60	PEV	60%	0,0141642
PEV80	PEV	80%	0,0188856
PEV100	PEV	100%	0,0236070
POR20	Porta	20%	0,0047214
POR40	Porta	40%	0,0094428
POR60	Porta	60%	0,0141642
POR80	Porta	80%	0,0188856
POR100	Porta	100%	0,0236070
HIB20	Híbrido	20%	0,0047214
HIB40	Híbrido	40%	0,0094428
HIB60	Híbrido	60%	0,0141642
HIB80	Híbrido	80%	0,0188856
HIB100	Híbrido	100%	0,0236070

A quantidade de catadores utilizada em cada sistema varia. Para o sistema Porta-a-Porta são necessários quatro catadores, visto que o veículo coletor passa no local onde o material a ser coletado está, sendo então necessário dois catadores sobre o veículo, acondicionando o resíduo coletado e dois catadores, para que recolham o material nos dois lados do meio fio.

Para o sistema por PEVs, são necessários três catadores: um catador para acondicionar a carga e dois para esvaziar os contêineres. A operação de esvaziamento dos contêineres, que pode ser automatizada, foi considerada como manual, com dois catadores içando o material do contêiner para o interior do veículo. O tempo de esvaziamento dos contêineres não foi considerado nesse estudo, uma vez que a variável considerada foi a distância percorrida pelo veículo coletor.

Para o sistema Híbrido, são necessários oito catadores, dois sobre o veículo para o acondicionamento da carga e seis catadores nas ruas, cobrindo as ruas adjacentes ao

percurso do veículo. Esse número é o número observado no sistema já implantado na área em estudo (THIEMERMAN, 2004).

4.1.3. Parâmetros de custo utilizados

As Tabelas 11, 12 e 13 mostram os parâmetros inicialmente utilizados nesta análise para a determinação dos custos, assim como suas referências:

Tabela 11. Parâmetros de custo: custos fixos de capital

Custos Fixos				
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual da carroceria		5%	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE (200L a 400L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		500,00	
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	60	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE (1200L a 1600L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		2.000,00	
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	60	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)

Tabela 12. Parâmetros de custo: custos fixos operacionais

Custos Fixos				
CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**			
	Catadores (Sal. Méd.: 300,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		500,00	SELUR (2001)
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Os encargos sociais aplicados		79,81%	SELUR (2001)
	Uniformes			
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)
	Licenciamento e Seguro			
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)

Tabela 13. Parâmetros de custo: custos variáveis

Custos Variáveis				
CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	70.000	NTC (2001)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)

Tabela 14. Parâmetros de custo: custos administrativos

CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais	SELUR (2001)

4.2. APLICAÇÃO DAS ROTINAS DO SOFTWARE

Após a preparação da base de dados e aplicação das rotinas de localização dos pontos de coleta para os três sistemas na área de estudos, foram obtidos os seguintes mapas, conforme mostrado nas Figuras 22, 23 e 24:

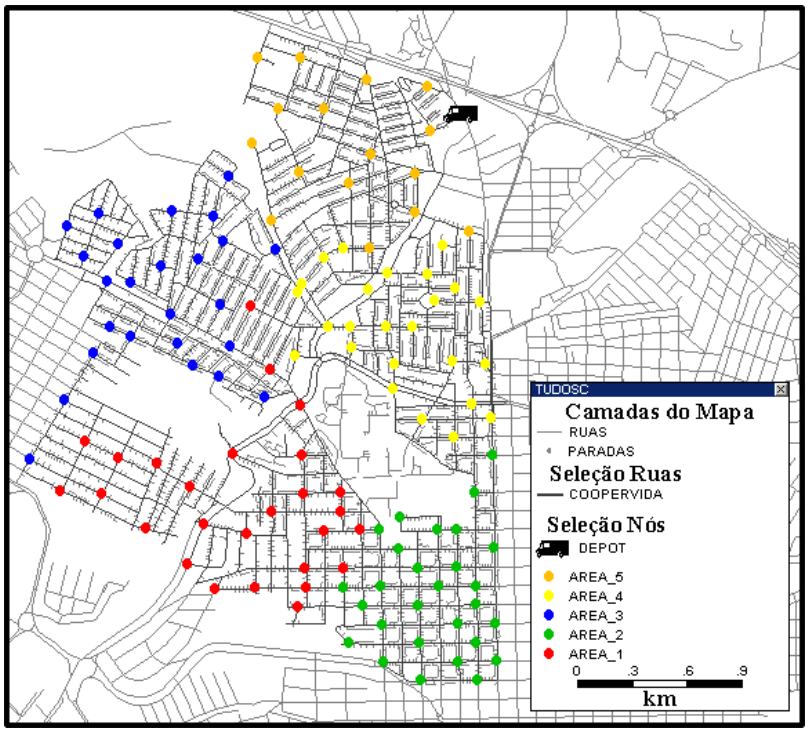


FIGURA 22. Mapa para o sistema por PEVs - seleção da área de estudo dividida em áreas menores e os pontos indicando os PEVs separados em pequenas áreas

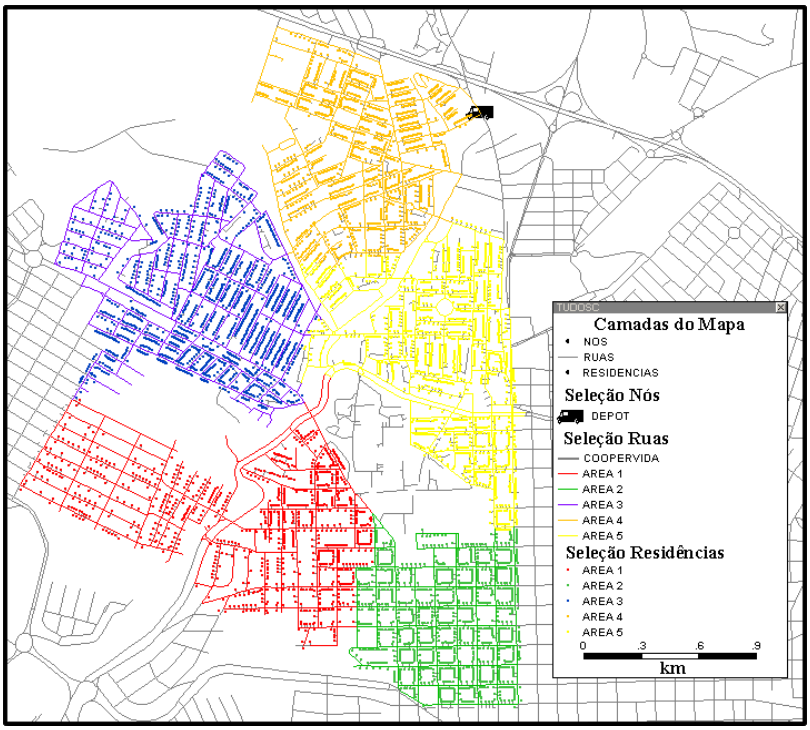


FIGURA 23. Mapa para o sistema Porta a Porta - seleção da área de estudo separada em áreas menores e os pontos indicando as residências atendidas por cada área

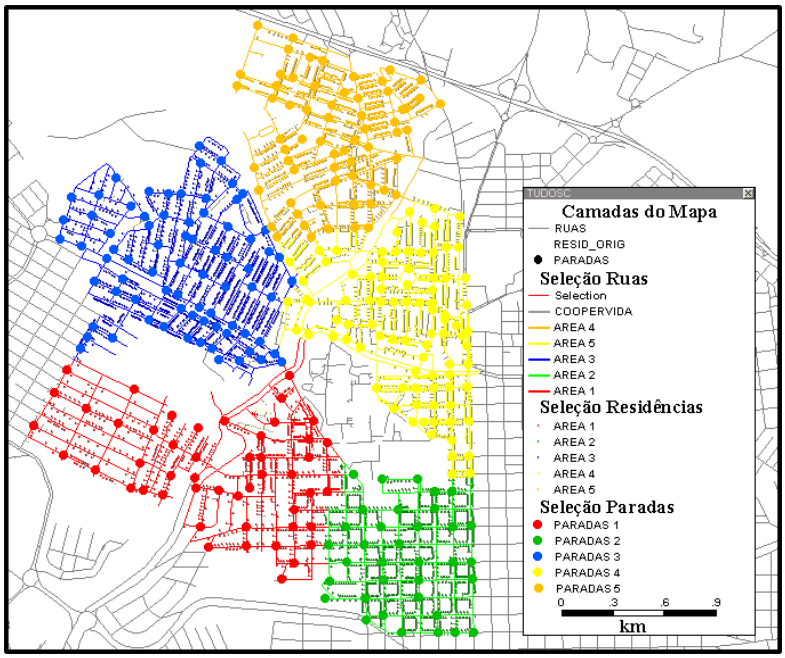


FIGURA 24. Mapa para o sistema Híbrido - seleção da área de estudo como pontos indicando as residências atendidas por cada área e os pontos de parada para cada área

4.3. PLANILHAS DE CUSTO PARA CADA CENÁRIO

Para o cálculo do custo de cada cenário foram confeccionadas as planilhas de custo com os parâmetros descritos na seção 4.1.4 deste capítulo, conforme mostrado nas tabelas 15, 16, 17 e18.

Tabela 15. Dados de entrada na planilha de custos

DADOS DE ENTRADA	
TIPO DE COLETA:	
CENÁRIO:	
VEÍCULO:	Iveco Daily 49 -12 Furgão de 12,3m³
VALOR:	R$ 59.500,00
KM/MÊS:	
QUANTIDADE MENSAL COLETADA (m3)	
RESIDÊNCIAS ATENDIDAS	
N° DE CATADORES:	
NÚMERO DE CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE:	
NÚMERO DE CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE:	

Tabela 16. Planilha de cálculo dos custos fixos

CÁLCULO	
CUSTOS FIXOS: (a+b+c+d+e+f+g)	**3.116,85**
a - Remuneração de capital	**694,58**
b - Salário do motorista	**1.157,98**
c - Salário dos catadores	
d - Salário de oficina	**302,35**
e - Uniformes	**5,10**
f - Reposição do veículo	**836,81**
g - Licenciamento	**116,00**
h- Seguro do casco do veículo	**3,08**
i- Seguro de responsabilidade civil facultativa	**0,95**
j - Manutenção dos conteineres	
a - Remuneração do capital:	
((VTA+VRP+VRE+(NCBxVTB)+(NCAxVTA))/12 meses)	**694,58**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
TR - Taxa de remuneração do capital (anual)	12%
VTA - Valor total anual *(VVxTR)* (R$)	7.140,00
TRP - Taxa de remuneração de peças (anual)	1%
VRP - Valor anual da remuneração de peças (R$)	595,00
VE - Valor da carroceria	5000,00
VRE - Valor anual da remuneração da carroceria (*VExTR*)	600,00
NCB - Número de conteineres de baixa capacidade	
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
VTB - Valor total anual por conteiner *(VCBxTR)* (R$)	60,00
NCA - Número de conteineres de alta capacidade	
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2000,00
VTA - Valor total anual por conteiner *(VCAxTR)* (R$)	240,00
b - Salário do motorista: *(SM+(SMxENC))*	**1.157,98**
SM - Salário básico (média em R$)	644,00
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
c - Salário dos catadores: *((SC+(SCxENC))xNCAT)*	
SC - Salário básico (média em R$)	400,00
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
NCAT - Número de catadores	
d - Salário de oficina: *(SMEC+(SMECxENC)/NMEC*	**302,35**
SMEC - Salário de mecânico (média em R$)	840,76
NMEC - Quantidade de veículos atendidos por mecânico	5
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
e - Uniformes: *(UNxNF)*	**5,10**
UN - Custo mensal com uniformes por funcionário	5,1
NF - Número de funcionários	1

Tabela 16 Planilha de cálculo dos custos fixos (cont.)

f - Depreciação:	
((TRV/VUV)x((VV-((VP+VC)xNP)))+((TRE/VUE)xVE)+	
+((TCB/VUCB)xNCBxVCB)+((TCA/VUCA)xNCAxVUCA)	**836,81**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
NP - Quantidade de pneus por veículo (R$)	4
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	
TRV - Taxa de reposição do veículo	80%
VUV - Vida útil do veículo (meses)	60
VE - Valor da carroceria	5.000,00
TRE - Taxa de reposição da carroceria	95%
VUE - Vida útil da carroceria (meses)	60
NCB - Número de conteineres de baixa capacidade	
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
TCB - Taxa de reposição dos conteineres de baixa capacidade	95%
VUCB - Vida útil dos conteineres de baixa capacidade (meses)	60
NCA - Número de conteineres de alta capacidade	
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2.000,00
TCA - Taxa de reposição dos conteineres de alta capacidade	95%
VUCA - Vida útil dos conteineres de alta capacidade (meses)	60
g - Licenciamento: *(DPVAT+IPVA+LIC)/12 meses*	**116,00**
DPVAT - DPVAT (R$)	66,43
IPVA - I.P.V.A (R$)	1.315,40
LIC - Taxa para licenciamento (R$)	10,20
h - Seguro do casco : *(VVxCOEF+VAP)xIOF/12 meses*	**3,08**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
COEF - Coeficiente sobre importância segurada	0,057
VAP - Valor da apólice (R$)	60,00
IOF - IOF	0,0107
i - Seguro de Responsabilidade Civil Facultativo: *(SRCFxIOF)/12 meses*	**0,95**
SRCF - SRCF prêmio danos materiais	1.064,49
IOF - Imposto sobre Operações Financeiras - IOF	0,0107
j - Manutenção de conteineres: *((NCBxVCB)+(NCAxVCA))xTMA)/VUC*	
NCB - Número de conteineres de baixa capacidade	
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
NCA - Número de conteineres de alta capacidade	
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2.000,00
TMA - Taxa de manutenção anual (% do novo)	35%
VUC - Vida util do conteiner	60

Tabela 17. Cálculo dos custos variáveis

CUSTOS VARIÁVEIS: (a+b+c+d+e)	0,4429
a - Peças, acessórios e materiais de manutenção	**0,1404**
b - Combustíveis	**0,2237**
c - Lubrificantes	**0,0018**
d - Lavagem e lubrificação	**0,0360**
e - Pneus	**0,0410**
Cálculo	
a - Peças, acessórios e material de manutenção de veículos: *(VV-NPx(VP+VC)-VE)xTMM/KM*	**0,1404**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
NP - Quantidade de pneus	4
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	
VE - Valor do estepe (R$)	669,27
TMM - Taxa mensal peças e material de manutenção	1%
KM - Quilometragem mensal de referência (km)	4.000
b - Combustível: *(COMB/REND)*	**0,2237**
COMB -Preço do combustível por litro (R$)	1,678
REND - Rendimento (km/litro)	7,5
c - Lubrificante: *(POCx(COC+ROC)/ITOC)+(POCDxCOCD/ITOCD)*	**0,0018**
POC - Preço do óleo de cárter por litro (R$)	5,7
COC - Capacidade de óleo de cárter (litros)	7,000
ROC - Reposição óleo de cárter até a próxima troca (litros)	1,500
ITOC - Intervalo de troca de óleo de cárter (km)	30.000
POCD - Preço do óleo de câmbio e diferencial (R$/litro)	6,95
COCD - Capacidade do câmbio e do diferencial (litros)	2,90
ITOCD - Intervalo entre trocas câmbio e diferencial (km)	120.000
d - Lavagem e lubrificação: *(CL/IL)*	**0,0360**
CL - Custo de uma lavagem/engraxamento (R$)	72,00
IL - Intervalo entre duas lavagens (km)	2.000
e - Pneus, câmaras e recapagens: *(((VP+VC)xNP)+NRxVRxNP)/VUP*	**0,0410**
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	
VR -Valor da recauchutagem (R$)	177,90
NP - Quantidade de pneus	4
VUP - Vida útil total do pneu (km)	100.000
NR - Número de recauchutagens	2

Tabela 18. Cálculo dos custos administrativos

CUSTOS ADMINISTRATIVOS	
15% do valor dos custos operacionais	**442,30**

Tabela 19. Cálculo do custo total, por quilômetro, por metro cúbico coletado e por residência atendida

CUSTO
CUSTO MENSAL TOTAL
CUSTO TOTAL POR QUILÔMETRO (R$/km)
CUSTO TOTAL POR METRO CUBICO COLETADO (R$/m3)
CUSTO MENSAL POR RESIDÊNCIA ATENDIDA

4.4. PROBLEMAS OBSERVADOS

Durante as simulações executadas com o *software* TransCAD, alguns problemas foram observados, principalmente na execução da rotina *arc routing*. Dessa forma, os problemas encontrados serão relatados a seguir:

- Para a execução da Rotina *Transportation Problem*, uma matriz de custos deveria ser criada. No mapa da área em estudo, os nós simbolizando as residências e os nós simbolizando as esquinas (ou os pontos nas ruas) estão em camadas diferentes. O procedimento de criação da matriz de custos não permite que, quando os nós estão em camadas diferentes, as distâncias sejam calculadas pela rede de transporte, somente pelas distâncias em linha reta multiplicada por um valor que as aproxima das distâncias em rede (opção s*traight lines*);

- Para a definição das residências atendidas pelos links, primeiramente foram definidas quantas residências eram atendidas pelos pontos da camada de ruas (nós da camada de links). Para que fossem definidas quantas residências seriam atendidas pelos links, e posterior definição da demanda de cada link, foi necessário agregar os valores observados na camada de pontos para a camada de linhas (com comando *Fill – agregate*) como a menor banda possível para que o número mais exato de residências atendidas fosse conferido aos links. Para a execução desse procedimento, algumas tentativas foram realizadas até que o número de residências atendidas pelo link fosse muito próximo à metade do número de residências atendidas pelos dois nós que definem o link;

- Para a execução da rotina *Arc Routing*, o procedimento considera duas passagens em cada link em que o serviço é solicitado. Para resolver esse problema deve-se preparar os dados de maneira que suporte o "serpenteamento", com algumas restrições como: as ligações nas quais o "serpenteamento" ocorrerá

e as direções nas quais estas ligações serão atravessadas quando o serviço ocorrer;

- Para indicar que ambos os lados da rua devem ser servidos numa única passagem, deve-se ajustar o campo da bandeira de serviço (*service flag* da camada de *links*) tal que ele iguale o código de serviço somente na direção na qual o serviço ocorrerá. O problema encontrado foi definir em qual direção o veículo deveria passar. Para tanto, primeiramente definiu-se a passagem no sentido favorável à topologia do *link*. Após a execução da rotina, verificou-se em quais *links* havia mais de uma passagem em sentidos opostos, selecionou-se tais *links* e definia-se a passagem no sentido inverso à topologia do link, para posteriormente se executar a rotina e fazer nova análise.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do método proposto os resultados obtidos foram divididos em:

- Resultados das rotinas de roteirização aplicadas para cada sistema: com a quilometragem percorrida por sistema, a quantidade de resíduo coletada, a quantidade de residências atendidas e a quantidade de contêineres utilizados para o sistema por PEVs;
- Os custos de cada cenário que serão analisados em termos de: custo total mensal por sistema, custo mensal por residência atendida, custo por quilômetro percorrido e custo por metro cúbico coletado;
- E, por fim, serão analisados os custos do sistema por PEVs referentes à variações nas configurações de contêineres utilizados;

5.1. RESULTADOS DAS ROTINAS DE ROTEAMENTO

Nesta seção são mostradas graficamente as rotas definidas pelas rotinas de roteamento executadas. As planilhas com os resultados obtidos a partir destas rotinas, para cada uma das 5 áreas de coleta diária, foram apresentadas no Apêndice B, ao final desta dissertação.

5.1.1. Sistema por PEVs

Após a execução das rotinas do sistema por PEVs para os cinco cenários, variando-se a demanda, foram obtidos os seguintes resultados.

Tabela 20. Resultados das rotinas de roteirização para as variações da demanda propostas para o sistema por PEVs

Cenário	Distância semanal percorrida (km)	Residências atendidas	Demanda coletada (m^3)	Contêineres de alta capacidade ($1,6m^3$)	Contêineres de baixa capacidade ($0,36m^3$)
PEV20	55,00	6113	28,94	0	144
PEV40	55,00	6113	57,63	1	213
PEV60	55,00	6113	86,57	8	261
PEV80	66,70	6113	115,50	20	288
PEV100	76,70	6113	144,25	44	265

Como observado na tabela 20 e nas planilhas 1, 2, 3, 4 e 5 do apêndice B, para os cenários PEV20, PEV40 e PEV60 não houve variação na distância percorrida pelo veículo de coleta. Para as quantidades de demanda destes cenários, a capacidade

máxima do veículo não foi atingida para nenhuma das cinco áreas de coleta semanais, não havendo assim a necessidade de uma segunda viagem. Para o cenário PEV80, nas áreas 1, 3 e 5, também não houve a necessidade de uma segunda viagem, assim como na área 5, para o cenário PEV100. As rotas destes cenários em cada área são mostradas nas Figuras 25, 26, 27, 28 e 29.

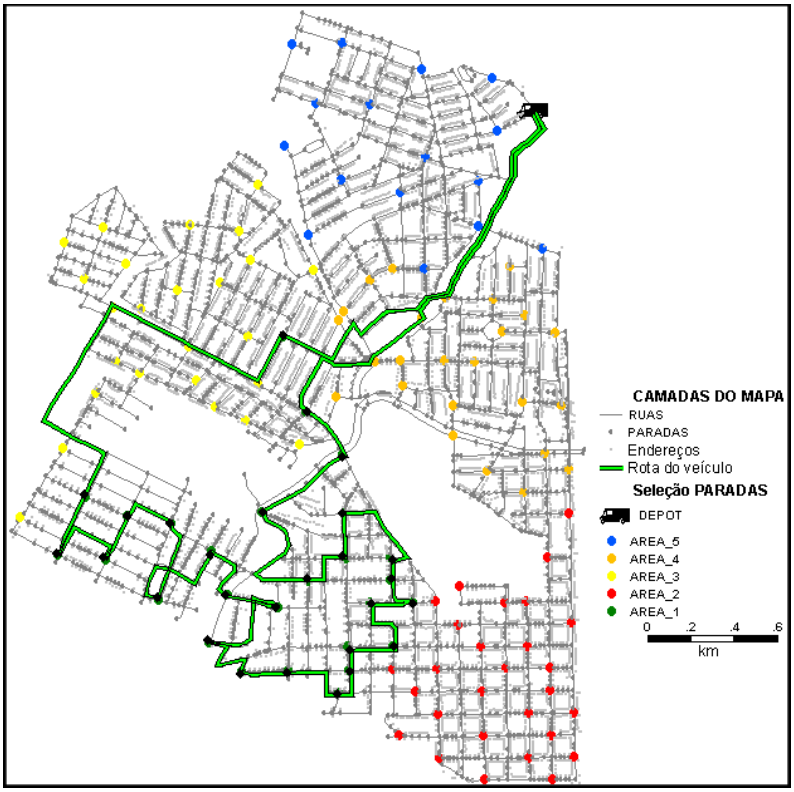


FIGURA 25. Rota do veículo de coleta na área 1 para os cenários PEV20, PEV40, PEV60 e PEV80

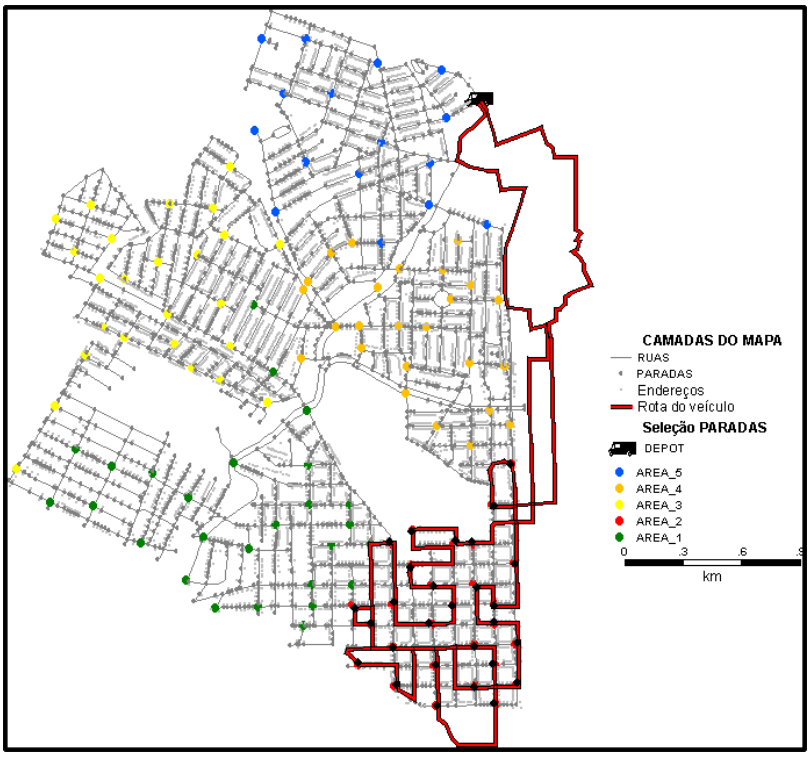


FIGURA 26. Rota do veículo de coleta na área 2 para os cenários PEV20, PEV40 e PEV60

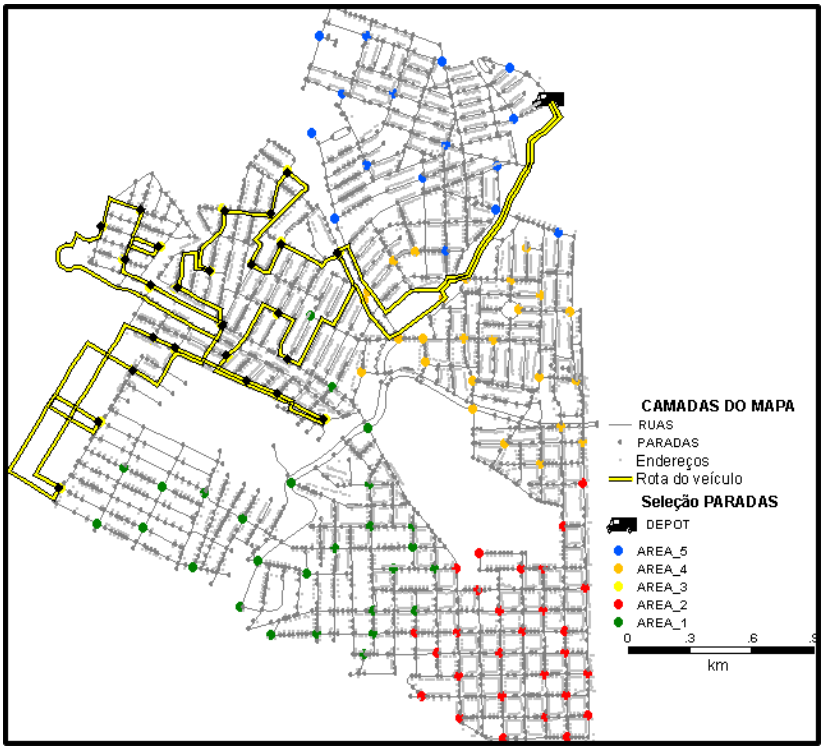


FIGURA 27. Rota do veículo de coleta na área 3 para os cenários PEV20, PEV40, PEV60 e PEV80

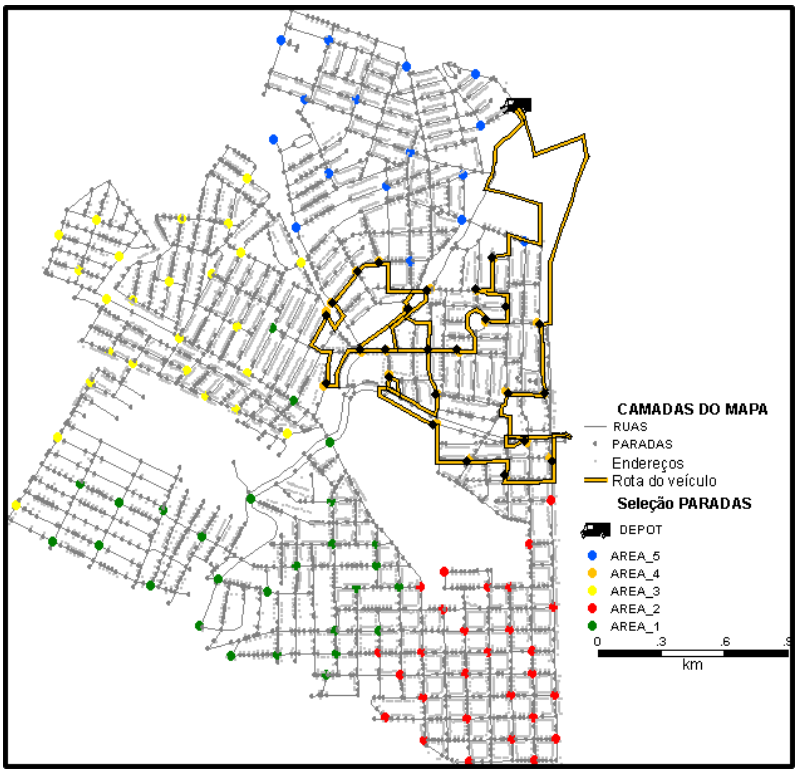


FIGURA 28. Rota do veículo de coleta na área 4 para os cenários PEV20, PEV40 e PEV60

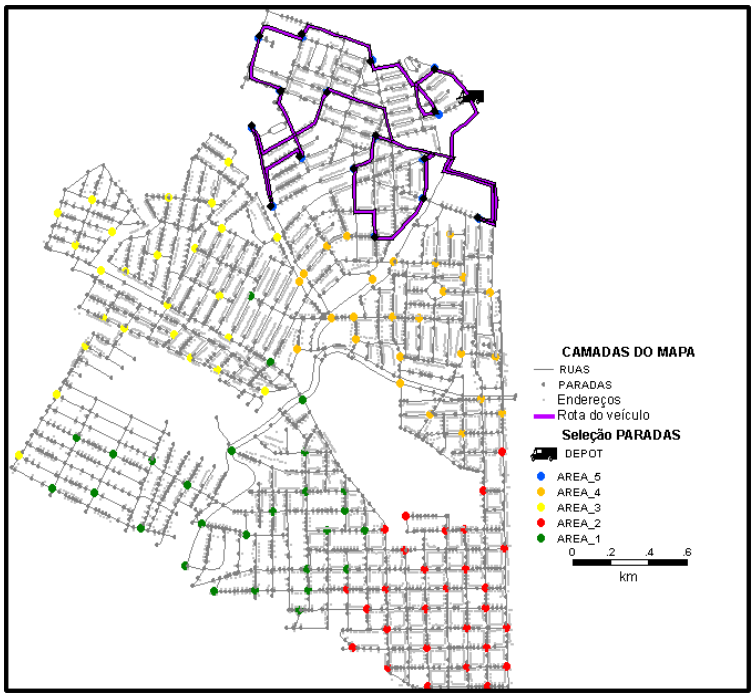


FIGURA 29. Rota do veículo de coleta na área 5 para os cenários PEV20, PEV40, PEV60, PEV80 e PEV100

Para o cenário PEV80 houve a necessidade de uma segunda viagem nas áreas 2 e 4, cujas rotas são mostradas nas figuras 30 e 31.

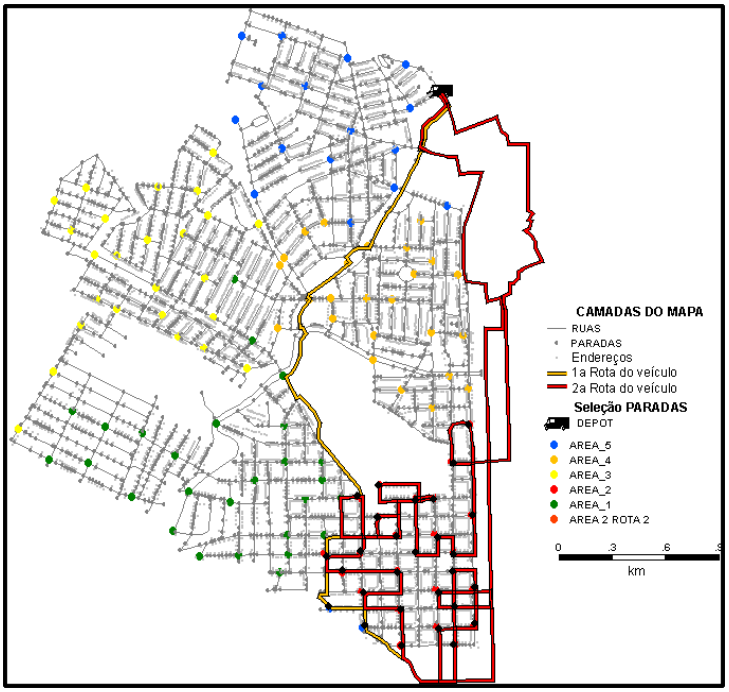


FIGURA 30. Rotas do veículo de coleta na área 2 para o cenário PEV80

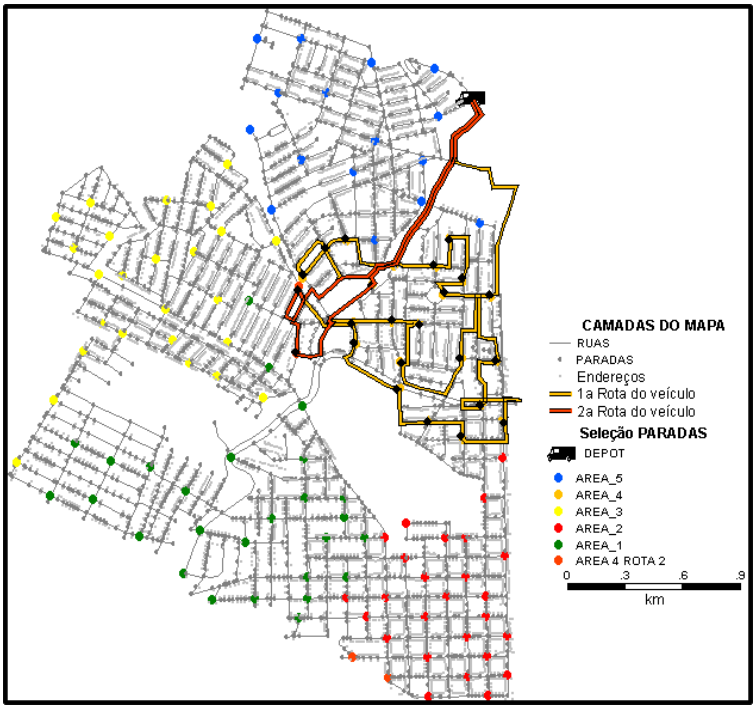


FIGURA 31. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário PEV80

Para o cenário PEV100 houve a necessidade de uma segunda viagem nas áreas 1, 2, 3 e 4, cujas rotas são mostradas nas figuras 32, 33, 34 e 35.

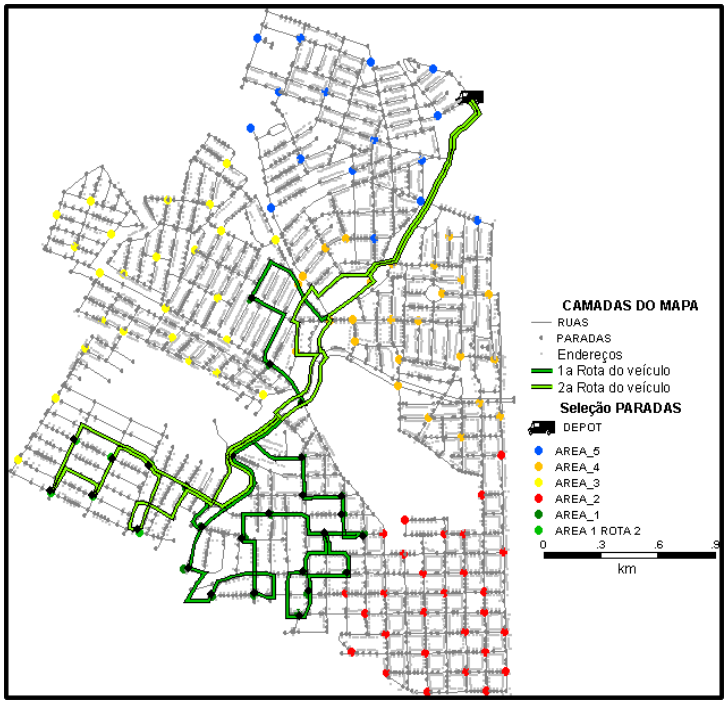


FIGURA 32. Rotas do veículo de coleta na área 1 para o cenário PEV100

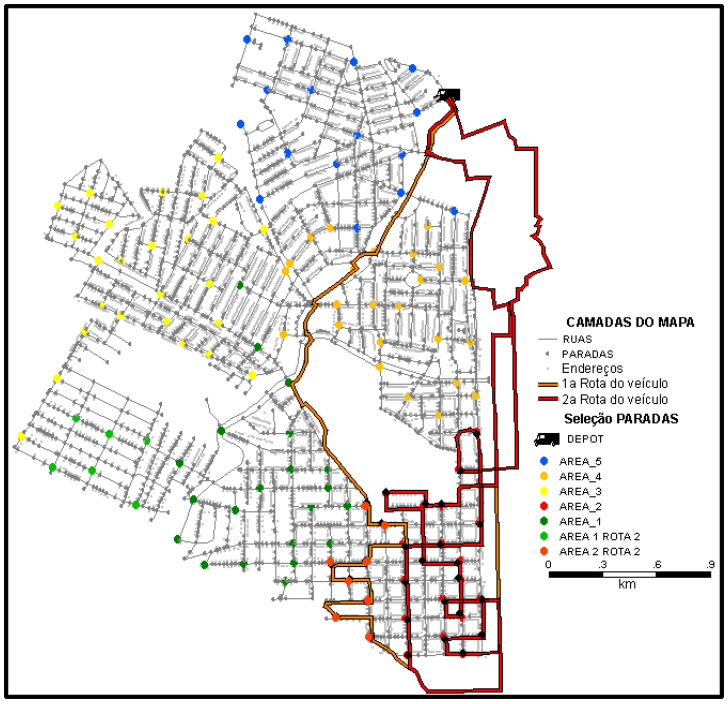


FIGURA 33. Rotas do veículo de coleta na área 2 para o cenário PEV100

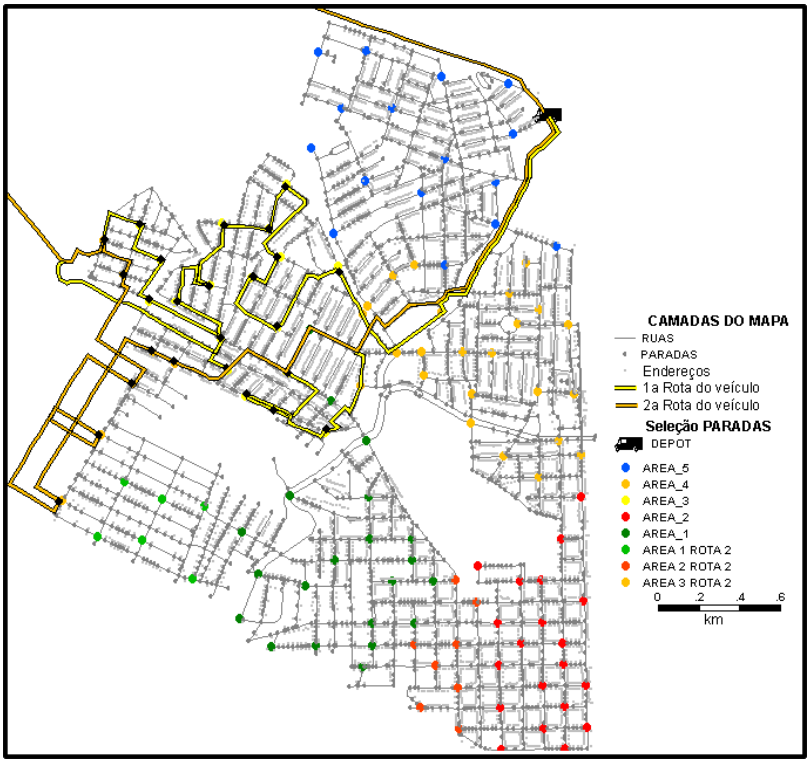


FIGURA 34. Rotas do veículo de coleta na área 3 para o cenário PEV100

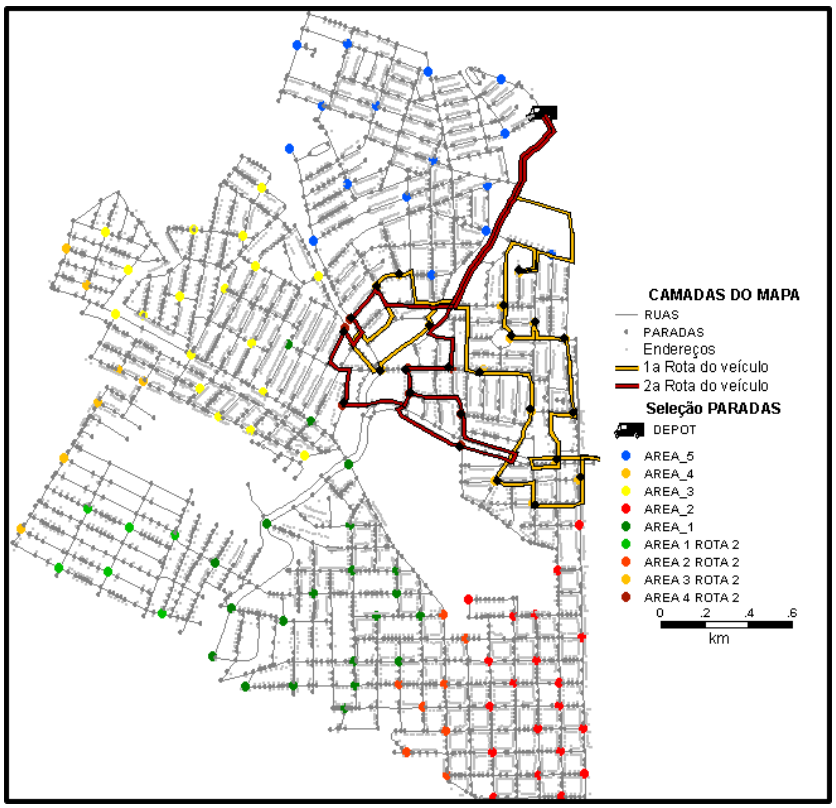


FIGURA 35. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário PEV100

Conforme observado nas figuras 30, 31, 32, 33, 34 e 35, foi necessária a segunda viagem do veículo coletor apenas para alguns cenários. Nota-se que, para os cenários com pouca demanda (20%, 40% e 60% da demanda máxima), o critério de divisão das áreas diárias de coleta está "super-dimensionando" o uso do veículo coletor.

Nesta análise, por considerar a demanda máxima a meta a ser obtida pelo programa de coleta e as demandas intermediárias os degraus necessários para processo de familiarização da população ao programa, o processo de agrupamento e divisão em áreas menores não foi repetido para cada variação de demanda. Foi realizado apenas um agrupamento, utilizando-se a demanda máxima dividida em cinco para a obtenção das áreas de coleta diárias.

Portanto, caso fosse desejável otimizar o sistema para os cenários de demanda reduzida, poderia ser racionalizado o uso do veículo, redividindo a área de estudo, tentando sempre coincidir a quantidade demandada da área com a capacidade do veículo.

5.1.2. Sistema Porta-a-Porta

O sistema Porta-a-Porta, pela sua própria característica, foi o sistema que teve a maior distância semanal percorrida, conforme demonstrado na Tabela 21.

Tabela 21. Resultados das rotinas de roteirização para as variações da demanda propostas para o sistema Porta-a-Porta

Cenário	Distância semanal percorrida (km)	Residências atendidas	Demanda coletada (m^3)	Contêineres de alta capacidade ($1,6m^3$)	Contêineres de baixa capacidade ($0,36m^3$)
POR20	159,20	6622	31,30	0	0
POR40	159,20	6622	62,60	0	0
POR60	159,20	6622	93,91	0	0
POR80	170,02	6622	125,20	0	0
POR100	175,11	6622	142,97	0	0

Assim, da mesma maneira que para os cenários do sistema por PEVs, para os cenários POR20, POR40 e POR60 não houve variação na distância percorrida pelo veículo de coleta, conforme observado na tabela 22 e nas planilhas 6, 7, 8, 9 e 10 do apêndice B pois para estas quantidades de demanda a capacidade máxima do veículo não foi atingida, não havendo assim a necessidade de uma segunda viagem. Para o cenário POR80, nas áreas 1 e 2, e para o cenário POR100 na área 1, também não houve

a necessidade de uma segunda viagem. As rotas para estes cenários são mostradas nas figuras 36, 37, 38, 39 e 40.

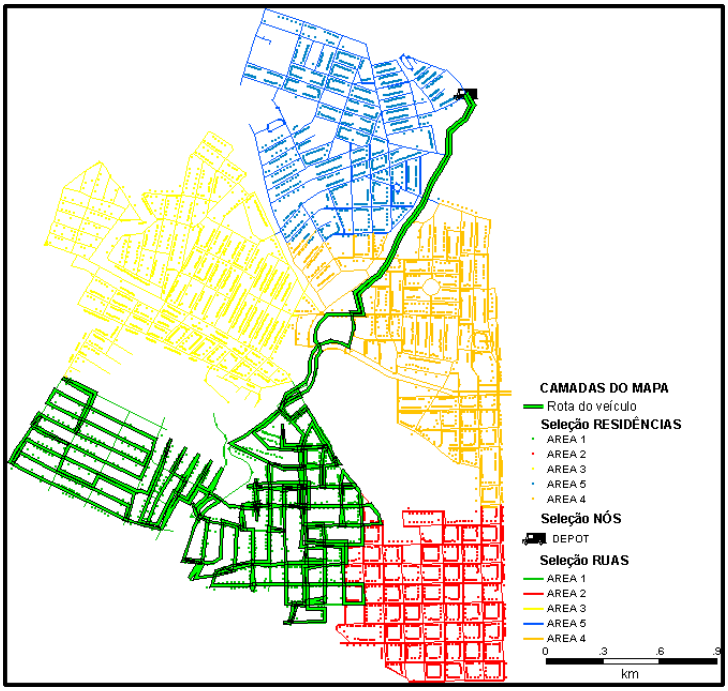


FIGURA 36. Rota do veículo de coleta na área 1 para os cenários POR20, POR40, POR60, POR80 e POR100

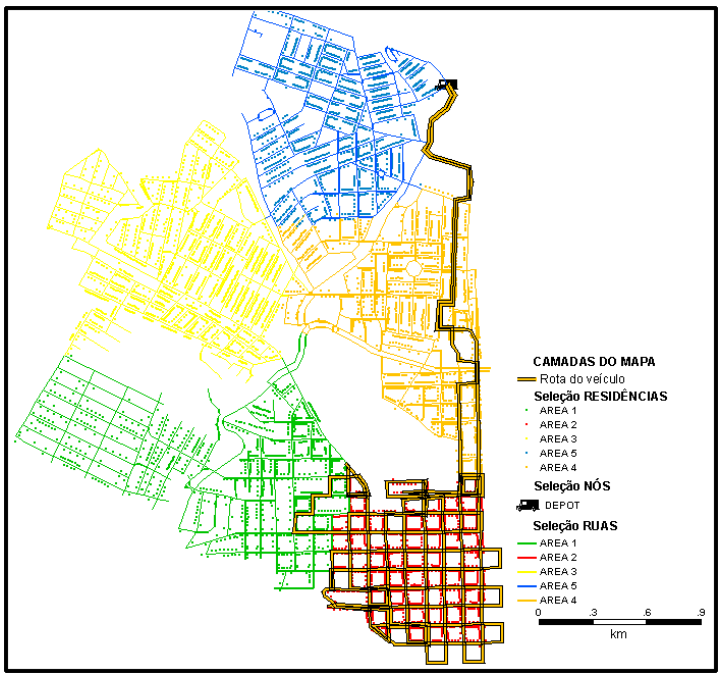


FIGURA 37. Rota do veículo de coleta na área 2 para os cenários POR20, POR40, POR60 e POR80

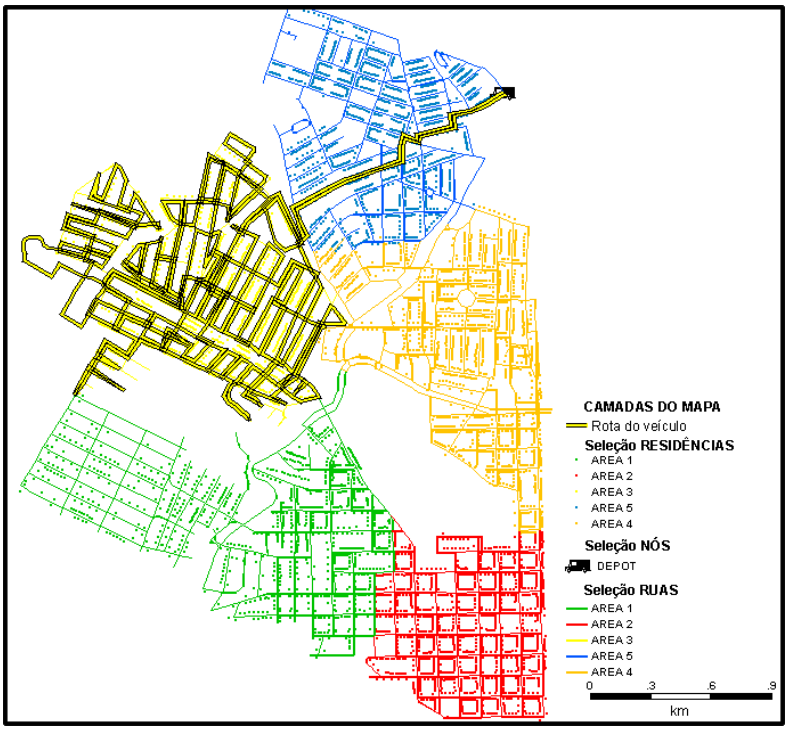


FIGURA 38. Rota do veículo de coleta na área 3 para os cenários POR20, POR40 e POR60

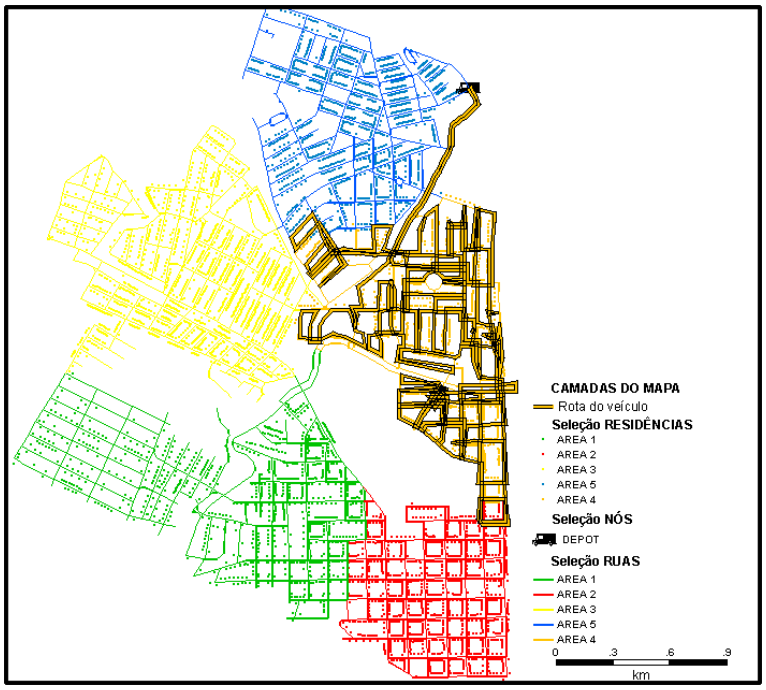


FIGURA 39. Rota do veículo de coleta na área 4 para os cenários POR20, POR40 e POR60

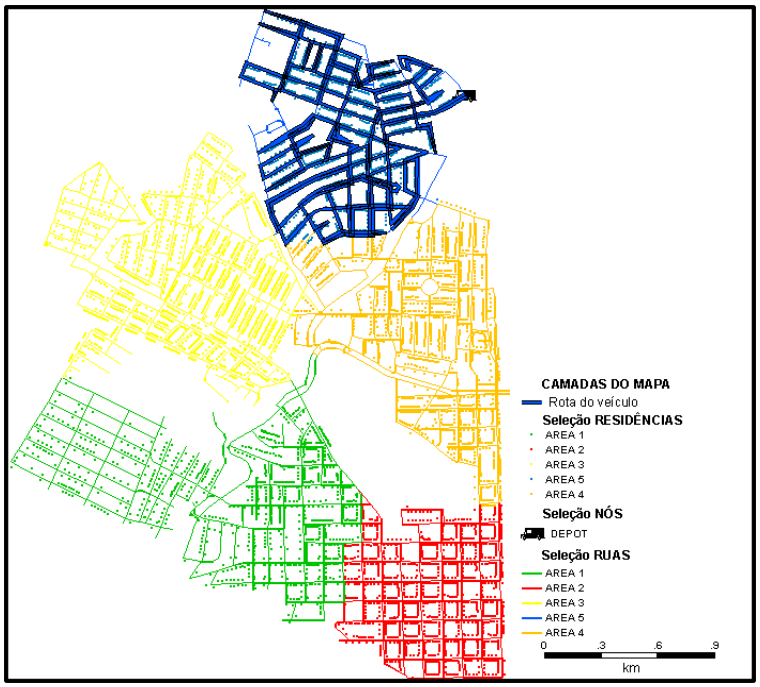


FIGURA 40. Rota do veículo de coleta na área 5 para os cenários POR20, POR40 e POR60

Para o cenário POR80 houve a necessidade de uma segunda viagem nas áreas 3, 4 e 5, cujas rotas são mostradas nas figuras 41, 42 e 43.

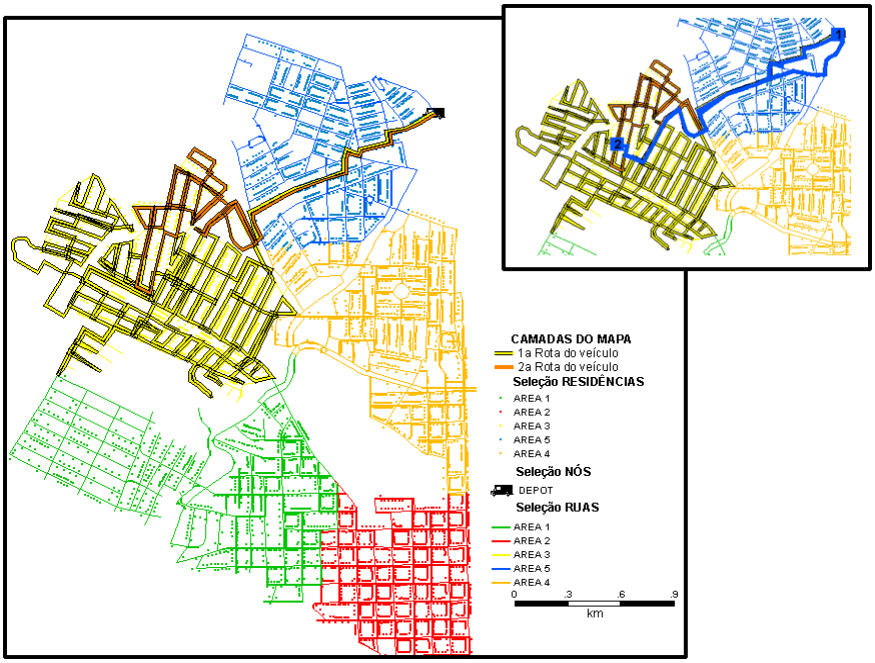


FIGURA 41. Rotas do veículo de coleta na área 3 para o cenário POR80. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

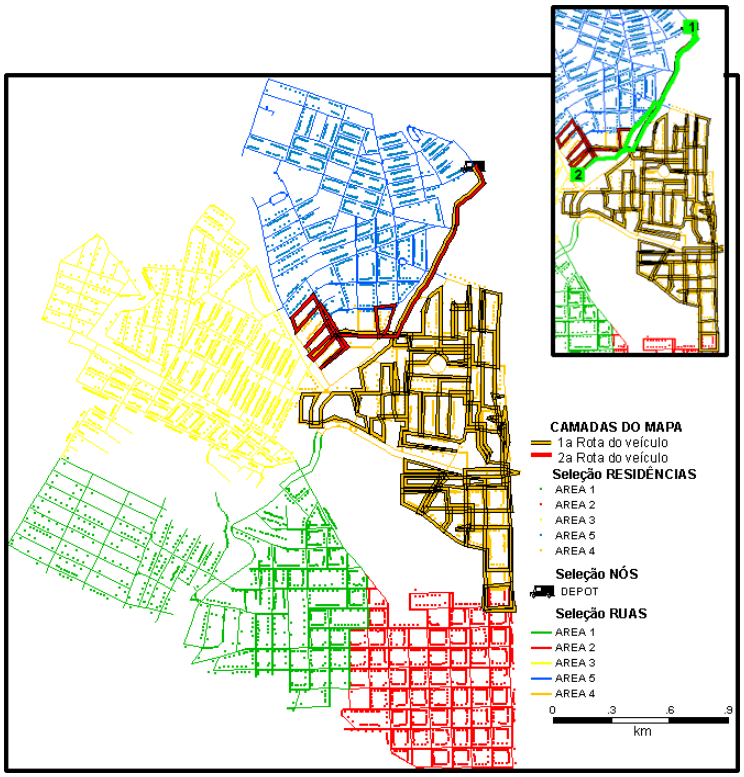


FIGURA 42. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário POR80. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

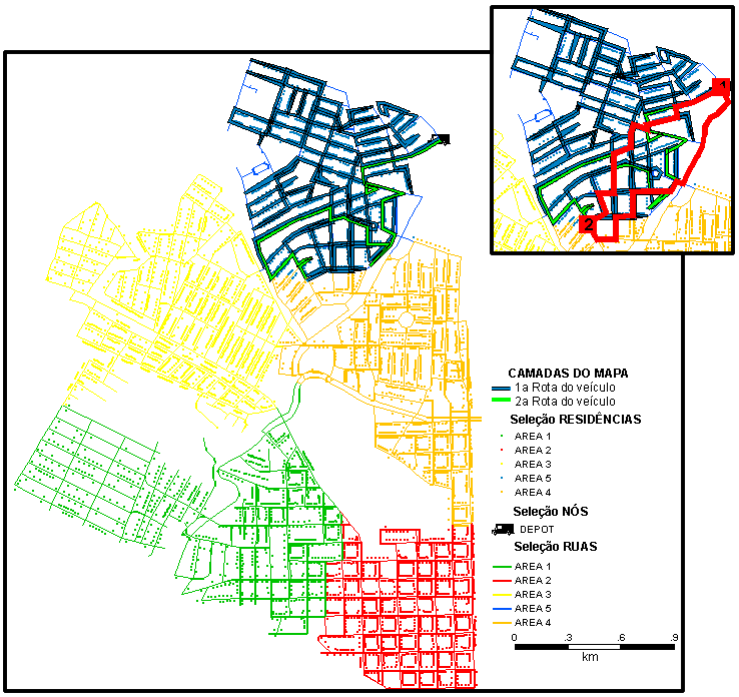


FIGURA 43. Rotas do veículo de coleta na área 5 para o cenário POR80. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

Para o cenário POR100, nas áreas 2, 3, 4 e 5 houve a necessidade de uma segunda viagem, cujas rotas são mostradas nas figuras 44, 45, 46 e 47.

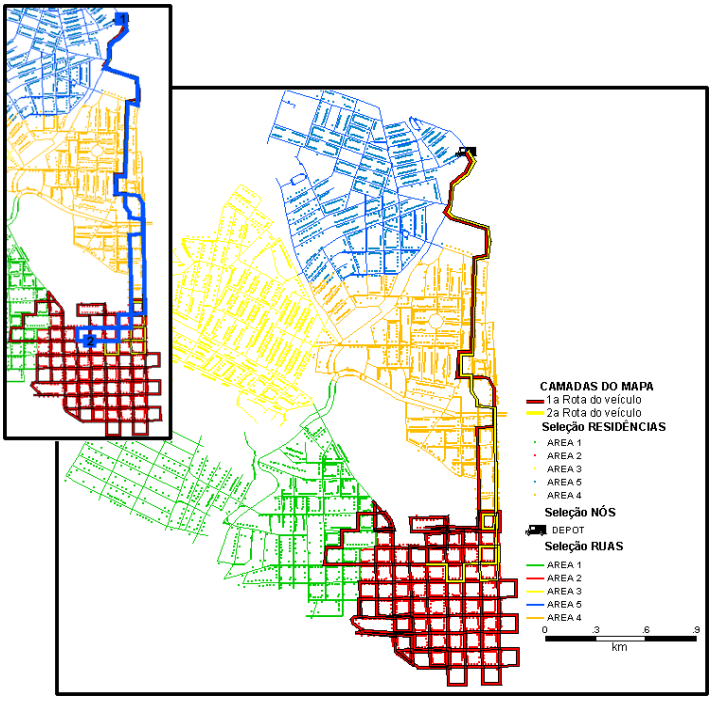


FIGURA 44. Rotas do veículo de coleta na área 2 para o cenário POR100. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

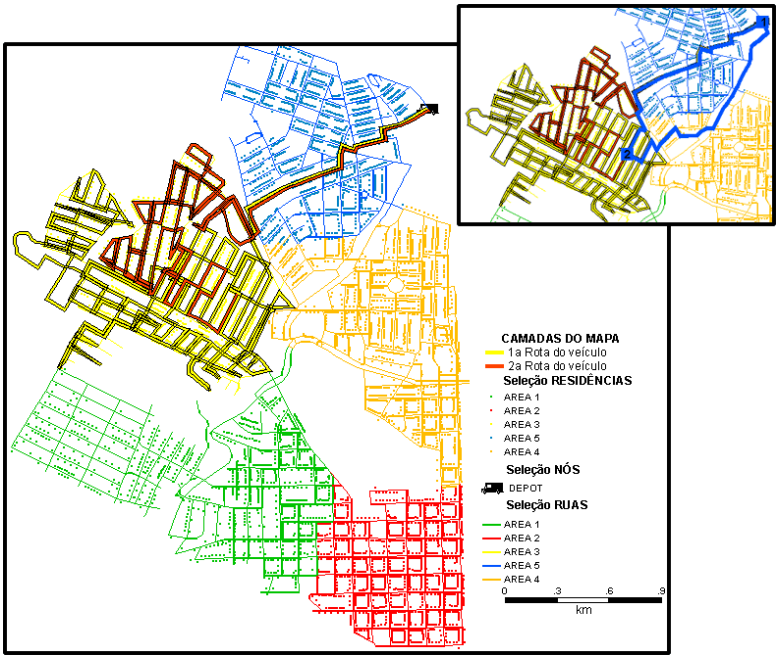


FIGURA 45. Rotas do veículo de coleta na área 3 para o cenário POR100. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

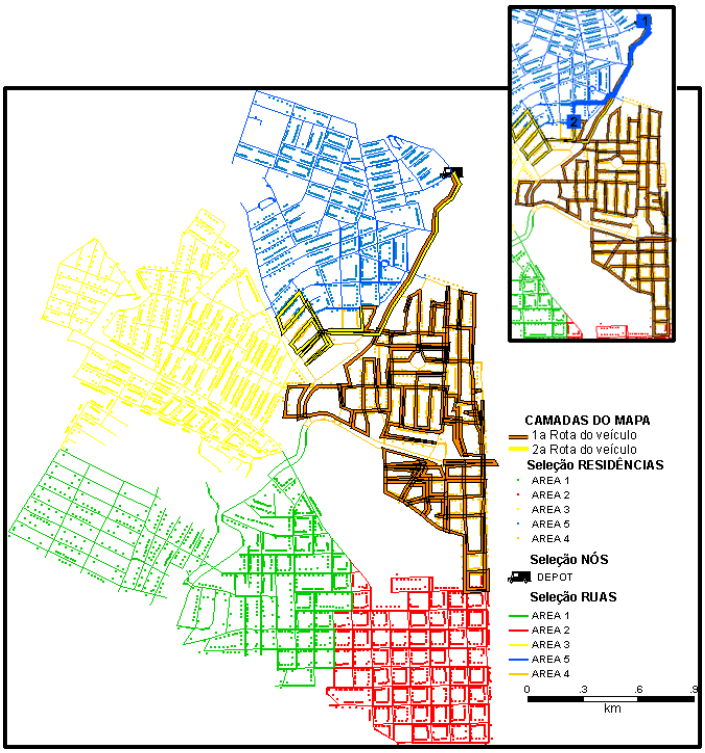


FIGURA 46. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário POR100. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

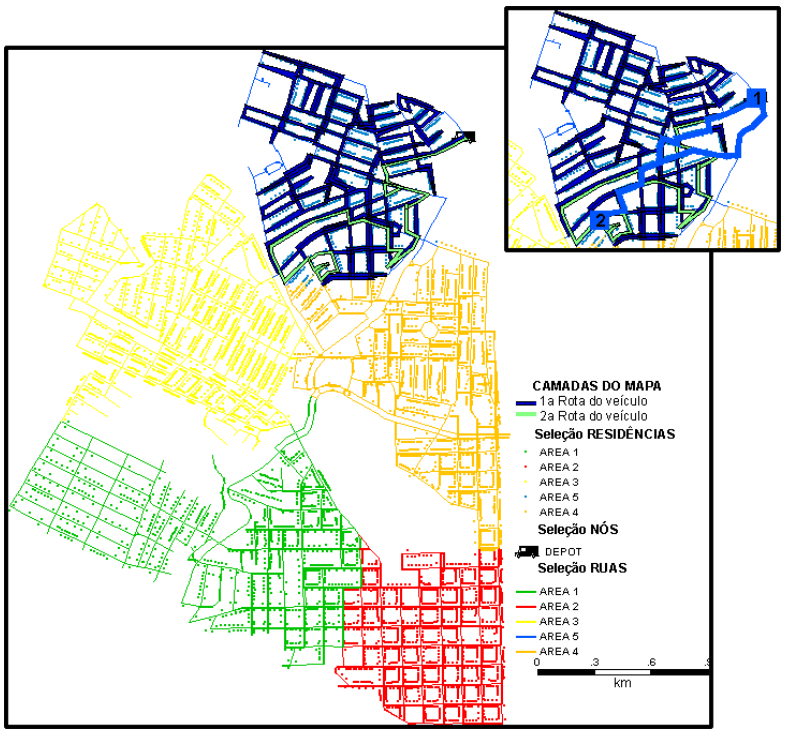


FIGURA 47. Rotas do veículo de coleta na área 5 para o cenário POR100. No detalhe o caminho mínimo entre o fim da 1ª rota - depósito – início da 2ª rota

Para o sistema Porta-a-Porta, mais uma vez foi notado o "super dimensionamento" do sistema para os cenários com as menores demandas. A divisão das áreas de coleta para cada cenário poderia ser uma alternativa para a definição da área mais adequada para uma demanda pré-determinada.

Mesmo para este sistema, onde o veículo tradicionalmente anda mais, obteve-se uma baixa quilometragem semanal (175 km), para o cenário de maior demanda. Isto mostra que, devido às características desta área de estudo, o desgaste do veículo e os custos decorrentes da quilometragem percorrida serão reduzidos.

5.1.3. Sistema Híbrido

No sistema Híbrido, a distância percorrida pelo veículo coletor teve valor aproximadamente intermediário entre os dois sistemas analisados anteriormente, conforme mostrado na Tabela 22.

Tabela 22. Resultados das rotinas de roteirização para as variações da demanda propostas para o sistema Híbrido

Cenário	Distância semanal percorrida (km)	Residências atendidas	Demanda coletada (m^3)	Contêineres de alta capacidade ($1,6m^3$)	Contêineres de baixa capacidade ($0,36m^3$)
HIB20	70,40	6470	30,60	0	0
HIB40	70,40	6470	61,10	0	0
HIB60	70,40	6470	91,50	0	0
HIB80	88,00	6470	121,90	0	0
HIB100	98,90	6470	152,80	0	0

Assim, de modo similar aos cenários dos sistemas por PEVs e Porta-a-Porta, para os cenários HIB20, HIB40 e HIB60 não houve variação na distância percorrida pelo veículo de coleta, conforme observado na tabela 23 e nas planilhas 11, 12, 13, 14 e 15 do apêndice B pois, para estas quantidades de demanda a capacidade máxima do veículo não foi atingida, não havendo assim a necessidade de uma segunda viagem. Para o cenário HIB80, nas áreas 1 e 2, e para o cenário HIB100 na área 1, também não houve a necessidade de uma segunda viagem. As rotas para estes cenários são mostradas nas figuras 48, 49, 50, 51 e 52.

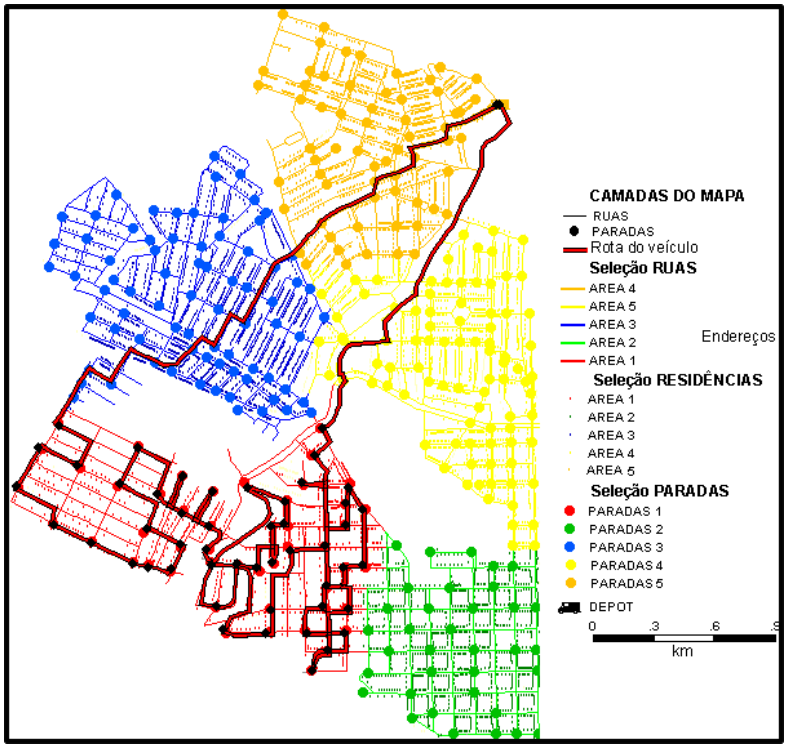


FIGURA 48. Rota do veículo de coleta na área 1 para o cenários HIB20, HIB40, HIB60, HIB80 e HIB100

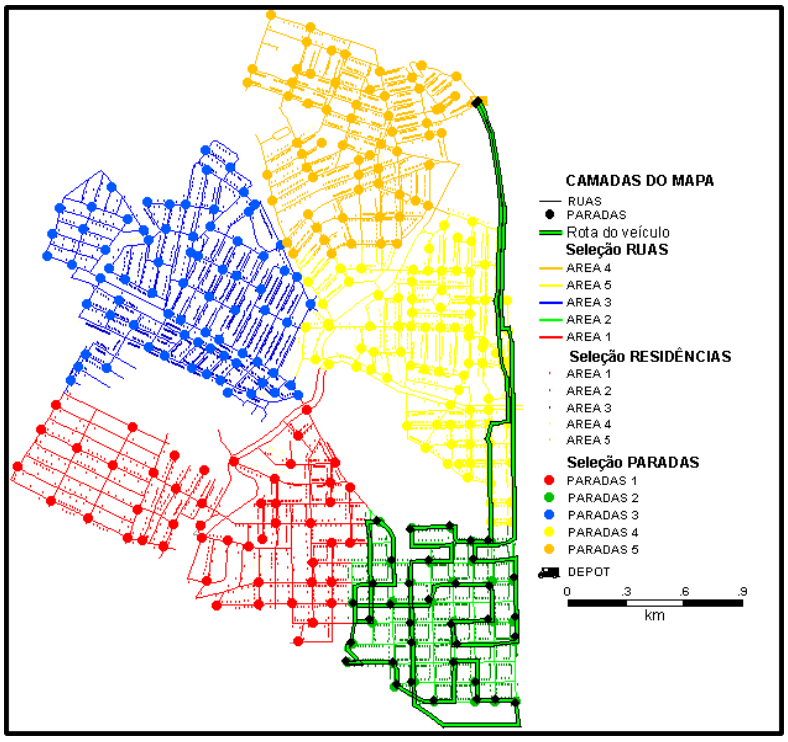


FIGURA 49. Rota do veículo de coleta na área 2 para o cenários HIB20, HIB40, HIB60 e HIB80

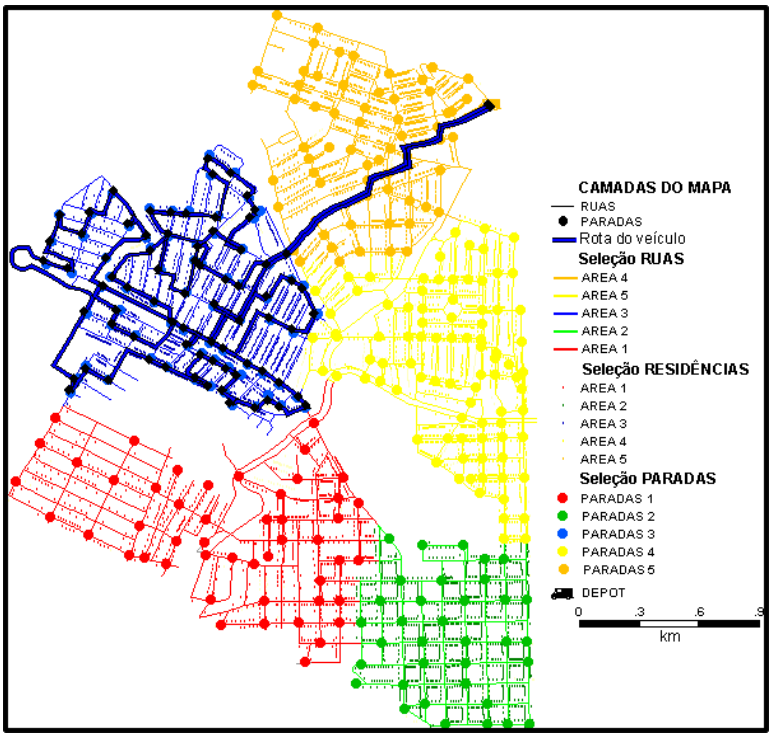


FIGURA 50. Rota do veículo de coleta na área 3 para o cenários HIB20, HIB40 e HIB60

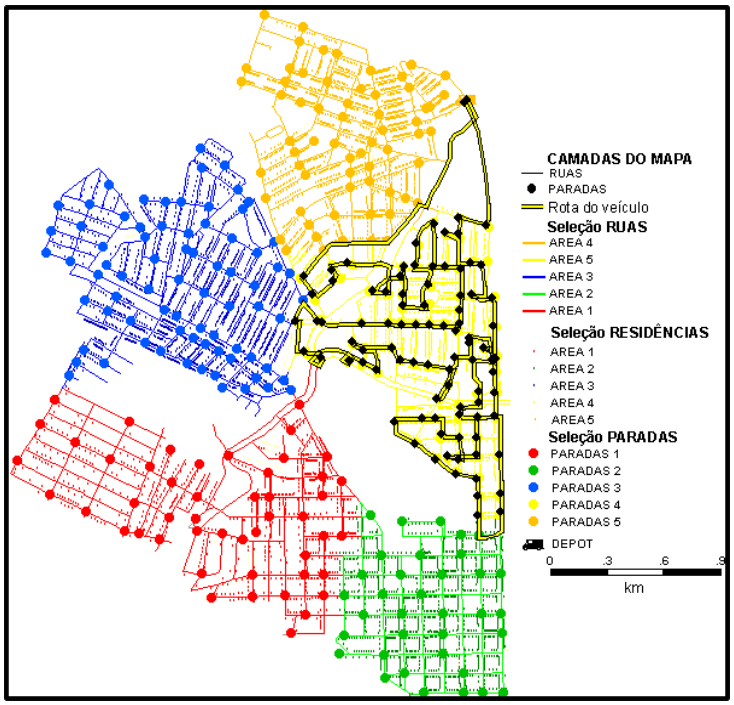


FIGURA 51. Rota do veículo de coleta na área 4 para o cenários HIB20, HIB40 e HIB60

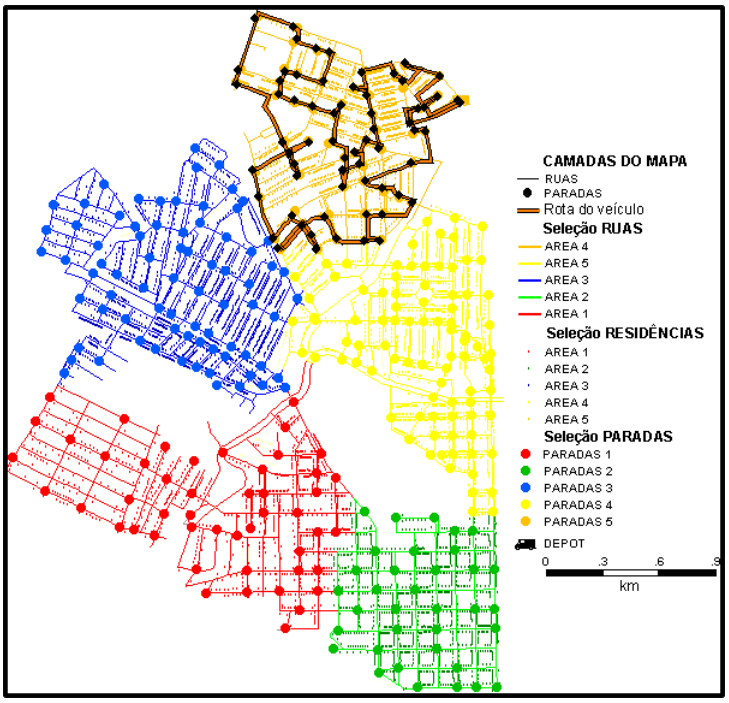


FIGURA 52. Rota do veículo de coleta na área 5 para o cenários HIB20, HIB40 e HIB60

Para o cenário HIB80 houve a necessidade de uma segunda viagem nas áreas 3, 4 e 5, cujas rotas são mostradas nas figuras 53, 54 e 55.

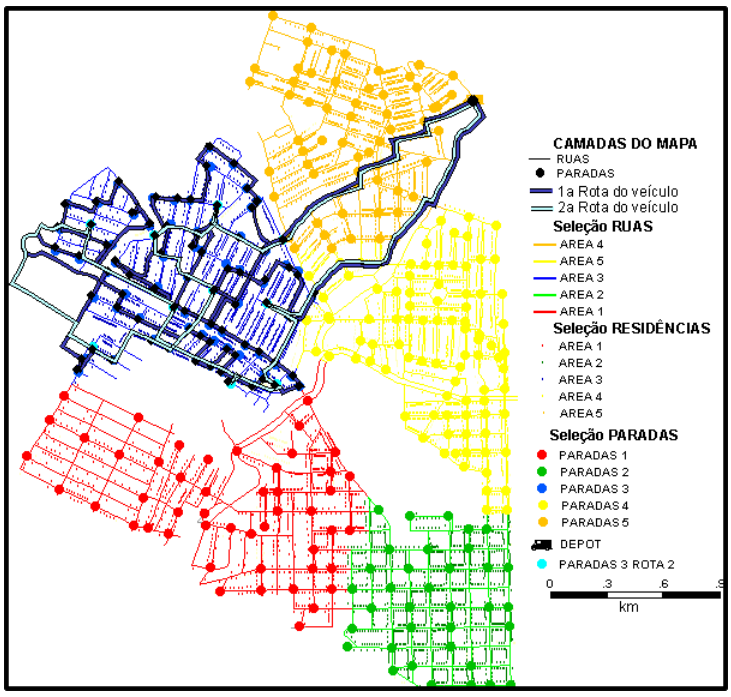


FIGURA 53. Rotas do veículo de coleta na área 3 para o cenário HIB80

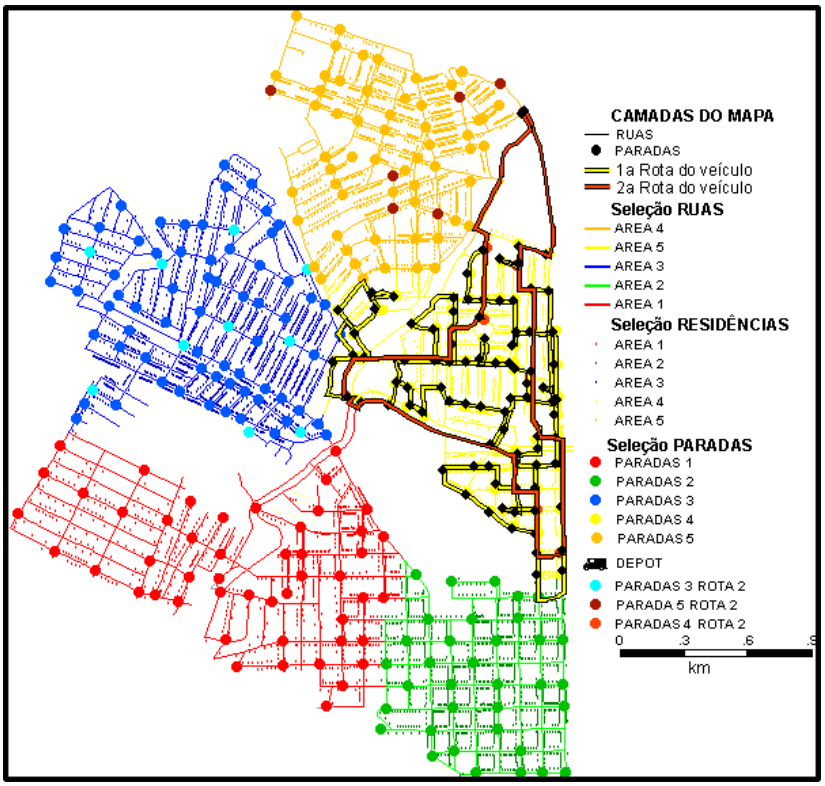


FIGURA 54. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário HIB80

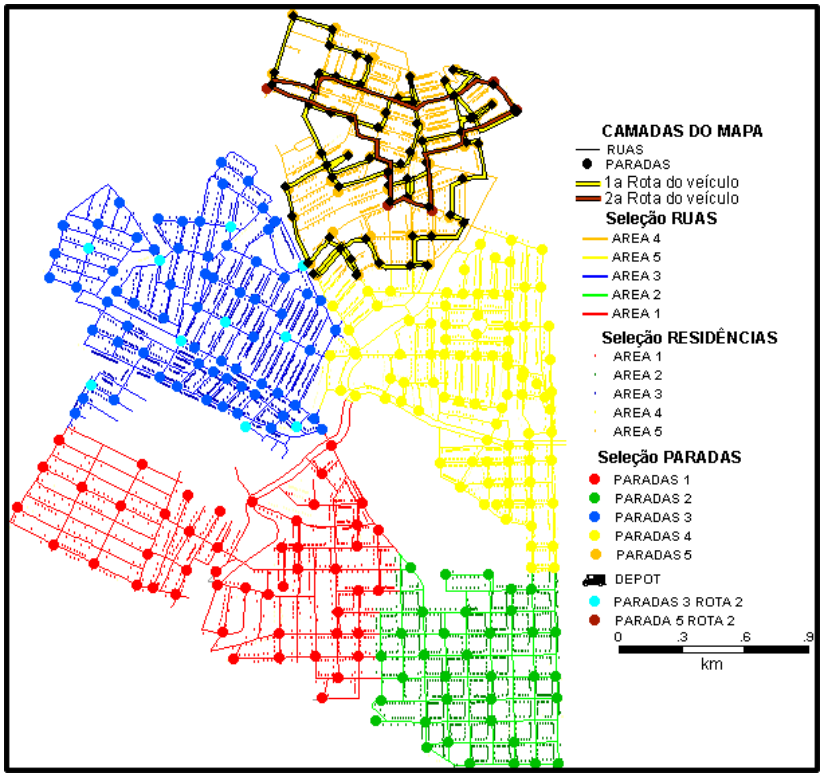


FIGURA 55. Rotas do veículo de coleta na área 5 para o cenário HIB80

Para o cenário HIB100, houve a necessidade da segunda viagem nas áreas 2, 3, 4 e 5, cujas rotas são mostradas nas figuras 56, 57, 58 e 59.

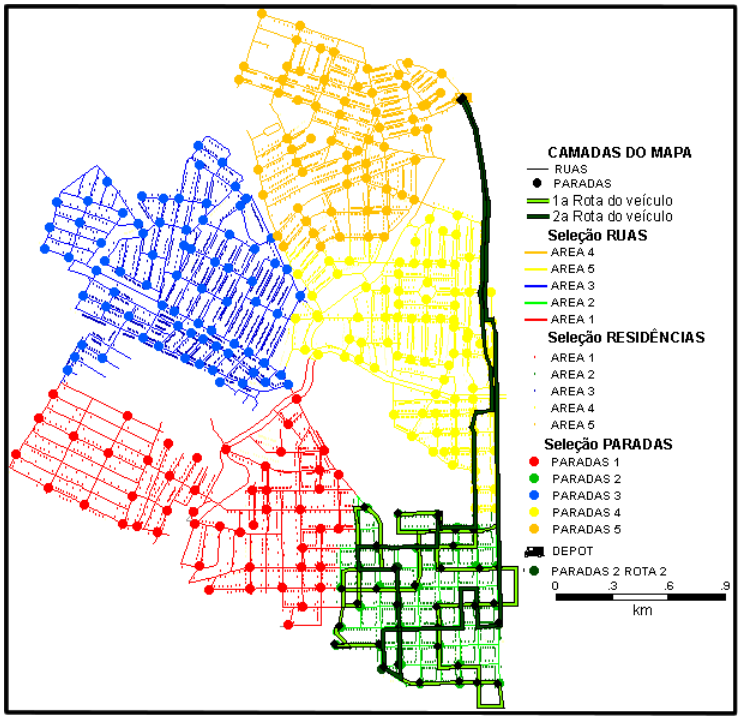


FIGURA 56. Rotas do veículo de coleta na área 2 para o cenário HIB100

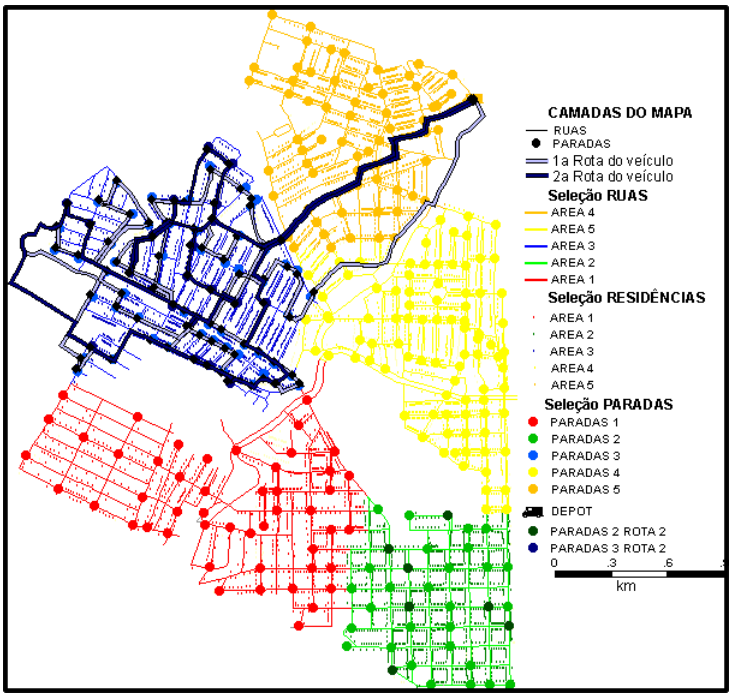


FIGURA 57. Rotas do veículo de coleta na área 3 para o cenário HIB100

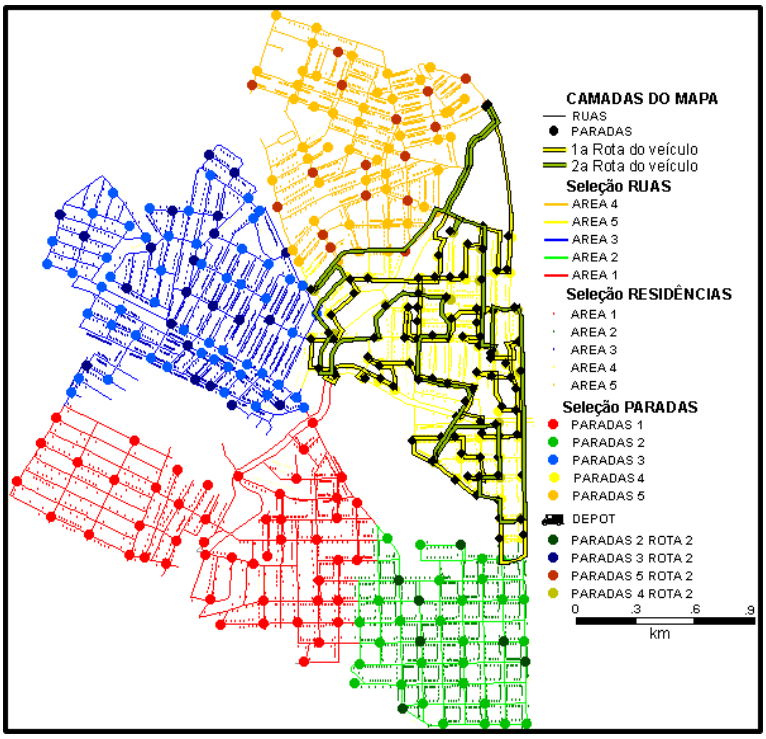


FIGURA 58. Rotas do veículo de coleta na área 4 para o cenário HIB100

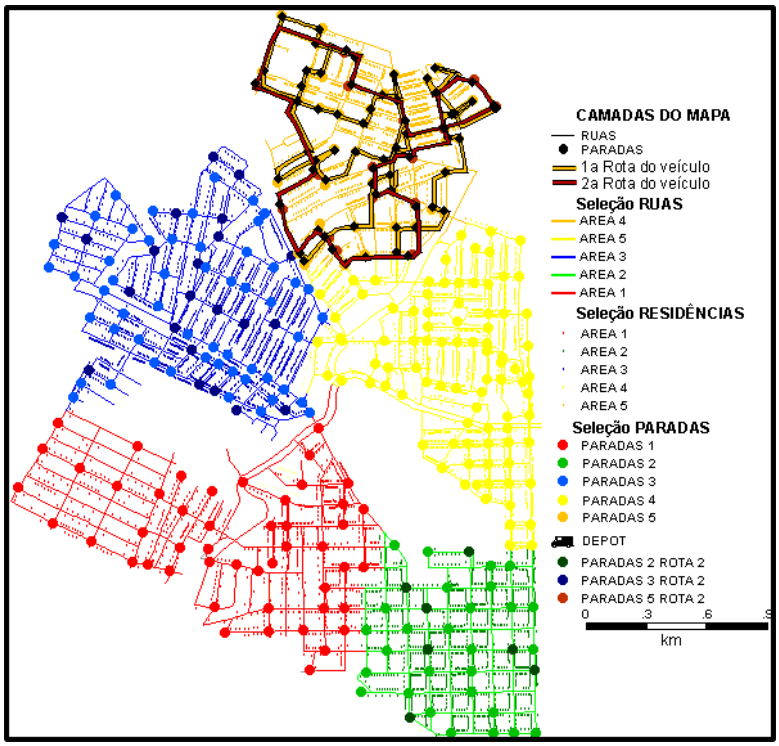


FIGURA 59. Rotas do veículo de coleta na área 5 para o cenário HIB100

Para o sistema Híbrido, a questão do "super dimensionamento" do sistema, para os cenários com demandas menores, fica mais complexa devido ao aumento de mais uma condicionante, que é a limitação física dos catadores, que fazem todo o percurso caminhando. A divisão proposta, com a demanda máxima como variável, forneceu 5 áreas com características bem próximas das áreas onde esse tipo de coleta efetivamente ocorre, mostrando, portanto, que esta configuração é possível. Para áreas onde a demanda esteja mais "pulverizada" e, assim, obrigando que a área de coleta seja maior, alternativas como o uso de carrinhos ou utilização de pontos de acúmulo devem ser previstas, sempre tentando aproveitar ao máximo o veículo de coleta e reduzir ao máximo a distância caminhada pelos catadores.

5.2. OS CUSTOS DE CADA CENÁRIO

Após a obtenção das distâncias percorridas pelo veículo em cada sistema nos diferentes cenários, foram utilizadas as planilhas de cálculo dos custos para cada um destes cenários.

Para complementar esta análise, alguns parâmetros de custo foram alterados e os resultados destas variações foram verificados e comentados. Desta maneira, parâmetros como vida útil, taxas de manutenção e encargos sobre salários tiveram suas variações analisadas.

As planilhas mostrando os parâmetros para cada análise foram apresentadas no Apêndice C.

5.2.1. Custos de acordo com os parâmetros inicialmente propostos

Para os parâmetros inicialmente definidos no capítulo 4 deste trabalho foram apresentados os custos para os cenários propostos, mostrados nas Figuras 60, 61, 62, 63 e 64.

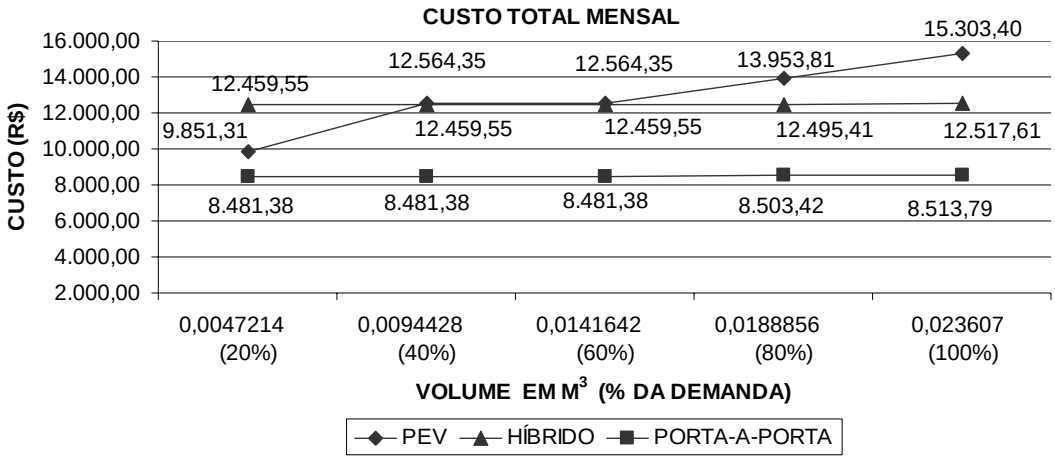


FIGURA 60. Custo total mensal dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos, de acordo com os parâmetros de custo definidos inicialmente

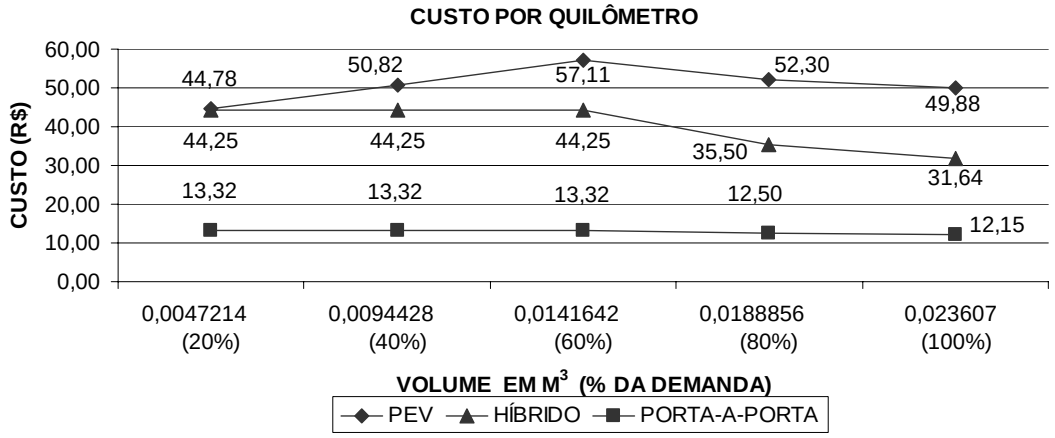


FIGURA 61. Custo por quilômetro percorrido dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos, de acordo com os parâmetros de custo definidos inicialmente

Para este tipo de comparação (sistemas com grande variação na distância percorrida) a comparação do custo por quilômetro é uma ferramenta que demonstra a eficiência de cada sistema. Pelas características dos sistemas estudados a quilometragem percorrida vai ser sempre maior no sistema Porta-a-Porta cujo custo, como mostrado na Figura 61, foi sempre menor que o custo dos outros sistemas, mostrando que nesta análise este sistema é o mais eficiente.

FIGURA 62. Composição dos custos de cada sistema

Uma característica observada no gráfico apresentado na Figura 62, é que os custos variáveis, aqueles que variam com a quilometragem percorrida, não representam nem 5% do custo fixo (1% para o sistema por PEVs, 4% para o sistema Porta-a-Porta e de 1 a 2% para o sistema híbrido). Isto pode ser explicado por algumas características da área em estudo:

- Por se tratar de uma cidade de médio porte, as localizações da garagem e da central de triagem são bem próximas à área de coleta, reduzindo a distância de viagem destes locais até a região da coleta. Além disso, para este tipo de coleta não existe a necessidade do "depósito" ser localizado distante dos centros residenciais urbanos, como no caso da coleta regular de resíduos sólidos domésticos.

- O aspecto temporal não foi analisado na roteirização dos veículos de coleta. Esta variável poderia aumentar o rendimento de alguns sistemas, e com isso aumentar a área de cobertura e a distância mensal percorrida.

Nota-se, portanto, que o custo fixo do sistema por PEVs é sempre maior que o custo total do sistema Porta-a-Porta, assim como para o sistema Híbrido, que não varia de um cenário para outro, pois não existe variação na frota ou na equipe.

Como as rotinas de agrupamento das residências atendidas utilizadas pelo SIG-T apresentaram pequenas variações no número total de residências atendidas por cada sistema, foi necessário comparar os custos por residência (Figura 64) e custo por metro cúbico coletado (Figura 63).

A princípio, no cenário de menor demanda, nota-se que o sistema de maior custo por metro cúbico foi o sistema Híbrido. Isso ocorre, pois o custo de implantação deste sistema é alto, devido, principalmente ao custo de mão de obra. Nota-se que o custo do sistema por PEVs varia bastante, mas com o aumento da demanda tende a ser duas vezes maior que o sistema de menor custo. Este sistema tem seu custo aumentado gradualmente em proporção quase que direta com o aumento da demanda, pois, os custos de capital representam a maior parcela do custo total deste sistema, principalmente, devido ao capital investido na aquisição de contêineres.

Para efeito desta análise, as demonstrações de custos por residência atendida e por metro cúbico coletado são as mais reais, uma vez que o número de residências e consequentemente a quantidade de resíduo reciclável recolhida variou de um sistema para o outro.

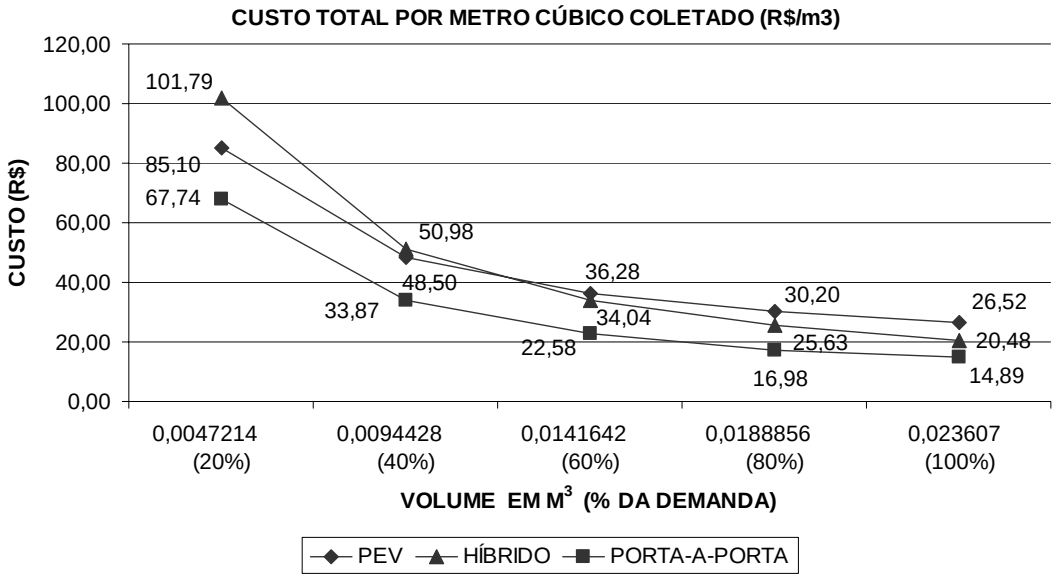


FIGURA 63. Custo por metro cúbico coletado dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos, de acordo com os parâmetros de custo definidos inicialmente

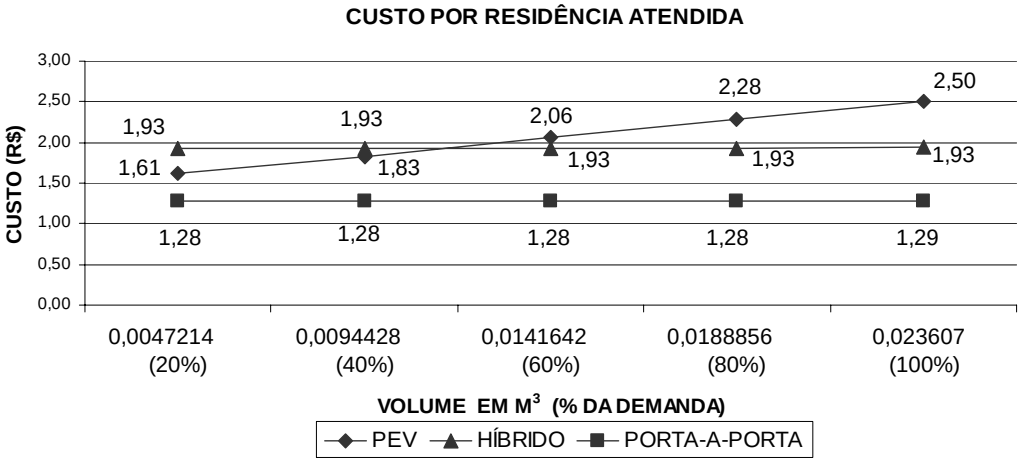


FIGURA 64. Custo por residência atendida dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos, de acordo com os parâmetros de custo definidos inicialmente

Na Figura 65 é apresentado o volume coletado por quilômetro rodado, que representa a produtividade em termos de transporte de cada sistema. No sistema por PEVs, cuja quilometragem mensal percorrida foi a menor e a quantidade coletada é praticamente a mesma que nos outros sistemas, o rendimento é sempre maior se comparado com os outros sistemas, mesmo que este sistema apresente os mais elevados custos.

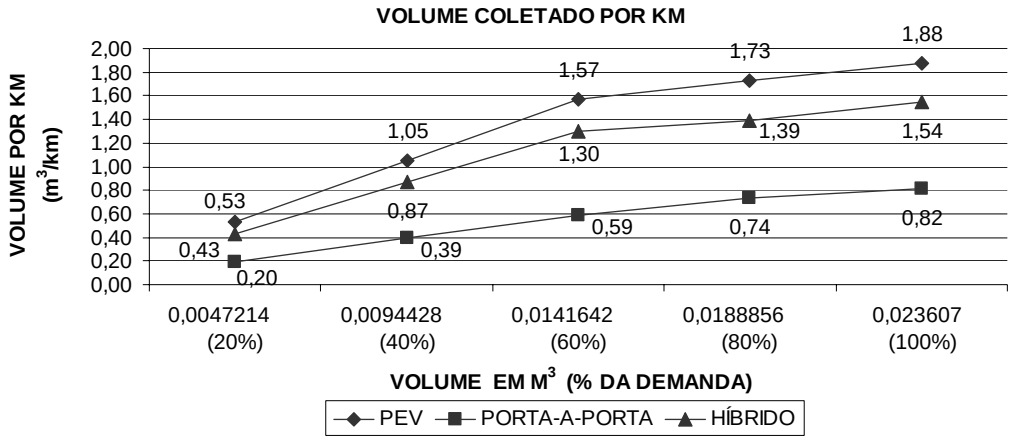


FIGURA 65. Volume coletado por quilômetro percorrido nos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos

É feita a seguir uma análise dos custos que compõem estes sistemas, na tentativa de apresentar alternativas aos parâmetros de custos apresentados inicialmente, de modo que se possa estender este estudo a um número maior de cenários.

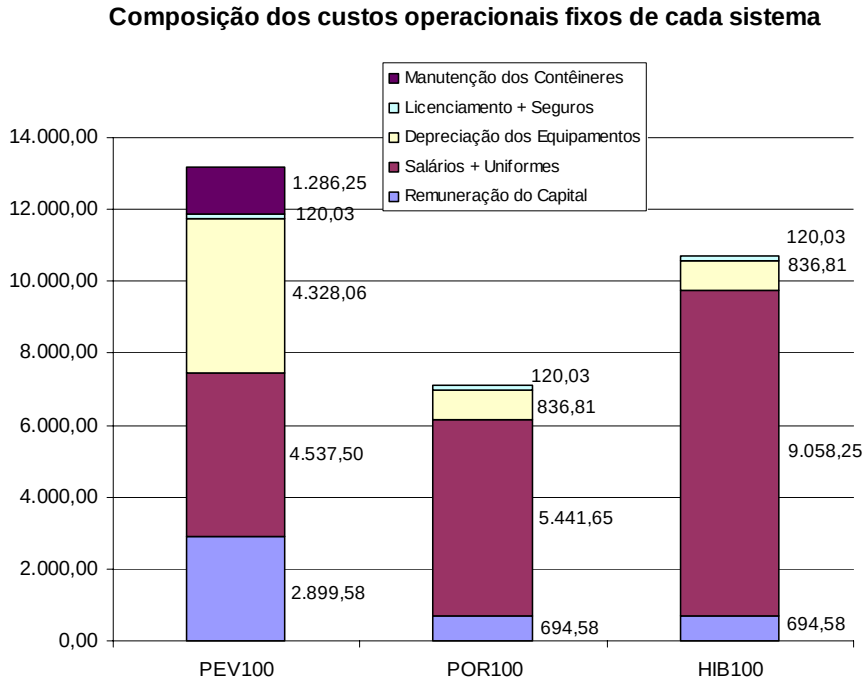


FIGURA 66. Composição dos custos operacionais fixos de cada sistema com os parâmetros de custo propostos inicialmente e com demanda máxima (100%)

Como mostrado na Figura 66, para o sistema por PEVs, a maior parcela do custo é composta pelo custo de capital (depreciação dos equipamentos e remuneração do capital investido). Para o sistema Híbrido a maior parcela de seus custos é composta pelos custos de mão de obra.

5.2.2. Custos com os parâmetros vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses)

Para reduzir os custos de capital e com isso tornar o sistema por PEVs mais competitivo, foram modificados os parâmetros que influenciam diretamente sobre este tipo de custo.

Conforme explicitado em Naruo (2003):

"Na análise de custos da coleta, foi verificado que os parâmetros de manutenção como sendo de 85% do valor dos veículos de coleta em uma vida útil de 60 meses, indicada pela SELUR (2001), não condizia com a realidade do nosso estudo de caso. Bem como a adoção do valor residual, considerado de 22%, dentro desta mesma vida útil. Esta conclusão foi tirada, sabendo-se que estes parâmetros foram estimados com base em dados de empresas que trabalham em grandes centros urbanos, ou seja, com 2 a 3 turnos de trabalho por dia. E, as pequenas cidades deste estudo de caso podem chegar a não completar uma jornada para a coleta dos resíduos. Assim, como a manutenção e o valor residual do equipamento são função do tempo de trabalho do equipamento, para simplificação, foi adotada uma vida útil de 120 meses, o dobro do indicado pela SELUR (2001), mantendo-se os parâmetros de manutenção e valor residual dos veículos." (NARUO, 2003).

Alterando o parâmetro de vida útil dos insumos depreciáveis, foram obtidos os custos para cenários propostos, que são mostrados nas Figuras 67, 68, 69 e 70.

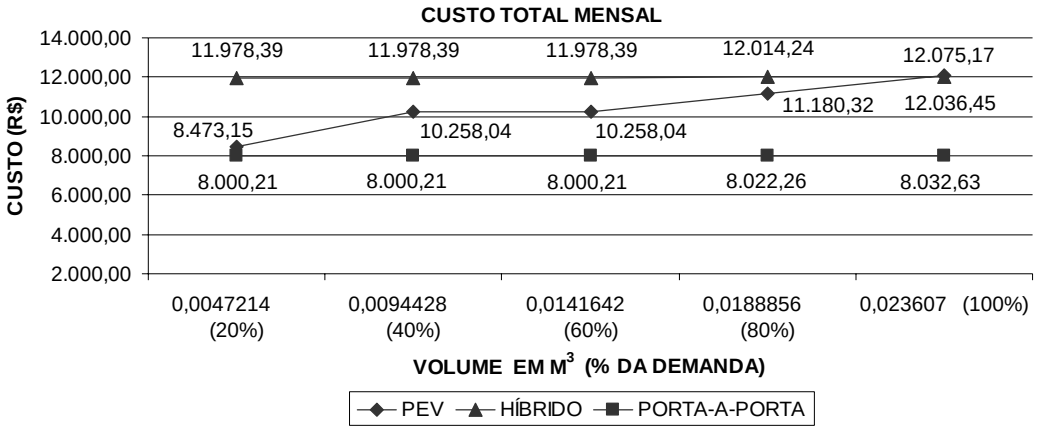


FIGURA 67. Custo total mensal dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado

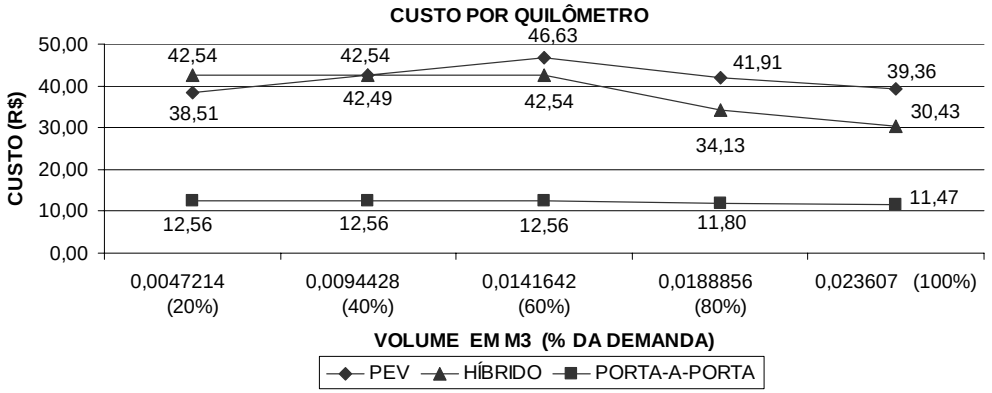


FIGURA 68. Custo por quilômetro percorrido dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado

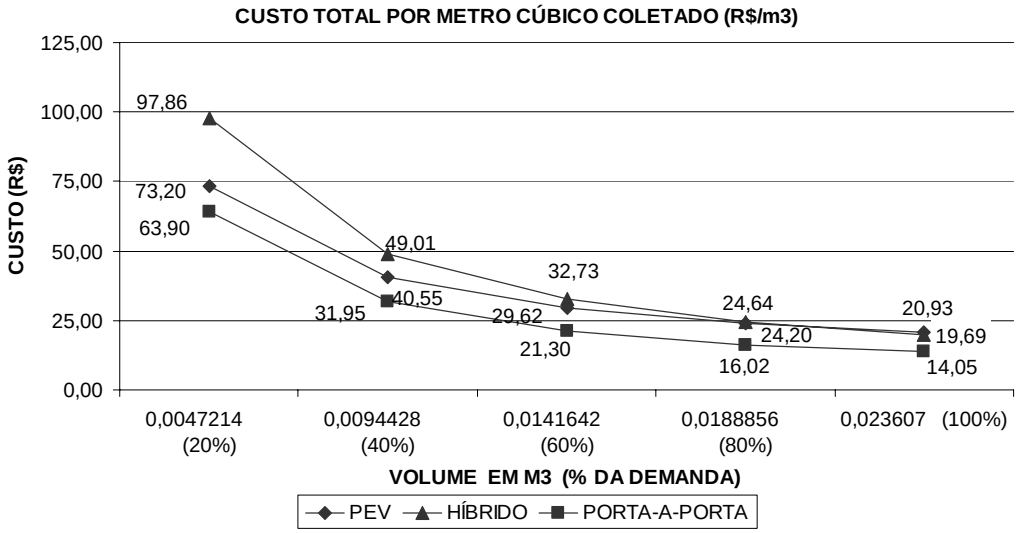


FIGURA 69. Custo por metro cúbico coletado dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado

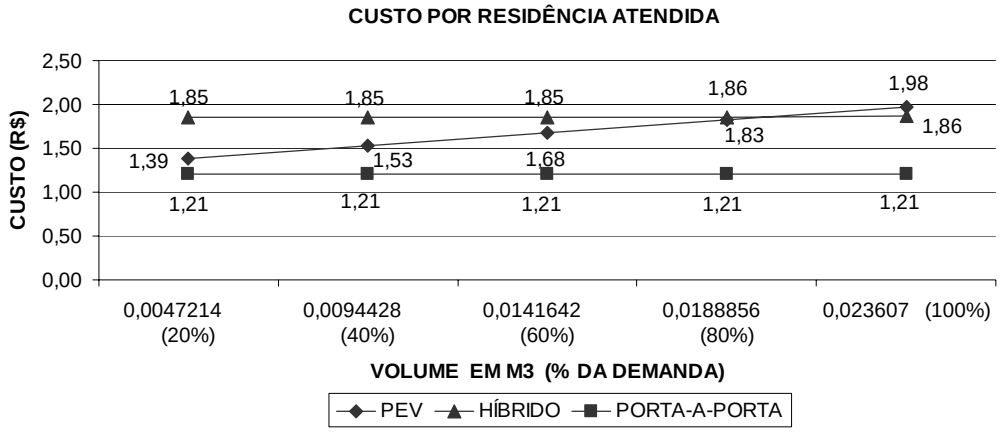


FIGURA 70. Custo por residência atendida dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado

Os custos em todos os sistemas tiveram redução. Como se pode notar, a alternativa de coleta por PEVs mostrou-se mais competitiva, tendo inclusive custos menores que a alternativa do sistema Híbrido.

5.2.3. Custos com os parâmetros da vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses) e parâmetro da taxa de remuneração do capital investido diminuída pela metade (crédito mais barato)

Ainda com a intenção de reduzir o custo de capital, adotou-se a redução da taxa de remuneração de capital, que tradicionalmente é considerada em 12% ao ano para análise de viabilidade de sistemas de transportes. O cenário foi visualizado de maneira que políticas públicas facilitassem a implantação de coleta seletiva nos municípios, que teriam então acesso a crédito mais barato. O valor utilizado foi de 6% ao ano. Os custos para este cenário são mostrado nas Figuras 71, 72, 73 e 74.

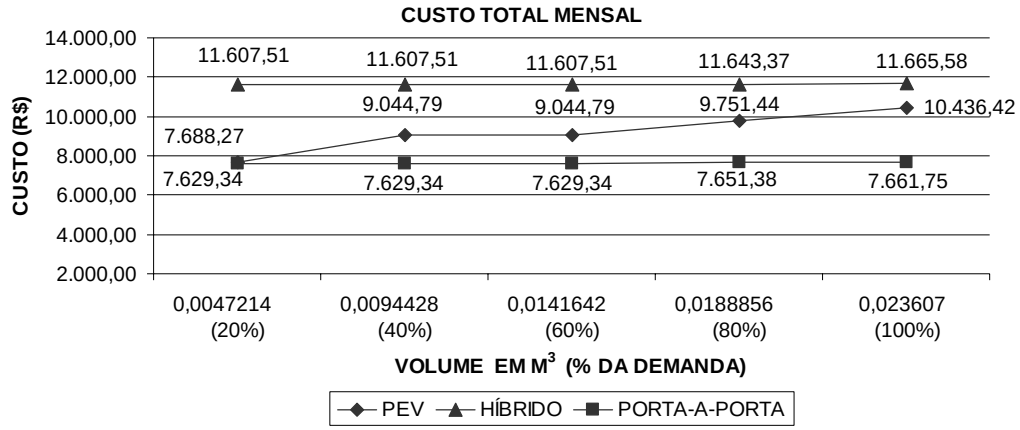


FIGURA 71. Custo total mensal dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado e taxa de remuneração reduzida

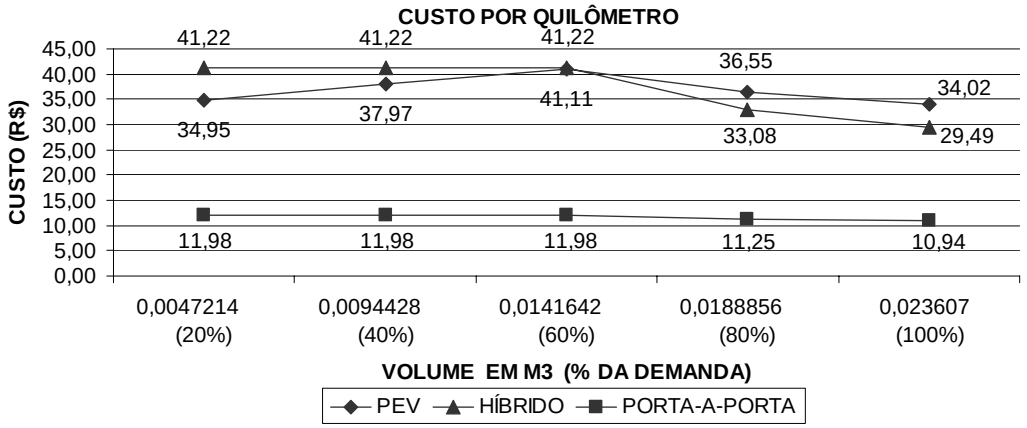


FIGURA 72. Custo por quilômetro percorrido dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado e taxa de remuneração reduzida

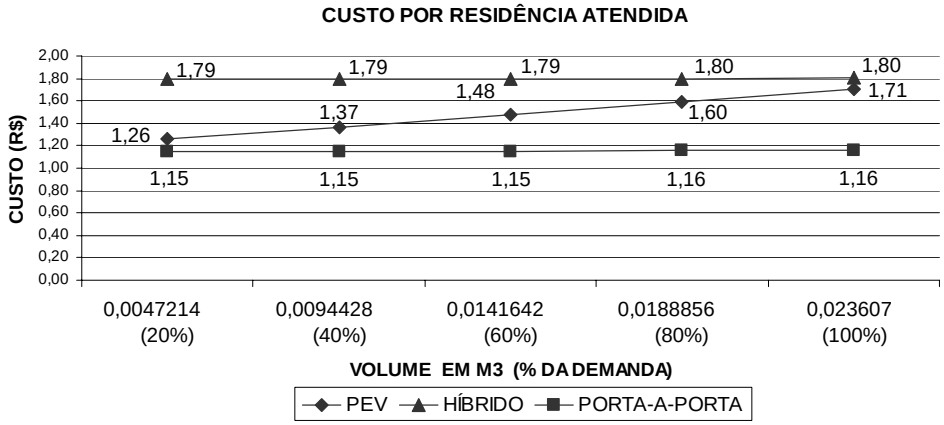


FIGURA 73. Custo por residência atendida dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado e taxa de remuneração reduzida

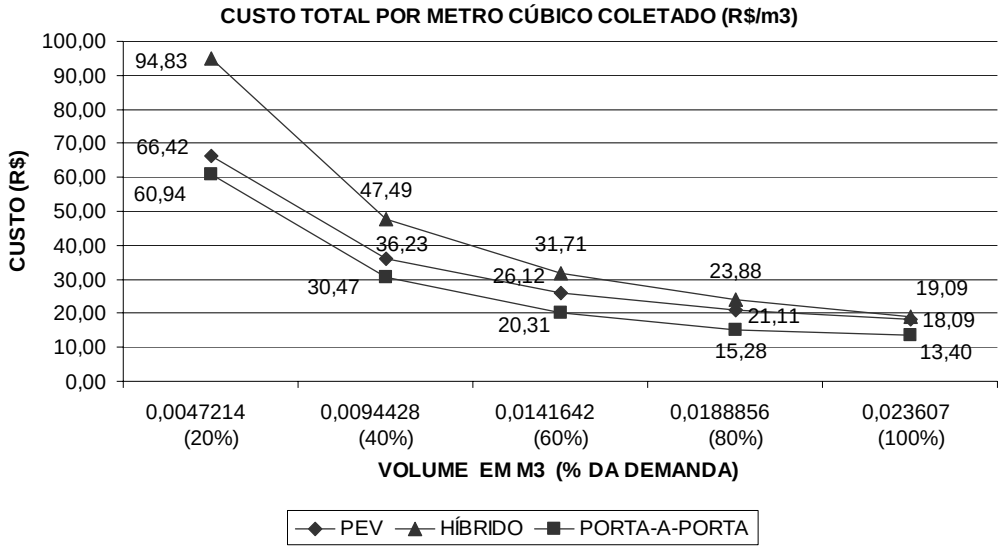


FIGURA 74. Custo por metro cúbico coletado dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado e taxa de remuneração reduzida

Neste cenário, como era de se esperar, houve uma redução nos custos totais dos três sistemas. Mais uma vez o sistema por PEVs teve seu custo reduzido se mostrando uma opção bastante competitiva neste cenário. Isto pode ser notado na Figura 74, onde a curva dos custos por metro cúbico coletado do sistema por PEV se aproxima bastante da curva do sistema Porta-a-Porta, a de menor custo entre os 3 sistemas.

5.2.4. Custos com os parâmetros da vida útil dos insumos depreciáveis aumentados (120 meses), parâmetro da taxa de remuneração do capital investido diminuída pela metade (crédito mais barato) e sem considerar encargos sobre a mão-de-obra (cooperativa)

Como visto na Figura 66, a maior parcela do custo do sistema Híbrido é formada pelo custo de mão de obra. Para reduzir este custo e assim melhorar a competitividade deste sistema, foi analisada a situação em que o sistema de coleta seletiva fosse gerido por cooperativas. Segundo Thiemermam (2004), nas cooperativas existentes no município de São Carlos, o rendimento médio mensal dos catadores é de R$ 400,00. Então, para este cenário, o salário médio dos catadores é fixado em R$ 400,00, e será considerada a inexistência de encargos sobre a mão-de-obra.

Alterando o parâmetro de vida útil dos insumos depreciáveis, diminuindo a taxa de juros do capital investido e excluindo os encargos sobre a mão-de-obra, foram obtidos os custos para cenários propostos mostrados nas Figuras 75, 76,77 e 78.

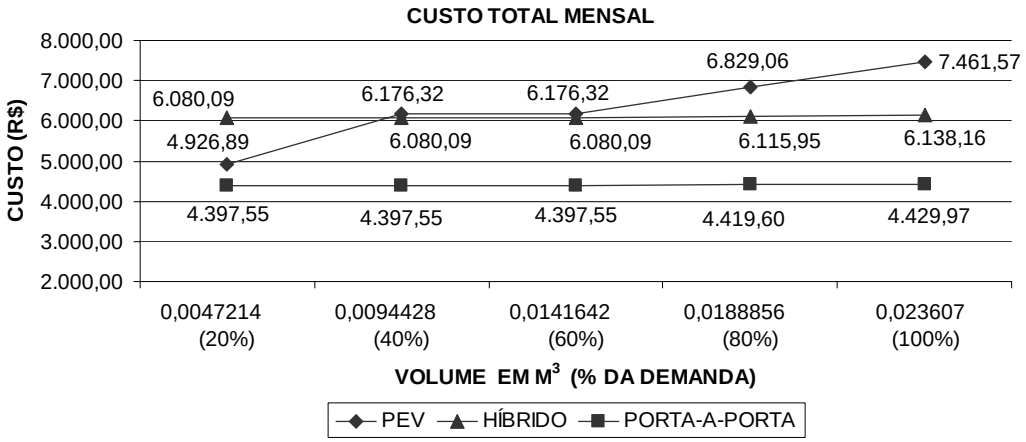


FIGURA 75. Custo total mensal dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado, taxa de remuneração reduzida e sem encargos sobre a mão-de-obra

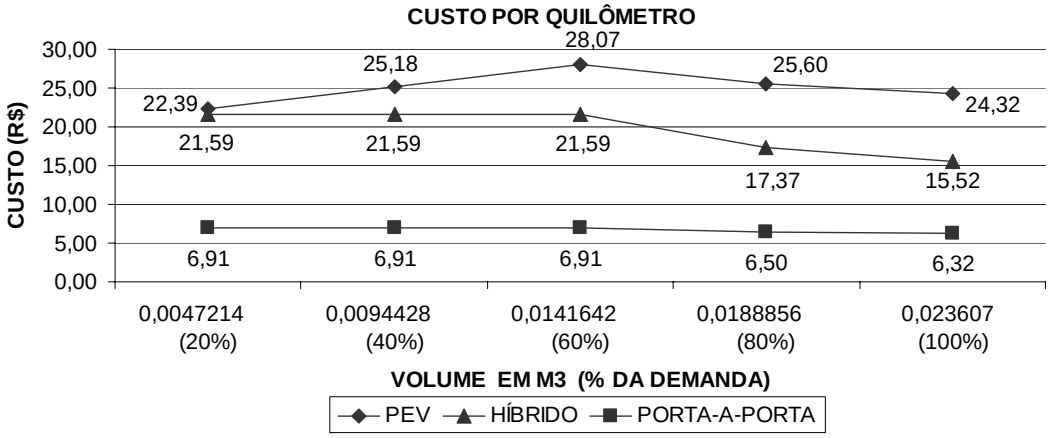


FIGURA 76. Custo por quilômetro percorrido dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado, taxa de remuneração reduzida e sem encargos sobre a mão-de-obra

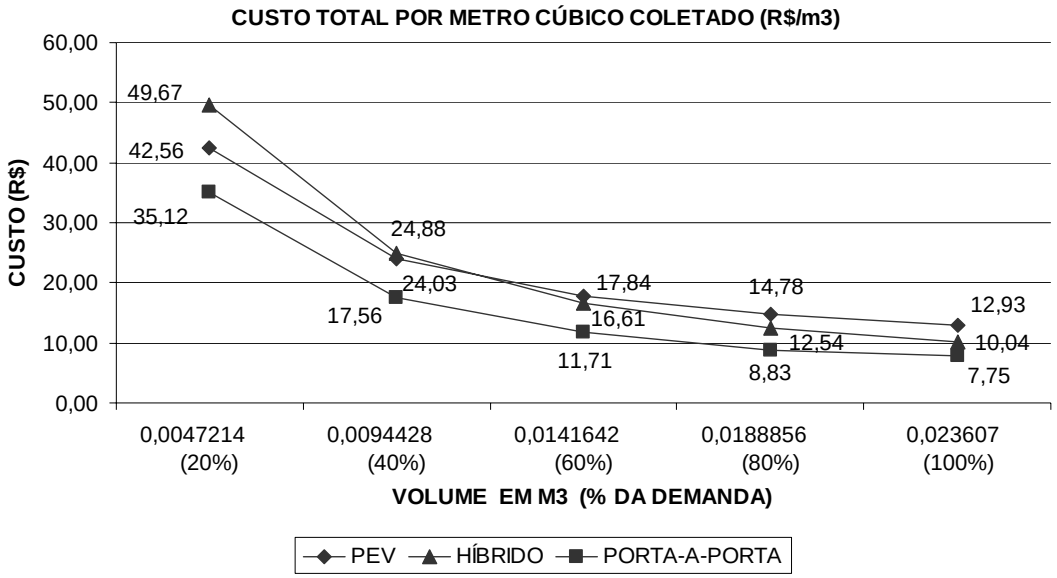


FIGURA 77. Custo por metro cúbico coletado dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado e de taxa de remuneração reduzido e sem encargos sobre a mão-de-obra

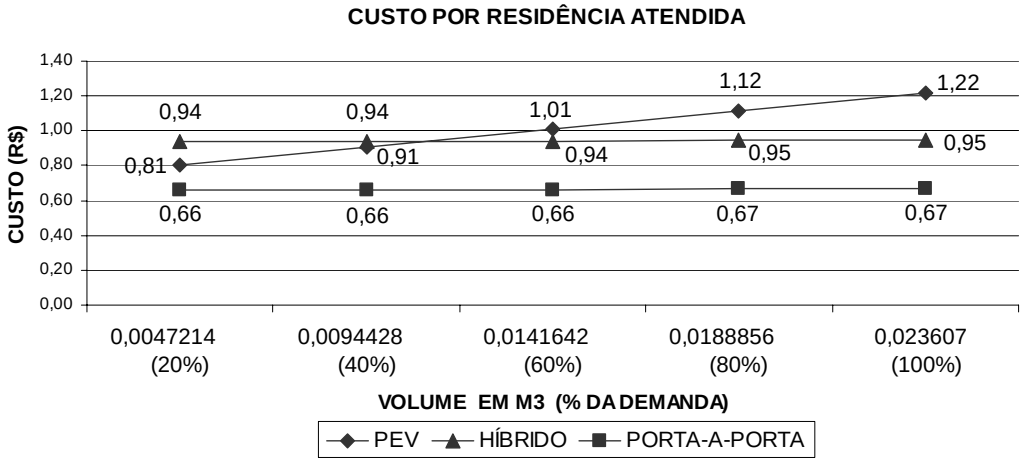


FIGURA 78. Custo por residência atendida dos 3 sistemas de coleta, para os cenários propostos com o parâmetro de vida útil aumentado, taxa de remuneração reduzida e sem encargos sobre a mão-de-obra

Neste cenário, o custo do sistema Híbrido mostrou-se mais competitivo que o custo do sistema por PEVs, mas mesmo assim o custo do sistema Porta-a-Porta mostra-se como melhor opção.Na situação idealizada nesta seção, obteve-se os menores custos em todos os sistemas.

Assim, algumas outras variações podem ser exploradas de modo que o cenário proposto se encaixe o mais precisamente possível dentro da realidade do local em estudo.

5.3. COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DO SISTEMA POR PEVS PARA ALGUMAS VARIAÇÕES NOS TIPOS DE CONTÊINERES UTILIZADOS

Uma das complexidades do sistema por PEVs é a grande variação de combinações de contêineres de diferentes materiais e custos. Visto que os custos de capital para este sistema representam parcela considerável dos custos totais, faz-se necessária uma análise mais meticulosa de algumas configurações de contêineres disponíveis no mercado.

A análise realizada neste estudo variou a capacidade, o material e o tipo dos contêineres, para que com isso, pudesse ser analisado o comportamento do custo deste sistema para as novas configurações. As configurações escolhidas para a análise podem ser observadas na Tabela 23. Alguns tipos de contêineres comerciais (e os tipos utilizados nestas configurações) são mostrados no Anexo A.

Tabela 23. Capacidades, custos e configurações previstas para diferentes tipos de contêineres

Fornecedor	Material	Capacidade (l)	Custo (R$)	Custo/ Litro (R$/l)	Configurações			
					C1	C2	C3	C4
Arte da Fibra	Fibra de Vidro	750	R$ 860,00	R$ 1,15				
	Fibra de Vidro	900	R$ 1.080,00	R$ 1,20				
	Fibra de Vidro	1300	R$ 1.290,00	R$ 0,99				
	Fibra de Vidro	1500	R$ 1.390,00	R$ 0,93				
	Fibra de Vidro	1800	R$ 1.740,00	R$ 0,97				
	Fibra de Vidro	2600	R$ 2.390,00	R$ 0,92				
Brazil Virgo	PEAD	120	R$ 195,00	R$ 1,63				
	PEAD	240	R$ 245,00	R$ 1,02				
	PEAD	360	R$ 540,00	R$ 1,50				
Terrabras	Aço	1200	R$ 980,00	R$ 0,82				
Dix Higiene	Polipropileno	240	R$ 272,00	R$ 1,13				
	PEAD	1000	R$ 1.320,00	R$ 1,32				
Orion Clean	PEAD	1000	R$ 1.677,02	R$ 1,68				
	PEAD	1200	R$ 1.702,70	R$ 1,42				
	PEAD	1200	R$ 1.398,65	R$ 1,17				
	PEAD	2500	R$ 3.333,78	R$ 1,33				
Conishi	Aço	1200	R$ 1.766,40	R$ 1,47				
	Aço	1600	R$ 2.342,40	R$ 1,46				
	Tambor em chapa de aço	200	R$ 60,00	R$ 0,30				

Configurações de Contêineres

C1	Contêineres de todas as capacidades comerciais
C2	Contêineres com capacidades bem distintas e com menor relação custo por litro
C3	Todos os contêineres de mesmo material
C4	Somente conêiner com a melhor relação custo por litro (tambores)

Os critérios utilizados para a determinação destas configurações, foram:

- Para a configuração C1: utilização de todos os tamanhos comerciais, na tentativa de reduzir o "super dimensionamento" do sistema, fazendo com que a capacidade instalada seja bem próxima à demanda a ser coletada;
- Para a configuração C2: utilização de contêineres de tamanhos bem distintos e com boa relação custo/beneficio (aqui definida pela relação: custo de aquisição por quantidade coletável, ou simplesmente *custo/volume*);
- Para a configuração C3: padronização do material utilizado em cada contêiner. Para isto foram escolhidos todos os contêineres de um mesmo fabricante e que tivessem boa relação *custo*/*volume*;
- Para a configuração C4: utilização de apenas um contêiner – aquele que tivesse a menor relação *custo*/*volume* (tambores de 200 litros).

Para cada configuração, e com a demanda em cada PEV para cada cenário, fica definido o número de contêineres para cada situação, conforme a planilha a seguir, na Tabela 24.

Tabela 24. Para cada configuração de contêineres, a quantidade de cada tipo de contêiner e a capacidade instalada.

Cenário	Configuração de Contêineres	Demanda coletada	Capacidade instalada (m^3)	Contêineres												
				120L	200L	240L	360L	750L	900L	1000L	1200L	1300L	1500L	1600L	1800L	2600L
PEV20	C1	28,94	35,19	155		33	22	1								
PEV40	C1	57,63	64,37	154		38	47	9	3	5	1	2		1		
PEV60	C1	86,57	92,94	140		34	38	10	13	10	4	4	1	4	4	
PEV80	C1	115,50	121,26	128		21	41	8	9	10	9	10	2	7	9	3
PEV100	C1	144,25	151,50	145		19	39	12	3	13	1	9	9	11	13	9
PEV20	C2	28,94	43,68			182										
PEV40	C2	57,63	70,32			273					4					
PEV60	C2	86,57	99,84			326					18					
PEV80	C2	115,50	128,76			314					38					3
PEV100	C2	144,25	157,08			342					43					9
PEV20	C3	28,94	91,50					122								
PEV40	C3	57,63	109,70					130	9			2	1			
PEV60	C3	86,57	142,45					131	27			4	5		4	
PEV80	C3	115,50	170,95					127	28			10	9		9	3
PEV100	C3	144,25	202,05					133	17			9	19		13	9
PEV20	C4	28,94	41,00		205											
PEV40	C4	57,63	70,60		353											
PEV60	C4	86,57	99,00		495											
PEV80	C4	115,50	126,80		634											
PEV100	C4	144,25	154,20		771											

As planilhas com os resultados das combinações dos contêineres para cada cenário, são mostradas no Apêndice D ao final desta dissertação.

Para cada cenário e configuração de contêineres, e com os parâmetros de custo propostos inicialmente para a análise (apresentado no Capitulo 4), foram obtidos os custos de cada configuração, conforme é mostrado na Tabela 25 e nas Figuras 79, 80, 81 e 82.

Tabela 25. Custos de cada combinação de contêineres

Combinação de Contêineres	CENÁRIO	CUSTO MENSAL TOTAL	CUSTO POR QUILÔMETRO (R$/km)	CUSTO POR METRO CUBICO COLETADO (R$/m3)	CUSTO MENSAL POR RESIDÊNCIA ATENDIDA
C1	PEV20	9.088,38	41,31	78,51	1,49
	PEV40	10.356,05	47,07	44,92	1,69
	PEV60	11.555,17	52,52	33,37	1,89
	PEV80	12.561,57	47,08	27,19	2,05
	PEV100	13.817,67	45,04	23,95	2,26
C2	PEV20	8.853,13	40,24	76,48	1,45
	PEV40	9.807,79	44,58	42,55	1,60
	PEV60	10.780,30	49,00	31,13	1,76
	PEV80	11.671,95	43,75	25,26	1,91
	PEV100	12.642,79	41,21	21,91	2,07
C3	PEV20	11.050,15	50,23	95,46	1,81
	PEV40	11.799,24	53,63	51,19	1,93
	PEV60	12.148,79	55,22	35,08	1,99
	PEV80	14.088,56	52,81	30,49	2,30
	PEV100	15.099,10	49,21	26,17	2,47
C4	PEV20	7.677,24	34,90	66,32	1,26
	PEV40	8.000,62	36,37	34,71	1,31
	PEV60	8.310,89	37,78	24,00	1,36
	PEV80	8.638,44	32,38	18,70	1,41
	PEV100	8.958,16	29,20	15,53	1,47

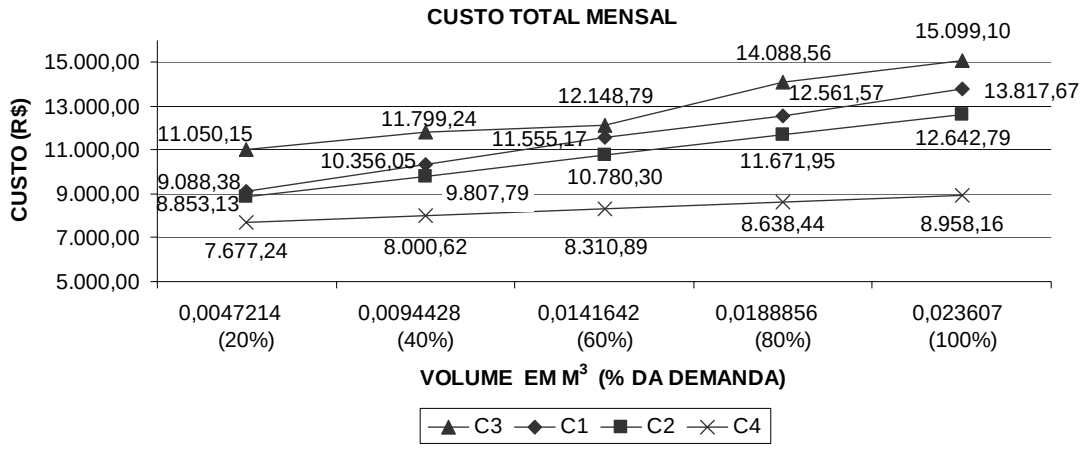


FIGURA 79. Custo total mensal para cada uma das configurações de contêineres

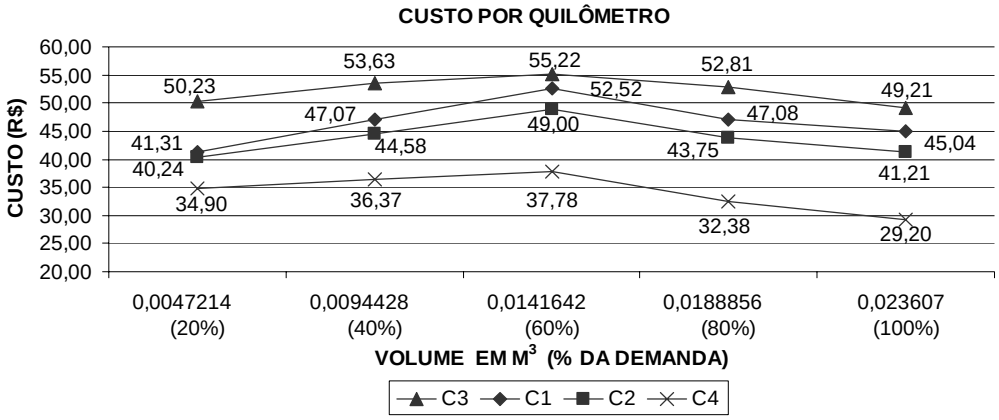


FIGURA 80. Custo por quilômetro para cada uma das configurações de contêineres

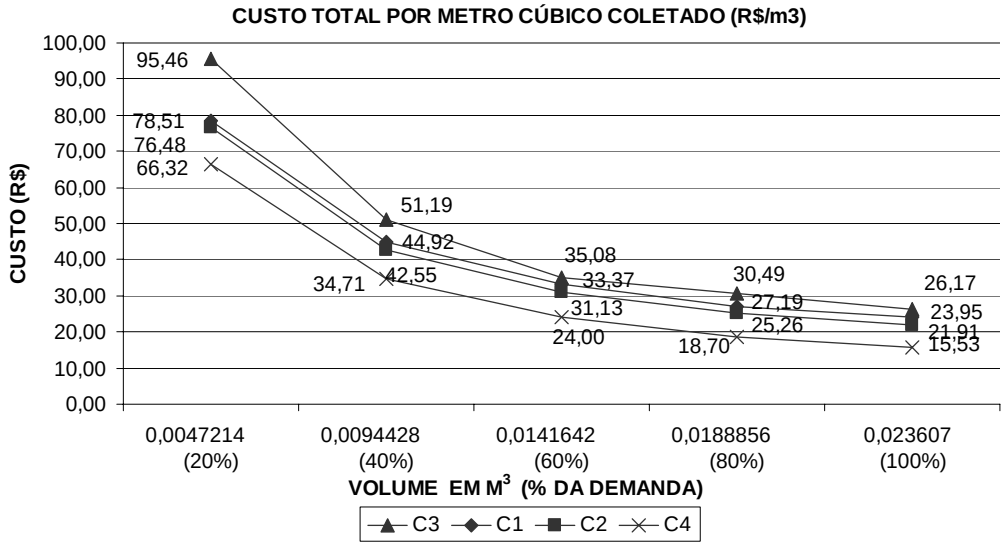


FIGURA 81. Custo por metro cúbico coletado para cada uma das configurações de contêineres

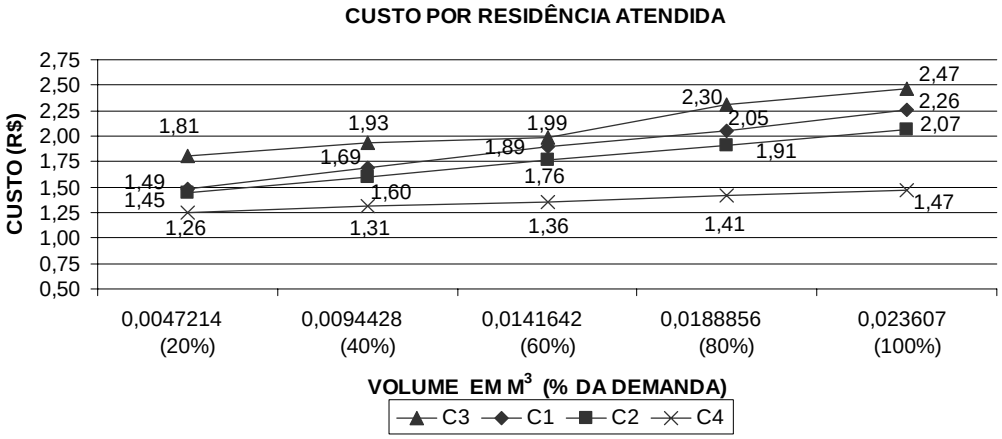


FIGURA 82. Custo por residência atendida pelo sistema para cada uma das configurações de contêineres

Para cada configuração analisada ocorreram algumas variações nos custos. Na configuração C1, apesar da sua capacidade instalada ser a que mais se aproximou da demanda a ser coletada em todos os cenários, esta configuração não se mostrou muito econômica, principalmente porque os contêineres de pequenas dimensões, muito utilizados nesta configuração, apresentam altas relações *custo/volume*.

A configuração C2 mostrou um bom desempenho, usando apenas contêineres com boas relações *custo/volume* e de tamanhos distintos, apesar de ter a capacidade instalada bem acima da demanda a ser coletada, principalmente para os cenários de menor demanda. Se nesta configuração houvesse mais contêineres de diferentes tamanhos, oferecendo mais flexibilidade às combinações, o seu custo seria ainda menor.

A configuração C3 foi a que teve a maior capacidade instalada em relação à demanda dentre as 4 configurações. O seu custo foi maior, principalmente pela alta relação *custo/volume* de seu contêiner de menor dimensão (750L), cuja capacidade é um pouco exagerada para os cenários de menor demanda.

A configuração C4, que era composta apenas por tambores de 200L, foi a de melhor desempenho devido à relação *custo/volume*. Essa configuração, apesar de apresentar bons resultados é hipotética, pois para alguns pontos (que são localizados em esquinas da cidade) seria necessário mais de 15 contêineres deste tipo. Além disso, este tipo de contêiner (tambor) é totalmente aberto, facilitando a ação de ladrões.

Pode-se notar que os valores do sistema por PEVs podem ser mais competitivos em relação aos outros sistemas estudados, conforme mostram a Tabela 26 e as Figuras 83, 84 85 e 86, que comparam estas configurações com os outros sistemas, para os parâmetros de custo propostos inicialmente para a análise e mostrados no Capitulo 4.

Tabela 26. Custos de todos os sistemas e de cada combinação de contêineres

Combinação de Contêineres	CENÁRIO	CUSTO MENSAL TOTAL	CUSTO POR QUILÔMETRO (R$/km)	CUSTO POR METRO CUBICO COLETADO (R$/m3)	CUSTO MENSAL POR RESIDÊNCIA ATENDIDA
PEV - C1	PEV20	9.088,38	41,31	78,51	1,49
	PEV40	10.356,05	47,07	44,92	1,69
	PEV60	11.555,17	52,52	33,37	1,89
	PEV80	12.561,57	47,08	27,19	2,05
	PEV100	13.817,67	45,04	23,95	2,26
PEV - C2	PEV20	8.853,13	40,24	76,48	1,45
	PEV40	9.807,79	44,58	42,55	1,60
	PEV60	10.780,30	49,00	31,13	1,76
	PEV80	11.671,95	43,75	25,26	1,91
	PEV100	12.642,79	41,21	21,91	2,07
PEV - C3	PEV20	11.050,15	50,23	95,46	1,81
	PEV40	11.799,24	53,63	51,19	1,93
	PEV60	12.148,79	55,22	35,08	1,99
	PEV80	14.088,56	52,81	30,49	2,30
	PEV100	15.099,10	49,21	26,17	2,47
PEV - C4	PEV20	7.677,24	34,90	66,32	1,26
	PEV40	8.000,62	36,37	34,71	1,31
	PEV60	8.310,89	37,78	24,00	1,36
	PEV80	8.638,44	32,38	18,70	1,41
	PEV100	8.958,16	29,20	15,53	1,47
PORTA-A-PORTA	POR20	8.481,38	13,32	67,74	1,28
	POR40	8.481,38	13,32	33,87	1,28
	POR60	8.481,38	13,32	22,58	1,28
	POR80	8.503,42	12,50	16,98	1,28
	POR100	8.513,79	12,15	14,89	1,29
HÍBRIDO	HIB20	12.459,55	44,25	101,79	1,93
	HIB40	12.459,55	44,25	50,98	1,93
	HIB60	12.459,55	44,25	34,04	1,93
	HIB80	12.495,41	35,50	25,63	1,93
	HIB100	12.517,61	31,64	20,48	1,93

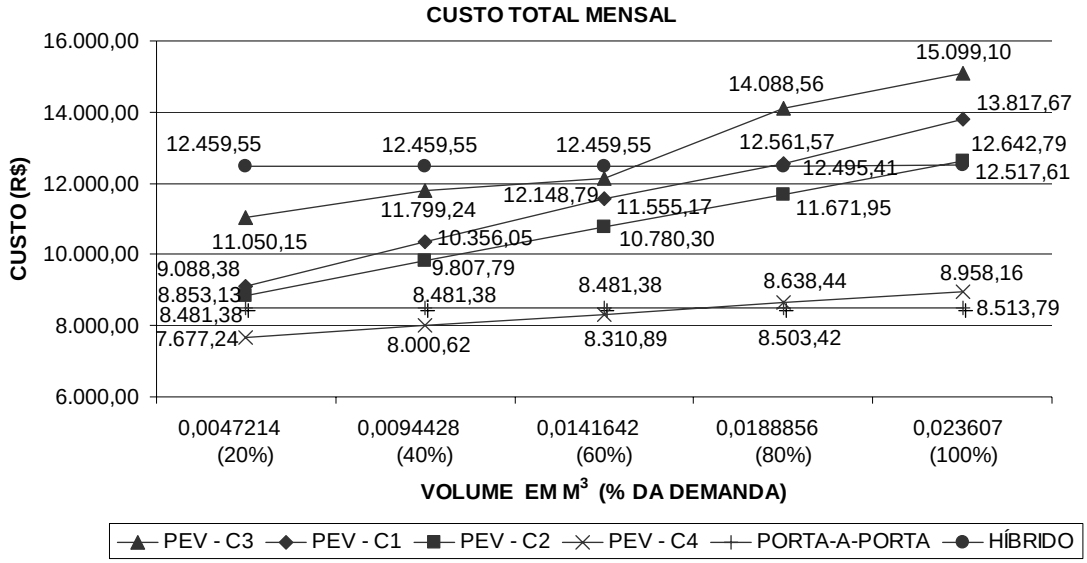


FIGURA 83. Custo total mensal de cada cenário dos 3 sistemas com as variações nas configurações dos contêineres do sistema PEV

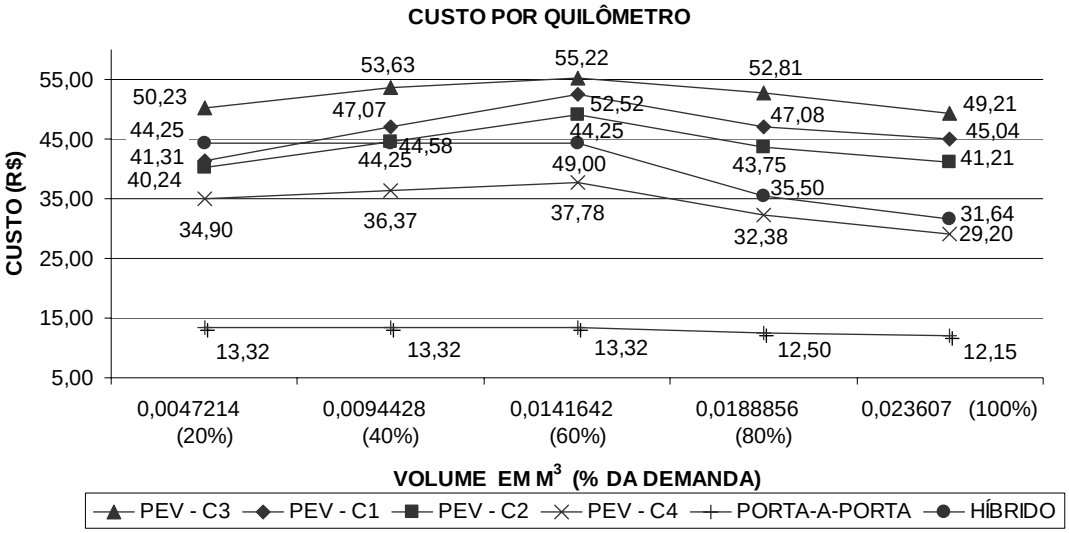


FIGURA 84. Custo por quilômetro de cada cenário dos 3 sistemas com as variações nas configurações dos contêineres do sistema PEV

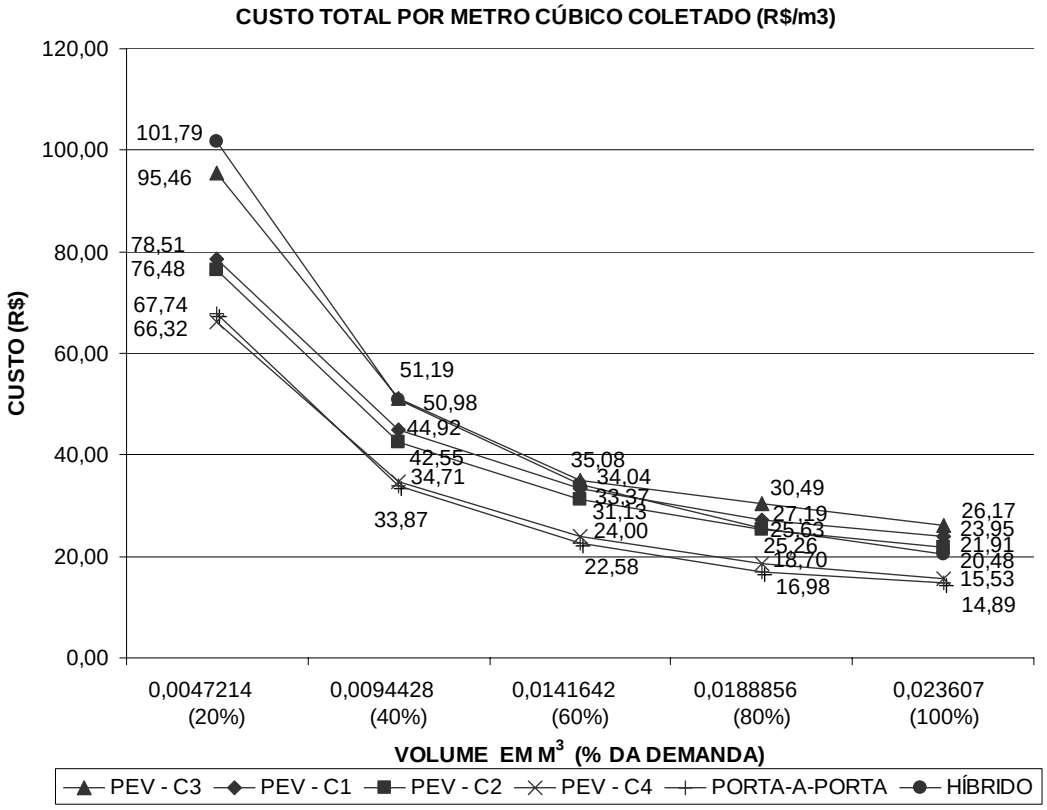


FIGURA 85. Custo por metro cúbico coletado de cada cenário dos 3 sistemas com as variações nas configurações dos contêineres do sistema PEV

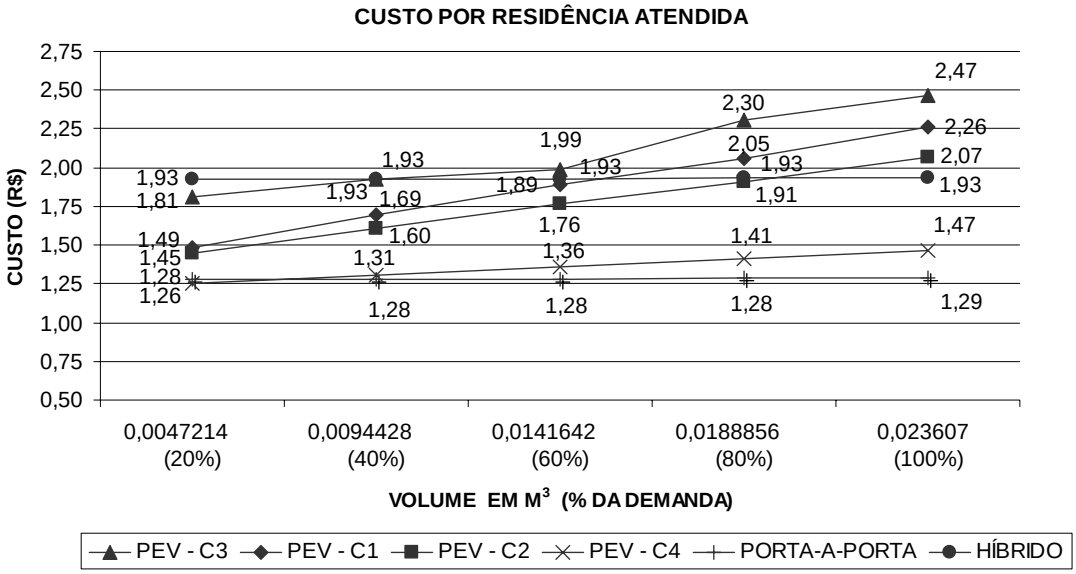


FIGURA 86. Custo por residência atendida de cada cenário dos 3 sistemas com as variações nas configurações dos contêineres do sistema PEV

Observa-se que o sistema PEV com a configuração de contêineres C4 mostrou-se bastante competitivo, mesmo que os custos sejam determinados com os parâmetros de custo mais desfavoráveis a este tipo de sistema, conforme discutido na seção anterior.

A configuração C2 que é um pouco mais viável que a configuração C4, obteve um resultado satisfatório, com valores competitivos com o sistema Híbrido. Uma 5ª configuração, mesclando os tipos de contêineres apresentados nas configurações C4 e C2 poderia propiciar resultados bastante interessantes.

A aplicação de diferentes parâmetros para estas configurações também podem modificar o entendimento e a configuração do melhor sistema para a área em estudo.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a aplicação do método proposto conclui-se que o melhor método de coleta sempre estará intimamente ligado às características do local em que será implantado. De maneira geral, não se pode afirmar que exista um método de coleta que seja melhor do que qualquer outro.

Comparando os três sistemas, observou-se que para a área e para as condições apresentadas neste estudo, o sistema Porta-a-Porta é o mais eficaz.

Observa-se, porém, que cada sistema tem uma característica favorável que deve ser explorada quando se deseja determinar o sistema mais adequado para cada situação. O sistema Híbrido, por exemplo, tem a particularidade de envolver mais trabalhadores na operação de coleta, o que torna o "custo extra" deste contingente justificável em épocas de desemprego ou em situações em que se devam inserir no mercado de trabalho formal trabalhadores irregulares, como os catadores de lixo em lixões (como aconteceu no caso da coleta seletiva da cidade de São Carlos).

O sistema por PEVs pode ser o mais eficaz caso o custo da mão-de-obra seja mais elevado. Neste trabalho, este sistema teve algumas de suas complexidades exploradas, como a grande variação nos valores de seus custos com a simples modificação dos tipos de contêineres utilizados.

O sistema Porta-a-Porta, que tem seu ponto fraco na maior distância percorrida pelo veículo coletor, mostrou-se eficiente em uma cidade de pequeno porte, onde as distâncias entre o depósito e a área de coleta, assim como as distâncias percorridas pelo veículo na operação de coleta não são muito expressivas.

Ao início deste trabalho, as variáveis adotadas como medida de comparação dos sistemas foram: a distância percorrida e a quantidade de mão-de-obra e equipamentos utilizados por cada sistema. Nota-se que, para que esta análise fosse mais abrangente, a variável tempo de coleta poderia ser incluída, para que com isso fosse determinado o tempo ocioso do veículo e o tempo gasto em operações de carga e descarga. O principal motivo para esta variável não ter sido incluída neste trabalho foi a grande dificuldade

para a correta mensuração desta nos sistemas de coleta estudados, que em sua maioria ainda estão em fases de implantação, com padrões de operação ainda sendo definidos.

Surge aí uma recomendação para o aprimoramento deste trabalho: uma criteriosa mensuração do tempo de operação de cada fase destes sistemas e a inclusão da variável tempo nas rotinas de roteirização. Opções como modificações na jornada de trabalho, hora extra incluída nos salários e métodos mais eficientes de carga e descarga do veículo coletor poderiam ser exploradas.

Outro aspecto não explorado por este trabalho foi a variação na capacidade do veículo coletor, onde o agrupamento das áreas de coleta seria determinado pela demanda a ser coletada e pela capacidade do veículo.

Com relação aos custos de implantação de cada sistema, que é uma variável capaz de definir o tipo de coleta a ser implantado, o sistema mais dispendioso foi o sistema por PEVs, devido ao custo de aquisição dos contêineres, que aumentam proporcionalmente com o aumento da demanda. Para demandas mais elevadas, os sistemas Híbrido e Porta-a-Porta possuem custos de implantação mais enxutos. Note-se que esta análise não levou em conta os custos de implantação de centrais de triagem e sua manutenção.

Para uma análise mais profunda sobre os tipos de centrais de triagem mais adequados, uma discussão sobre a maneira de coletar o resíduo reciclável (separado ou todo junto) deve ser aprofundada, incluindo veículos diferenciados, assim como os contêineres apropriados.

E, finalmente, estender esta análise para outros tipos de resíduos gerados no meio urbano como resíduos de demolição e construção e resíduos facilmente degradáveis.

Além dos custos de transporte apresentados neste trabalho, existem outros custos que são difíceis de quantificar, mas que, sem dúvida devem ser incluídos em análises mais abrangentes sobre a implantação completa de um sistema de coleta seletiva. São eles:

- Custos educacionais para a promoção do sistema, como campanhas educativas pelas várias mídias, que devem ter sua abragência definida por questões culturais, e socioeconômicas da população a ser atendida;
- Custos ambientais, tanto aqueles relacionados com a poluição efetivamente gerada pela implantação deste sistema (poluição do ar por gases produzidos pelos veículos, poluição gerada pelos panfletos educativos), assim como as economias ambientais geradas por essa iniciativa;
- Custos economizados com o aumento de vida útil dos aterros.

A ferramenta SIG mostrou sua eficiência nesse tipo de análise, onde dados espaciais são parte fundamental do problema. Teve êxito no auxilio à delimitação do problema e resolução de suas variáveis, seja em problemas de localização de instalações, agrupamento de regiões e roteamento de veículos.

Porém, a aplicação deste método em um caso real deve ser realizada com muito critério, pois a adoção de alguns parâmetros pode modificar completamente o resultado final. É importante que a qualidade da informação seja sempre verificada.

E, finalmente, a hipótese proposta neste trabalho, de que o método proposto seria capaz de comparar diferentes sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos é válida, com a obtenção de resultados efetivos que claramente conduzem a análise a uma decisão.

Fica, portanto, como recomendação para trabalhos futuros, a inserção de parâmetros ambientais, que contemplem não somente o processo de coleta em si, mas o ciclo de vida dos materiais a serem reciclados, para que se consiga responder à seguinte pergunta: a coleta seletiva deve ser encorajada como solução ambiental ou apenas contextualizada como um processo para preencher a lacuna de um problema muito maior que engloba os padrões atuais de consumo e de produção de bens?

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA21 (1992). Agenda 21, disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21> , acesso em 28/05/2004.

AGUIAR, E. M. (1993). *Racionalização da operação de sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares para cidades de pequeno e médio porte*. São Paulo. 91p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1985). *NBR 8849.* Apresentação de projetos de Aterros Controlados.

------, (1990). *NBR 11175*. Incineração de resíduos sólidos perigosos.

------, (1992). *NBR 8419*. Apresentação de projetos de Aterros Sanitários.

------, (1993). *NBR 12980.* Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.

------, (1996). *NBR 13591*. Compostagem.

------, (2004a). *NBR 10004.* Resíduos sólidos – Classificação.

------, (2004b). *NBR 10005.* Procedimento para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.

------, (2004c). *NBR 10006.* Procedimentos para a obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

------, (2004d). *NBR 10007.* Amostragem de resíduos sólidos.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS - NTC (2001). *Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas*. 61p. São Paulo-SP.

BELTON, V., CROWE, D.V., MATTHEWS, R., SCOTT, S., (1994). A survey of public attitudes to recycling in Glasgow (U.K.). *Waste Management and Research*. v. 12, p.351–667.

BRASIL - Política nacional de resíduos sólidos, (2004). Disponível em <http://www.lixo.com.br/substilucianozica.doc>, acesso em 25/05/2004.

BRASILEIRO, L. A. (2004). *Análise do roteamento de veículos na coleta de resíduos domésticos, comerciais e de serviços de saúde*. Ilha Solteira. 94p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

BUTLER, J., HOOPER, P., (2000). Factors determining the post-consumer waste recycling burden. *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 43, n 3, p.407–432.

CALIPER, (1996). *TransCAD: transportation GIS software.* Routing and Logistics with TransCAD. Caliper Corporation, Version 3.0 for use with Microsoft Windows.

CAMPOS, R. de (1994). *Proposta de sistematização e reavaliação do processo de gerenciamento de serviços de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares*. São Carlos. 104p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem (2004). *Pesquisa Ciclosoft 2004*. Disponível em: <http://www.cempre.org.br>, acesso em 28/07/2004.

CIWMB (2002). *Curbside recycling, the next generation: a model for local government recycling and waste reduction*. California Integrated Waste Management Board. Disponível em: <http://www.ciwmb.ca.gov/LGLibrary/Innovations/Curbside/>, acesso em 16/06/2005.

CLARK,G., WRIGHT, J. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research*, v. 12, p.568-861.

CUNHA, L. C. (1995). A *importância da coleta seletiva e sua implantação na UFSCAR*. Trabalho de graduação.

CUNHA, V., CAIXETA FILHO, J. V. (2002) Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. *Gestão & Produção*, v.9, n.2, p.143-161.

DELUQUI, K. K. (1998); *Roteirização para veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares utilizando um Sistema de Informação Geográfica – SIG*. São Carlos. 222p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ECONOMIA & TRANSPORTE (2005). *Planilhas de Custos*. Disponível em: <www.economiaetransporte.com.br>, acesso em: 14/03/ 2005.

EISELT, H. A., GENDEAU, M.,LAPORTE, G. (1995). Arc Routing Problems, Part I: The Chinese Postman Problem. *Operations Research*, v.43, n.2, p. 231-242.

EIGENHEER, E. M. (1999) Coleta Seletiva no Brasil. In: Eigenheer, E. M.: *Coleta Seletiva de Lixo*, Rio de Janeiro, p.42-47.

GALVÃO, R. D., BARROS, J. F. N., FERREIRA, V. J. M. F. F., HENRIQUES, H. B. S. (1997). Roteamento de veículos com base em sistemas de informação geográfica. *Gestão e Produção*, v.4, n.2, p. 159-173.

GOMES, L. P. e POVINELLI, J., (1991). Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Carlos-Sp. *Estudos tecnológicos, engenharia 9 e 10*, v. 14, p.91-106.

GOULART, A. (2003). *Comparison of deep collection system with traditional systems*. Tampere - Finlândia. 112 p. Dissertação (Msc). Tampere. University of Technology. Disponível em: <http://www.tut.fi/units/ymp/bio/reports/Comparison_of_Deep CollectionSystem_with_TraditionalSystems.pdf>, acesso em 20/10/2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, (2000a). *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, acesso em 16/07/2004.

------, (2000b). *Censo Demográfico 2000*, *Cidades@*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>, acesso em: 13/02/2005.

JUNKES, M. B. (2002). *Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte*. Dissertação (Mestrado) – Florianópolis-SC. 116p. Disponível em: <teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/9349.pdf>, acesso em 16/06/05.

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.

LIMA, R. S. (2003). *Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes*. São Carlos. 200p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MACHADO, G. E. (1995). *Estudo comparativo de custos da coleta seletiva e regular de resíduos sólidos urbanos no bairro balneário do município de Florianópolis, SC*. Florianópolis-SC. 130p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.

MANCINI, P. J. P. (1999) *Uma avaliação do sistema de coleta informal de resíduos sólidos recicláveis no município de São Carlos-SP*. São Carlos. 150p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NARUO, M. K. (2003). *O Estudo do Consórcio entre Municípios de Pequeno Porte para Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos Utilizando Sistema de Informações Geográficas*. São Carlos. 286p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NOVAES, A. G. (1989). *Sistemas Logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos*. São Paulo. Edgard Blücher.

OLIVEIRA, L. B., REIS, L. E., (2002). Custos externos da coleta de resíduos sólidos urbanos. In: *Congresso Brasileiro de Energia*, 9., 2002, Rio de Janeiro. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia*. Rio de Janeiro: COPPE, 2002. v. 1. p. 144-151.

RESOL - *Gerenciamento integrado do lixo* (2004a). Disponível em: <www.resol.com.br>, acesso em: 31/06/2004.

RESOL - *Legislação brasileira sobre resíduos sólidos*, (2004b). Disponível em: <www.resol.com.br>, acesso em: 25/05/2004.

RIBEIRO, T. F., LIMA, S. C. (2000). Coleta seletiva de lixo domiciliar - estudo de casos. *Caminhos de Geografia - Revista On Line*, Programa de Pós-Graduação Em Geografia, n.1, v. 2. p. 50-69.

SALTORATO, P. (1998); *O roteamento de veículos: uma avaliação sobre sua introdução na coleta de resíduos sólidos urbanos*. São Carlos. 111p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SANTOS, C. M. dos (1999); *Viabilização de softwares comerciais na roteirização de veículos de serviços de entregas, visando a geração de respostas rápidas e eficientes.* São Carlos. Tese (Mestrado). 139p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SARKIS, L. F. P. G. (2000). *Resíduos de serviços de saúde em cidades de médio porte: caracterização de sistemas de coleta e aplicação de um Sistema de Informação Geográfica na roteirização de veículos de coleta e transporte.* São Carlos. 215p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SCHALCH, V; LEITE, W. C. A., FERNANDES JR, J.L., CASTRO, M.C.A.A. (2001). Apostila do curso de "*Gerenciamento de Resíduos Sólidos*" do Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento: agosto-dez. 2001 (Apostila). 169p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SILVA, A. N. R. ; MELO, J. J. O. ; BRONDINO, N. C. M. (1997). Apostila: *Uma introdução ao planejamento de transportes com Sistemas de Informação Geográfica*. São Carlos. 74p. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO - SELUR (2001). *Estudo das Planilhas de Custo dos Serviços de Limpeza Pública*. São Paulo. Elaboração: FGV – USP.

TANSKANEN, J. H. (2000). Strategic planning of municipal solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*. v.30, p. 111-133.

TANSKANEN, J. H., KAILA, J. (2001). Comparision of methods used in the collection of source-separated household waste. *Waste Management and Research*. v.19, p 486 - 497.

TCHOBANOGLOUS, G. (1977). *Solid wastes: engineering principles and management Issues.* Tokyo: McGraw-Hill.

TEIXEIRA, B. A. N., ZANIN, M. (1995). A implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos na universidade federal de São Carlos-SP: aspectos relevantes do projeto e avaliação preliminar. In: *18º Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental*.

THIEMERMAM, F (2004). Coordenadora do programa de coleta seletiva da cidade de São Carlos, *Comunicação Pessoal*, São Carlos.

TORRES, P. L. G, DI´AZA, B. A., TORRES, A, R.(2003). Some comparative factors regarding recycling collection systems in regions of the USA and Europe. *Journal of Environmental* Management, v. 69, p.129-138.

VALEO, C., BAETZ, B. W., TSANIS, I. K. (1998). Location of recylcing depots with GIS. *Journal of Urban Planning and Development.* v 124, n. 2.p. 93 - 99.

YELLOW (1970). A Computational Modification to the Savings Method of Vehicle Sheduling. *Operations Research Quaterlly*, n.21, p.281-283.

ZANIN, M., LOGAREZZI, A., TEIXEIRA, B., NORDI, N. (2002). Relatório da fase 1. *A gestão da cadeia da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos domiciliares: contribuição para formulação de Políticas Públicas*. Universidade Federal de São Carlos/3R Núcleo de reciclagem de resíduos. Processo FAPESP no 00/13727-6.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Descrição passo-a-passo da preparação da base de dados e execução das rotinas de transportes no software TransCAD, versão 3.6

PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS:

1. Abrir em um mapa o arquivos correspondente às ruas da área de estudo (arquivo de linhas e nós) e aos endereços das residências da área de estudo (arquivo de nós).
2. Selecionar no novo mapa os *links* da área de estudo (seleção AREA DE ESTUDO) e exportar esta seleção como uma camada geográfica (com o comando *EXPORT*).
3. Fazer uma seleção por localização dos nós (esquinas) da área escolhida partir do comando *SELECT BY LOCATION* (within 0.001 km) e criar a seleção ESQUINAS.
4. Na camada (*layer*) dos endereços, fazer a seleção de residências atendidas pela área escolhida a partir do comando *SELECT BY LOCATION* (within 0.03 km) e criar a seleção RESIDÊNCIAS.
5. Fazer a conexão dos nós de residências aos *links* mais próximos a partir da ferramenta *CONNECT*, preenchida a opção *nearest link*.
6. Refazer a seleção da área, a partir do comando *SELECT BY LOCATION* (within 0.001 km) relacionando-a com a camada da seleção exportada AREA DE ESTUDO.
7. Fazer a seleção dos nós adicionados ao sistema de linhas pelo comando *CONNECT* (nós de ligação das residências às ruas) a partir do comando *SELECT BY LOCATION* (within 0.001 km) e criar a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS.
8. Exportar a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS (com o comando *EXPORT*) com o nome de PARADAS e abri-la neste mapa como uma nova camada.
9. Para determinar as residências atendidas por cada ponto de ligação residência-rua, primeiramente executa-se a rotina *COST MATRIX* preenchendo *straight lines*, minimizando a distância, com o campo *depots* sendo os pontos que podem servir às residências (PEVs ou pontos das ruas em que o veículo coletor passará ou pontos a serem agrupados pela demanda), e o campo *stops* os pontos que indicam as residências. Esta matriz só será usada para a determinação do número de residências atendidas por cada ponto.
10. Para alocar as residências a esses pontos, utiliza-se a rotina *TRANSPORTATION PROBLEM,* com o campo *source* sendo os pontos que servirão as residências e o campo *sinks* os pontos que indicam as residências. O campo *quantity* é preenchido

pela demanda, que deve obrigatoriamente ser igual a 1 para os pontos que indicam as residências, e um número suficientemente grande para os pontos que servirão as residências. Este procedimento fornece um arquivo tipo DBF com os *sources* (fornecedores), os *sinks* (clientes) alocados a cada *source* e o fluxo entre eles (neste caso sempre igual a 1). Este arquivo deve ser exportado como um *dataview* que depois será juntado com o *dataview* de pontos do mapa (*join* pelos IDs dos pontos e *sources*) e preenche-se o campo RESID_ATEND_PEV com a os valores do campo *flow* acumulado por cada *source*. Fazer isto para os sistemas Porta-a-Porta (RESID_ATEND_POR) e Híbrido (RESID_ATEND_HIB).

11. Fazer este procedimento para o sistema PEV, usando como *source* os pontos selecionados como PEVs, para o sistema Híbrido usando como *source* os pontos representando as esquinas e para o sistema Porta-a-Porta os pontos representando as esquinas e as residências na rua.
12. Criar a seleção DEPOT na camada PARADAS e na camada de nós da camada de ruas selecionar o ponto a ser usado como depósito.
13. Na tabela de dados (*dataview*) a camada de ruas da área de estudo (camada de *links*) adicionar os campos: VELOCIDADE (KM/H), TEMPO(MIM) (dado pela fórmula (LENGTH/ VELOCIDADE)*60, inserido com o comando *FILL*), SERVICE_AB, SERVICE_BA RESID_ATEND_LINK e DEMANDA_LINK.
14. Na camada PARADAS (camada de pontos exportada), adicionar os campos: DEMANDA_PEV, DEMANDA_POR, DEMANDA_HIB, FIXED TIME, TIME PER UNIT, OPEN TIME, CLOSE TIME.
15. Preencher os campos DEMANDA_PEV, DEMANDA_POR e DEMANDA_HIB com o comando *FILL formula* e a fórmula com o campo de residências atendidas pelo ponto (RESID_ATEND_PEV, RESID_ATEND_POR ou RESID_ATEND_HIB) multiplicado pela demanda de cada residência.
16. Criar a rede de transporte (comando *CREATE NETWORK*), que deve incluir todos os nós da camada de ruas da área em estudo. Na criação da rede, devem ser habilitados os seguintes campos da camada de *links*: TIME(MIM), SERVICE_AB, SERVICE_BA, DEMANDA_LINK e LENGTH.
17. Criar a tabela de veículos VEH_TAB como um arquivo *DBase file* com os campos: DEPOT_ID, COST, TYPE, CAPACITY e NUM_VEHS.

ROTEIRIZAÇÃO DO SISTEMA DE PEVS:

1. Criar a matriz de custos (comando *COST MATRIX*) a partir das distâncias em rede, minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS. Em *stop settings* escolher a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS.
2. Para se localizar os PEVs de maneira que fiquem a pelo menos 250 m dos pontos que representam as residências nas ruas (seleção RESIDENCIAS) utiliza-se o comando *FACILITY LOCATION*, com a opção *as many as needed*, e *minimize highest cost* ≤ 0,250 km. Os *depots* sendo a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção ESQUINAS e os *stops* sendo a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS. Esse comando fornecerá a seleção *New Facilities*, que será renomeada para PEVs.
3. Para ter certeza que todas as residências serão atendidas pela condição acima, na camada RESIDENCIAS, cria-se a seleção RESIDENCIAS ATENDIDAS, e com o comando *SELECT BY LOCATION*, baseado na seleção PEVs da camada PARADAS (com o critério de seleção *within* 0,250 km), tem se a visualização das residências não atendidas pela condição. Depois, adiciona-se novos pontos na seleção de PEVs para que todas as residências sejam atendidas pela condição pré-estabelecida.
4. Abrir a tabela de veículos (VEH_TAB).
5. Para a divisão da área escolhida em 5 áreas menores, representando os 5 dias úteis da semana, utiliza-se o comando *CLUSTERING*:

    5.1. Abrir a matriz de custos.

    5.2. No comando *CLUSTERING*, escolher em *features to cluster* a camada de nós (camada PARADAS) e a seleção PEVs, fixar o número de *clusters* iguais a 5, e definir a capacidade de cada *cluster* como o um quinto do número de residências. Para *feature size* selecionar campo RESID_ATEND_PEV da camada de nós.

5.3. Desfazer a *joined view* formada pelo procedimento e formar a *joined view* (com os parâmetros *from* PARADAS,ID *to* Clusters, ID1). Nessa tabela criar seleções para cada dia da semana (cinco seleções) com o comando *SELECT BY CONDITION* usando a fórmula: *seed=ID* da semente para cada um dos IDs das sementes;

6. Utilizar a rotina *VEHICLE ROUTING*:

6.1. Criar uma matriz de roteirização (comando *ROUTING MATRIX*) para cada uma das áreas escolhidas: minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada de nós (da camada de links) e em *stop settings* a camada de nós (da camada de links).

6.2. Executar a rotina utilizando na aba *stops* o *layer* de PARADAS e a seleção da área escolhida e na aba *depot* o *layer* de PARADAS e a seleção DEPOT.

ROTEIRIZAÇÃO PORTA A PORTA

1. Criar a matriz de custos (comando *COST MATRIX*) a partir das distâncias em rede, minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS. Em *stop settings* escolher a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS.

2. Para a divisão da área escolhida em 5 áreas menores, representando os 5 dias úteis da semana, utiliza-se com o comando *CLUSTERING*:

2.1. Abrir a matriz de custos.

2.2. No comando *CLUSTERING*, escolher em *features to cluster* a camada de nós (camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS, fixar o número de *clusters* iguais a 5, e definir a capacidade de cada *cluster* como o um quinto do número de residências. Para *feature size* selecionar o campo RESID_ATEND_POR da camada de nós.

2.3. Desfazer a *joined view* formada pelo procedimento e formar a *joined view* (com os parâmetros *from* PARADAS, ID *to* Clusters, ID1). Nessa tabela criar seleções para cada dia da semana (cinco seleções) com o comando *SELECT BY*

CONDITION usando a fórmula: *seed=ID* da semente para cada um dos IDs das sementes;

2.4. Utilizando as seleções criadas na camada PARADAS fazer as seleções na camada de *links* com o comando *SELECT BY LOCATION* (*within* 0.2 km) criando as seleções AREA X e depois utilizar o comando *COMBINE SELECTION* com a opção *both* entre as seleções AREA de ESTUDO e AREA X para que apenas os *links* da seleção AREA DE ESTUDO sejam selecionados.

3. Na camada de ruas (da camada exportada AREA DE ESTUDO), criar o campo RESID_ATEND_LINK e preenchê-lo com o comando *FILL agregate*, com o tamanho da banda de 0,001km, preenchido com o total do campo RESID_ATEND_POR da camada de PARADAS.

4. Preencher o campo DEMANDA_LINK com o comando *FILL formula*, com o campo de residências atendidas pelo *link* (RESID_ATEND_LINK) multiplicado pela demanda de cada residência.

5. Na tabela de dados (*dataview*) da camada de ruas, preencher para cada seleção os campos: SERVICE_BA com a fórmula que preenche apenas as linhas onde existe demanda nesta direção, que é a direção contra o sentido topológico do *link*: com o comando *FILL formula*, *((Dir=-1)*(DEMANDA_LINK/DEMANDA_LINK))*X*, onde X é o número da área X. Para o campo SERVICE_AB preenchê-lo com a fórmula que preenche apenas as linhas onde existe demanda nesta direção, que é a direção a favor do sentido topológico e nas demais linhas (*links* não direcionados); com o comando: *FILL formula, ((Dir>=0)*(DEMANDA_LINK/DEMANDA_LINK))*X*, onde X é o número da área X.

6. Atualizar a rede de transportes em *NETWORK - settings - update*, habilitando links (*enable links*), e atualizando os custos de todos os campos da camada de ruas.

7. Utilizar a rotina *ARC ROUTING* para cada área:

7.1. Para o *depot* escolher a camada de nós da camada de ruas e a seleção DEPOT. Em *Network settings*, escolher minimizar a distância (*minimize length*), o campo SERVICE_* para *service flag* e para o *service code* escolher o número da área (X).

7.2. Na opção *Skims* (resumir dados de campos) escolher os campos: *length* e a opção *all links* para se obter a distância percorrida pelos veículos e o campo DEMANDA_LINK com a opção *Service and Deadhead Links Separated* para se obter a demanda coletada nos *links* servidos.

7.3. Para dividir as rotas segundo a demanda, deve-se acionar *SHIFTs* e dividi-las segundo o *maximum workload*, que deve ser igual ao número correspondente à capacidade do veículo coletor. E o *service load* deve ser preenchido com o campo DEMANDA_LINK da camada de ruas do mapa.

ROTEIRIZAÇÃO DO SISTEMA HÍBRIDO

1. Criar a matriz de custos (comando *COST MATRIX*) a partir das distâncias em rede, minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS. Em *stop settings* a camada de nós (da camada PARADAS) e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS.
2. Para a divisão da área escolhida em 5 áreas menores, representando os 5 dias úteis da semana, utiliza-se com o comando *CLUSTERING*:

   2.1. Abrir a matriz de custos.

   2.2. No comando *CLUSTERING*, escolher em *features to cluster* a camada de nós (camada PARADAS) e a seleção ESQUINAS, fixar o número de *clusters* iguais a 5, e definir a capacidade de cada *cluster* como o um quinto do número de residências. Para *feature size* selecionar campo RESID_ATEND_HIB da camada de nós.

   2.3. Desfazer a *joined view* formada pelo procedimento e formar a *joined view* (com os parâmetros *from* PARADAS,ID *to* Clusters, ID1). Nessa tabela criar seleções para cada dia da semana (cinco seleções) com o comando *SELECT BY CONDITION* usando a fórmula: *seed=ID* da semente para cada um dos IDs das sementes;
3. Localizar os pontos fictícios de parada (pontos que o veículo deve passar obrigatoriamente fazendo com que a área de influência de sua rota cubra toda a área de coleta):

3.1. Criar a matriz de custo (comando *COST MATRIX*) para cada área, partir das distâncias em rede, minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada PARADAS e a seleção NOS AREA X. Em *stop settings* escolher a camada PARADAS e a seleção NOS AREA X.

3.2. Para localizar os pontos de parada de maneira que fiquem a pelo menos 400 m dos pontos que representam as paradas do veículo nas ruas (seleção ESQUINAS) utiliza-se o comando *FACILITY LOCATION*, com o máximo custo de serviço (representado pela distância) igual a 400 m. Para isso escolhe-se a opção *minimize highest cost* ≤ 0,4 km com o *depots* sendo a camada PARADAS e a seleção de NOS AREA X e os *stops* sendo a camada PARADAS e a seleção RESIDENCIAS+ESQUINAS. Caso o número de pontos obtidos (*New Facilities*) seja igual ao número de esquinas da área, impõe-se que o número máximo de paradas seja igual à metade do número de esquinas da área. Com a obtenção da seleção *New Facilities* esta será renomeada para PARADAS (AREA) X.

4. Utilizar a rotina *VEHICLE ROUTING*:

4.1. Criar uma matriz de roteirização com o comando *ROUTING MATRIX* para cada uma das áreas escolhidas: minimizando a distância, e escolhendo em *depot settings* a camada PARADAS e a seleção NOS AREA X. Em *stop settings* a camada PARADAS e a seleção NOS AREA X.

4.2. Executar a rotina utilizando na aba de *stops* a camada de PARADAS e a seleção da área escolhida e na aba de *depots* a camada de PARADAS e a seleção DEPOT.

APÊNDICE B

Planilhas completas com o roteamento do veículo de coleta para os cenários estudados

Planilha 1. Resultados do roteamento para o cenário PEV20

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
PEV20	1	12,9	0,09	0	1
			0,13	0	1
			0,11	0	1
			0,08	0	1
			0,13	0	1
			0,16	0	1
			0,03	0	1
			0,05	0	1
			0,17	0	1
			0,07	0	1
			0,32	0	1
			0,10	0	1
			0,10	0	1
			0,10	0	1
			0,17	0	1
			0,12	0	1
			0,44	0	2
			0,33	0	1
			0,57	0	2
			0,27	0	1
			0,27	0	1
			0,21	0	1
			0,14	0	1
			0,17	0	1
			0,38	0	2
			0,11	0	1
			0,70	0	2
		TOTAL	5,52	0	31
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1168		
	2	13,0	0,10	0	1
			0,20	0	1
			0,34	0	1
			0,11	0	1
			0,12	0	1
			0,32	0	1
			0,10	0	1
			0,15	0	1
			0,15	0	1
			0,42	0	2
			0,33	0	1
			0,08	0	1
			0,23	0	1
			0,19	0	1
			0,11	0	1
			0,24	0	1
			0,40	0	2
			0,25	0	1
			0,27	0	1
			0,17	0	1
			0,24	0	1
			0,31	0	1
			0,14	0	1
			0,23	0	1
			0,04	0	1
			0,42	0	2
			0,37	0	2
			0,35	0	1
		TOTAL	6,38	0	32
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1343		

AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
3	13,3	0,09	0	1
		0,04	0	1
		0,09	0	1
		0,05	0	1
		0,21	0	1
		0,27	0	1
		0,31	0	1
		0,23	0	1
		0,31	0	1
		0,23	0	1
		0,45	0	2
		0,32	0	1
		0,48	0	2
		0,55	0	2
		0,03	0	1
		0,13	0	1
		0,11	0	1
		0,27	0	1
		0,36	0	1
		0,23	0	1
		0,27	0	1
		0,24	0	1
		0,22	0	1
		0,26	0	1
		0,17	0	1
	TOTAL	5,92	0	28
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1254		
4	9,2	0,22	0	1
		0,31	0	1
		0,23	0	1
		0,07	0	1
		0,16	0	1
		0,09	0	1
		0,39	0	2
		0,33	0	1
		0,07	0	1
		0,08	0	1
		0,14	0	1
		0,50	0	2
		0,53	0	2
		0,17	0	1
		0,42	0	2
		0,57	0	2
		0,33	0	1
		0,34	0	1
		0,13	0	1
		0,31	0	1
		0,34	0	1
		0,28	0	1
		0,27	0	1
		0,08	0	1
		0,14	0	1
	TOTAL	6,50	0	30
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1369		
5	6,6	0,31	0	1
		0,60	0	2
		0,08	0	1
		0,11	0	1
		0,84	0	3
		0,15	0	1
		0,02	0	1
		0,06	0	1
		0,70	0	2
		0,03	0	1
		0,20	0	1
		0,15	0	1
		0,54	0	2
		0,43	0	2
		0,01	0	1
		0,39	0	2
	TOTAL	4,62	0	23
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	979		

TOTAL				
Distância Percorrida	Demanda em cada PEV	Conteiner de Alta Cap.	Contêiner de Baixa Cap.	Residências Atendidas
55,0	28,94	0	144	6113

Planilha 2. Resultados do roteamento para o cenário PEV40

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
PEV40	1	12,9	0,18	0	1
			0,26	0	1
			0,22	0	1
			0,16	0	1
			0,26	0	1
			0,31	0	1
			0,06	0	1
			0,09	0	1
			0,35	0	1
			0,14	0	1
			0,63	0	2
			0,21	0	1
			0,20	0	1
			0,21	0	1
			0,33	0	1
			0,24	0	1
			0,88	0	3
			0,66	0	2
			1,13	0	4
			0,55	0	2
			0,54	0	2
			0,42	0	2
			0,28	0	1
			0,35	0	1
			0,76	0	3
			0,22	0	1
			1,40	0	4
		TOTAL	11,04	0	42
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1168		
	2	13,0	0,20	0	1
			0,40	0	2
			0,69	0	2
			0,23	0	1
			0,24	0	1
			0,63	0	2
			0,21	0	1
			0,30	0	1
			0,29	0	1
			0,83	0	3
			0,65	0	2
			0,15	0	1
			0,45	0	2
			0,38	0	2
			0,22	0	1
			0,47	0	2
			0,79	0	3
			0,51	0	2
			0,55	0	2
			0,33	0	1
			0,47	0	2
			0,61	0	2
			0,27	0	1
			0,45	0	2
			0,08	0	1
			0,84	0	3
			0,74	0	3
			0,70	0	2
		TOTAL	12,68	0	49
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1343		

AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
3	13,3	0,18	0	1
		0,08	0	1
		0,18	0	1
		0,09	0	1
		0,42	0	2
		0,55	0	2
		0,61	0	2
		0,45	0	2
		0,61	0	2
		0,46	0	2
		0,91	0	3
		0,63	0	2
		0,95	0	3
		1,10	0	4
		0,07	0	1
		0,23	0	1
		0,22	0	1
		0,54	0	2
		0,72	0	2
		0,45	0	2
		0,54	0	2
		0,47	0	2
		0,44	0	2
		0,53	0	2
		0,35	0	1
	TOTAL	11,78	0	46
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1254		
4	9,2	0,43	0	2
		0,61	0	2
		0,45	0	2
		0,13	0	1
		0,31	0	1
		0,18	0	1
		0,78	0	3
		0,66	0	2
		0,13	0	1
		0,15	0	1
		0,28	0	1
		0,99	0	3
		1,06	0	3
		0,35	0	1
		0,84	0	3
		1,13	0	4
		0,65	0	2
		0,68	0	2
		0,26	0	1
		0,61	0	2
		0,67	0	2
		0,56	0	2
		0,54	0	2
		0,15	0	1
		0,28	0	1
	TOTAL	12,88	0	46
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1369		
5	6,6	0,61	0	2
		1,21	0	4
		0,17	0	1
		0,23	0	1
		1,68	1	1
		0,30	0	1
		0,05	0	1
		0,11	0	1
		1,40	0	4
		0,06	0	1
		0,40	0	2
		0,29	0	1
		1,08	0	3
		0,86	0	3
		0,03	0	1
		0,77	0	3
	TOTAL	9,25	1	30
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	979		

TOTAL				
Distância Percorrida	Demanda em cada PEV	Conteiner de Alta Cap.	Contêiner de Baixa Cap.	Residências Atendidas
55,0	57,63	1	213	6113

Planilha 3. Resultados do roteamento para o cenário PEV60

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
PEV60	1	12,9	0,27	0	1
			0,40	0	2
			0,33	0	1
			0,24	0	1
			0,40	0	2
			0,47	0	2
			0,08	0	1
			0,14	0	1
			0,52	0	2
			0,21	0	1
			0,95	0	3
			0,31	0	1
			0,30	0	1
			0,31	0	1
			0,50	0	2
			0,35	0	1
			1,32	0	4
			0,99	0	3
			1,70	1	1
			0,82	0	3
			0,81	0	3
			0,62	0	2
			0,42	0	2
			0,52	0	2
			1,13	0	4
			0,33	0	1
			2,10	1	2
		TOTAL	16,54	2	50
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1168		
	2	13,0	0,30	0	1
			0,59	0	2
			1,03	0	3
			0,34	0	1
			0,35	0	1
			0,95	0	3
			0,31	0	1
			0,45	0	2
			0,44	0	2
			1,25	0	4
			0,98	0	3
			0,23	0	1
			0,68	0	2
			0,57	0	2
			0,33	0	1
			0,71	0	2
			1,19	0	4
			0,76	0	3
			0,82	0	3
			0,50	0	2
			0,71	0	2
			0,92	0	3
			0,41	0	2
			0,68	0	2
			0,11	0	1
			1,26	0	4
			1,10	0	4
			1,05	0	3
		TOTAL	19,02	0	64
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1343		

AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
3	13,3	0,27	0	1
		0,13	0	1
		0,27	0	1
		0,14	0	1
		0,64	0	2
		0,82	0	3
		0,92	0	3
		0,68	0	2
		0,92	0	3
		0,69	0	2
		1,36	0	4
		0,95	0	3
		1,43	0	4
		1,64	1	1
		0,10	0	1
		0,40	0	2
		0,34	0	1
		0,81	0	3
		1,08	0	3
		0,68	0	2
		0,81	0	3
		0,71	0	2
		0,67	0	2
		0,79	0	3
		0,52	0	2
	TOTAL	17,77	1	55
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1254		
4	9,2	0,65	0	2
		0,92	0	3
		0,68	0	2
		0,20	0	1
		0,47	0	2
		0,27	0	1
		1,18	0	4
		0,99	0	3
		0,20	0	1
		0,23	0	1
		0,42	0	2
		1,49	0	5
		1,59	0	5
		0,52	0	2
		1,26	0	4
		1,70	1	1
		0,98	0	3
		1,02	0	3
		0,40	0	2
		0,92	0	3
		1,01	0	3
		0,84	0	3
		0,81	0	3
		0,23	0	1
		0,42	0	2
	TOTAL	19,40	1	62
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1369		
5	6,6	0,92	0	3
		1,81	1	1
		0,25	0	1
		0,34	0	1
		2,52	1	3
		0,45	0	2
		0,07	0	1
		0,17	0	1
		2,10	1	2
		0,08	0	1
		0,59	0	2
		0,44	0	2
		1,61	1	1
		1,29	0	4
		0,04	0	1
		1,16	0	4
	TOTAL	13,84	4	30
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	979		

TOTAL				
Distância Percorrida	Demanda em cada PEV	Conteiner de Alta Cap.	Contêiner de Baixa Cap.	Residências Atendidas
55,0	86,57	8	261	6113

Planilha 4. Resultados do roteamento para o cenário PEV80

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
PEV80	1	12,9	0,36	0	1
			0,53	0	2
			0,43	0	2
			0,32	0	1
			0,53	0	2
			0,62	0	2
			0,11	0	1
			0,19	0	1
			0,70	0	2
			0,28	0	1
			1,27	0	4
			0,42	0	2
			0,40	0	2
			0,42	0	2
			0,66	0	2
			0,47	0	2
			1,76	1	1
			1,32	0	4
			2,27	1	2
			1,10	0	4
			1,08	0	3
			0,83	0	3
			0,57	0	2
			0,70	0	2
			1,51	0	5
			0,43	0	2
			2,80	1	4
		TOTAL	22,08	3	61
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1168		
	2	13,1 + 7,7 = 20,8	0,40	0	2
			0,79	0	3
			1,38	0	4
			0,45	0	2
			0,47	0	2
			1,27	0	4
			0,42	0	2
			0,60	0	2
			0,59	0	2
			1,66	1	1
			1,30	0	4
			0,30	0	1
			0,91	0	3
			0,76	0	3
			0,43	0	2
			0,94	0	3
			1,60	1	0
			1,02	0	3
			1,10	0	4
			0,66	0	2
			0,94	0	3
			1,23	0	4
			0,55	0	2
			0,91	0	3
			0,15	0	1
			1,68	1	1
			1,47	0	5
			1,40	0	4
		TOTAL	25,38	3	72
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1343		

AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
3	13,3	0,36	0	1
		0,17	0	1
		0,36	0	1
		0,19	0	1
		0,85	0	3
		1,10	0	4
		1,23	0	4
		0,91	0	3
		1,23	0	4
		0,93	0	3
		1,81	1	1
		1,27	0	4
		1,91	1	1
		2,19	1	2
		0,13	0	1
		0,53	0	2
		0,45	0	2
		1,08	0	3
		1,44	0	4
		0,91	0	3
		1,08	0	3
		0,94	0	3
		0,89	0	3
		1,06	0	3
		0,70	0	2
	TOTAL	23,72	3	62
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1254		
4	9,2 + 3,9 = 13,1	0,87	0	3
		1,23	0	4
		0,91	0	3
		0,26	0	1
		0,62	0	2
		0,36	0	1
		1,60	1	0
		1,32	0	4
		0,26	0	1
		0,30	0	1
		0,57	0	2
		1,98	1	2
		2,12	1	2
		0,70	0	2
		1,68	1	1
		2,27	1	2
		1,30	0	4
		1,36	0	4
		0,53	0	2
		1,23	0	4
		1,34	0	4
		1,11	0	4
		1,08	0	3
		0,30	0	1
		0,57	0	2
	TOTAL	25,87	5	59
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	1369		
5	6,6	1,23	0	4
		2,42	1	3
		0,34	0	1
		0,45	0	2
		3,36	2	1
		0,60	0	2
		0,09	0	1
		0,23	0	1
		2,80	1	4
		0,11	0	1
		0,79	0	3
		0,59	0	2
		2,15	1	2
		1,72	1	1
		0,06	0	1
		1,55	0	5
	TOTAL	18,49	6	34
	RESIDENCIAS ATENDIDAS	979		

TOTAL

Distância Percorrida	Demanda em cada PEV	Conteiner de Alta Cap.	Contêiner de Baixa Cap.	Residências Atendidas
66,7	115,54	20	288	6113

Planilha 5. Resultados do roteamento para o cenário PEV100

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de Alta Capacidade	Contêiner de Baixa Capacidade
PEV100	1	11,1 + 8,4 = 19,5	0,45	0	2
			0,66	0	2
			0,54	0	2
			0,40	0	2
			0,66	0	2
			0,78	0	3
			0,14	0	1
			0,24	0	1
			0,87	0	3
			0,35	0	1
			1,60	1	0
			0,52	0	2
			0,50	0	2
			0,52	0	2
			0,83	0	3
			0,59	0	2
			2,20	1	2
			1,65	1	1
			2,83	2	0
			1,37	0	4
			1,35	0	4
			1,04	0	3
			0,71	0	2
			0,87	0	3
			1,89	1	1
			0,54	0	2
			3,49	2	1
		TOTAL	27,59	8	53
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1168		
	2	10,2 + 8,5 = 18,7	0,50	0	2
			0,99	0	3
			1,72	1	1
			0,57	0	2
			0,59	0	2
			1,58	1	0
			0,52	0	2
			0,76	0	3
			0,73	0	3
			2,08	1	2
			1,63	1	1
			0,38	0	2
			1,13	0	4
			0,94	0	3
			0,54	0	2
			1,18	0	4
			1,98	1	2
			1,27	0	4
			1,37	0	4
			0,83	0	3
			1,18	0	4
			1,53	1	0
			0,68	0	2
			1,13	0	4
			0,19	0	1
			2,10	1	2
			1,84	1	1
			1,75	1	1
		TOTAL	31,69	9	64
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1343		
	3	10,5 + 9,0 = 19,5	0,45	0	2
			0,21	0	1
			0,45	0	2
			0,24	0	1
			1,06	0	3
			1,37	0	4
			1,53	1	0
			1,13	0	4
			1,53	1	0
			1,16	0	4
			2,27	1	2
			1,58	1	0
			2,38	1	3
			2,74	1	4
			0,17	0	1
			0,66	0	2
			0,57	0	2
			1,35	0	4
			1,79	1	1
			1,13	0	4
			1,35	0	4
			1,18	0	4
			1,11	0	4
			1,32	0	4
			0,87	0	3
		TOTAL	29,60	7	63
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1254		
	4	7 + 5,4 = 12,4	1,09	0	4
			1,53	1	0
			1,13	0	4
			0,33	0	1
			0,78	0	3
			0,45	0	2
			1,96	1	1
			1,65	1	1
			0,33	0	1
			0,38	0	2
			0,71	0	2
			2,48	1	3
			2,64	1	3
			0,87	0	3
			2,10	1	2
			2,83	1	4
			1,63	1	1
			1,70	1	1
			0,66	0	2
			1,53	1	0
			1,68	1	1
			1,39	0	4
			1,35	0	4
			0,38	0	2
			0,71	0	2
		TOTAL	32,29	11	53
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	1369		
	5	6,6	1,53	1	0
			3,02	1	4
			0,42	0	2
			0,57	0	2
			4,20	2	3
			0,76	0	3
			0,12	0	1
			0,28	0	1
			3,49	2	1
			0,14	0	1
			0,99	0	3
			0,73	0	3
			2,69	1	4
			2,15	1	2
			0,07	0	1
			1,94	1	1
		TOTAL	23,10	9	32
		RESIDENCIAS ATENDIDAS	979		

TOTAL

Distância Percorrida	Demanda em cada PEV	Conteiner de Alta Cap.	Contêiner de Baixa Cap.	Residências Atendidas
76,7	**144,27**	**44**	**265**	**6113**

Planilha 6. Resultados do roteamento para o cenário POR20

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
POR20	1	37,7	4,89	1038
	2	26,0	5,70	1197
	3	38,34	7,16	1517
	4	31,42	6,60	1472
	5	25,79	6,95	1398
	TOTAL	**159,20**	**31,30**	**6622**

Planilha 7. Resultados do roteamento para o cenário POR40

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
POR40	1	37,7	9,78	1038
	2	25,95	11,41	1197
	3	38,34	14,32	1517
	4	31,42	13,20	1472
	5	25,79	13,89	1398
	TOTAL	**159,20**	**62,60**	**6622**

Planilha 8. Resultados do roteamento para o cenário POR60

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
POR60	1	37,7	14,67	1038
	2	25,95	17,11	1197
	3	38,34	21,49	1517
	4	31,42	19,80	1472
	5	25,79	20,84	1398
	TOTAL	**159,20**	**93,91**	**6622**

Planilha 9. Resultados do roteamento para o cenário POR80

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)				Demanda na área (m^3)			Residências atendidas
		1 VOLTA	2 VOLTA	I V DEP	TOTAL	1 VOLTA	2 VOLTA	TOTAL	
POR80	1	37,7			37,7	19,57		19,57	1038
	2	25,95			25,95	22,81		22,81	1197
	3	29,98	8,23	5,28	43,49	24,66	3,98	28,64	1517
	4	27,51	3,71	2,9324	34,1524	24,51	1,89	26,40	1472
	5	22,31	3,47	2,9489	28,7289	24,87	2,91	27,78	1398
	TOTAL				**170,02**			**125,20**	**6622**

Planilha 10. Resultados do roteamento para o cenário POR100

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)				Demanda na área (m^3)			Residências atendidas
		1 VOLTA	2 VOLTA	I V DEP	TOTAL	1 VOLTA	2 VOLTA	TOTAL	
POR100	1	37,7			37,7	24,46		24,46	1038
	2	21,24	4,71	7,1429	33,0929	24,29	4,23	28,52	1197
	3	25,07	13,14	4,021	42,231	24,57	11,24	35,81	1517
	4	27,49	3,93	2,1812	33,6012	24,42	1,98	26,40	1472
	5	21,91	3,88	2,6956	28,4856	24,61	3,17	27,78	1398
	TOTAL				**175,11**			**142,97**	**6622**

Planilha 11. Resultados do roteamento para o cenário HIB20

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
HIB20	1	16,7	4,00	849
	2	12,9	6,00	1264
	3	17,4	7,20	1520
	4	13,7	6,60	1388
	5	9,7	6,80	1449
	TOTAL	**70,4**	**30,60**	**6470**

Planilha 12. Resultados do roteamento para o cenário HIB40

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
HIB40	1	16,7	8,00	849
	2	12,9	11,90	1264
	3	17,4	14,40	1520
	4	13,7	13,10	1388
	5	9,7	13,70	1449
	TOTAL	**70,4**	**61,10**	**6470**

Planilha 13. Resultados do roteamento para o cenário HIB60

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)	Demanda na área (m^3)	Residências atendidas
HIB60	1	16,7	12,00	849
	2	12,9	17,90	1264
	3	17,4	21,50	1520
	4	13,7	19,70	1388
	5	9,7	20,40	1449
	TOTAL	**70,4**	**91,50**	**6470**

Planilha 14. Resultados do roteamento para o cenário HIB80

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)		Demanda na área (m^3)		Residências atendidas
HIB80	1	16,7	16,7	16,00	16,00	849
	2	12,9	12,9	23,90	23,90	1264
	3	16,4+ 9,4 = 25,8	25,8	24,6 + 4,1 = 28,7	28,70	1520
	4	13,3 + 6,1 = 19,4	19,4	24,2 + 2,0 = 26,2	26,20	1388
	5	9,8 + 3,4 = 13,2	13,2	24,4 + 2,7 = 27,1	27,10	1449
	TOTAL	**88,00**		**121,90**		**6470**

Planilha 15. Resultados do roteamento para o cenário HIB100

Cenário	AREA	Distância Percorrida (km)		Demanda na área (m^3)		Residências atendidas
HIB100	1	16,7	16,7	20,00	20,00	849
	2	12,3+ 8,3 = 20,6	20,6	24,1+ 5,8 = 29,9	29,90	1264
	3	15,4 + 11 = 26,4	26,4	24,6 + 11,3 = 35,9	35,90	1520
	4	11,9 + 8,8 = 20,7	20,7	24,3 + 8,5 = 32,8	32,80	1388
	5	9,2+ 5,3 = 14,5	14,5	24,3 + 9,9 = 34,2	34,20	1449
	TOTAL	**98,90**		**152,80**		**6470**

APÊNDICE C

Planilhas com os parâmetros para cada análise de custo e uma planilha como exemplo do resultado dos custos para um cenário

Planilha 16. Parâmetro de custo iniciais, sem alterações

Custos Fixos

CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**			
	Catadores (Sal. Méd.: 300,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		500,00	SELUR (2001)
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Os encargos sociais aplicados		79,81%	SELUR (2001)
	Uniformes			
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)
	Licenciamento e Seguro			
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual da carroceria		5%	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE (360L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		500,00	
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	60	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE (1600L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		2.000,00	
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	60	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)

Custos Variáveis

CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	100.000	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Quilometragem mensal de referência	km	4.000	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	NTC (2001)
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por lavagem	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Planilha 17. Planilha de custo para o cenário PEV20, com os parâmetros mostrados na Planilha 16 (parâmetros inicialmente propostos).

DADOS DE ENTRADA	
TIPO DE COLETA:	PEV
CENÁRIO:	DEMANDA 20%
VEÍCULO:	Iveco Daily 49 -12 Furgão de 12,3m³
VALOR:	R$ 59.500,00
KM/MÊS:	220,00
QUANTIDADE MENSAL COLETADA (m3)	115,76
RESIDÊNCIAS ATENDIDAS	6.113
Nº DE CATADORES:	3
Nº DE CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE:	144
Nº DE CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE:	0

CUSTO	
CUSTO MENSAL TOTAL	**R$ 9.851,31**
CUSTO TOTAL POR QUILÔMETRO (R$/km)	**R$ 44,78**
CUSTO TOTAL POR METRO CUBICO COLETADO (R$/m3)	**R$ 85,10**
CUSTO MENSAL POR RESIDÊNCIA ATENDIDA	**R$ 1,61**

CÁLCULO

CUSTOS FIXOS: (a+b+c+d+e+f+g)	**8.468,92**
a - Remuneração de capital	**1.414,58**
b - Salário do motorista	**1.517,60**
c - Salário dos catadores	**2.697,15**
d - Salário de oficina	**302,35**
e - Uniformes	**20,40**
f - Reposição do veículo	**1.976,81**
g - Licenciamento	**116,00**
h- Seguro do casco do veículo	**3,08**
i- Seguro de responsabilidade civil facultativa	**0,95**
j - manutenção dos conteineres	**420,00**
Cálculo	
a - Remuneração do capital:	**1414,58**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
TR - Taxa de remuneração do capital (anual)	12%
VTA - Valor total anual *(VVxTR)* (R$)	7.140,00
TRP - Taxa de remuneração de peças (anual)	1%
VRP - Valor anual da remuneração de peças (R$)	595,00
VE - Valor da carroceria	5000,00
VRE - Valor anual da remuneração da carroceria (*VExTR*)	600,00
NCB - N° de conteineres de baixa capacidade	144,00
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
VTB - Valor total anual por conteiner *(VCBxTR)* (R$)	60,00
NCA - N° de conteineres de alta capacidade	0,00
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2000,00
VTA - Valor total anual por conteiner *(VCAxTR)* (R$)	240,00
b - Salário do motorista: *(SM+(SMxENC))*	**1.517,60**
SM - Salário básico (média em R$)	844,00
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
c - Salário dos catadores: *((SC+(SCxENC))xNCAT)*	**2.697,15**
SC - Salário básico (média em R$)	500,00
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
NCAT - n° de catadores	3
d - Salário de oficina: *(SMEC+(SMECxENC))/NMEC*	**302,35**
SMEC - Salário de mecânico (média em R$)	840,76
NMEC - Quantidade de veículos atendidos por mecânico	5
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%
e - Uniformes: *(UNxNF)*	**20,40**
UN - Custo mensal com uniformes por funcionário	5,1
NF - Número de funcionários	4
f - Depreciação:	**1.976,81**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
NP - Quantidade de pneus por veículo (R$)	4
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	0
TRV - Taxa de reposição do veículo	80%
VUV - Vida útil do veículo (meses)	60
VE - Valor da carroceria	5.000,00
TRE - taxa de reposição da carroceria	95%
VUE - Vida útil da carroceria (meses)	60
NCB - N° de conteineres de baixa capacidade	144,00
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
TCB - Taxa de reposição dos conteineres de baixa capacidade	95%
VUCB - Vida útil dos conteineres de baixa capacidade (meses)	60
NCA - N° de conteineres de alta capacidade	0,00
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2.000,00
TCA - Taxa de reposição dos conteineres de alta capacidade	95%
VUCA - Vida útil dos conteineres de alta capacidade (meses)	60
g - Licenciamento: *(DPVAT+IPVA+LIC)/12 meses*	**116,00**
DPVAT - DPVAT (R$)	66,43
IPVA - I.P.V.A (R$)	1.315,40
LIC - Taxa para licenciamento (R$)	10,20
h - Seguro do casco : *(VVxCOEF+VAP)xIOF/12 meses*	**3,08**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
COEF - Coeficiente sobre importância segurada	0,057
VAP - Valor da apólice (R$)	60,00
IOF - IOF	0,0107
i - Seguro de Responsabilidade Civil Facultativo *(SRCFxIOF)/12 meses*	**0,95**
SRCF - SRCF prêmio danos materiais	1.064,49
IOF - Imposto sobre Operações Financeiras - IOF	0,0107
j - Manutenção de conteineres: *((NCBxVCB}+(NCAxVCA))xTMA)/VUC*	**420,00**
NCB - N° de conteineres de baixa capacidade	144
VCB - Valor do conteiner de baixa capacidade (R$)	500,00
NCA - N° de conteineres de alta capacidade	0
VCA - Valor do conteiner de alta capacidade	2.000,00
TMA - Taxa de manutenção anual (% do novo)	35%
VUC - Vida util do conteiner	60

CUSTOS VARIÁVEIS: (a+b+c+d+e)	**0,4429**
a - Peças, acessórios e materiais de manutenção	**0,1404**
b - Combustíveis	**0,2237**
c - Lubrificantes	**0,0018**
d - Lavagem e lubrificação	**0,0360**
e - Pneus	**0,0410**
Cálculo	
a - Peças, acessórios e material de manutenção de veículos:	**0,1404**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00
NP - Quantidade de pneus	4
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	0
VE - Valor do estepe (R$)	669,27
TMM - Taxa mensal peças e material de manutenção	1%
KM - Quilometragem mensal de referência (km)	4.000
b - Combustível: *(COMB/REND)*	**0,2237**
COMB -Preço do combustível por litro (R$)	1,678
REND - Rendimento (km/litro)	7,5
c - Lubrificante: *(POCx(COC+ROC)/ITOC)+(POCDxCOCD/ITOCD)*	**0,0018**
POC - Preço do óleo de cárter por litro (R$)	5,7
COC - Capacidade de óleo de cárter (litros)	7,000
ROC - Reposição óleo de cárter até a próxima troca(litros)	1,500
ITOC - Intervalo de troca de óleo de cárter (km)	30.000
POCD - Preço do óleo de câmbio e diferencial (R$/litro)	6,95
COCD - Capacidade do câmbio e do diferencial (litros)	2,90
ITOCD - Intervalo entre trocas câmbio e diferencial (km)	120.000
d - Lavagem e lubrificação: *(CL/IL)*	**0,0360**
CL - Custo de uma lavagem/engraxamento (R$)	72,00
IL - Intervalo entre duas lavagens (km)	2.000
e - Pneus, câmaras e recapagens: *(((VP+VC)xNP)+NRxVRxNP)/VUP*	**0,0410**
VP - Valor do pneu (R$)	669,27
VC - Valor da câmara (R$)	0
VR -Valor da recauchutagem (R$)	177,90
NP - Quantidade de pneus	4
VUP - Vida útil total do pneu (km)	100.000
NR - Número de recauchutagens	2
CUSTOS ADMINISTRATIVOS	
15% do valor dos custos operacionais	**1.284,95**

Planilha 18. Parâmetros de custo, com alterações no período de vida útil dos equipamentos.

Custos Fixos					
CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**				
	Catadores (Sal. Méd.: 300,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		500,00	SELUR (2001)	
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	
	Os encargos sociais aplicados		79,81%	SELUR (2001)	
	Uniformes				
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)	
	Licenciamento e Seguro				
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)	
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)	
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)	
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)	
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)	
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)	
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**				
	Depreciação do capital investido				
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)	
	Vida útil	meses	**120**		
	Remuneração do Capital				
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)	
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)	
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS				
	Depreciação do capital investido				
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	
	Valor residual da carroceria		5%	NTC (2001)	
	Vida útil	meses	**120**		
	Remuneração do Capital				
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)	
	CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE (360L)				
	Depreciação do capital investido				
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		500,00		
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)	
	Vida útil	meses	**120**		
	Remuneração do Capital				
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	
	CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE (1600L)				
	Depreciação do capital investido				
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		2.000,00		
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)	
	Vida útil	meses	**120**		
	Remuneração do Capital				
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)	

Custos Variáveis				
CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	100.000	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Quilometragem mensal de referência	km	4.000	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	NTC (2001)
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por lavagem	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Planilha 19. Parâmetros de custo, com alterações no período de vida útil dos equipamentos e na taxa de remuneração do capital investido.

Custos Fixos

CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**			
	Catadores (Sal. Méd.: 300,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		500,00	SELUR (2001)
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Os encargos sociais aplicados		79,81%	SELUR (2001)
	Uniformes			
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)
	Licenciamento e Seguro			
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual da carroceria		20%	NTC (2001)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE (360L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		500,00	
	Valor residual do conteiner		20%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE (1600L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		2.000,00	
	Valor residual do conteiner		20%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	120	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Custos Variáveis

CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	100.000	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Quilometragem mensal de referência	km	4.000	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	NTC (2001)
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por lavagem	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)

Planilha 20. Parâmetros de custo, com alterações no período de vida útil dos equipamentos, na taxa de remuneração do capital investido e nos encargos sociais e salários.

Custos Fixos

CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**			
	Catadores (Sal. Méd.: 400,00)		400,00	
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Os encargos sociais aplicados		0,00%	
	Uniformes			
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)
	Licenciamento e Seguro			
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual da carroceria		20%	NTC (2001)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	CONTEINERES DE BAIXA CAPACIDADE (360L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		500,00	
	Valor residual do conteiner		20%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
	CONTEINERES DE ALTA CAPACIDADE (1600L)			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)		2.000,00	
	Valor residual do conteiner		20%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	120	
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	6%	
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Custos Variáveis

CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	100.000	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Quilometragem mensal de referência	km	4.000	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	NTC (2001)
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por lavagem	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)

Planilha 21. Parâmetros de custo, com variações nos tipos de contêineres.

Custos Fixos

CUSTOS OPERACIONAIS	**Salários+Benefícios e encargos**			
	Catadores (Sal. Méd.: 300,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		500,00	SELUR (2001)
	Motorista (Sal. Méd.: 644,00; VT.:4,00x25dias; VR.:4,00x25dias)		844,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Os encargos sociais aplicados		79,81%	SELUR (2001)
	Uniformes			
	1/12 dos valores gastos anuais (por funcionário)		5,10	THIEMERMAM (2004)
	Licenciamento e Seguro			
	Seguro obrigatório em R$/ano		66,43	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	IPVA	2% valor do novo	1.315,40	NTC (2001)
	Taxa de Licenciamento		10,20	NTC (2001)
	Imposto s/ Operações Financeiras	I.O.F	1,07%	NTC (2001)
	Custo da apólice	R$/ano	60,00	NTC (2001)
	Coef. s/ importância segurada		0,0570	NTC (2001)
	S.R.C.F Prêmio de DM(R$ 50 mil) e DP(R$ 100 mil)	R$/ano	1.064,49	NTC (2001)
CUSTOS DE CAPITAL	**VEÍCULOS**			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do veículo novo (IVECO - DAILY CHASSI 70-12)		R$ 59.500,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual do veículo	20%	11.900,00	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	% do novo a ser remunerada como investimento em peças de reposição	anual	1%	NTC (2001)
	VEICULOS - EQUIPAMENTOS			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do novo (MADEIRA ABERTA)		5.000,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor residual da carroceria		5%	NTC (2001)
	Vida útil	meses	60	NTC (2001)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	NTC (2001)
	CONTEINERES			
	Depreciação do capital investido			
	Valor do conteiner novo (investimento inicial)			
	120L		195,00	Brazil Virgo
	200L		60,00	Conishi
	240L		245,00	Brazil Virgo
	360L		540,00	Brazil Virgo
	750L		860,00	Arte da Fibra
	900L		1.080,00	Arte da Fibra
	1000L		1.320,00	Dix Higiêne
	1200L		980,00	Terrabras
	1300L		1.290,00	Arte da Fibra
	1500L		1.390,00	Arte da Fibra
	1600L		2.342,00	Conishi
	1800L		1.740,00	Arte da Fibra
	2600L		2.390,00	Arte da Fibra
	Valor residual do conteiner		5%	GOULART (2003)
	Vida útil	meses	60	GOULART (2003)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Remuneração do Capital			
	Taxa de juros	anual	12%	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Custos Variáveis

CUSTOS OPERACIONAIS	**Manutenção de veículos**			
	Salário do mecânico - média	R$	840,76	NTC (2001)
	Quantidade de veículos atendidos p/ mecânico	QTD	5	NTC (2001)
	Taxas s/ peças, acessórios e mat. manutenção		1%	NTC (2001)
	Manutenção dos conteiners (PEVs)			
	% do custo de investmento do conteiner por ano		35%	GOULART (2003)
	Custos de Pneus e Câmaras			
	Valor do Estepe - veículo	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor do Pneu - veículo 195/75 R16	R$	669,27	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Valor da Câmara - veículo	R$	0	NTC (2001)
	Valor da Recauchutagem a frio - veículo	R$	177,90	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Quantidade de pneus por veículo	QTD	4	NTC (2001)
	Vida útil do pneu com uma recapagem	km	100.000	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Numero de recapagens	QTD	2	NTC (2001)
	Quilometragem mensal de referência	km	4.000	NTC (2001)
	Consumo de Combustível			
	Preço do combustível - litro	R$	1,68	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Rendimento do combustível	km/litro	7,50	NTC (2001)
	Lubrificação e Lavagens			
	Preço do óleo de cárter - litro	R$	5,70	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo do cárter	litros	7,00	NTC (2001)
	Reposição até a próxima troca	litros	1,50	NTC (2001)
	Troca de óleo do cárter	km	30.000	NTC (2001)
	Preço do óleo de câmbio/diferencial - litro	R$	6,95	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
	Capacidade de óleo caixa do diferencial	litros	2,90	NTC (2001)
	Troca de óleo do diferencial	km	120.000	NTC (2001)
	Periodicidade de lavagem do veículo	km	2.000	NTC (2001)
	Lavagem (água, luz, xampu, desinfetante e mão de obra)	R$/por lavagem	72,00	ECONOMIA & TRANSPORTE (2005)
CUSTOS ADM.	15% do valor dos custos operacionais			SELUR (2001)

Planilha 22. Planilha de custo para o cenário PEV20 e configuração de contêineres C1, com os parâmetros mostrados na Planilha 16 (parâmetros inicialmente propostos).

DADOS DE ENTRADA	
TIPO DE COLETA:	PEV
CENÁRIO:	DEMANDA 20%
VEÍCULO:	Iveco Daily 49 -12 Furgão de 12,3m³
VALOR:	R$ 59.500,00
KM/MÊS:	220,00
QUANTIDADE MENSAL COLETADA (m3)	115,76
RESIDÊNCIAS ATENDIDAS	6.113
N° DE CATADORES:	3
N° DE CONTEINERES 120L	155
N° DE CONTEINERES 200L	0
N° DE CONTEINERES 240L	33
N° DE CONTEINERES 360L	22
N° DE CONTEINERES 750L	1
N° DE CONTEINERES 900L	
N° DE CONTEINERES 1000L	
N° DE CONTEINERES 1200L	
N° DE CONTEINERES 1300L	
N° DE CONTEINERES 1500L	
N° DE CONTEINERES 1600L	
N° DE CONTEINERES 1800L	
N° DE CONTEINERES 2600L	

CUSTO	
CUSTO MENSAL TOTAL	**R$ 9.088,38**
CUSTO TOTAL POR QUILÔMETRO (R$/km)	**R$ 41,31**
CUSTO TOTAL POR METRO CUBICO COLETADO (R$/m3)	**R$ 78,51**
CUSTO MENSAL POR RESIDÊNCIA ATENDIDA	**R$ 1,49**
CUSTO DA QUANTIDADE DE RESÍDUO COLETADO POR KM (R$/m3.km)	**R$ 0,36**
VOLUME COLETADO POR KM RODADO	**0,5262**

CÁLCULO

CUSTOS FIXOS: (a+b+c+d+e+f+g)	**7.805,50**	**g - Licenciamento: *(DPVAT+IPVA+LIC)/12 meses***	**116,00**
		DPVAT - DPVAT (R$)	66,43
a - Remuneração de capital	**1.205,08**	*IPVA* - I.P.V.A (R$)	1.315,40
b - Salário do motorista	**1.517,60**	*LIC* - Taxa para licenciamento (R$)	10,20
c - Salário dos catadores	**2.697,15**		
d - Salário de oficina	**302,35**	**h - Seguro do casco : *(VVxCOEF+VAP)xIOF/12 meses***	**3,08**
e - Uniformes	**20,40**	*VV* - Valor do veículo (R$)	59.500,00
f - Reposição do veículo	**1.645,10**	*COEF* - Coeficiente sobre importância segurada	0,057
g - Licenciamento	**116,00**	*VAP* - Valor da apólice (R$)	60,00
h- Seguro do casco do veículo	**3,08**	*IOF* - IOF	0,0107
i- Seguro de responsabilidade civil facultativa	**0,95**		
j - manutenção dos conteineres	**297,79**	**i - Seguro de Responsabilidade Civil Facultativo *(SRCFxIOF)/12 meses***	**0,95**
		SRCF - SRCF prêmio danos materiais	1.064,49
Cálculo		*IOF* - Imposto sobre Operações Financeiras - IOF	0,0107
a - Remuneração do capital:			
(VTA+VRP+VRE+VTB)/12 meses)	**1205,08**	**j - Manutenção de conteineres: *(VCBxTMA)/VUC***	**297,79**
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00	*VCB* - Valor dos conteineres (R$)	51.050,00
TR - Taxa de remuneração do capital (anual)	12%	*TMA* - Taxa de manutenção anual (% do novo)	35%
VTA - Valor total anual *(VVxTR)* (R$)	7.140,00	*VUC* - Vida util do conteiner	60
TRP - Taxa de remuneração de peças (anual)	1%		
VRP - Valor anual da remuneração de peças (R$)	595,00	**CUSTOS VARIÁVEIS: (a+b+c+d+e)**	**0,4429**
VE - Valor da carroceria	5000,00		
VRE - Valor anual da remuneração da carroceria (*VExTR*)	600,00	**a - Peças, acessórios e materiais de manutenção**	**0,1404**
VCB - Valor dos conteineres (R$)	51.050,00	**b - Combustíveis**	**0,2237**
VTB - Valor total anual dos conteineres *(VCBxTR)* (R$)	6.126,00	**c - Lubrificantes**	**0,0018**
		d - Lavagem e lubrificação	**0,0360**
b - Salário do motorista: *(SM+(SMxENC))*	**1.517,60**	**e - Pneus**	**0,0410**
SM - Salário básico (média em R$)	844,00		
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%	**Cálculo**	
c - Salário dos catadores: *((SC+(SCxENC))xNCAT)*	**2.697,15**	**a - Peças, acessórios e material de manutenção de veículos:**	**0,1404**
SC - Salário básico (média em R$)	500,00	*VV* - Valor do veículo (R$)	59.500,00
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%	*NP* - Quantidade de pneus	4
NCAT - n° de catadores	3	*VP* - Valor do pneu (R$)	669,27
		VC - Valor da câmara (R$)	0
d - Salário de oficina: *(SMEC+(SMECxENC))/NMEC*	**302,35**	*VE* - Valor do estepe (R$)	669,27
SMEC - Salário de mecânico (média em R$)	840,76	*TMM* - Taxa mensal peças e material de manutenção	1%
NMEC - Quantidade de veículos atendidos por mecânico	5	*KM* - Quilometragem mensal de referência (km)	4.000
ENC - Encargos sociais sobre salários	79,81%		
		b - Combustível: *(COMB/REND)*	**0,2237**
e - Uniformes: *(UNxNF)*	**20,40**	*COMB* -Preço do combustível por litro (R$)	1,678
UN - Custo mensal com uniformes por funcionário	5,1	*REND* - Rendimento (km/litro)	7,5
NF - Número de funcionários	4		
		c - Lubrificante: *(POCx(COC+ROC)/ITOC)+(POCDxCOCD/ITOCD)*	**0,0018**
f - Depreciação:			
((TRV/VUV)x((VV-((VP+VC)xNP)))+((TRE/VUE)xVE)+((TCB/VUCB)xVCB)	**1.645,10**	*POC* - Preço do óleo de cárter por litro (R$)	5,7
VV - Valor do veículo (R$)	59.500,00	*COC* - Capacidade de óleo de cárter (litros)	7,000
NP - Quantidade de pneus por veículo (R$)	4	*ROC* - Reposição óleo de cárter até a próxima troca(litros)	1,500
VP - Valor do pneu (R$)	669,27	*ITOC* - Intervalo de troca de óleo de cárter (km)	30.000
VC - Valor da câmara (R$)	0	*POCD* - Preço do óleo de câmbio e diferencial (R$/litro)	6,95
TRV - Taxa de reposição do veículo	80%	*COCD* - Capacidade do câmbio e do diferencial (litros)	2,90
VUV - Vida útil do veículo (meses)	60	*ITOCD* - Intervalo entre trocas câmbio e diferencial (km)	120.000
VE - Valor da carroceria	5.000,00		
TRE - taxa de reposição da carroceria	95%	**d - Lavagem e lubrificação: *(CL/IL)***	**0,0360**
VUE - Vida útil da carroceria (meses)	60	*CL* - Custo de uma lavagem/engraxamento (R$)	72,00
VCB - Valor dos conteineres (R$)	51.050,00	*IL* - Intervalo entre duas lavagens (km)	2.000
TCB - Taxa de reposição dos conteineres	95%		
VUCB - Vida útil dos conteineres (meses)	60	**e - Pneus, câmaras e recapagens: *(((VP+VC)xNP)+NRxVRxNP)/VUP***	**0,0410**
		VP - Valor do pneu (R$)	669,27
		VC - Valor da câmara (R$)	0
		VR -Valor da recauchutagem (R$)	177,90
		NP - Quantidade de pneus	4
		VUP - Vida útil total do pneu (km)	100.000
		NR - Número de recauchutagens	2
		CUSTOS ADMINISTRATIVOS	
		15% do valor dos custos operacionais	**1.185,44**

APÊNDICE D

Planilhas com os resultados das combinações dos contêineres para cada cenário

Planilha 23. Número de contêineres para o cenário PEV20 e configuração C1

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1600L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 1000L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L	Contêiner de360L	Contêiner de 240L	Contêiner de 120L
PEV20 C1	1	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	TOTAL	5,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	36
	2	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	TOTAL	6,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	34
	3	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	TOTAL	5,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	31
	4	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	TOTAL	6,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	35
	5	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	TOTAL	4,62	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3	19
	TOTAL	**28,94**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**22**	**33**	**155**

Planilha 24. Número de contêineres para o cenário PEV40 e configuração C1

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1600L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 1000L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L	Contêiner de360L	Contêiner de 240L	Contêiner de 120L
PEV40 C1	1	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,88	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		11,04	0	0	0	0	1	0	1	0	2	5	10	38
		1196												
	2	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		12,68	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	10	34
		1357												
	3	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		11,78	0	0	0	0	0	0	1	2	0	15	4	32
		1399												
	4	0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,78	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		12,88	0	0	0	0	0	0	2	1	2	10	11	33
		1525												
	5	0,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,68	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,77	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		9,25	0	0	1	0	1	1	1	0	2	2	3	17
		1477												
	TOTAL	**57,63**	**0**	**0**	**1**	**0**	**2**	**1**	**5**	**3**	**9**	**47**	**38**	**154**

Planilha 25. Número de contêineres para o cenário PEV60 e configuração C1

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1600L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 1000L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L	Contêiner de360L	Contêiner de 240L	Contêiner de 120L
PEV60 C1	1	0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,70	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,82	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		2,10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		16,54	0	1	1	0	1	0	1	2	2	8	10	31
		1196												
	2	0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,03	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,98	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,82	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,26	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		1,10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,05	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		19,02	0	0	0	0	0	2	4	3	2	10	9	33
		1357												
	3	0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,82	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,43	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		1,64	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		17,77	0	0	1	0	2	0	1	3	4	8	9	28
		1399												
	4	0,65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,49	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		1,59	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,26	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		1,70	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,98	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		19,40	0	0	1	1	1	1	3	4	2	7	3	31
		1525												
	5	0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,81	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		2,52	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		2,10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,61	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		13,84	0	3	1	0	0	1	1	1	0	5	3	17
		1477												
	TOTAL	86,57	0	4	4	1	4	4	10	13	10	38	34	140

Planilha 26. Número de contêineres para o cenário PEV80 e configuração C1

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1600L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 1000L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L	Contêiner de360L	Contêiner de 240L	Contêiner de 120L
PEV80 C1	1	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,27	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,76	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		2,27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,51	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		2,80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		22,08	1	1	1	1	1	1	2	0	1	15	6	30
		1196												
	2	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,38	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,27	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,66	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,94	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,94	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,68	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,47	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		1,40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		25,38	0	0	3	0	4	2	2	4	2	9	3	27
		1357												
	3	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,85	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,93	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,81	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,27	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		1,91	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		2,19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,44	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,94	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
		1,06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		23,72	0	3	0	0	1	3	4	4	2	6	1	29
		1399												
	4	0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,91	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		1,60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,98	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		2,12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,68	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2,27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		1,36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		1,34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		25,87	0	3	2	0	4	2	2	1	1	7	7	25
		1525												
	5	1,23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		2,42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		3,36	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		2,80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		2,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,72	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,55	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		18,49	2	2	1	1	0	1	0	0	2	4	4	17
		1477												
	TOTAL	115,54	3	9	7	2	10	9	10	9	8	41	21	128

Planilha 27. Número de contêineres para o cenário PEV100 e configuração C1

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1600L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 1000L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L	Contêiner de360L	Contêiner de 240L	Contêiner de 120L
PEV100 C1	1	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,78	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		2,20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,65	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2,83	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,04	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,89	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		3,49	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
		27,59	2	2	2	0	2	0	1	0	5	12	5	33
		1196												
	2	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		1,72	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,58	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
		2,08	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,63	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,94	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		1,98	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,27	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		1,37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		1,18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		2,10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		1,84	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,75	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		31,69	0	4	3	2	1	1	4	2	2	9	3	36
		1357												
	3	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		1,06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		2,27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,58	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		2,38	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		2,74	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		1,35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,79	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		1,35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		1,11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		29,60	1	2	1	3	4	0	6	0	1	6	2	32
		1399												
	4	1,09	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,78	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		1,96	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,65	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		2,48	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		2,64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		2,10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		2,83	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		1,63	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,70	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,68	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,39	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1,35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		32,29	2	3	4	2	2	0	2	0	2	7	7	24
		1525												
	5	1,53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		3,02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		4,20	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		3,49	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
		0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		0,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
		2,69	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		2,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		1,94	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		23,10	4	2	1	2	0	0	0	1	2	5	2	20
		1477												
	TOTAL	144,27	9	13	11	9	9	1	13	3	12	39	19	145

Planilha 28. Número de contêineres para o cenário PEV20 e configuração C2

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
PEV20 C2	1	0,09	0	0	1
		0,13	0	0	1
		0,11	0	0	1
		0,08	0	0	1
		0,13	0	0	1
		0,16	0	0	1
		0,03	0	0	1
		0,05	0	0	1
		0,17	0	0	1
		0,07	0	0	1
		0,32	0	0	2
		0,10	0	0	1
		0,10	0	0	1
		0,10	0	0	1
		0,17	0	0	1
		0,12	0	0	1
		0,44	0	0	2
		0,33	0	0	2
		0,57	0	0	3
		0,27	0	0	2
		0,27	0	0	2
		0,21	0	0	1
		0,14	0	0	1
		0,17	0	0	1
		0,38	0	0	2
		0,11	0	0	1
		0,70	0	0	3
		5,52	0	0	37
	2	0,10	0	0	1
		0,20	0	0	1
		0,34	0	0	2
		0,11	0	0	1
		0,12	0	0	1
		0,32	0	0	2
		0,10	0	0	1
		0,15	0	0	1
		0,15	0	0	1
		0,42	0	0	2
		0,33	0	0	2
		0,08	0	0	1
		0,23	0	0	1
		0,19	0	0	1
		0,11	0	0	1
		0,24	0	0	1
		0,40	0	0	2
		0,25	0	0	2
		0,27	0	0	2
		0,17	0	0	1
		0,24	0	0	1
		0,31	0	0	2
		0,14	0	0	1
		0,23	0	0	1
		0,04	0	0	1
		0,42	0	0	2
		0,37	0	0	2
		0,35	0	0	2
		6,38	0	0	39
	3	0,09	0	0	1
		0,04	0	0	1
		0,09	0	0	1
		0,05	0	0	1
		0,21	0	0	1
		0,27	0	0	2
		0,31	0	0	2
		0,23	0	0	1
		0,31	0	0	2
		0,23	0	0	1
		0,45	0	0	2
		0,32	0	0	2
		0,48	0	0	2
		0,55	0	0	3
		0,03	0	0	1
		0,13	0	0	1
		0,11	0	0	1
		0,27	0	0	2
		0,36	0	0	2
		0,23	0	0	1
		0,27	0	0	2
		0,24	0	0	1
		0,22	0	0	1
		0,26	0	0	2
		0,17	0	0	1
		5,92	0	0	37
	4	0,22	0	0	1
		0,31	0	0	2
		0,23	0	0	1
		0,07	0	0	1
		0,16	0	0	1
		0,09	0	0	1
		0,39	0	0	2
		0,33	0	0	2
		0,07	0	0	1
		0,08	0	0	1
		0,14	0	0	1
		0,50	0	0	3
		0,53	0	0	3
		0,17	0	0	1
		0,42	0	0	2
		0,57	0	0	3
		0,33	0	0	2
		0,34	0	0	2
		0,13	0	0	1
		0,31	0	0	2
		0,34	0	0	2
		0,28	0	0	2
		0,27	0	0	2
		0,08	0	0	1
		0,14	0	0	1
		6,50	0	0	41
	5	0,31	0	0	2
		0,60	0	0	3
		0,08	0	0	1
		0,11	0	0	1
		0,84	0	0	4
		0,15	0	0	1
		0,02	0	0	1
		0,06	0	0	1
		0,70	0	0	3
		0,03	0	0	1
		0,20	0	0	1
		0,15	0	0	1
		0,54	0	0	3
		0,43	0	0	2
		0,01	0	0	1
		0,39	0	0	2
		4,62	0	0	28

TOTAL			
Demanda PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
28,94	0	0	182

Planilha 29. Número de contêineres para o cenário PEV40 e configuração C2

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
PEV40 C2	1	0,18	0	0	1
		0,26	0	0	2
		0,22	0	0	1
		0,16	0	0	1
		0,26	0	0	2
		0,31	0	0	2
		0,06	0	0	1
		0,09	0	0	1
		0,35	0	0	2
		0,14	0	0	1
		0,63	0	0	3
		0,21	0	0	1
		0,20	0	0	1
		0,21	0	0	1
		0,33	0	0	2
		0,24	0	0	1
		0,88	0	0	4
		0,66	0	0	3
		1,13	0	0	5
		0,55	0	0	3
		0,54	0	0	3
		0,42	0	0	2
		0,28	0	0	2
		0,35	0	0	2
		0,76	0	0	4
		0,22	0	0	1
		1,40	0	1	1
		11,04	0	1	53
	2	0,20	0	0	1
		0,40	0	0	2
		0,69	0	0	3
		0,23	0	0	1
		0,24	0	0	1
		0,63	0	0	3
		0,21	0	0	1
		0,30	0	0	2
		0,29	0	0	2
		0,83	0	0	4
		0,65	0	0	3
		0,15	0	0	1
		0,45	0	0	2
		0,38	0	0	2
		0,22	0	0	1
		0,47	0	0	2
		0,79	0	0	4
		0,51	0	0	3
		0,55	0	0	3
		0,33	0	0	2
		0,47	0	0	2
		0,61	0	0	3
		0,27	0	0	2
		0,45	0	0	2
		0,08	0	0	1
		0,84	0	0	4
		0,74	0	0	4
		0,70	0	0	3
		12,68	0	0	64
	3	0,18	0	0	1
		0,08	0	0	1
		0,18	0	0	1
		0,09	0	0	1
		0,42	0	0	2
		0,55	0	0	3
		0,61	0	0	3
		0,45	0	0	2
		0,61	0	0	3
		0,46	0	0	2
		0,91	0	0	4
		0,63	0	0	3
		0,95	0	0	4
		1,10	0	0	5
		0,07	0	0	1
		0,23	0	0	1
		0,22	0	0	1
		0,54	0	0	3
		0,72	0	0	3
		0,45	0	0	2
		0,54	0	0	3
		0,47	0	0	2
		0,44	0	0	2
		0,53	0	0	3
		0,35	0	0	2
		11,78	0	0	58
	4	0,43	0	0	2
		0,61	0	0	3
		0,45	0	0	2
		0,13	0	0	1
		0,31	0	0	2
		0,18	0	0	1
		0,78	0	0	4
		0,66	0	0	3
		0,13	0	0	1
		0,15	0	0	1
		0,28	0	0	2
		0,99	0	0	5
		1,06	0	0	5
		0,35	0	0	2
		0,84	0	0	4
		1,13	0	0	5
		0,65	0	0	3
		0,68	0	0	3
		0,26	0	0	2
		0,61	0	0	3
		0,67	0	0	3
		0,56	0	0	3
		0,54	0	0	3
		0,15	0	0	1
		0,28	0	0	2
		12,88	0	0	66
	5	0,61	0	0	3
		1,21	0	1	1
		0,17	0	0	1
		0,23	0	0	1
		1,68	0	1	2
		0,30	0	0	2
		0,05	0	0	1
		0,11	0	0	1
		1,40	0	1	1
		0,06	0	0	1
		0,40	0	0	2
		0,29	0	0	2
		1,08	0	0	5
		0,86	0	0	4
		0,03	0	0	1
		0,77	0	0	4
		9,25	0	3	32

TOTAL

Demanda PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
57,63	**0**	**4**	**273**

Planilha 30. Número de contêineres para o cenário PEV60 e configuração C2

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
PEV60 C2	1	0,27	0	0	2
		0,40	0	0	2
		0,33	0	0	2
		0,24	0	0	1
		0,40	0	0	2
		0,47	0	0	2
		0,08	0	0	1
		0,14	0	0	1
		0,52	0	0	3
		0,21	0	0	1
		0,95	0	0	4
		0,31	0	0	2
		0,30	0	0	2
		0,31	0	0	2
		0,50	0	0	3
		0,35	0	0	2
		1,32	0	1	1
		0,99	0	0	5
		1,70	0	1	3
		0,82	0	0	4
		0,81	0	0	4
		0,62	0	0	3
		0,42	0	0	2
		0,52	0	0	3
		1,13	0	0	5
		0,33	0	0	2
		2,10	0	1	4
		16,54	0	3	68
	2	0,30	0	0	2
		0,59	0	0	3
		1,03	0	0	5
		0,34	0	0	2
		0,35	0	0	2
		0,95	0	0	4
		0,31	0	0	2
		0,45	0	0	2
		0,44	0	0	2
		1,25	0	1	1
		0,98	0	0	5
		0,23	0	0	1
		0,68	0	0	3
		0,57	0	0	3
		0,33	0	0	2
		0,71	0	0	3
		1,19	0	0	5
		0,76	0	0	4
		0,82	0	0	4
		0,50	0	0	3
		0,71	0	0	3
		0,92	0	0	4
		0,41	0	0	2
		0,68	0	0	3
		0,11	0	0	1
		1,26	0	1	1
		1,10	0	0	5
		1,05	0	0	5
		19,02	0	2	82
	3	0,27	0	0	2
		0,13	0	0	1
		0,27	0	0	2
		0,14	0	0	1
		0,64	0	0	3
		0,82	0	0	4
		0,92	0	0	4
		0,68	0	0	3
		0,92	0	0	4
		0,69	0	0	3
		1,36	0	1	1
		0,95	0	0	4
		1,43	0	1	1
		1,64	0	1	2
		0,10	0	0	1
		0,40	0	0	2
		0,34	0	0	2
		0,81	0	0	4
		1,08	0	0	5
		0,68	0	0	3
		0,81	0	0	4
		0,71	0	0	3
		0,67	0	0	3
		0,79	0	0	4
		0,52	0	0	3
		17,77	0	3	69
	4	0,65	0	0	3
		0,92	0	0	4
		0,68	0	0	3
		0,20	0	0	1
		0,47	0	0	2
		0,27	0	0	2
		1,18	0	0	5
		0,99	0	0	5
		0,20	0	0	1
		0,23	0	0	1
		0,42	0	0	2
		1,49	0	1	2
		1,59	0	1	2
		0,52	0	0	3
		1,26	0	1	1
		1,70	0	1	3
		0,98	0	0	5
		1,02	0	0	5
		0,40	0	0	2
		0,92	0	0	4
		1,01	0	0	5
		0,84	0	0	4
		0,81	0	0	4
		0,23	0	0	1
		0,42	0	0	2
		19,40	0	4	72
	5	0,92	0	0	4
		1,81	0	1	3
		0,25	0	0	2
		0,34	0	0	2
		2,52	0	2	1
		0,45	0	0	2
		0,07	0	0	1
		0,17	0	0	1
		2,10	0	1	4
		0,08	0	0	1
		0,59	0	0	3
		0,44	0	0	2
		1,61	0	1	2
		1,29	0	1	1
		0,04	0	0	1
		1,16	0	0	5
		13,84	0	6	35

TOTAL			
Demanda PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
86,57	0	18	326

Planilha 31. Número de contêineres para o cenário PEV80 e configuração C2

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
PEV80 C2	1	0,36	0	0	2
		0,53	0	0	3
		0,43	0	0	2
		0,32	0	0	2
		0,53	0	0	3
		0,62	0	0	3
		0,11	0	0	1
		0,19	0	0	1
		0,70	0	0	3
		0,28	0	0	2
		1,27	0	1	1
		0,42	0	0	2
		0,40	0	0	2
		0,42	0	0	2
		0,66	0	0	3
		0,47	0	0	2
		1,76	0	1	3
		1,32	0	1	1
		2,27	0	1	5
		1,10	0	0	5
		1,08	0	0	5
		0,83	0	0	4
		0,57	0	0	3
		0,70	0	0	3
		1,51	0	1	2
		0,43	0	0	2
		2,80	1	0	1
		22,08	1	5	68
	2	0,40	0	0	2
		0,79	0	0	4
		1,38	0	1	1
		0,45	0	0	2
		0,47	0	0	2
		1,27	0	1	1
		0,42	0	0	2
		0,60	0	0	3
		0,59	0	0	3
		1,66	0	1	2
		1,30	0	1	1
		0,30	0	0	2
		0,91	0	0	4
		0,76	0	0	4
		0,43	0	0	2
		0,94	0	0	4
		1,60	0	1	2
		1,02	0	0	5
		1,10	0	0	5
		0,66	0	0	3
		0,94	0	0	4
		1,23	0	1	1
		0,55	0	0	3
		0,91	0	0	4
		0,15	0	0	1
		1,68	0	1	2
		1,47	0	1	2
		1,40	0	1	1
		25,38	0	9	72
	3	0,36	0	0	2
		0,17	0	0	1
		0,36	0	0	2
		0,19	0	0	1
		0,85	0	0	4
		1,10	0	0	5
		1,23	0	1	1
		0,91	0	0	4
		1,23	0	1	1
		0,93	0	0	4
		1,81	0	1	3
		1,27	0	1	1
		1,91	0	1	3
		2,19	0	1	5
		0,13	0	0	1
		0,53	0	0	3
		0,45	0	0	2
		1,08	0	0	5
		1,44	0	1	1
		0,91	0	0	4
		1,08	0	0	5
		0,94	0	0	4
		0,89	0	0	4
		1,06	0	0	5
		0,70	0	0	3
		23,72	0	7	74
	4	0,87	0	0	4
		1,23	0	1	1
		0,91	0	0	4
		0,26	0	0	2
		0,62	0	0	3
		0,36	0	0	2
		1,60	0	1	2
		1,32	0	1	1
		0,26	0	0	2
		0,30	0	0	2
		0,57	0	0	3
		1,98	0	1	4
		2,12	0	1	4
		0,70	0	0	3
		1,68	0	1	2
		2,27	0	1	5
		1,30	0	1	1
		1,36	0	1	1
		0,53	0	0	3
		1,23	0	1	1
		1,34	0	1	1
		1,11	0	0	5
		1,08	0	0	5
		0,30	0	0	2
		0,57	0	0	3
		25,87	0	11	66
	5	1,23	0	1	1
		2,42	0	2	1
		0,34	0	0	2
		0,45	0	0	2
		3,36	1	0	4
		0,60	0	0	3
		0,09	0	0	1
		0,23	0	0	1
		2,80	1	0	1
		0,11	0	0	1
		0,79	0	0	4
		0,59	0	0	3
		2,15	0	1	4
		1,72	0	1	3
		0,06	0	0	1
		1,55	0	1	2
		18,49	2	6	34

TOTAL			
Demanda PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
115,54	3	38	314

Planilha 32. Número de contêineres para o cenário PEV100 e configuração C2

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
PEV100 C2	1	0,45	0	0	2
		0,66	0	0	3
		0,54	0	0	3
		0,40	0	0	2
		0,66	0	0	3
		0,78	0	0	4
		0,14	0	0	1
		0,24	0	0	1
		0,87	0	0	4
		0,35	0	0	2
		1,60	0	1	2
		0,52	0	0	3
		0,50	0	0	3
		0,52	0	0	3
		0,83	0	0	4
		0,59	0	0	3
		2,20	0	1	5
		1,65	0	1	2
		2,83	1	0	1
		1,37	0	1	1
		1,35	0	1	1
		1,04	0	0	5
		0,71	0	0	3
		0,87	0	0	4
		1,89	0	1	3
		0,54	0	0	3
		3,49	1	0	4
		27,59	2	6	75
	2	0,50	0	0	3
		0,99	0	0	5
		1,72	0	1	3
		0,57	0	0	3
		0,59	0	0	3
		1,58	0	1	2
		0,52	0	0	3
		0,76	0	0	4
		0,73	0	0	4
		2,08	0	1	4
		1,63	0	1	2
		0,38	0	0	2
		1,13	0	0	5
		0,94	0	0	4
		0,54	0	0	3
		1,18	0	0	5
		1,98	0	1	4
		1,27	0	1	1
		1,37	0	1	1
		0,83	0	0	4
		1,18	0	0	5
		1,53	0	1	2
		0,68	0	0	3
		1,13	0	0	5
		0,19	0	0	1
		2,10	0	1	4
		1,84	0	1	3
		1,75	0	1	3
		31,69	0	11	91
	3	0,45	0	0	2
		0,21	0	0	1
		0,45	0	0	2
		0,24	0	0	1
		1,06	0	0	5
		1,37	0	1	1
		1,53	0	1	2
		1,13	0	0	5
		1,53	0	1	2
		1,16	0	0	5
		2,27	0	1	5
		1,58	0	1	2
		2,38	0	1	5
		2,74	1	0	1
		0,17	0	0	1
		0,66	0	0	3
		0,57	0	0	3
		1,35	0	1	1
		1,79	0	1	3
		1,13	0	0	5
		1,35	0	1	1
		1,18	0	0	5
		1,11	0	0	5
		1,32	0	1	1
		0,87	0	0	4
		29,60	1	10	71
	4	1,09	0	0	5
		1,53	0	1	2
		1,13	0	0	5
		0,33	0	0	2
		0,78	0	0	4
		0,45	0	0	2
		1,96	0	1	4
		1,65	0	1	2
		0,33	0	0	2
		0,38	0	0	2
		0,71	0	0	3
		2,48	0	2	1
		2,64	1	0	1
		0,87	0	0	4
		2,10	0	1	4
		2,83	1	0	1
		1,63	0	1	2
		1,70	0	1	3
		0,66	0	0	3
		1,53	0	1	2
		1,68	0	1	2
		1,39	0	1	1
		1,35	0	1	1
		0,38	0	0	2
		0,71	0	0	3
		32,29	2	12	63
	5	1,53	0	1	2
		3,02	1	0	2
		0,42	0	0	2
		0,57	0	0	3
		4,20	1	1	2
		0,76	0	0	4
		0,12	0	0	1
		0,28	0	0	2
		3,49	1	0	4
		0,14	0	0	1
		0,99	0	0	5
		0,73	0	0	4
		2,69	1	0	1
		2,15	0	1	4
		0,07	0	0	1
		1,94	0	1	4
		23,10	4	4	42

TOTAL			
Demanda PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1200L	Contêiner de 240L
144,27	9	43	342

Planilha 33. Número de contêineres para o cenário PEV20 e configuração C3

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L
PEV20 C3	1	0,09	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,16	0	0	0	0	0	1
		0,03	0	0	0	0	0	1
		0,05	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,12	0	0	0	0	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		5,52	0	0	0	0	0	27
	2	0,10	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,12	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,19	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,25	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,04	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,37	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		6,38	0	0	0	0	0	28
	3	0,09	0	0	0	0	0	1
		0,04	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	1
		0,05	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	1
		0,48	0	0	0	0	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	1
		0,03	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,36	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		5,92	0	0	0	0	0	25
	4	0,22	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		0,16	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	1
		0,39	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,50	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		6,50	0	0	0	0	0	25
	5	0,31	0	0	0	0	0	1
		0,60	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	2
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,02	0	0	0	0	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		0,03	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,43	0	0	0	0	0	1
		0,01	0	0	0	0	0	1
		0,39	0	0	0	0	0	1
		4,62	0	0	0	0	0	17
	TOTAL	28,94	0	0	0	0	0	122

Planilha 34. Número de contêineres para o cenário PEV40 e configuração C3

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L
PEV40 C3	1	0,18	0	0	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	1
		0,16	0	0	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,63	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,88	0	0	0	0	0	2
		0,66	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,55	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		0,76	0	0	0	0	0	2
		0,22	0	0	0	0	0	1
		1,40	0	0	0	1	0	1
		11,04	0	0	0	1	1	29
	2	0,20	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,69	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,63	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,29	0	0	0	0	0	1
		0,83	0	0	0	0	0	2
		0,65	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	2
		0,51	0	0	0	0	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	2
		0,74	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		12,68	0	0	0	0	0	31
	3	0,18	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,18	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,55	0	0	0	0	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	1
		0,46	0	0	0	0	0	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		0,63	0	0	0	0	0	1
		0,95	0	0	0	0	1	1
		1,10	0	0	0	0	1	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,22	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,72	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		11,78	0	0	0	0	3	25
	4	0,43	0	0	0	0	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,18	0	0	0	0	0	1
		0,78	0	0	0	0	0	2
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		0,99	0	0	0	0	1	1
		1,06	0	0	0	0	1	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		0,84	0	0	0	0	0	2
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,65	0	0	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,61	0	0	0	0	0	1
		0,67	0	0	0	0	0	1
		0,56	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		12,88	0	0	0	0	3	27
	5	0,61	0	0	0	0	0	1
		1,21	0	0	0	0	1	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		1,68	0	0	1	0	0	1
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,05	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		1,40	0	0	0	1	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,29	0	0	0	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	1	1
		0,86	0	0	0	0	0	2
		0,03	0	0	0	0	0	1
		0,77	0	0	0	0	0	2
		9,25	0	0	1	1	2	18
	TOTAL	57,63	0	0	1	2	9	130

Planilha 35. Número de contêineres para o cenário PEV60 e configuração C3

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L
PEV60 C3	1	0,27	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,95	0	0	0	0	1	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,50	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		1,32	0	0	0	1	0	1
		0,99	0	0	0	0	1	1
		1,70	0	0	1	0	0	1
		0,82	0	0	0	0	0	2
		0,81	0	0	0	0	0	2
		0,62	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		2,10	0	1	0	0	0	1
		16,54	0	1	1	1	3	29
	2	0,30	0	0	0	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	1
		1,03	0	0	0	0	1	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,35	0	0	0	0	0	1
		0,95	0	0	0	0	1	1
		0,31	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	1
		1,25	0	0	0	0	1	1
		0,98	0	0	0	0	1	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	1
		1,19	0	0	0	0	1	1
		0,76	0	0	0	0	0	2
		0,82	0	0	0	0	0	2
		0,50	0	0	0	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	1
		0,92	0	0	0	0	1	1
		0,41	0	0	0	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		1,26	0	0	0	0	1	1
		1,10	0	0	0	0	1	1
		1,05	0	0	0	0	1	1
		19,02	0	0	0	0	9	30
	3	0,27	0	0	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,64	0	0	0	0	0	1
		0,82	0	0	0	0	0	2
		0,92	0	0	0	0	1	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,92	0	0	0	0	1	1
		0,69	0	0	0	0	0	1
		1,36	0	0	0	1	0	1
		0,95	0	0	0	0	1	1
		1,43	0	0	0	1	0	1
		1,64	0	0	1	0	0	1
		0,10	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,81	0	0	0	0	0	2
		1,08	0	0	0	0	1	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,81	0	0	0	0	0	2
		0,71	0	0	0	0	0	1
		0,67	0	0	0	0	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	2
		0,52	0	0	0	0	0	1
		17,77	0	0	1	2	4	29
	4	0,65	0	0	0	0	0	1
		0,92	0	0	0	0	1	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		0,20	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		0,27	0	0	0	0	0	1
		1,18	0	0	0	0	1	1
		0,99	0	0	0	0	1	1
		0,20	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		1,49	0	0	0	1	0	1
		1,59	0	0	1	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		1,26	0	0	0	0	1	1
		1,70	0	0	1	0	0	1
		0,98	0	0	0	0	1	1
		1,02	0	0	0	0	1	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,92	0	0	0	0	1	1
		1,01	0	0	0	0	1	1
		0,84	0	0	0	0	0	2
		0,81	0	0	0	0	0	2
		0,23	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		19,40	0	0	2	1	8	27
	5	0,92	0	0	0	0	1	1
		1,81	0	1	0	0	0	1
		0,25	0	0	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		2,52	0	1	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		2,10	0	1	0	0	0	1
		0,08	0	0	0	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	1
		0,44	0	0	0	0	0	1
		1,61	0	0	1	0	0	1
		1,29	0	0	0	0	1	1
		0,04	0	0	0	0	0	1
		1,16	0	0	0	0	1	1
		13,84	0	3	1	0	3	16
	TOTAL	86,57	0	4	5	4	27	131

Planilha 36. Número de contêineres para o cenário PEV80 e configuração C3

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L
PEV80 C3	1	0,36	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		0,43	0	0	0	0	0	1
		0,32	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		0,62	0	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,19	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		1,27	0	0	0	0	1	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		1,76	0	0	1	0	0	1
		1,32	0	0	0	1	0	1
		2,27	0	1	0	0	0	1
		1,10	0	0	0	0	1	1
		1,08	0	0	0	0	1	1
		0,83	0	0	0	0	0	2
		0,57	0	0	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		1,51	0	0	1	0	0	1
		0,43	0	0	0	0	0	1
		2,80	1	0	0	0	0	1
		22,08	1	1	2	1	3	28
	2	0,40	0	0	0	0	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	2
		1,38	0	0	0	1	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,47	0	0	0	0	0	1
		1,27	0	0	0	0	1	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,60	0	0	0	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	1
		1,66	0	0	1	0	0	1
		1,30	0	0	0	1	0	0
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		0,76	0	0	0	0	0	2
		0,43	0	0	0	0	0	1
		0,94	0	0	0	0	1	1
		1,60	0	0	1	0	0	1
		1,02	0	0	0	0	1	1
		1,10	0	0	0	0	1	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,94	0	0	0	0	1	1
		1,23	0	0	0	0	1	1
		0,55	0	0	0	0	0	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		0,15	0	0	0	0	0	1
		1,68	0	0	1	0	0	1
		1,47	0	0	0	1	0	1
		1,40	0	0	0	1	0	1
		25,38	0	0	3	4	8	29
	3	0,36	0	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,36	0	0	0	0	0	1
		0,19	0	0	0	0	0	1
		0,85	0	0	0	0	0	2
		1,10	0	0	0	0	1	1
		1,23	0	0	0	0	1	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		1,23	0	0	0	0	1	1
		0,93	0	0	0	0	1	1
		1,81	0	1	0	0	0	1
		1,27	0	0	0	0	1	1
		1,91	0	1	0	0	0	1
		2,19	0	1	0	0	0	1
		0,13	0	0	0	0	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		1,08	0	0	0	0	1	1
		1,44	0	0	0	1	0	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		1,08	0	0	0	0	1	1
		0,94	0	0	0	0	1	1
		0,89	0	0	0	0	0	2
		1,06	0	0	0	0	1	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		23,72	0	3	0	1	11	27
	4	0,87	0	0	0	0	0	2
		1,23	0	0	0	0	1	1
		0,91	0	0	0	0	1	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,62	0	0	0	0	0	1
		0,36	0	0	0	0	0	1
		1,60	0	0	1	0	0	1
		1,32	0	0	0	1	0	1
		0,26	0	0	0	0	0	1
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		1,98	0	1	0	0	0	1
		2,12	0	1	0	0	0	1
		0,70	0	0	0	0	0	1
		1,68	0	0	1	0	0	1
		2,27	0	1	0	0	0	1
		1,30	0	0	0	1	0	0
		1,36	0	0	0	1	0	1
		0,53	0	0	0	0	0	1
		1,23	0	0	0	0	1	1
		1,34	0	0	0	1	0	1
		1,11	0	0	0	0	1	1
		1,08	0	0	0	0	1	1
		0,30	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		25,87	0	3	2	4	5	25
	5	1,23	0	0	0	0	1	1
		2,42	0	1	0	0	0	1
		0,34	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		3,36	1	0	0	0	0	2
		0,60	0	0	0	0	0	1
		0,09	0	0	0	0	0	1
		0,23	0	0	0	0	0	1
		2,80	1	0	0	0	0	1
		0,11	0	0	0	0	0	1
		0,79	0	0	0	0	0	2
		0,59	0	0	0	0	0	1
		2,15	0	1	0	0	0	1
		1,72	0	0	1	0	0	1
		0,06	0	0	0	0	0	1
		1,55	0	0	1	0	0	1
		18,49	2	2	2	0	1	18
	TOTAL	**115,54**	**3**	**9**	**9**	**10**	**28**	**127**

Planilha 37. Número de contêineres para o cenário PEV100 e configuração C3

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Conteiner de 2.600L	Contêiner de 1800L	Contêiner de 1500L	Contêiner de 1300L	Contêiner de 900L	Contêiner de 750L
PEV100 C3	1	0,45	0	0	0	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		0,40	0	0	0	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,78	0	0	0	0	0	2
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	2
		0,35	0	0	0	0	0	1
		1,60	0	0	1	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		0,50	0	0	0	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		0,83	0	0	0	0	0	2
		0,59	0	0	0	0	0	1
		2,20	0	1	0	0	0	1
		1,65	0	0	1	0	0	1
		2,83	1	0	0	0	0	1
		1,37	0	0	0	1	0	1
		1,35	0	0	0	1	0	1
		1,04	0	0	0	0	1	1
		0,71	0	0	0	0	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	2
		1,89	0	1	0	0	0	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		3,49	1	0	0	0	0	2
		27,59	2	2	2	2	1	32
	2	0,50	0	0	0	0	0	1
		0,99	0	0	0	0	1	1
		1,72	0	0	1	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		0,59	0	0	0	0	0	1
		1,58	0	0	1	0	0	1
		0,52	0	0	0	0	0	1
		0,76	0	0	0	0	0	2
		0,73	0	0	0	0	0	1
		2,08	0	1	0	0	0	1
		1,63	0	0	1	0	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,94	0	0	0	0	1	1
		0,54	0	0	0	0	0	1
		1,18	0	0	0	0	1	1
		1,98	0	1	0	0	0	1
		1,27	0	0	0	0	1	1
		1,37	0	0	0	1	0	1
		0,83	0	0	0	0	0	2
		1,18	0	0	0	0	1	1
		1,53	0	0	1	0	0	1
		0,68	0	0	0	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,19	0	0	0	0	0	1
		2,10	0	1	0	0	0	1
		1,84	0	1	0	0	0	1
		1,75	0	0	1	0	0	1
		31,69	0	4	5	1	7	30
	3	0,45	0	0	0	0	0	1
		0,21	0	0	0	0	0	1
		0,45	0	0	0	0	0	1
		0,24	0	0	0	0	0	1
		1,06	0	0	0	0	1	1
		1,37	0	0	0	1	0	1
		1,53	0	0	1	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		1,53	0	0	1	0	0	1
		1,16	0	0	0	0	1	1
		2,27	0	1	0	0	0	1
		1,58	0	0	1	0	0	1
		2,38	0	1	0	0	0	1
		2,74	1	0	0	0	0	1
		0,17	0	0	0	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		1,35	0	0	0	1	0	1
		1,79	0	0	1	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		1,35	0	0	0	1	0	1
		1,18	0	0	0	0	1	1
		1,11	0	0	0	0	1	1
		1,32	0	0	0	1	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	2
		29,60	1	2	4	4	6	26
	4	1,09	0	0	0	0	1	1
		1,53	0	0	1	0	0	1
		1,13	0	0	0	0	1	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,78	0	0	0	0	0	2
		0,45	0	0	0	0	0	1
		1,96	0	1	0	0	0	1
		1,65	0	0	1	0	0	1
		0,33	0	0	0	0	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	1
		2,48	0	1	0	0	0	1
		2,64	1	0	0	0	0	1
		0,87	0	0	0	0	0	2
		2,10	0	1	0	0	0	1
		2,83	1	0	0	0	0	1
		1,63	0	0	1	0	0	1
		1,70	0	0	1	0	0	1
		0,66	0	0	0	0	0	1
		1,53	0	0	1	0	0	1
		1,68	0	0	1	0	0	1
		1,39	0	0	0	1	0	1
		1,35	0	0	0	1	0	1
		0,38	0	0	0	0	0	1
		0,71	0	0	0	0	0	1
		32,29	2	3	6	2	2	27
	5	1,53	0	0	1	0	0	1
		3,02	1	0	0	0	0	1
		0,42	0	0	0	0	0	1
		0,57	0	0	0	0	0	1
		4,20	1	0	1	0	0	1
		0,76	0	0	0	0	0	2
		0,12	0	0	0	0	0	1
		0,28	0	0	0	0	0	1
		3,49	1	0	0	0	0	2
		0,14	0	0	0	0	0	1
		0,99	0	0	0	0	1	1
		0,73	0	0	0	0	0	1
		2,69	1	0	0	0	0	1
		2,15	0	1	0	0	0	1
		0,07	0	0	0	0	0	1
		1,94	0	1	0	0	0	1
		23,10	4	2	2	0	1	18
	TOTAL	144,27	9	13	19	9	17	133

Planilha 38. Número de contêineres para o cenário PEV20 e configuração C4

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
PEV20 C4	1	0,09	1
		0,13	1
		0,11	1
		0,08	1
		0,13	1
		0,16	1
		0,03	1
		0,05	1
		0,17	1
		0,07	1
		0,32	2
		0,10	1
		0,10	1
		0,10	1
		0,17	1
		0,12	1
		0,44	3
		0,33	2
		0,57	3
		0,27	2
		0,27	2
		0,21	2
		0,14	1
		0,17	1
		0,38	2
		0,11	1
		0,70	4
		5,52	40
	2	0,10	1
		0,20	1
		0,34	2
		0,11	1
		0,12	1
		0,32	2
		0,10	1
		0,15	1
		0,15	1
		0,42	3
		0,33	2
		0,08	1
		0,23	2
		0,19	1
		0,11	1
		0,24	2
		0,40	2
		0,25	2
		0,27	2
		0,17	1
		0,24	2
		0,31	2
		0,14	1
		0,23	2
		0,04	1
		0,42	3
		0,37	2
		0,35	2
		6,38	45

AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
3	0,09	1
	0,04	1
	0,09	1
	0,05	1
	0,21	2
	0,27	2
	0,31	2
	0,23	2
	0,31	2
	0,23	2
	0,45	3
	0,32	2
	0,48	3
	0,55	3
	0,03	1
	0,13	1
	0,11	1
	0,27	2
	0,36	2
	0,23	2
	0,27	2
	0,24	2
	0,22	2
	0,26	2
	0,17	1
	5,92	45
4	0,22	2
	0,31	2
	0,23	2
	0,07	1
	0,16	1
	0,09	1
	0,39	2
	0,33	2
	0,07	1
	0,08	1
	0,14	1
	0,50	3
	0,53	3
	0,17	1
	0,42	3
	0,57	3
	0,33	2
	0,34	2
	0,13	1
	0,31	2
	0,34	2
	0,28	2
	0,27	2
	0,08	1
	0,14	1
	6,50	44
5	0,31	2
	0,60	3
	0,08	1
	0,11	1
	0,84	5
	0,15	1
	0,02	1
	0,06	1
	0,70	4
	0,03	1
	0,20	1
	0,15	1
	0,54	3
	0,43	3
	0,01	1
	0,39	2
	4,62	31

TOTAL	
Demanda nos PEV (m^3)	Contêiner de 200L
28,94	205

Planilha 39. Número de contêineres para o cenário PEV40 e configuração C4

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
PEV40 C4	1	0,18	1
		0,26	2
		0,22	2
		0,16	1
		0,26	2
		0,31	2
		0,06	1
		0,09	1
		0,35	2
		0,14	1
		0,63	4
		0,21	2
		0,20	1
		0,21	2
		0,33	2
		0,24	2
		0,88	5
		0,66	4
		1,13	6
		0,55	3
		0,54	3
		0,42	3
		0,28	2
		0,35	2
		0,76	4
		0,22	2
		1,40	7
		11,04	69
	2	0,20	1
		0,40	2
		0,69	4
		0,23	2
		0,24	2
		0,63	4
		0,21	2
		0,30	2
		0,29	2
		0,83	5
		0,65	4
		0,15	1
		0,45	3
		0,38	2
		0,22	2
		0,47	3
		0,79	4
		0,51	3
		0,55	3
		0,33	2
		0,47	3
		0,61	4
		0,27	2
		0,45	3
		0,08	1
		0,84	5
		0,74	4
		0,70	4
		12,68	79
	3	0,18	1
		0,08	1
		0,18	1
		0,09	1
		0,42	3
		0,55	3
		0,61	4
		0,45	3
		0,61	4
		0,46	3
		0,91	5
		0,63	4
		0,95	5
		1,10	6
		0,07	1
		0,23	2
		0,22	2
		0,54	3
		0,72	4
		0,45	3
		0,54	3
		0,47	3
		0,44	3
		0,53	3
		0,35	2
		11,78	73
	4	0,43	3
		0,61	4
		0,45	3
		0,13	1
		0,31	2
		0,18	1
		0,78	4
		0,66	4
		0,13	1
		0,15	1
		0,28	2
		0,99	5
		1,06	6
		0,35	2
		0,84	5
		1,13	6
		0,65	4
		0,68	4
		0,26	2
		0,61	4
		0,67	4
		0,56	3
		0,54	3
		0,15	1
		0,28	2
		12,88	77
	5	0,61	4
		1,21	7
		0,17	1
		0,23	2
		1,68	9
		0,30	2
		0,05	1
		0,11	1
		1,40	7
		0,06	1
		0,40	2
		0,29	2
		1,08	6
		0,86	5
		0,03	1
		0,77	4
		9,25	55

TOTAL	
Demanda nos PEV (m^3)	Contêiner de 200L
57,63	353

Planilha 40. Número de contêineres para o cenário PEV60 e configuração C4

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
PEV60 C4	1	0,27	2
		0,40	2
		0,33	2
		0,24	2
		0,40	2
		0,47	3
		0,08	1
		0,14	1
		0,52	3
		0,21	2
		0,95	5
		0,31	2
		0,30	2
		0,31	2
		0,50	3
		0,35	2
		1,32	7
		0,99	5
		1,70	9
		0,82	5
		0,81	5
		0,62	4
		0,42	3
		0,52	3
		1,13	6
		0,33	2
		2,10	11
		16,54	96
	2	0,30	2
		0,59	3
		1,03	6
		0,34	2
		0,35	2
		0,95	5
		0,31	2
		0,45	3
		0,44	3
		1,25	7
		0,98	5
		0,23	2
		0,68	4
		0,57	3
		0,33	2
		0,71	4
		1,19	6
		0,76	4
		0,82	5
		0,50	3
		0,71	4
		0,92	5
		0,41	3
		0,68	4
		0,11	1
		1,26	7
		1,10	6
		1,05	6
		19,02	109
	3	0,27	2
		0,13	1
		0,27	2
		0,14	1
		0,64	4
		0,82	5
		0,92	5
		0,68	4
		0,92	5
		0,69	4
		1,36	7
		0,95	5
		1,43	8
		1,64	9
		0,10	1
		0,40	2
		0,34	2
		0,81	5
		1,08	6
		0,68	4
		0,81	5
		0,71	4
		0,67	4
		0,79	4
		0,52	3
		17,77	102
	4	0,65	4
		0,92	5
		0,68	4
		0,20	1
		0,47	3
		0,27	2
		1,18	6
		0,99	5
		0,20	1
		0,23	2
		0,42	3
		1,49	8
		1,59	8
		0,52	3
		1,26	7
		1,70	9
		0,98	5
		1,02	6
		0,40	2
		0,92	5
		1,01	6
		0,84	5
		0,81	5
		0,23	2
		0,42	3
		19,40	110
	5	0,92	5
		1,81	10
		0,25	2
		0,34	2
		2,52	13
		0,45	3
		0,07	1
		0,17	1
		2,10	11
		0,08	1
		0,59	3
		0,44	3
		1,61	9
		1,29	7
		0,04	1
		1,16	6
		13,84	78

TOTAL	
Demanda nos PEV (m^3)	Contêiner de 200L
86,57	495

Planilha 41. Número de contêineres para o cenário PEV80 e configuração C4

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
PEV80 C4	1	0,36	2
		0,53	3
		0,43	3
		0,32	2
		0,53	3
		0,62	4
		0,11	1
		0,19	1
		0,70	4
		0,28	2
		1,27	7
		0,42	3
		0,40	2
		0,42	3
		0,66	4
		0,47	3
		1,76	9
		1,32	7
		2,27	12
		1,10	6
		1,08	6
		0,83	5
		0,57	3
		0,70	4
		1,51	8
		0,43	3
		2,80	14
		22,08	124
	2	0,40	2
		0,79	4
		1,38	7
		0,45	3
		0,47	3
		1,27	7
		0,42	3
		0,60	3
		0,59	3
		1,66	9
		1,30	7
		0,30	2
		0,91	5
		0,76	4
		0,43	3
		0,94	5
		1,60	8
		1,02	6
		1,10	6
		0,66	4
		0,94	5
		1,23	7
		0,55	3
		0,91	5
		0,15	1
		1,68	9
		1,47	8
		1,40	7
		25,38	139

AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
3	0,36	2
	0,17	1
	0,36	2
	0,19	1
	0,85	5
	1,10	6
	1,23	7
	0,91	5
	1,23	7
	0,93	5
	1,81	10
	1,27	7
	1,91	10
	2,19	11
	0,13	1
	0,53	3
	0,45	3
	1,08	6
	1,44	8
	0,91	5
	1,08	6
	0,94	5
	0,89	5
	1,06	6
	0,70	4
	23,72	131
4	0,87	5
	1,23	7
	0,91	5
	0,26	2
	0,62	4
	0,36	2
	1,60	8
	1,32	7
	0,26	2
	0,30	2
	0,57	3
	1,98	10
	2,12	11
	0,70	4
	1,68	9
	2,27	12
	1,30	7
	1,36	7
	0,53	3
	1,23	7
	1,34	7
	1,11	6
	1,08	6
	0,30	2
	0,57	3
	25,87	141
5	1,23	7
	2,42	13
	0,34	2
	0,45	3
	3,36	17
	0,60	3
	0,09	1
	0,23	2
	2,80	14
	0,11	1
	0,79	4
	0,59	3
	2,15	11
	1,72	9
	0,06	1
	1,55	8
	18,49	99

TOTAL	
Demanda nos PEV (m^3)	**Contêiner de 200L**
115,54	**634**

Planilha 42. Número de contêineres para o cenário PEV100 e configuração C4

Cenário	AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
PEV100 C4	1	0,45	3
		0,66	4
		0,54	3
		0,40	2
		0,66	4
		0,78	4
		0,14	1
		0,24	2
		0,87	5
		0,35	2
		1,60	8
		0,52	3
		0,50	3
		0,52	3
		0,83	5
		0,59	3
		2,20	11
		1,65	9
		2,83	15
		1,37	7
		1,35	7
		1,04	6
		0,71	4
		0,87	5
		1,89	10
		0,54	3
		3,49	18
		27,59	150
	2	0,50	3
		0,99	5
		1,72	9
		0,57	3
		0,59	3
		1,58	8
		0,52	3
		0,76	4
		0,73	4
		2,08	11
		1,63	9
		0,38	2
		1,13	6
		0,94	5
		0,54	3
		1,18	6
		1,98	10
		1,27	7
		1,37	7
		0,83	5
		1,18	6
		1,53	8
		0,68	4
		1,13	6
		0,19	1
		2,10	11
		1,84	10
		1,75	9
		31,69	168

AREA	Demanda em cada PEV (m^3)	Contêiner de 200L
3	0,45	3
	0,21	2
	0,45	3
	0,24	2
	1,06	6
	1,37	7
	1,53	8
	1,13	6
	1,53	8
	1,16	6
	2,27	12
	1,58	8
	2,38	12
	2,74	14
	0,17	1
	0,66	4
	0,57	3
	1,35	7
	1,79	9
	1,13	6
	1,35	7
	1,18	6
	1,11	6
	1,32	7
	0,87	5
	29,60	158
4	1,09	6
	1,53	8
	1,13	6
	0,33	2
	0,78	4
	0,45	3
	1,96	10
	1,65	9
	0,33	2
	0,38	2
	0,71	4
	2,48	13
	2,64	14
	0,87	5
	2,10	11
	2,83	15
	1,63	9
	1,70	9
	0,66	4
	1,53	8
	1,68	9
	1,39	7
	1,35	7
	0,38	2
	0,71	4
	32,29	173
5	1,53	8
	3,02	16
	0,42	3
	0,57	3
	4,20	21
	0,76	4
	0,12	1
	0,28	2
	3,49	18
	0,14	1
	0,99	5
	0,73	4
	2,69	14
	2,15	11
	0,07	1
	1,94	10
	23,10	122

TOTAL	
Demanda nos PEV (m^3)	Contêiner de 200L
144,27	771

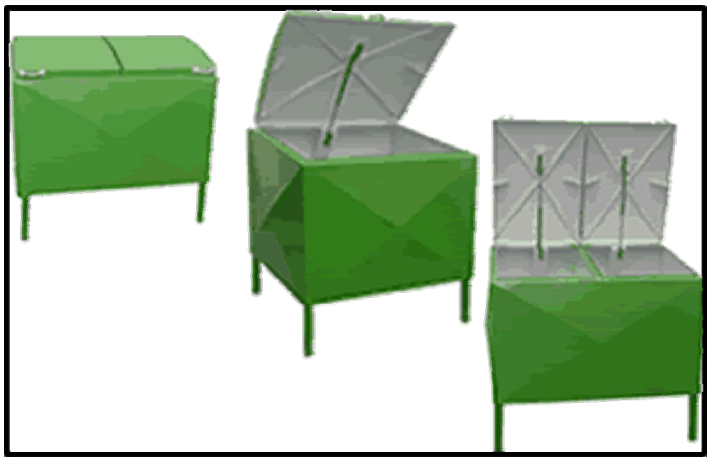
ANEXOS

ANEXO A

Alguns modelos comerciais de contêineres utilizados para a coleta de resíduos sólidos

CONTÊINERES DE FIBRA DE VIDRO

Figura 1. contêineres de fibra de vidro reforçados com aço



Fonte: adaptado de www.aartedafibra.cjb.net

Capacidade	Dimensões	Fornecedor	Obs.
750 Litros	1,00 x 1,00 x 0,80 x 0,70 m.	Arte de Fibra	01 Tampa
900 Litros	1,20 x 1,00 x 0,80 x 0,70 m	Arte de Fibra	02 Tampas
1.300 Litros	1,50 x 1,00 x 0,80 x 0,70 m	Arte de Fibra	02 Tampas
1.500 Litros	2,00 x 1,00 X 0,80 x 0,70 m	Arte de Fibra	02 Tampas
1.800 Litros	2,4 0 X 1,00 x 0,80 x 0,70 m	Arte de Fibra	04 Tampas
2.600 Litros	3,00 x 1,00 x 0,80 x 0,70 m	Arte de Fibra	04 Tampas

CONTÊINERES DE POLIETILENO E POLIPROPILENO

Figura 2. contêineres de polietileno de alta densidade – de 120 a 360 litros de capacidade

Fonte: www.virgo.com.br

Figura 3. contêiner de polietileno de alta densidade do tipo CYCLEA – 2500 litros de capacidade

Fonte: www.orionclean.com.br

Figura 4. contêineres de Polietileno de média densidade – de 1000 e 1200 litros de capacidade

Fonte: www.orionclean.com.br

Figura 5. contêiner de propileno – 240 litros de capacidade

Fonte: www.dixhigiene.com.br

Capacidade	Dimensões	Fornecedor	Obs.
1.000 Litros	N/F	Dix Higiene	Polietileno de alta densidade
240 Litros	N/F	Dix Higiene	Polipropileno
120 Litros	N/F	Brasil Virgo	Polietileno de alta densidade
240 Litros	N/F	Brasil Virgo	Polietileno de alta densidade
360 Litros	N/F	Brasil Virgo	Polietileno de alta densidade
2.500 Litros	N/F	Orion Clean	Cyclea
1.200 Litros	N/F	Orion Clean	
1.000 Litros	N/F	Orion Clean	

CONTÊINERES DE AÇO

Figura 6. contêiner de aço – 1200 litros de capacidade

Fonte. www.terrabras.com.br

Figura 7. Tambores de aço – 200 litros de capacidade

Fonte: www.conishi.com.br

Capacidade	Dimensões	Fornecedor	Obs.
1200 Litros	1,60 x 0,80 x 0,90 m	Terrabras	Chapa de aço nº14
200 Litro	N/F	Conishi	Tambor
1200 Litro	N/F	Conishi	
1600 Litro	N/F	Conishi	

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo