

Desenho e Planeamento de Rotas de um Serviço de Apoio
Domiciliário

Paulo Alexandre Santos Mendes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Gestão de Serviços e da Tecnologia

Orientador:

Prof. Doutora Tânia Rodrigues Pereira Ramos, Prof. Auxiliar, Departamento de
Engenharia e Gestão, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

outubro 2016

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à Professora Tânia Ramos pela oportunidade de desenvolver a presente dissertação sob a sua orientação. A sua disponibilidade e conselhos foram essenciais para a realização deste documento.

À APOIO gostaria de agradecer pela oportunidade de trabalhar o tema relativo ao serviço de apoio domiciliário que prestam diariamente, especialmente ao Diretor Executivo - Dr. Rui Eloy, à Coordenadora do Departamento de Ação Social – Dr.^a Dulce Pereira à antiga Responsável pelo Departamento de Apoio Domiciliário – Dr.^a Daniela Martins e, por fim, à atual Responsável pelo Departamento de Apoio Domiciliário – Dr.^a Cármen Calvário. A disponibilidade de todos estes elementos tanto para me receber nas instalações da Associação assim como para esclarecer qualquer dúvida via e-mail foi fundamental para a compreensão do problema.

Aos meus avós, Emília e José Maria de Oliveira, um agradecimento especial por possibilitarem que este caminho fosse percorrido.

Agradeço, ainda, aos meus pais, aos meus amigos e especialmente à Rita por terem estado sempre do meu lado e por terem acompanhado de perto esta longa caminhada. Nem sempre foi fácil pelo que a sua paciência e força foram determinantes para a prossecução desta dissertação de Mestrado.

Por fim, agradeço ao ISCTE-IUL e mais especificamente à ISCTE *Business School* e ao seu corpo docente pelo crescimento a nível educacional e pessoal que me possibilitaram ao longo dos últimos 5 anos que culminam com a realização deste documento.

Resumo

O número de instituições que prestam Serviços de Apoio Domiciliário em Portugal tem crescido significativamente nos últimos anos. Este crescimento tem-se registado para fazer face à também crescente procura por esta tipologia de serviços que é, na maioria dos casos, usufruído por população idosa. Esta, por sua vez, não só em Portugal, mas um pouco por toda a Europa, tem crescido significativamente em comparação com as restantes classes etárias num contexto em que se prevê que esta tendência se acentue.

Neste contexto, o planeamento deste tipo de serviços torna-se fundamental para que seja possível prestar serviços com mais qualidade e em maior quantidade, dado o aumento da procura. A Apoio - Associação de Solidariedade Social, perante este cenário e prestando este serviço diariamente a 36 utentes pretende que, através de uma melhoria do processo de definição tanto de rotas como da sequência de visitas a efetuar, seja possível incluir mais utentes da sua lista de espera no seu planeamento atual mantendo os recursos atuais. Assim, pretende-se definir um planeamento semanal que minimize o tempo total de deslocação dos técnicos que prestam os serviços de apoio domiciliário aos utentes. O problema em análise é modelado como um problema de rotas de veículos com janelas temporais (VRPTW).

Foi aplicado um modelo da literatura ao caso real em estudo e permitiu obter, como solução final, o planeamento de rotas a realizar diariamente que, em comparação com a solução atual da Associação, permite reduzir 12% do tempo de deslocações da mesma.

Palavras-chave: Logística, Problema de planeamento de rotas; Tempos de Deslocação; Serviço de apoio domiciliário.

JEL Classification System:

L91 - Transportation: General

R41 - Transportation: Demand, Supply, and Congestion; Travel Time; Safety and Accidents; Transportation Noise.

Abstract

The number of institutions providing home care services in Portugal have been growing significantly during last years. This growth has occurred to face the evolution in demand for this kind of services that is, in most of cases, enjoyed by elderly. This age group, in turn, not just in Portugal as well as throughout Europe, has been growing considerably comparing to the remaining age groups in a context where it is forecasted that this trend to accentuate.

In this context, the planning of such services take a huge importance in order to be possible to provide services with higher quality and greater quantity given the increase in demand. APOIO - Social Solidarity Association, faced with this scenario and providing this service on a daily basis to 36 users intends, by improving the definition process both routes and the sequence of visits to make, to include more users of its waiting list in their current planning keeping its existing resources. Therefore, it is intended to define a weekly scheduling that minimizes the total travel time spent by caregivers. The problem studied in this document is modelled as a Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW).

To the real case study was applied one model from literature and allowed to obtain, as a final solution, the routing planning to perform daily. This one, comparing to the current solution carried out by the Association, allow a decrease of about 12% in total travel time spent by caregivers.

Keywords: Logistics, Vehicle Routing Problem; Travel Times; Home Care Service.

JEL Classification System:

L91 - Transportation: General

R41 - Transportation: Demand, Supply, and Congestion; Travel Time; Safety and Accidents; Transportation Noise.

Índice

1. Introdução	1
1.1 <i>Problemática</i>	1
1.2 <i>Objetivos</i>	3
1.3 <i>Estrutura do Trabalho</i>	4
2. Caso de Estudo	7
2.1 <i>A APOIO - Associação de Solidariedade Social</i>	7
2.2 <i>Caracterização do Problema - O SAD na APOIO</i>	7
2.2.1 <i>Utentes</i>	8
2.2.2 <i>Serviços Prestados</i>	11
2.2.2.1 <i>Tipologias</i>	11
2.2.2.2 <i>Frequência de Serviço e Janelas Temporais</i>	12
2.2.3 <i>Frota de Veículos</i>	13
2.2.4 <i>Técnicos</i>	13
2.2.4.1 <i>Distribuição de Almoço</i>	14
2.2.5 <i>Rotas</i>	14
2.2.5.1 <i>Origens/Destinos</i>	14
2.2.5.2 <i>Deslocações Entre as Habitações</i>	14
3. Revisão de Literatura	15
3.1 <i>Prestação de Cuidados Formais e Informais</i>	15
3.2 <i>Serviço de Apoio ao Domicílio</i>	16
3.2.1 <i>Características mais Comuns do SAD</i>	17
3.2.2 <i>Apoio à Tomada de Decisão</i>	18
3.2.2.1 <i>Horizonte de Planeamento e Decisões de Gestão</i>	20
3.3 <i>Vehicle Routing Problem</i>	21
3.3.1 <i>Travelling Salesman Problem (TSP)</i>	21
3.3.2 <i>Cinco tipos de VRPs mais comuns</i>	22
3.3.2.1 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i>	22
3.3.2.2 <i>Vehicle Routing Problem with Time Windows</i>	22
3.3.2.3 <i>Open Vehicle Routing Problem</i>	23

3.3.2.4	Multi-Depot Vehicle Routing Problem.....	24
3.3.2.5	Site-Dependent Vehicle Routing Problem.....	24
3.4	<i>Soluções para Problemas de Routing</i>	24
3.4.1	Algoritmos Exatos	25
3.4.2	Categorias de Heurísticas.....	25
3.4.2.1	Heurísticas Clássicas.....	25
3.4.2.2	Heurísticas Construtivas	25
3.4.2.3	Heurísticas de Melhoria	26
3.4.2.4	Meta-Heurísticas	26
3.5	<i>VRP Aplicados no Contexto de Apoio Domiciliário</i>	27
4.	Metodologia	31
5.	Modelo Proposto	33
5.1	<i>Caracterização do Modelo Matemático Utilizado</i>	33
5.1.1	Variáveis	33
5.1.2	Função Objetivo.....	34
5.1.3	Restrições.....	34
5.2	<i>Estratégia de Resolução e Aplicação do Modelo</i>	35
6.	Aplicação do Modelo ao Caso de Estudo	37
6.1	<i>Recolha e Tratamento de Dados</i>	37
6.1.1	Utentes	37
6.1.1.1	Recodificação.....	37
6.1.1.2	Réplicas.....	38
6.1.1.3	Habitação	39
6.1.1.4	Janelas Temporais (<i>Time-Windows</i>)	40
6.1.2	Serviços.....	42
6.1.2.1	Duração	42
6.1.3	Distâncias.....	43
6.1.3.1	Matriz de Distâncias	43
6.1.3.2	Tempos de Deslocação	44
6.1.4	Depósito	45

6.2	<i>Resolução do Caso de Estudo</i>	46
6.2.1	Solução Atual.....	46
6.2.2	Solução Obtida.....	49
6.2.3	Horários e Planeamento das Visitas Diárias dos Técnicos	55
6.2.3.1	Tipologia de Horários	55
6.2.3.2	Planeamento das Visitas Diárias.....	58
6.2.4	Resultados Computacionais.....	61
6.3	<i>Análise Comparativa</i>	62
7.	Conclusões Finais e Trabalho Futuro	65
7.1	<i>Conclusões</i>	65
7.2	<i>Trabalho Futuro</i>	67
	Referências Bibliográfica.....	71
	Anexos	75
	<i>Anexo 1 - Detalhe e Representação Geográfica de Cada Rota</i>	75
	<i>Anexo 2 – Lista dos Utentes do SAD da APOIO e Sua Caracterização</i>	105
	<i>Anexo 3 – Matrizes de Distâncias</i>	107
	<i>Anexo 4 – Fichas de Planificação Diária</i>	109

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização dos serviços requeridos por 2 utentes com tipologias distintas	9
Tabela 2 - Distribuição dos utentes por tipologia.....	11
Tabela 3 - Listagem de serviços prestados por tipologia pela SAD da APOIO	11
Tabela 4 - Exemplos de números de processo de utentes recodificados e hiato entre os mesmos	38
Tabela 5 - Exemplo de réplicas de utentes com numeração inferior e igual ou superior a 10	39
Tabela 6 - Exemplos de utentes com morada individual e morada conjunta.....	39
Tabela 7 - Limite superior e inferior máximo para cada janela temporal.....	41
Tabela 8 - Exemplos de limites de janelas temporais convertidos	41
Tabela 9 - Exemplos de limites finais de janelas temporais corrigidos.....	42
Tabela 10 - Exemplos de durações em falta calculadas.....	43
Tabela 11 - Diversas nomenclaturas que o depósito pode assumir	45
Tabela 12 - Tabela resumo da solução atual.....	47
Tabela 13 - Continuação da tabela resumo da solução atual	48
Tabela 14 - Número de técnicos, tempo (em minutos) e peso de cada dia na solução atual	49
Tabela 15 - Tempo (em minutos) e peso de cada dia por tipologia de utente e global na solução obtida	50
Tabela 16 – Tempo médio total por utente (tipologia e global)	51
Tabela 17 - Tabela resumo da solução obtida.....	52
Tabela 18 - Tabela resumo da solução obtida ajustada.....	53
Tabela 19 – Tipologia de horários	56
Tabela 20 - Continuação da tipologia de horários	57
Tabela 21 - Continuação da tipologia de horários	57
Tabela 22 - Continuação da tipologia de horários	57
Tabela 23 - Planeamento das visitas diárias por tipologia de horário.....	60
Tabela 24 - Resultados computacionais da solução obtida.....	61
Tabela 25 - Horário de início e fim do primeiro e último serviço realizado por dia e por solução	64
Tabela 26 - Rota S2.1 detalhada	75

Tabela 27 - Rota S2.2 detalhada	77
Tabela 28 - Rota A2.1 detalhada.....	78
Tabela 29 - Rota A2.2 detalhada.....	79
Tabela 30 - Rota A2.3 detalhada.....	80
Tabela 31 - Rota S3.1 detalhada	81
Tabela 32 - Rota S3.2 detalhada	82
Tabela 33 - Rota S3.3 detalhada	83
Tabela 34 - Rota S3.3 detalhada	84
Tabela 35 - Rota A3.2 detalhada.....	85
Tabela 36 - Rota A3.3 detalhada.....	86
Tabela 37 - Rota S4.1 detalhada	87
Tabela 38 - Rota S4.2 detalhada	88
Tabela 39 - Rota A4.1 detalhada.....	89
Tabela 40 - Rota A4.2 detalhada.....	90
Tabela 41 - Rota A4.3 detalhada.....	91
Tabela 42 - Rota S5.1 detalhada	92
Tabela 43 - Rota S5.2 detalhada	93
Tabela 44 - Rota S5.3 detalhada	94
Tabela 45 - Rota A5.1 detalhada.....	95
Tabela 46 - Rota A5.2 detalhada.....	96
Tabela 47 - Rota A5.3 detalhada.....	97
Tabela 48 - Rota S6.1 detalhada	98
Tabela 49 - Rota S6.2 detalhada	99
Tabela 50 - Rota A6.1 detalhada.....	100
Tabela 51 - Rota A6.2 detalhada.....	101
Tabela 52 - Rota A6.3 detalhada.....	102
Tabela 53 - Rota A7 detalhada.....	103
Tabela 54 - Rota A8 detalhada.....	104
Tabela 55- Caracterização dos utentes do SAD da APOIO.....	105
Tabela 56 – Continuação da caracterização dos utentes do SAD da APOIO.....	106

Tabela 57 - Matriz de distância em metros (m)	107
Tabela 58 - Matriz de tempo de deslocação de carrinha em minutos (min)	108

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução do número de estabelecimentos de SAD em Portugal (2000-2014)	1
Figura 2 - Projeção da população portuguesa por grupo etário (2013-2060)	3
Figura 3 - Localização das instalações da APOIO e das residências dos utentes	10
Figura 4 - Home Health Care Logistics Framework (Gutiérrez, Gutiérrez e Vidal, 2013) .	20
Figura 5 - Representação de um VRP	21
Figura 6 - Representação geográfica da rota S2.1	54
Figura 7 - Representação geográfica da rota A2.2	55
Figura 8 - Comparação entre solução atual e obtida	63
Figura 9 - Representação geográfica da rota S2.1	76
Figura 10 - Representação geográfica da rota S2.2	77
Figura 11 - Representação geográfica da rota A2.1	78
Figura 12 - Representação geográfica da rota A2.2	79
Figura 13 - Representação geográfica da rota A2.3	80
Figura 14 - Representação geográfica da rota S3.1	81
Figura 15 - Representação geográfica da rota S3.2	82
Figura 16 - Representação geográfica da rota S3.3	83
Figura 17 - Representação geográfica da rota A3.1	84
Figura 18 - Representação geográfica da rota A3.2	85
Figura 19 - Representação geográfica da rota A3.3	86
Figura 20 - Representação geográfica da rota S4.1	87
Figura 21 - Representação geográfica da rota S4.2	88
Figura 22 - Representação geográfica da rota A4.1	89
Figura 23 - Representação geográfica da rota A4.2	90
Figura 24 - Representação geográfica da rota A4.3	91
Figura 25 - Representação geográfica da rota S5.1	92
Figura 26 - Representação geográfica da rota S5.2	93
Figura 27 - Representação geográfica da rota S5.3	94
Figura 28 - Representação geográfica da rota A5.1	95
Figura 29 - Representação geográfica da rota A5.2	96
Figura 30 - Representação geográfica da rota A5.3	97

Figura 31 - Representação geográfica da rota S6.1	98
Figura 32 - Representação geográfica da rota S6.2	99
Figura 33 - Representação geográfica da rota A6.1.....	100
Figura 34 - Representação geográfica da rota A6.2.....	101
Figura 35 - Representação geográfica da rota A6.3.....	102
Figura 36 - Representação geográfica da rota A7.....	103
Figura 37 - Representação geográfica da rota A8.....	104
Figura 38 - Ficha de planificação diária do utente 3 (acamado).....	109
Figura 39 - Ficha de planificação diária do utente 9 (semi-dependente).....	110

Lista de Abreviações

CSP - Cento Social e Paroquial

CSPTW - Crew Scheduling Problem with Time Windows

CVRP - Capacitated Vehicle Routing Problem

GAMS - General Algebraic Modelling System

HCCSP - Home Care Crew Scheduling Problem

HP - Higiene Pessoal

HH - Higiene Habitacional

IPSS - Instituição Particular de Solidariedade Social

MDVRP - Multi Depot Vehicle Routing Problem

MILP - Mixed-Integer Linear Programming

NP-hard - Non-Deterministic Polynomial-Time Hard

OVRP - Open Vehicle Routing Problem

SAD - Serviço de Apoio Domiciliário

SDVRP - Site-Dependent Vehicle Routing Problem

TSP - Travelling Salesman Problem

VBA - Visual Basic for Applications

VRP - Vehicle Routing Problem

VRPTW - Vehicle Routing Problem with Time Windows

1. Introdução

1.1 Problemática

O problema de transportes e definição de rotas (*routing*) é um tema já bastante estudado e debatido na literatura. O *Vehicle Routing Problem* (VRP), o tipo de problema de *routing* mais comum, foi primeiramente introduzido por Dantzig e Ramser (1959). Ghiani et al. (2002) consideram os VRP's como problemas centrais para a Gestão Logística tanto a nível dos setores privados como públicos. Este tipo de problema é enfrentado diariamente por milhares de distribuidores no mundo inteiro em vários setores e está presente em vários exemplos do dia-a-dia, tão simples como a entrega de jornais ou a recolha de leite aos produtores.

Em muitos outros setores, esta temática tem aplicação prática como é o caso em concreto dos serviços de apoio domiciliário. Este tipo de serviços era praticamente inexistente em Portugal até 1974, data a partir da qual se assistiu a um desenvolvimento significativo do mesmo. Entre 1975 e 1985, em média, 15,4 empresas, por ano, começaram a prestar serviços de cuidados ao domicílio. Este valor médio continuou em crescimento acelerado nos anos seguintes registando-se 74,8 empresas, por ano, a iniciar atividade entre 1986 e 1995 e aproximadamente 122 novas empresas começaram a prestar este serviço, em cada ano, entre 1996 e 1998, de acordo com o relatório publicado pelo ENEPRI (2010). Entre 2000 e 2014 o número de estabelecimentos a prestar este serviço continuou a aumentar e, em 2014 o número total de estabelecimentos em Portugal fixou-se em 2650 (ver Figura 1).

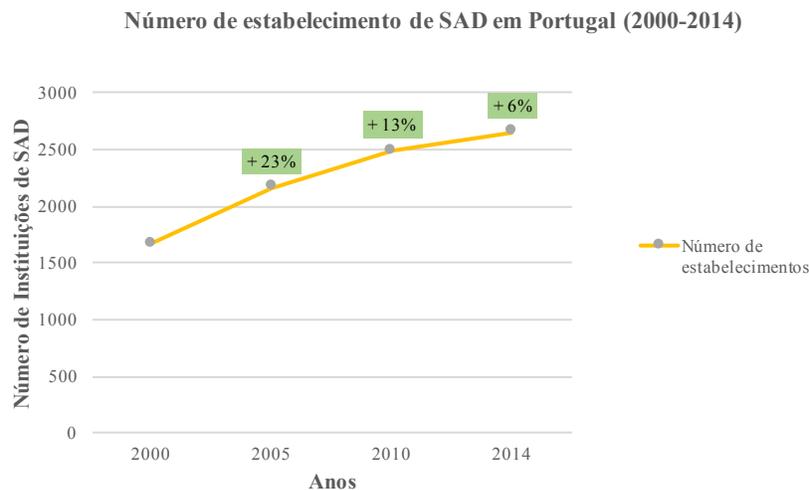


Figura 1 - Evolução do número de estabelecimentos de SAD em Portugal (2000-2014)

O aparecimento deste tipo de serviços surgiu tendo como base vários ideais entre os quais o de melhorar a qualidade de vida daqueles que necessitam de cuidados diários. Esta tipologia de serviço é cada vez mais procurada crescendo à medida que a população, por toda a União Europeia, se vai tornado mais envelhecida.

Na União Europeia, tendo em conta o documento publicado pela Comissão Europeia (2014), embora no horizonte 2060 a população residente neste espaço cresça - 507 milhões de habitantes em 2013 face à projeção de 523 milhões de habitantes em 2060 -, a mesma apresentar-se-á mais envelhecida comparativamente à atualidade. Não obstante a este aumento em termos populacionais na União Europeia como um todo, Portugal, segundo o EUROPOP2013 publicado pela EUROSTAT, faz parte dos 5 países com o maior declínio populacional esperado (22%).

Atentando, agora, exclusivamente em Portugal, considerando o relatório divulgado pelo INE (2015), o grupo etário com 65 ou mais anos - população idosa - ultrapassou, em número, pela primeira vez, o grupo etário com 15 ou menos anos - população jovem - registando 1.693.493 e 1.656.602 indivíduos respetivamente. Com a publicação do relatório referente ao recenseamento mais recente em Portugal, datado de 2011, é possível concluir, também, que esta situação se tornou ainda mais evidente com um aumento da população idosa em 329.011 indivíduos e um decréscimo relativo da população jovem em 84.056 indivíduos. No mesmo, esta situação é fundamentada com base em três indicadores demográficos: redução da taxa de fertilidade, aumento da esperança média de vida e, mais recentemente, o crescimento da emigração.

De acordo com a Comissão Europeia (2015), a proporção de população jovem diminuirá 3,4% em 2060 face ao total da população nacional, ao passo que a população idosa terá um crescimento na ordem dos 10,7% no mesmo horizonte temporal, como é possível observar na Figura 2.

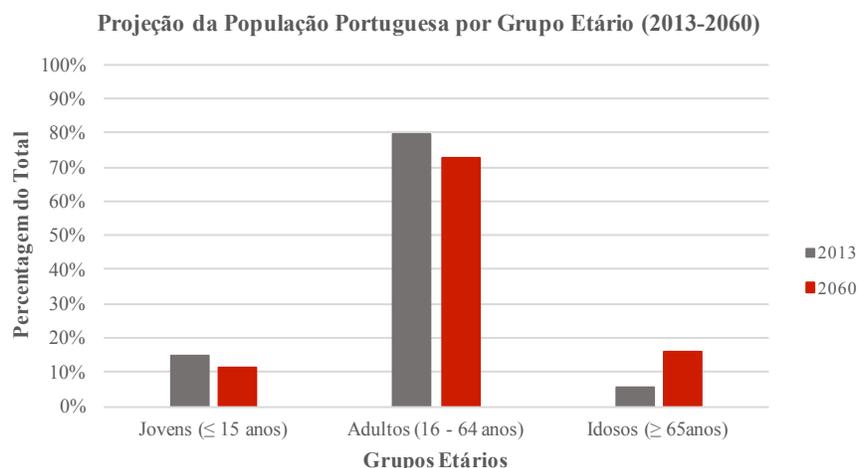


Figura 2 - Projeção da população portuguesa por grupo etário (2013-2060)

A pertinência da presente dissertação surge no seguimento do acima exposto e é justificada pelo problema enfrentado pela Associação de Solidariedade Social - APOIO. Esta associação está localizada em Carnaxide prestando vários tipos de serviço: centros de dia e de convívio (serviços permanentes e atividades com programação), apoio domiciliário, cantina social e creche com berçário.

A presente dissertação de mestrado tem como propósito apoiar a decisão da APOIO no que concerne à definição de rotas para a prestação diária do serviço de apoio ao domicílio através da análise e aplicação de um modelo aos dados recolhidos junto da instituição.

Este problema, em concreto, assume algumas especificidades quando comparado com outras variantes do mesmo na medida em que se está a lidar com indivíduos que necessitam de cuidados a vários níveis com variadas especificidades. A maior diferença deste reside no facto de muitos dos utentes necessitarem de ser visitados diversas vezes num mesmo dia. Em algumas destas visitas, é necessária a presença de dois prestadores de serviço o que, naturalmente, aumentará o grau de complexidade do problema.

1.2 Objetivos

A presente dissertação de mestrado apresenta como objetivo principal o planeamento semanal das visitas dos técnicos do Serviço de Apoio Domiciliário da APOIO aos diversos utentes. É necessário definir que técnico visitará cada utente e em que horário, garantindo

um conjunto de requisitos dos utentes. Isto traduz-se na definição das rotas a realizar diariamente por cada técnico do SAD.

Pretende-se, assim, que seja possível prestar um serviço tão qualitativo como aquele que é realizado atualmente, minimizando o tempo total das deslocações necessárias à sua prestação. Para cumprir este objetivo considerar-se-ão o mesmo número de utentes e de técnicos com que a APOIO desenvolve a sua atividade atualmente. A par da otimização das rotas diárias, como já referido, considera-se também como objetivo da presente dissertação a definição de horários de trabalho dos técnicos tendo em consideração as especificações definidas pela APOIO.

A par da lista de clientes em espera para usufruir do SAD desta Associação, a pertinência de minimizar o tempo total das deslocações assume uma importância ainda mais crucial na medida em que, como já referido na problemática, a procura por este tipo de serviços está intimamente ligada com o atual envelhecimento da população generalizado. Assim, ao minimizar o tempo total, e mantendo os mesmos recursos, pode ser possível servir mais utentes, diminuindo a lista de clientes em espera. Pretende-se, assim, que seja possível otimizar o planeamento atual sem que exista qualquer violação tanto a nível das especificações das tarefas requeridas pelos utentes, bem como das janelas temporais em que o serviço deve ser prestado a cada um dos mesmos.

Para que os referidos objetivos sejam passíveis de ser atingidos com sucesso, é necessário aprofundar o conhecimento e interpretação da realidade deste serviço no contexto específico em que é prestado pela Associação APOIO. Um aprofundado conhecimento do que de maior relevância é referido na literatura sobre esta temática será o complemento que permitirá cumprir os objetivos propostos.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente documento encontra-se organizado em 6 capítulos distintos.

No capítulo atual é efetuada uma breve contextualização do problema a estudar e são descritos os objetivos que se pretendem atingir com a elaboração da dissertação.

De seguida, no capítulo 2 é apresentado o caso de estudo através da caracterização da APOIO e do serviço de apoio domiciliário que a Associação presta diariamente. São

apresentadas informações relativas às tipologias de serviço prestadas, à frota de veículos disponível, entre outras.

No capítulo relativo à revisão de literatura é feito um levantamento do que mais relevante foi publicado no que respeita principalmente a temas como o apoio domiciliário, os diversos problemas de rotas existentes, tanto genérico como aplicados a este tipo de problemas e, ainda, os diferentes métodos que os permitem resolver.

No capítulo 4 estão descritas as etapas que são necessárias seguir por forma a obter resultados que permitam responder aos objetivos inicialmente definidos.

A apresentação e caracterização do modelo a utilizar para que seja possível obter a solução ao problema atual em estudo assim como a descrição da estratégia de resolução a seguir aquando da aplicação do modelo está presente no capítulo 5.

No capítulo 6 é detalhado o processo utilizado para o tratamento de toda a informação necessária à resolução do problema. Neste mesmo capítulo é apresentada a solução atual da APOIO e a solução obtida por intermédio da aplicação do modelo previamente introduzido. Uma análise comparativa entre as duas soluções é também realizada por forma a aferir a existência ou não de melhorias entre as duas soluções.

Por fim, no sétimo e último capítulo da presente dissertação, são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido e é realizado um balanço reflexivo relativamente a algumas limitações presentes neste documento assim como a alguns tópicos sobre os quais seria importante trabalhar futuramente.

2. Caso de Estudo

2.1 A APOIO - Associação de Solidariedade Social

A presente dissertação foca-se no problema enfrentado diariamente pela APOIO - Associação de Solidariedade Social, com incidência na prestação do seu serviço de apoio domiciliário (SAD). Esta Associação desenvolve a sua atividade social no concelho de Oeiras, essencialmente nas freguesias de Algés e de Carnaxide. De acordo com os Censos de 2011, estas duas freguesias, em conjunto, apresentavam um aglomerado populacional de 8.566 habitantes, registando um crescimento de aproximadamente 28% face ao ano de 2001 (6.174 habitantes).

Sendo uma Instituição Particular de Solidariedade Social (IPSS), a APOIO é uma associação sem fins lucrativos que pretende cumprir o dever moral de solidariedade e justiça entre os indivíduos. Numa primeira fase, esta foi criada com o propósito de cuidar da população idosa e, mais recentemente, numa segunda fase, de crianças residentes nas duas freguesias onde atua.

A APOIO, como associação de serviço social, atualmente dispõe de dois centros distintos em Algés e Outurela onde presta variados tipos de serviços aos residentes do concelho supracitado:

- Centros de Dia e de Convívio (onde estão incluídos Serviços Permanentes e Atividades com Programação);
- Apoio Domiciliário;
- Cantina Social;
- Creche com Berçário.

2.2 Caracterização do Problema - O SAD na APOIO

No que concerne ao serviço de apoio domiciliário, este começou a ser prestado pela APOIO no centro de Algés em 1989 e, posteriormente, em 1998, estenderam a prestação deste serviço ao centro de Outurela. Atualmente, este serviço é realizado integralmente pelo centro situado em Outurela, de segunda a sexta-feira, das 8 horas às 20 horas e, aos sábados,

domingos e feriados, das 8 horas às 13 horas. Neste tipo de serviço estão incluídos tanto as visitas às residências dos utentes para prestação de variados cuidados, como a distribuição de alimentação aos utentes com respetivo acompanhamento quando o mesmo é requerido e, ainda, o transporte de utentes da sua residência até ao centro de dia e vice-versa.

De seguida será caracterizada toda a envolvente a este serviço por forma a que se possa entendê-lo como um todo.

2.2.1 Utes

Os utentes deste serviço são, na maioria, idosos residentes nas freguesias de Algés ou Outurela que, devido a variadas razões, não se podem deslocar até ao centro de dia e necessitam assim, na sua residência, de diversos cuidados tanto a nível pessoal como a nível habitacional. Habitualmente, os utentes deste tipo de serviço caracterizam-se por estar isolados ou por os familiares que podem cuidar destes estarem dedicados, no período diurno, às suas vidas profissionais. Deste modo, estes idosos encontram no apoio domiciliário uma forma de serem acompanhados por equipas de técnicos especialmente treinados e equipados para lhes prestar variados serviços individualizados e ajustados às suas necessidades.

De acordo com as suas limitações e necessidades, os utentes podem assumir duas tipologias distintas: acamados ou semi-dependentes. Uma das grandes diferenças entre estas duas tipologias reside nos diferentes níveis de mobilidade apresentados entre a primeira e a segunda. Outra, é o facto de os utentes acamados necessitarem de serem visitados por equipas de dois técnicos ao passo que, os utentes semi-dependentes são visitados por apenas um. Utes acamados não conseguem, por exemplo, deslocar-se sozinhos da sua cama para o sofá e, nesse sentido, existe a necessidade de que estejam presentes dois técnicos para que, nestas situações, possam auxiliar a sua transferência de um local para outro.

Verificam-se, ainda, diferenças entre utentes acamados e semi-dependentes no que respeita à frequência das visitas. Esta é maior no caso dos utentes acamados uma vez que estes, como é exemplo o utente número 2, podem necessitar de ser visitados todos os dias da semana incluindo fins-de-semana. Contrariamente, existem utentes semi-dependentes como o utente número 50 que podem necessitar de ser visitados apenas uma vez por semana para que lhe seja feita, neste caso concreto, higiene habitacional completa. Para ilustrar o exemplo referido pode consultar-se a Tabela 1.

Utente	Tipologia	Tipo de Serviço	Frequência Semanal	Janela Temporal
2	Acamado	Higiene Pessoal	7x	8h - 10h
		Alimentação com Acompanhamento	7x	12:30h - 13:30h
		Recolha e Entrega de Roupas	2x	14:30h - 16:30h
		Compras	1x	
		Manutenção de Fralda/ Transferência	5x	
		50	Semi-Dependente	Manutenção de Fralda Jantar
Higiene Habitacional	1x			12h - 16h

Tabela 1 - Caracterização dos serviços requeridos por 2 utentes com tipologias distintas

Atualmente estão inscritos 36 utentes no SAD da APOIO sendo possível observar a distribuição das suas residências pela área de atuação da APOIO na Figura 3.

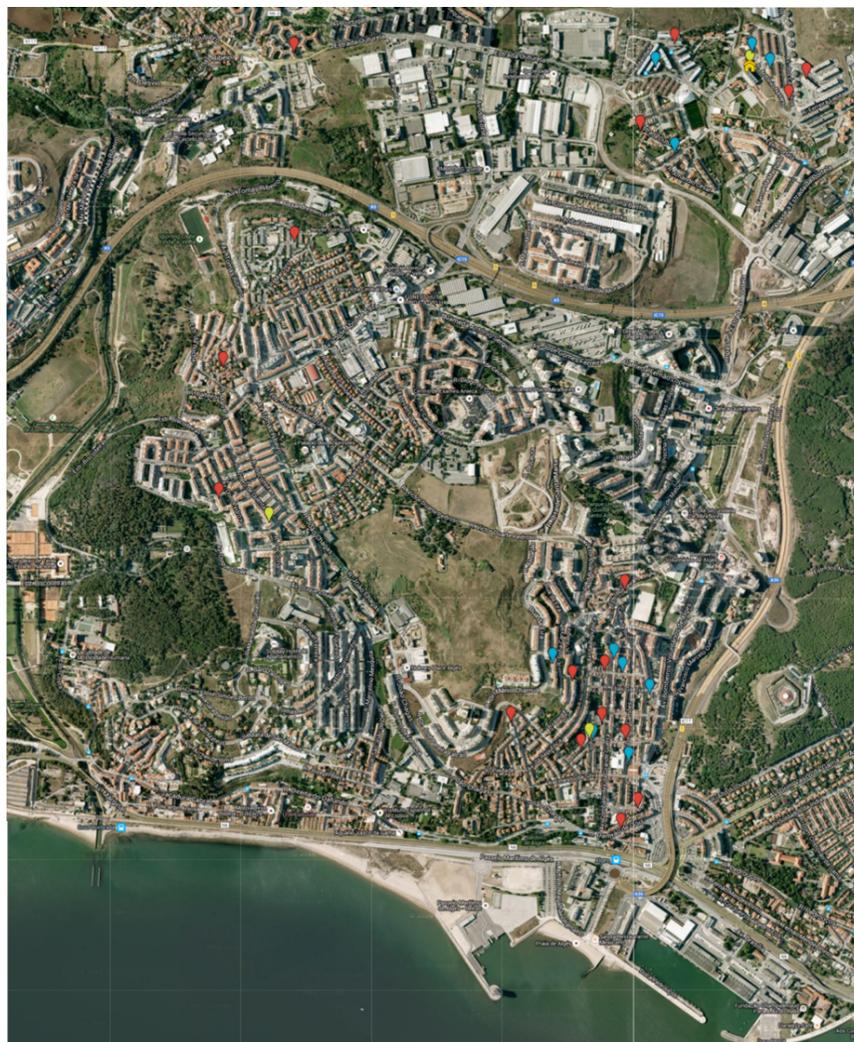


Figura 3 - Localização das instalações da APOIO e das residências dos utentes

Legenda:  APOIO  Acamados  Residência com mais de um utente  Semi-Dependentes

Destes, 10 são utentes acamados e existem, ainda, quatro utentes semi-dependentes que, após a prestação dos respetivos serviços na sua residência, são transportados para o centro de Outurela onde passam o dia e retornam, no final do mesmo, à sua residência. Na Tabela 2 pode ser consultado um resumo da informação relativa ao número de utentes por tipologia.

Tipologia	Quantidade
Acamados	10
Semi-Dependentes sem transporte	22
Semi-Dependentes com transporte	4
Total	36

Tabela 2 - Distribuição dos utentes por tipologia

2.2.2 Serviços Prestados

2.2.2.1 Tipologias

São diversas as tipologias de serviços prestados pelos técnicos do SAD. Estes variam de utente para utente uma vez que cada um requer, junto da APOIO, o tipo de auxílio que mais se ajusta às suas necessidades. Neste contexto, os tipos de serviço prestados podem ser: cuidados de higiene e conforto pessoal, cuidados de imagem, manutenção e higiene habitacional, alimentação, tratamento de roupas, cuidados de saúde e, ainda, mais esporadicamente, acompanhamento ao exterior e aquisição de bens e serviços. Para cada um destes, existem variadas possibilidades sintetizadas na Tabela 3.

Cuidados de Higiene e Conforto Pessoal	Alimentação	Manutenção e Higiene Habitacional	Tratamento de Roupas	Cuidados de Saúde	Acompanhamento ao Exterior e Aquisição de Bens e Serviços
<ul style="list-style-type: none"> • HP Completa • Manutenção HP • Manutenção Fralda • Lavar a Cabeça • Hidratação Corporal • Ajuda a Vestir • Transferência 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição • Acompanhamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirar • Lavar o Chão • Limpar o Pó • Lavar WC • Despejar o Lixo • Fazer a Cama • Mudar Roupa Cama 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha • Entrega 	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento ao Médico • Administração de Medicação 	<ul style="list-style-type: none"> • Compras • Pagamentos • Outros

Tabela 3 - Listagem de serviços prestados por tipologia pela SAD da APOIO

Considerando os serviços resumidos na Tabela 3, pode ser requerido apenas um destes ou múltiplos, tendo em conta as necessidades de cada utente. É possível que estes necessitem apenas de, por exemplo, cuidados de higiene e conforto pessoal ou até mesmo só de

tratamento de roupas como são os casos dos utentes número 10 e 21, respetivamente. Contrariamente, podem existir situações como a ilustrada pelo utente número 24 em que estes necessitem de cuidados de higiene e conforto pessoal, manutenção e higiene habitacional, tratamento de roupas e, ainda, compras (ver Anexo 2).

2.2.2.2 Frequência de Serviço e Janelas Temporais

Assim como o tipo de serviço, também a frequência semanal com que os utentes necessitam do mesmo é variável consoante as necessidades de cada um. Esta pode ser diária, no caso dos utentes que necessitam de apoio todos os dias, ou periódica quando os utentes requerem ajuda para as suas tarefas pessoais ou habitacionais apenas num determinado número de dias por semana. Note-se que, no caso de se estar perante uma frequência periódica, os dias da semana para prestação do serviço são fixos para cada beneficiário. No que respeita às janelas temporais, estas dizem respeito ao intervalo de tempo no qual cada um dos serviços a prestar tem que ser iniciado. Este período de tempo é definido em conjunto entre a APOIO e cada utente tendo em conta o tipo de serviço a ser realizado. Assim, cada janela temporal poderá variar de acordo com a tipologia da necessidade de cada utente bem como da sua disponibilidade.

Considerando, ainda, a frequência de visita semanal diária a cada utente, o mesmo pode necessitar de ser visitado apenas uma vez por dia, tanto no período da manhã ou da tarde, ou, até, diversas vezes num mesmo dia. Por exemplo, ao utente número 11 é prestada higiene pessoal três vezes por semana, sempre no período da manhã, entre as 8 horas e as 10:30 horas. Contudo, o utente número 6 é visitado cinco vezes por semana no período da manhã entre as 9 horas e as 10:30 horas e, nesses mesmos dias, na parte da tarde, entre as 16 horas e as 17:30 horas é realizada a troca de fralda por um técnico da APOIO. No primeiro exemplo enunciado, existe uma frequência semanal periódica com frequência de visita diária igual a uma visita. No segundo caso, a frequência semanal de visita é diária e existe dupla frequência diária de visita (de manhã e de tarde) para prestação de serviços.

2.2.3 Frota de Veículos

Para a realização da sua atividade, a APOIO detém uma frota de 4 carrinhas. Uma das mesmas está devidamente equipada para o transporte de refeições, comportando todos os cuidados de higiene necessários de forma a que o risco de contaminação e alteração dos alimentos seja mitigado. Desta forma, sempre que necessário, esta é alocada exclusivamente a essa tarefa. Existe, portanto, uma frota heterogénea na medida em que a carrinha equipada para o transporte de refeições comporta características distintas das restantes 3.

Estas, não estando devidamente equipadas para o transporte de alimentação, são alocadas essencialmente a outras tarefas como o transporte dos técnicos entre a APOIO e as residências dos utentes, ida às compras, transporte de utentes até ao depósito e vice-versa.

2.2.4 Técnicos

Paralelamente, para a realização das deslocações entre as residências dos utentes e entre as residências destes e as instalações da APOIO, existem 9 técnicos devidamente treinados e equipados capazes de responder às necessidades encontradas pelos mesmos. Os 9 prestadores de serviço trabalham em horário rotativo de forma a perfazer uma média de 37 horas de trabalho semanal. Refere-se horário médio semanal uma vez que é possível que cada funcionário trabalhe um diferente número de horas em cada semana desde que, a cada oito semanas, exista uma média semanal de 37 horas por forma a garantir um equilíbrio de carga horária entre todos.

Em adição, cada técnico tem um período do dia reservado para almoço que pode ser iniciado entre as 12 horas e as 14 horas. O início deste período como já referido é flexível podendo ser ajustado consoante o fluxo de trabalho de cada técnico. A duração deste período é de 1 hora salvo algumas exceções e ocorre sempre nas instalações da APOIO.

Tendo em vista o já referido, os técnicos visitam os utentes individualmente ou em equipas de dois. A base desta decisão reside no facto de os utentes poderem ser caracterizados segundo a tipologia acamados ou semi-dependentes. Para a visita aos utentes acamados são formadas equipas de dois funcionários ao passo que, para a realização dos serviços aos utentes semi-dependentes, estes são realizados por apenas um funcionário.

2.2.4.1 Distribuição de Almoço

Existem utentes a quem a APOIO entrega, na sua residência, o almoço. Estes utentes podem apenas usufruir deste serviço sem necessitar de qualquer outro serviço de apoio domiciliário. Nesse sentido, nos dias úteis, existe a necessidade de alocar 3 técnicos do SAD exclusivamente a esta atividade durante um determinado período de tempo.

Neste contexto, os 3 técnicos previamente designados terão que estar impreterivelmente nas instalações da APOIO às 12 horas por forma a iniciar esta atividade. A duração da mesma é de 1:30 horas estando os técnicos, às 13:30 horas, disponíveis para continuar a sua atividade diária.

2.2.5 Rotas

2.2.5.1 Origens/Destinos

É importante reforçar que, embora existam duas instalações nas quais a APOIO presta os seus variados serviços, é nas instalações de Outurela que é realizado, de forma independente, o SAD desta Associação. Deste modo, as origens e destinos, tanto das rotas como das carrinhas de apoio a esta atividade, é neste centro.

Deste modo, é de salientar que não existe qualquer exceção a esta especificidade pelo que existe apenas um e um só depósito onde é iniciada e terminada cada rota.

2.2.5.2 Deslocações Entre as Habitações

As deslocações efetuadas pelos técnicos entre as habitações podem ser feitas a pé ou de carrinha. Esta diferença respeita à distância que os mesmos têm de percorrer. A APOIO considera possível que os seus técnicos possam deslocar-se a pé entre as residências se a distância percorrida não ultrapassar os 15 minutos. Distâncias superiores e este tempo predefinido serão realizadas utilizando o meio de transporte disponível. Pode existir, se se justificar, um técnico que fique encarregue por cada carrinha transportando, assim, outros prestadores de serviços deixando-os na sua próxima morada a visitar. Na rota de regresso ao centro de Outurela, terá que estar incluída a recolha daqueles que se encontrem a mais de 15 minutos a pé do depósito.

3. Revisão de Literatura

3.1 Prestação de Cuidados Formais e Informais

De acordo com Comas-Herrera et al. (2003), prevê-se que os gastos com cuidados de longo prazo cresçam drasticamente entre 2000 e 2050. A evolução dos gastos com este tipo de cuidados depende de variados fatores como: tendências demográficas, saúde e a alteração do comportamento da prestação de cuidado informal.

Cuidados informais são distintos de cuidados formais e podem ser definidos como o acompanhamento levado a cabo por familiares (filhos, na maioria dos casos) ou pessoas próximas que assumem a responsabilidade de prestar os cuidados diários necessários a uma pessoa idosa para que esta mantenha a sua qualidade de vida e as suas necessidades satisfeitas. O grupo de pessoas que presta este tipo de cuidados não tem qualquer formação profissional, não pertence a nenhuma instituição e não recebe qualquer rendimento. No que concerne à prestação de cuidados formais, estes podem ser divididos em dois tipos segundo Bonsang (2009): apoio domiciliário remunerado e cuidados domiciliários de enfermagem. O primeiro, de acordo com o mesmo autor, é caracterizado por ser prestado por um profissional ou por um trabalhador remunerado que executa tarefas de índole doméstica ou de jardinagem e compras para a casa. O segundo pode ser descrito como os cuidados de enfermagem pessoais prestados por profissionais.

Bonsang (2009) estudou a relação de substituição existente entre a prestação de cuidados informais por parte dos filhos e os cuidados formais. Os resultados obtidos por este autor são coerentes com os obtidos por Van Houtven e Nortén (2004) e, segundo o mesmo, também com os presentes em Bolin et al. (2008) com os quais é possível concluir-se que existe, efetivamente, uma relação de substituição entre cuidados formais e informais. Mais se acresce que, no estudo levado a cabo em Bonsang (2009), é considerada a possibilidade de que o efeito dos cuidados informais varie consoante a necessidade de cuidados com maior ou menor nível de competências. Assim, com este complemento, Bonsang (2009) conclui que os cuidados informais reduzem a necessidade de apoio domiciliário remunerado uma vez que as competências para estas funções são de menor exigência ao passo que serve de atividade complementar aos cuidados domiciliários de enfermagem onde os requisitos de competências são mais exigentes.

Por fim, o autor conclui ainda que o efeito de substituição entre os dois tipos de cuidados é atenuado à medida que se consideram cada vez maiores níveis de incapacidade por parte dos utentes.

3.2 Serviço de Apoio ao Domicílio

A evolução da sociedade está a traduzir-se num crescimento do número de pessoas idosas a viver sozinhas nas suas habitações e, de acordo com Zielinski e Halling (2015), o que respeita a esta temática deve ser um tema central para os tomadores de decisão. O sistema de assistência médica domiciliária, segundo Bricon et al. (2005), pode ser entendido como uma rede de serviços que engloba: (i) o utente, (ii) a pessoa que solicita a prestação de cuidados em casa (pode ser o próprio utente bem como a sua família, por exemplo), (iii) a equipa envolvida na implementação logística (e.g. o coordenador responsável pela avaliação das necessidades de recursos físicos - entenda-se inventário - e de recursos humanos), e (iv) a equipa que presta o apoio domiciliário.

Coordenar toda esta rede é uma tarefa árdua fazendo com que gestores se debatam com variadas decisões a nível logístico aquando da conceção, planeamento e operacionalização de todo este sistema (Gutiérrez e Vidal, 2013).

O Serviço de Apoio ao Domicílio (SAD) tem, em primeira instância, o objetivo de cuidar de pessoas idosas e garantir que podem aproveitar a conquista da sua idade avançada nas suas próprias casas. O tipo de ajuda prestado neste serviço é muito variado podendo passar por qualquer tipo desde o apoio ao nível da recolha, lavagem e entrega de roupas um determinado número de vezes por semana, servir e/ou acompanhar as refeições dos utentes mais do que uma vez por dia, em vários dias na semana, até ao auxílio na transferência da cama para o sofá, casa de banho e vice-versa (Jestesen e Rasmussen, 2008).

O facto de a procura por serviços de apoio domiciliário estar a aumentar, em grande causa como consequência do envelhecimento generalizado da população em Portugal e na União Europeia, faz com que, de acordo com Koeleman et al. (2012), as instituições prestadoras deste tipo de serviços tenham uma preocupação crescente com a otimização da sua atividade por forma a dar resposta à tendência atual da procura pelas mesmas.

Existem algumas diferenças no que concerne ao uso deste tipo de serviço por parte dos utentes. Estas diferenças dependem essencialmente do género, idade e multimorbidade embora também existam utentes sem ou com pouca morbidade (Zielinski e Halling, 2015).

3.2.1 Características mais Comuns do SAD

Como consequência do acima exposto, vários artigos têm sido publicados sobre o problema de planeamento de rotas aplicados a casos concretos de apoio ao domicílio. Nestas publicações é possível encontrar-se bastantes características comuns às funções objetivo dos mesmos com as mais frequentes serem a distância total percorrida ou o custo total da rota. Contudo, Duque et al. (2015) sumarizam os objetivos mais comuns a atingir com a resolução a este tipo de problemas: minimizar o tempo (de viagem, de prestação de serviço, etc.), minimizar o custo (de viagem, de planeamento, etc.), minimizar distâncias percorridas, equilibrar a carga de trabalho dos prestadores de serviço, respeitar as preferências tanto dos utentes como dos prestadores de serviço, respeitar a capacidade do serviço (quantidade de utentes possíveis de visitar) e, ainda, minimizar o número de visitas não realizadas.

Existe ainda a possibilidade de considerar outros termos na formulação de restrições que serão tomados em consideração aquando da resolução do problema. Braekers et al. (2015) sumarizam algumas publicações relacionadas com este tema de onde é possível tomar conhecimento de trabalhos que utilizam apenas um único termo na formulação e restrições e, outro, que chega a utilizar 13 termos. Exemplos disso são os casos de Bergur et al. (1997) e Hierman et al. (2015), respetivamente.

Para os mesmos autores, uma segunda característica transversal a todos estes trabalhos poderá ser: preferência dos utentes por um prestador de serviço, preferência de um prestador de serviço por um utente ou, até, a consistência do serviço no sentido de tomar em consideração se é feita, ou não, uma tentativa para manter o número de prestadores de serviço por cliente reduzido. Contudo, nem sempre será vantajoso manter este rácio de prestadores de serviço por cliente reduzido, uma vez que pode originar habituação e/ou laços de proximidade o que pode levar, eventualmente, a um tempo de serviço maior do que o expectável.

Uma terceira característica é, usualmente, considerada: qualificações dos prestadores de serviços. Existem prestadores de serviços qualificados como enfermeiros ao passo que,

outros, apenas estão qualificados para fazer serviço doméstico ou de higiene pessoal. Numa lógica estritamente de apoio domiciliário, esta acaba por não assumir relevância significativa uma vez que os prestadores de serviço não necessitam de ter formação na área da saúde, pois apenas prestam apoio às atividades do quotidiano dos utentes.

Ao nível das restrições, também Duque et al. (2015) sumarizam as mais comuns a este tipo de problemas: janelas temporais, ajuste entre a tarefa a realizar e o prestador de serviço com maior competência para a mesma, preferências tanto do *staff* como dos utentes, periodicidade, sincronização (podem ser necessários dois prestadores de serviço para um mesmo serviço) e precedências entre serviços a um mesmo utente.

3.2.2 Apoio à Tomada de Decisão

Muitos artigos não consideram a existência de tipos de serviços ou tarefas que necessitem que sejam executadas por dois prestadores de serviços em vez de um. Mankowska et al. (2014) consideram um caso com estas características e resolvem-no como um *Home Health Care Routing and Scheduling Problem* (HHCSP).

O tipo de serviço único, de acordo com a classificação de Mankowska et al. (2014) é aquele que necessita de ser realizado por apenas um prestador de serviço ao passo que, um serviço duplo, necessita obrigatoriamente de ser prestado por dois. Com efeito, o serviço duplo pode ainda ser simultâneo ou, contrariamente, com precedências. Está-se perante a primeira tipologia quando, por exemplo, é necessário sentar um utente que estava deitado ou transferi-lo de uma cama para uma cadeira de rodas. O segundo, pode ocorrer em casos como os que é necessário que o utente tome um determinado medicamento com algum tempo de antecedência da refeição. O facto de um medicamento ter que ser tomado determinado tempo antes de uma refeição faz com que exista um espaço de tempo entre essas duas operações tornando-as interdependentes.

Boß (2012), referido em Mankowska et al. (2014) e Rasmussen et al. (2012) estudaram casos segundo os quais concluem que o facto de existir falta de ferramentas que auxiliem o planeamento deste tipo de serviços leva a que os gestores que o fazem tenham que desenvolver sem recurso a nenhum instrumento o que origina, muitas vezes, planeamentos de baixa qualidade. Ainda, Rasmussen et al. (2012) concluem que os serviços duplos são bastante relevantes nas operações do dia a dia e que existe falta de apoio à decisão.

Foi desenvolvida uma heurística sofisticada capaz de incorporar os serviços duplos e as suas interdependências através da qual foi possível obter alguns resultados interessantes. Este método apresenta resultados consistentes que permitem obter algumas vantagens: acarretam baixos custos de deslocação aos prestadores de serviço e os tempos de espera de clientes apresentados são baixos. Uma das grandes vantagens é o facto deste método apresentar resultados consistentes utilizando uma meta-heurística e ser capaz de os devolver num tempo de resolução aceitável considerando problemas com algumas centenas de utentes.

Devido à já referida falta de apoio à decisão e de ferramentas que auxiliem os tomadores de decisão, tem sido debatido na literatura a importância crescente do desenvolvimento e uso de metodologias rigorosas que sirvam de suporte aos cuidados de longa duração à medida que a população, a nível mundial, vai envelhecendo (Zhang et al., 2012). Os mesmos autores defendem que este tipo de problema varia bastante consoante o país em consideração e de acordo com o seu nível de desenvolvimento e que, por essa mesma razão, não pode existir uma formulação e método de resolução generalizados para este tipo de problema. Tal conclusão inspira a necessidade de que modelos e procedimentos a serem aplicados pela gestão logística requerem mais estudo e desenvolvimento por forma a serem obtidas redes de assistência médica domiciliária mais eficientes. Brailsford e Vissers (2011) mostram o desenvolvimento, na Europa, ao nível da investigação de operações verificado respeitante a esta matéria.

Gutiérrez e Vidal (2013) pretendem fornecer uma revisão crítica dos modelos e procedimentos que são utilizados atualmente para auxiliar as decisões logísticas. Deste modo, é apresentada a *Home Health Care Logistics Framework*, introduzida por Gutiérrez, Gutiérrez e Vidal (2013). Estes, através da *framework* supracitada exibida na Figura 4, sugerem três dimensões de análise – horizonte de planeamento, decisões de gestão e processos dos serviços - segundo as quais se deve olhar para o problema já apresentado.

No problema enfrentado pelas instituições que fornecem serviços de assistência médica ao domicílio, podem distinguir-se três níveis de planeamento distintos dependendo do horizonte temporal que se pretenda considerar – níveis estratégico, tático e operacional - (Gutiérrez et al., 2013).

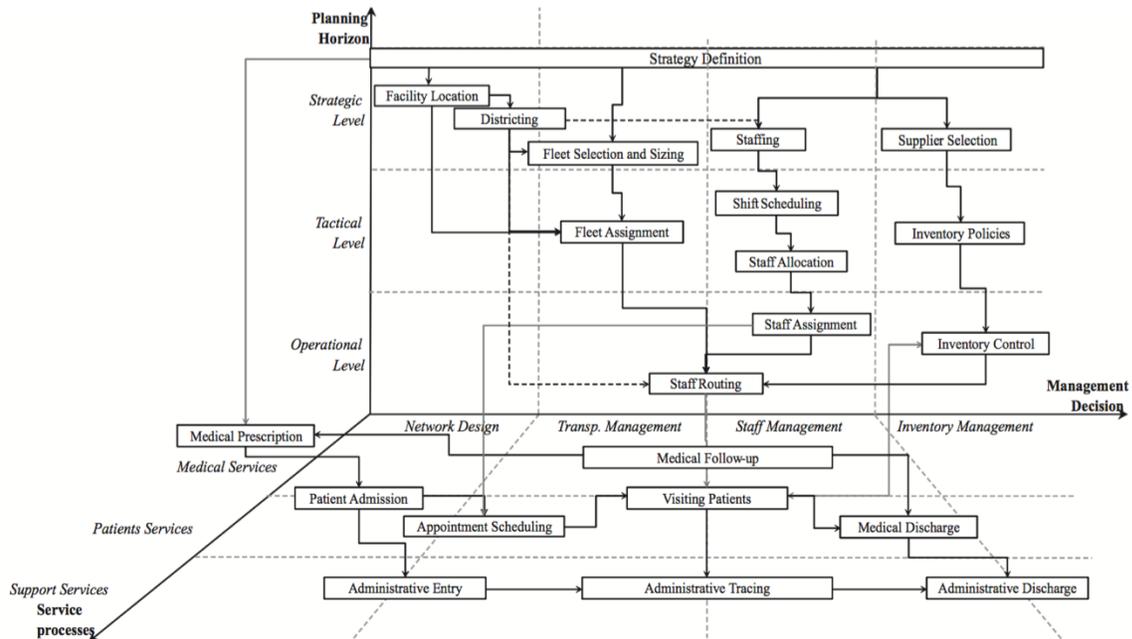


Figura 4 - Home Health Care Logistics Framework (Gutiérrez, Gutiérrez e Vidal, 2013)

3.2.2.1 Horizonte de Planejamento e Decisões de Gestão

Considerando a *framework* presente na Figura 4, ao interseção o eixo do horizonte de planejamento com o das decisões de gestão, é possível encontrar os diferentes tipos de decisões – network design, gestão de transportes, gestão de pessoal e gestão de inventários - que responsáveis têm que tomar para cada nível de horizonte de planejamento.

Para Gutiérrez e Vidal (2013), cada nível de planejamento define limitações nos níveis mais abaixo o que, por sua vez, vai ter impacto no funcionamento de toda a rede. Focando, por exemplo, na gestão de transportes, a escolha e seleção da frota a utilizar é uma decisão tomada a longo prazo que, juntamente com a localização das instalações, vão influenciar o modo como as viaturas serão afetadas aos *clusters* a médio prazo. No seguimento do mesmo raciocínio, a afetação das viaturas, que é uma decisão a médio prazo, vai ter uma influência direta na determinação das rotas que os funcionários de cada carrinha terão que percorrer.

Esta hierarquia pressupõe que o nível operacional não poderá assumir uma importância preponderante na performance global do sistema se as decisões tomadas nos níveis superiores da mesma não tiverem por base métodos adequados para um eficiente desenho da rede e afetação de recursos (Gutiérrez e Vidal, 2013).

3.3 Vehicle Routing Problem

No âmbito da Gestão da Cadeia de Abastecimento, o maior desafio enfrentado, segundo Surekha e Sumathi (2011), é aplicar uma estratégia que permita otimizar a entrega de produtos entre fornecedores e clientes respeitando a necessidade de satisfazer determinadas restrições. Este tipo de problemas é conhecido como *Vehicle Routing Problem* (VRP) e, segundo Tiwari e Chang (2014), é um dos problemas mais importantes com variadas aplicações na área dos Transportes e da Logística.

Existem diversos tipos de VRP, cada um com especificidades diferentes que se adaptam a diversas situações da realidade. Como a realidade está em contínua mutação onde nada é constante e onde a única coisa com que se pode contar é a incerteza, a existência de estudos onde estes problemas são aplicados a casos concretos é fulcral para que os mesmos possam ser solucionados.

Ho et al. (2008) referem que é simples descrever um VRP mas que a dificuldade surge aquando da necessidade da sua resolução. Laporte (2007) acrescenta, ainda, que não existe uma única definição de VRP universalmente aceite devido à diversidade de restrições que são encontradas na prática. Na Figura 5 pode observar-se a representação de um VRP.

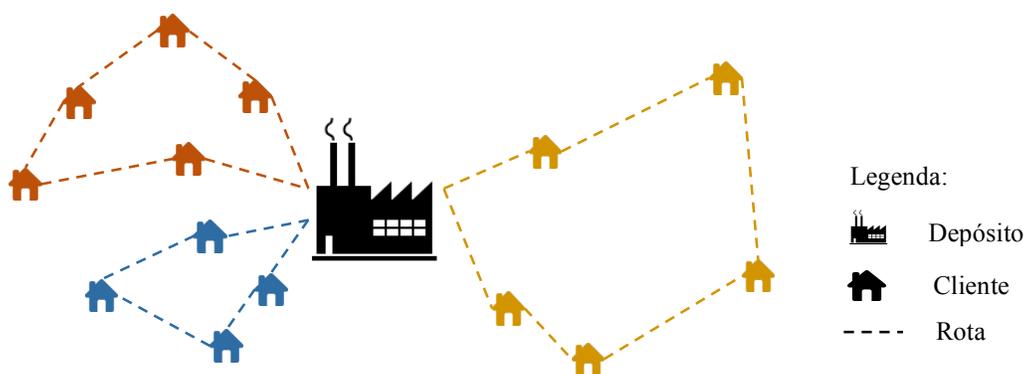


Figura 5 - Representação de um VRP

3.3.1 *Travelling Salesman Problem* (TSP)

O TSP é um dos problemas de otimização mais conhecidos e estudados. Este tem sido bastante estudado inicialmente por matemáticos e posteriormente por investigadores. De acordo com Dantzig et al. (1954) a data referente ao início do estudo deste problema não é concreta.

Embora sendo um problema NP-*hard*, no universo de VRP é um dos mais simples tendo em conta que é caracterizado por apenas um *salesman* que tem o objetivo de percorrer uma rota que, na menor distância possível, visite todos os clientes uma e uma só vez, começando e terminando essa mesma rota no mesmo local.

3.3.2 Cinco tipos de VRPs mais comuns

Para Pisinger e Ropke (2005), as principais variantes de *VRP* que as empresas enfrentam com mais frequência são:

- *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*;
- *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*;
- *Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)*;
- *Site-Dependent Vehicle Routing Problem (SDVRP)*;
- *Open Vehicle Routing Problem (OVRP)*.

3.3.2.1 Capacitated Vehicle Routing Problem

O CVRP é um dos problemas mais genéricos de VRP. Este tipo de problema é caracterizado por ser atribuída a cada cliente uma procura de bens conhecida, a frota de veículos é homogénea com capacidade finita e cada rota tem o seu início e término num único depósito (Pillac et al., 2013). Ainda, a capacidade de cada veículo terá que ser, obrigatoriamente, igual ou superior à procura total dos clientes integrantes de cada rota.

O objetivo para este tipo de problema, de acordo com Federgruen e Simchi-Levi (1995) será de encontrar o conjunto de rotas de veículos que permitirão minimizar a distância total a percorrer.

3.3.2.2 Vehicle Routing Problem with Time Windows

Considerado por Pisinger e Ropke (2005) como uma extensão do CVRP, o VRPTW é caracterizado, segundo Xu et al. (2015), por uma frota de veículos homogénea que fornece determinados bens ou serviços a um conjunto de clientes, sendo que cada cliente tem de ser visitado durante uma janela temporal previamente definida.

De acordo com Tan et al. (2001), o objetivo principal a atingir com este tipo de problema é o desenvolvimento de rotas por forma a que todos os clientes sejam servidos com o menor custo possível minimizando, por exemplo, as distâncias percorridas entre cada cliente. Para que o objetivo principal seja cumprido não é possível incorrer no incumprimento das restrições de capacidade e tempos de deslocação dos veículos assim como das *time windows* referentes aos clientes.

No que concerne a *time windows*, estas podem assumir duas restrições distintas: *hard* e *soft*. O VRPTW considera por defeito as *time windows* como sendo restrições *hard* não podendo assim, cada serviço, ser iniciado fora do intervalo respetivo de cada janela temporal. Assim, segundo Küçükoglu e Öztürk (2015) existe um período de espera se um prestador de serviço chegar ao cliente a servir antes do início da sua *time window* porém, caso este chegue ao destino de serviço a prestar após o fecho da janela temporal o mesmo não pode ser prestado. A variante VRPTW tem sido matéria de diversos estudos, contudo algumas aplicações a casos práticos evidenciam a necessidade deste poder considerar a hipótese de compreender *soft time windows*. Com este tipo de restrição assume-se que existe disponibilidade total de qualquer cliente em que serviços prestados fora da respetiva *time window* incorrem num incumprimento desta restrição sendo penalizado com um determinado custo. Ao considerar-se esta restrição surge o VRPSTW sendo um caso especial do VRPTW (Zare-Reisabadi e Mirmohammadi, 2015).

3.3.2.3 Open Vehicle Routing Problem

O OVRP está intimamente relacionado com o CVRP com a diferença de que, contrariamente a este, a rota termina assim que o último cliente seja servido, pelo que não necessita que o veículo regresse ao depósito de origem (Pisinger e Ropke, 2005).

De acordo com Li et al. (2007), o objetivo a atingir com a resolução deste problema é minimizar a distância total percorrida pelos veículos por forma a encontrar o número mínimo necessário dos mesmos de modo a que seja possível prestar o serviço a todos os clientes. De acordo com os autores, este tipo de problema encontra-se atualmente associado, por exemplo, à entrega de jornais e revistas uma vez que esta é feita por funcionários subcontratados que, após a totalidade das entregas com a sua viatura própria, não retornam ao depósito de partida.

3.3.2.4 Multi-Depot Vehicle Routing Problem

O MDVRP surge como uma generalização do VRP e é caracterizado pela existência de diversos depósitos em que o destino de origem de cada rota é igual ao destino de chegada. Em cada uma destas, o veículo visita cada cliente uma única vez.

A dificuldade nesta variante consiste em determinar que clientes são servidos por cada depósito tendo em conta a necessidade de respeitar a restrição de capacidade. Neste tipo de problemas, o responsável por construir este tipo de soluções terá que, numa primeira instância, agrupar conjuntos de clientes aos variados depósitos para que, de seguida, seja realizado o processo comum de definição de rotas para cada veículo e, por fim, a sequência de visitas para cada uma das mesmas (Surekha e Sumathi, 2011 e Ho et al., 2008).

O objetivo tradicional para este tipo de problema é, de acordo com Carlsson et al. (2006), minimizar a distância total de cada rota.

3.3.2.5 Site-Dependent Vehicle Routing Problem

O último dos cinco tipos de *routing* referidos em Pisinger e Ropke (2005), o SDVRP, é novamente uma generalização distinta do CVRP onde a diferença reside no facto de, neste tipo de problema, ser possível especificar que determinados clientes podem ser servidos unicamente por um conjunto dos veículos. Neste, a frota de veículos é heterogénea na medida em que é constituída por conjuntos de veículos com características diferentes pelo que, cada cliente só poderá ser visitado pelo tipo ou tipos de veículos com características que melhor se ajustam às suas necessidades (Cordeau e Laporte, 2001).

Os mesmos autores referem ainda que o principal objetivo a atingir com a resolução deste problema é o de minimizar a duração total de cada uma das rotas.

3.4 Soluções para Problemas de *Routing*

Laporte (2007) refere que o VRP é um problema *NP-hard* e menciona os diversos métodos passíveis de utilizar para que seja possível a obtenção de soluções para os mesmos. Os referidos métodos de resolução são, geralmente, classificados em duas categorias distintas - algoritmos exatos e heurísticas - que poderão ser consultados de seguida (Xu et al., 2015).

3.4.1 Algoritmos Exatos

Um dos métodos possíveis de se obter soluções para estes problemas é através de Algoritmos Exatos baseados em Programação Linear Inteira, Programação Dinâmica ou *Branch-and-Bound* (Laporte, 2007).

Estes algoritmos permitem a obtenção de soluções ótimas em que o tempo necessário para o seu cálculo aumenta exponencialmente de acordo com a dimensão do problema (Xu et al., 2015). Perante estas limitações, a aplicação de heurísticas ou meta-heurísticas assumem-se como métodos de resolução bastante populares para a obtenção de soluções.

3.4.2 Categorias de Heurísticas

De acordo com Ropke (2005), existem três categorias distintas de heurísticas: heurísticas de construção, heurísticas de melhoria e meta-heurísticas. Laporte (2007) considera ainda que, as heurísticas construtivas juntamente com as de melhoria, constituem as heurísticas clássicas distintas das meta-heurísticas.

3.4.2.1 Heurísticas Clássicas

Além da utilização de algoritmos exatos, outro método possível de ser utilizado para obter soluções para estes problemas são as heurísticas clássicas. Estas, por sua vez, podem ser subdivididas em duas tipologias distintas: heurísticas construtivas e heurísticas de melhoria.

A aplicação deste tipo de heurísticas permite que se obtenham soluções aos problemas em períodos de tempo consideravelmente mais reduzidos quando comparadas à utilização de algoritmos exatos. Os resultados obtidos não são soluções ótimas contudo têm, geralmente, qualidade aceitável tendo em conta o tempo necessário para a obtenção de resultados e a dimensão dos problemas que podem ser considerados.

3.4.2.2 Heurísticas Construtivas

Laporte (2007) e Laporte et al. (2000) apontam o *Savings Algorithm* introduzido por Clarke e Wright (1964) como a heurística construtiva mais popular.

A par desta heurística construtiva Laporte et al. (2000) foca ainda o *Sweep Algorithm* que, de acordo os mesmos, foi popularizado por Gillet e Miller (1974).

Num estudo e análise efetuados em Laporte (2007), comparando o *Savings Algorithm* com o *Sweep Algorithm* é possível concluir-se que, o primeiro, produz um desvio médio de aproximadamente 7%, ao passo que o segundo apresenta um desvio aproximado de 2,38%. A questão fundamental que está na base para que o *Savings Algorithm* seja utilizado com maior frequência reside no facto de ser de simples e rápida aplicação.

3.4.2.3 Heurísticas de Melhoria

Existem dois algoritmos de melhoria possíveis de ser aplicados para obter soluções de um VRP: heurísticas intra-rotas e heurísticas inter-rotas. Na primeira apresentada, a otimização é efetuada rota a rota depois de ter sido obtida a primeira solução enquanto que, a segunda, consiste geralmente na transferência de vértices de uma rota para outra diferente (Laporte, 2007).

Os resultados obtidos através das heurísticas de melhoria são aceitáveis mas não ótimos pelo que estas são usadas, frequentemente, como parte integrante de meta-heurísticas.

3.4.2.4 Meta-Heurísticas

Todas as meta-heurísticas permitem explorar resultados além da primeira solução encontrada auxiliando-se, para isso, das clássicas heurísticas de melhoria e de construção. De um modo mais global, as meta-heurísticas podem subdividir-se em três grupos: procura local (*local search*) - onde a *tabu search* introduzida por Glover (1986) é um dos métodos mais utilizados -, procura populacional (*population search*) e mecanismos de aprendizagem (*learning mechanisms*).

Por norma, as soluções produzidas por este método são de qualidade bastante mais elevada comparativamente às obtidas pelas heurísticas clássicas. Todavia, embora as soluções sejam francamente mais robustas, o tempo necessário para as obter é bastante superior. Numa simples ideia, “*metaheuristics are no more than sophisticated improvement procedures and they can simply be viewed as natural enhancements of classical heuristics*” (Laporte et al., 2000).

3.5 VRP Aplicados no Contexto de Apoio Domiciliário

Braekers et al. (2015) apresentam um caso de *home care routing and scheduling* (HCRS) modelado como um problema bi-objetivo. Contrariamente à grande maioria dos estudos nesta área, estes autores pretendem apresentar uma solução ao caso de estudo focando-se nos *trade-offs* entre os custos do problema e a inconveniência para o cliente. Como inconveniência para o cliente entende-se o não cumprimento das suas especificações como por exemplo a não realização de um serviço requerido por este ou não respeitar a janela temporal associada a uma determinada visita. Assim, o objetivo que é pretendido ser alcançado com a formulação bi-objectiva deste é minimizar o custo total e a inconveniência para o cliente. Sendo que, para resolver este tipo de problemas com dimensões reais é necessário bastante tempo de cálculos por parte de um computador, os autores utilizaram um algoritmo meta-heurístico.

Os mesmos concluem que, analisando os resultados, é possível afirmar que as instituições que prestam este tipo de serviços estão perante um *trade-off* considerável entre os custos totais e a inconveniência para o cliente. Mais, conclui-se que um acréscimo no custo total de 5% ou 10% resulta num decréscimo da inconveniência para o cliente entre 27% e 39%.

Duque et al. (2012) apresentam outro estudo aplicado, concretamente, a uma organização belga de serviços de apoio ao domicílio. Esta organização, a Landelijke Thuiszorg, iniciou um programa estratégico com o intuito de potenciar o uso das novas tecnologias e, em conjunto com o *Operations Research Group* da Universidade de Antuérpia, desenvolveram um sistema de apoio à tomada de decisão.

Para a formulação do problema em estudo, a organização considera dois objetivos a atingir: minimizar as distâncias totais percorridas acumuladas pelos prestadores de serviços e maximização da qualidade do serviço prestado (através do cumprimento das preferências tanto dos utentes como dos prestadores de serviço). Estes objetivos são otimizados consoante o nível hierárquico em que a qualidade do serviço está num nível superior. A par da função objetivo são também impostas algumas restrições pela organização como por exemplo: quando um utente necessita de ser visitado mais do que duas vezes na mesma semana, as mesmas não poderão ser sempre efetuadas pelo mesmo prestador de serviço; os dias e horários de visita a considerar para cada paciente terão que ser invariáveis semanalmente para facilitar o planeamento do serviço a longo prazo; são também consideradas restrições

relativas ao número de horas que cada trabalhador realiza uma vez que existem diversos contratos de trabalho.

Por forma a obter uma solução foi utilizada uma estratégia de duas fases distintas. A primeira tem como objetivo otimizar o nível de serviço ao passo que, a segunda, minimiza a distância total percorrida garantindo que a qualidade da solução obtida na primeira função objetivo não reduz mais do que um determinado valor. Segundo os autores Duque et al. (2012), a formulação e a estratégia de solução são os contributos chave do artigo.

Jestesen e Rasmussen (2008) trabalharam o problema de *home care crew scheduling problem* (HCCSP) aplicando-o ao caso concreto da Zeland Care – empresa dinamarquesa de apoio ao domicílio. Neste tipo de problema (HCCSP) pretende-se elaborar um planeamento para os prestadores deste serviço de modo a que o nível de serviço seja maximizado mantendo o foco aliado à possibilidade da redução dos custos. Esta tipologia de problema teve a sua origem no sistema de cuidados de saúde Dinamarquês (Rasmussen et al. 2012). No contexto estudado por Jestesen e Rasmussen (2008), o problema foi abordado como uma combinação entre o VRPTW e o *Crew Scheduling Problem with Time Windows* (CSPTW).

Neste caso concreto, os autores atribuíram a um conjunto de prestadores de serviços domiciliários diversas tarefas. Tarefas, essas, que foram apuradas consoante as necessidades de cada utente e, para cada uma destas, foram introduzidas no modelo as suas moradas, durações e janelas temporais. Na formulação do problema foram tidas algumas considerações, entre as quais o nível de experiência de cada prestador de serviço. Os autores incluíram três componentes no objetivo a atingir: maximizar o número total de tarefas possíveis a ser atribuídas, maximizar o tempo de contacto entre prestadores de serviço e os utentes e minimizar o número de pedidos de apoio ao domicílio não respeitadas. Para a resolução do problema foi desenvolvido um algoritmo exato baseado na aproximação *branch-and-price*. Os resultados apontam para a obtenção de soluções muito próximas das soluções ótimas, tendo o algoritmo sido testado com base em quatro situações reais e sete simuladas.

Ainda, com o intuito de ajudar uma assistente social a planear o seu serviço de apoio domiciliário, Gomes e Ramos (2016) propuseram uma solução para o caso concreto do Centro Social e Paroquial onde a mesma trabalha. Esta instituição recebe no seu centro de dia 60 utentes, presta o serviço de apoio domiciliário a 17 destes repartidos por 15 residências

distintas, distribuí 66 refeições e faz, ainda, o acompanhamento de um utente da sua residência ao centro de dia e vice-versa. O objetivo consiste no planeamento das visitas diárias que cada técnico teria de realizar por forma a minimizar o tempo da distância percorrida.

O modelo que foi desenvolvido para a análise deste caso foi baseado num VRPTW uma vez que os técnicos têm que iniciar cada serviço dentro de uma janela temporal previamente definida. Para os casos de utentes com necessidade de múltiplas visitas diárias foram modelados através da criação de réplicas sendo que, a cada réplica de um mesmo utente corresponde uma mesma residência e janelas temporais distintas. Também o nó correspondente às instalações do Centro Social e Paroquial assume uma réplica onde todos os técnicos, sem exceção, terão que visitar diariamente para almoçar. Não obstante às restrições tradicionais dos problemas de rotas, para o problema de minimização da distância percorrida foram ainda consideradas outras restrições como: todas as equipas têm que fazer uma pausa para almoço nas instalações do Centro Social e Paroquial (CSP), uma das equipas necessita de chegar ao CSP mais cedo para que possa ajudar na distribuição dos almoços, entre outras. Relativamente ao problema de definição de equipas, as restrições consideradas garantem que se cumpram os objetivos predefinidos como: cada técnico pertence apenas a uma equipa por semana, todas as equipas são constituídas por dois técnicos, cada equipa trabalha em cada semana, entre outras.

Para obter a solução, embora o problema fosse de pequena dimensão, as autoras desenvolveram um método heurístico antes da aplicação do modelo desenvolvido para que fosse possível a obtenção de uma solução com maior qualidade. A solução final quando comparada com a solução inicial (solução praticada até ao momento pelo CSP) representou uma melhoria significativa de 23% que se traduziu num ganho de 210 minutos semanais.

4. Metodologia

Por forma a apresentar uma dissertação consistente e que permita dar resposta aos objetivos definidos, várias etapas terão que ser seguidas. Estas encontram-se descritas de seguida:

- 1. Compreensão do problema a estudar:** numa primeira etapa foi efetuada uma reunião preliminar com o Diretor Executivo da APOIO - Dr. Rui Eloy, com a Coordenadora do Departamento de Ação Social – Dr.^a Dulce Pereira e com a Responsável pelo Departamento de Apoio Domiciliário – Dr.^a Daniela Martins. Esta primeira reunião teve como principal objetivo compreender como é caracterizado e qual é a dinâmica do SAD prestado diariamente por esta Associação.
- 2. Caracterização do problema a estudar:** de seguida, com a informação recolhida na fase anterior é realizada uma caracterização, primeiramente, da APOIO e de seguida, mais concretamente, do SAD prestado pela Associação: tipos de utentes e suas especificidades, como são efetuadas as deslocações entre residências, número de utentes inscritos e técnicos disponíveis, entre outros. Nesta fase será também descrito o problema que se pretende resolver.
- 3. Enquadramento teórico:** após a compreensão do tema em estudo e da obtenção da informação necessária para caracterizar o mesmo, foi feito um levantamento do que mais relevante é referido na literatura sobre o tema a desenvolver. Através desta é possível adquirir perceção relativamente aos problemas que são abordados no contexto do serviço de apoio domiciliário, as suas especificidades mais comuns e, ainda, métodos e modelos utilizados para a resolução deste tipo de problema.
- 4. Recolha e tratamento de dados:** nesta fase é realizada inicialmente uma recolha de dados que são fornecidos pela APOIO e, posteriormente, a sua análise e preparação de forma a que seja possível a sua utilização no modelo a aplicar na fase posterior. Esta informação foi facultada pela Associação em diferentes formatos. Em papel foram fornecidas as fichas de planificação semanal dos utentes onde é registada toda a informação relativa a cada um destes individualmente: data e hora de início e fim

de serviço, tipo ou tipos de serviço prestados e assinatura do técnico ou técnicos que realizaram o respetivo serviço. Estas são referentes à semana base de 18 de maio de 2015 a 25 de maio de 2015. Em formato de folha de cálculo foram também disponibilizadas as restantes informações que tinham sido requeridas junto da APOIO como os números de processo dos utentes, os tipos e frequências de serviço de cada um, as janelas temporais para cada um desses serviços e, por fim, as suas moradas.

- 5. Aplicação do modelo:** tendo por base a revisão de literatura foi selecionado o modelo apresentado em Gomes e Ramos (2016) devido não só à semelhança entre o problema em estudo na presente dissertação e o apresentado pelos autores mas também pelos resultados estimulantes apresentados no mesmo. Para a implementação do modelo definido e consequente obtenção de resultados este será aplicado por intermédio do *software* GAMS. Com a aplicação do modelo presente em Gomes e Ramos (2016) será possível obter-se o número de rotas que minimizam a distância total percorrida e a sequência de cada uma destas a realizar. Para a definição dos horários de trabalho e rotas a realizar por cada funcionário será utilizado um modelo desenvolvido pelo autor.
- 6. Análise e discussão dos resultados:** na última etapa serão analisadas e discutidas as soluções obtidas na fase anterior. Será apresentada uma proposta de escala de horários por forma a que seja possível realizar todas as rotas obtidas com a aplicação do modelo sem violar qualquer restrição. Por fim, far-se-á uma análise comparativa entre o planeamento atual da APOIO e a solução obtida que permitirá apurar o cumprimento, ou não, dos objetivos definidos.

5. Modelo Proposto

5.1 Caracterização do Modelo Matemático Utilizado

Para a resolução do problema em estudo foi utilizado um modelo com base no problema de rotas com janelas temporais (VRPTW) desenvolvido por Gomes e Ramos (2016) e adaptado ao problema em estudo.

No contexto do problema em estudo, como veículos do mesmo consideram-se os técnicos deste serviço e, como clientes, os utentes com necessidade desta tipologia de cuidados. Todos os serviços aos utentes são iniciados dentro dos limites de cada janela temporal previamente definida e introduzida no modelo desenvolvido.

Quando existe a necessidade de que um mesmo utente seja visitado mais do que uma vez por dia, a modelação foi realizada por intermédio da criação de réplicas do nó correspondente a esse mesmo utente e atribuição de uma janela temporal a cada uma dessas réplicas.

O horário de almoço dos funcionários foi também modelado tendo sido criado um nó fictício localizado no depósito, o qual todos os funcionários têm que visitar. A este nó foi atribuída uma janela temporal [240 min; 360 min] com duração de 60 minutos. Com a definição desta condição no modelo, cada técnico pode iniciar a sua hora de almoço entre as 12 horas e as 13:30 horas tendo em conta o seu horário e o seu planeamento diário de visitas. Também a tarefa de distribuição de alimentação foi modelada como um segundo nó fictício do depósito. A este serviço foi atribuída a janela temporal [240 min; 240 min] obrigando, assim, a que as equipas que realizem esta tarefa a tenham que iniciar impreterivelmente às 12 horas assumindo-se para a mesma uma duração de 90 minutos.

No que respeita à duração de cada dia de trabalho, é possível introduzir uma duração total, em minutos, para o mesmo. Assim, ao minuto 0 corresponde o início de cada dia de trabalho e, ao último minuto previamente definido, corresponde o fim de cada um destes.

5.1.1 Variáveis

O modelo a ser aplicado contempla, desta forma, duas variáveis distintas:

- uma variável binária, $x_{ij}^{kt} = 1$ se a equipa k conseguir ir imediatamente de i para j no dia t ; 0 caso contrário;

- uma variável contínua, s_i^{kt} que possibilita determinar o tempo de início da visita ao utente i pela equipa k no dia t .

5.1.2 Função Objetivo

Como função objetivo do problema considerou-se a seguinte expressão:

$$\text{Min} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} d_{ij} x_{ijkt} \quad [1]$$

A função objetivo [1] referente ao modelo minimiza o tempo total percorrido em deslocações necessário à operacionalização do SAD da APOIO.

5.1.3 Restrições

No que respeita à definição de restrições houve a necessidade de se impor que:

- todos os utentes têm obrigatoriamente que ser visitados;
- cada serviço é realizado exatamente uma vez por uma e uma só rota;
- cada utente tem uma janela temporal associada que terá que ser respeitada;
- cada utente tem associado um determinado tempo de serviço para cada visita;
- cada rota inicia e termina no depósito;
- três técnicos necessitam de se deslocar à APOIO antes do seu horário de almoço para ajudar na distribuição de alimentação;
- todas as rotas têm associadas uma deslocação ao depósito com duração de uma hora correspondente ao horário de almoço de cada técnico;
- Cada dia útil de trabalho tem duração de 720 minutos e 360 minutos no caso dos fins de semana e feriados que não podem ser excedidos;
- As distâncias entre (a, b) e (b, a) têm que ser iguais.

5.2 Estratégia de Resolução e Aplicação do Modelo

Por forma a que fosse possível aplicar o modelo e obter soluções para o problema num período de tempo aceitável, optou-se por aplicar o mesmo de forma individual para cada uma das tipologias de utentes. Paralelamente, e por forma a garantir uma maior eficácia tendo em conta o tempo de resolução do problema, o modelo foi aplicado, também, individualmente para cada um dos dias da semana. Assim, aplicando o modelo para cada dia da semana e por tipologia de utente garante-se uma solução qualitativa num período de tempo aceitável. Neste sentido, os dados introduzidos no modelo foram previamente preparados de forma a que esta estratégia de resolução pudesse ser implementada. De seguida é enumerada toda a informação que foi necessária introduzir no modelo para obter a solução do problema:

- números de processo de todos os utentes a visitar;
- tempos de deslocação de carrinha entre todos os utentes a visitar;
- duração de todos os serviços a prestar;
- janela temporal para cada um dos serviços a prestar.

Com a introdução dos dados no modelo e após a sua aplicação, foi possível obter os seguintes *outputs*:

- o número de rotas que permite minimizar a duração total das deslocações por dia e tipologia de utente;
- a sequência de visita de cada rota;
- a duração da distância total percorrida por dia e por tipologia de utente;
- o horário em que o serviço a cada utente a visitar deve ser iniciado.

Deste modo, o modelo a aplicar minimiza a duração total da distância percorrida garantindo que todos os serviços são efetuados e as janelas temporais associadas são respeitadas.

Após a obtenção das rotas ótimas, foi necessário atribuir as mesmas aos técnicos. Para tal, foram definidos os horários de trabalho dos técnicos tendo em conta as rotas obtidas. Deste modo, foram definidas seis tipologias de trabalho diferentes em que a cada uma das

três primeiras será alocada um técnico distinto e às restantes três serão atribuídas equipas de dois técnicos. As primeiras três tipologias, sendo atribuídas a apenas um técnico, compreendem apenas visitas a utentes semi-dependentes e, as restantes, compreendem exclusivamente visitas a utentes acamados.

Embora existam seis tipologias distintas, todas foram construídas por forma a cumprir as seguintes condições:

- nenhum técnico tem horário de entrada e saída antes das 8 horas e após as 20 horas, respetivamente;
- todos os funcionários têm, no mínimo, uma hora de almoço diária;
- todos os técnicos trabalham exatamente 37 horas semanais;
- 4 técnicos trabalham ao fim de semana em equipas (uma no sábado e outra no domingo);
- todas as tipologias contemplam, no mínimo, uma folga semanal.

As tipologias de horário apresentadas permitem uma rotatividade flexível dos diversos técnicos pelas 6 tipologias por forma a que todos possam desempenhar cada uma destas e, assim, haver um maior equilíbrio entre todos.

Posteriormente, com a definição das rotas obtidas e os horários de trabalho definidos, foi possível construir um planeamento semanal através do qual se define quais as rotas a desempenhar e os utentes a visitar por cada tipologia de horário por forma a garantir que as mesmas são cumpridas e todos os serviços são realizados.

Aquando da elaboração dos horários de trabalho e definição da rota ou rotas a atribuir a cada técnico, por vezes houve a necessidade de repartir uma rota por mais do que um técnico ou equipa de técnicos. Esta necessidade surgiu quando foram consideradas rotas com maior duração do que a duração dos horários de trabalho. Para estes casos foram feitos os ajustes necessários, adicionando os tempos de deslocação adequados. Após o este ajuste foi possível obter a solução ajustada ao problema em estudo que será apresentada adiante na subsecção 6.2.2 (ver Tabela 17).

6. Aplicação do Modelo ao Caso de Estudo

6.1 Recolha e Tratamento de Dados

No presente capítulo é descrito o modo como a informação foi recolhida e, posteriormente, tratada, assim como os pressupostos assumidos relativamente a alguns dados. Alguns destes procedimentos foram realizados tendo em vista a sua aplicação no modelo utilizado.

6.1.1 Utentes

6.1.1.1 Recodificação

A cada utente inscrito no SAD da APOIO é atribuído, por esta, um determinado número de processo. Foi possível obter-se essa informação relativa a cada um dos utentes, porém, uma vez que essa numeração era bastante dispersa, variando entre 101 e 1039, realizou-se um processo de renumeração. Ao primeiro utente da lista (ordenada aleatoriamente) corresponde o número 1, ao segundo corresponde o número 2 e assim sucessivamente.

Durante o processo de recolha e tratamento de dados houve a necessidade de se proceder a alguns ajustes e alterações pelo que a recodificação final tem início no número 1 e término no número 62 com intervalos entre os seguintes números: 24 e 46, 48 e 50 e 51 e 55. Embora se tenha procedido à recodificação de raiz dos números dos utentes, a existência deste intervalo entre alguns dos números deve-se, essencialmente, a duas razões distintas. A listagem inicial de utentes fornecida pela APOIO continha todos os utentes inscritos no SAD e todos aqueles que apenas requeriam distribuição de alimentação sem qualquer acompanhamento. Posteriormente foi fornecida a informação relativa a estes utentes e, uma vez que estes são apenas considerados indiretamente na resolução do problema, foram retirados da listagem já recodificada. A par desta alteração foi igualmente necessário, após o início do tratamento dos dados, excluir alguns utentes que faziam parte do planeamento inicial, uma vez que deixaram de fazer parte do SAD da APOIO, e incluir dois novos utentes tendo-lhes sido atribuídos os números 14 e 15. Uma vez que tanto um acontecimento como outro ocorreram já com o processo de tratamento de dados a decorrer, existem assim alguns intervalos entre alguns números recodificados. Na Tabela 4 é possível observar-se um excerto da recodificação dos utentes assim como o hiato entre os utentes 51 e 55.

Número de Processo	Recodificação
794	50
819	51
693	55
650	56
492	57
420	58
816	59
602	60
992	61
1025	62

Tabela 4 - Exemplos de números de processo de utentes recodificados e hiato entre os mesmos

6.1.1.2 Réplicas

Não obstante que cada utente tenha o seu número identificativo como exposto, foi também referido no subcapítulo 2.4.2 que um mesmo utente pode necessitar de mais do que uma visita diária. Considerando estas ocorrências, foram consideradas réplicas para cada um destes. Assim, para cada utente foi criada uma réplica por cada visita diária adicional, ou seja, se um utente for visitado duas vezes num dia, será acrescentado um utente fictício.

Neste sentido, as réplicas assumem uma nomenclatura própria: para os utentes com numeração inferior a 10, para construir a primeira réplica de um determinado utente foi adicionado ao seu número identificativo (obtido previamente através do processo de recodificação) o prefixo 10, para a segunda adicionou-se o prefixo 20 e assim sucessivamente consoante o número de réplicas. No que respeita aos utentes com numeração identificativa igual ou superior a 10, adicionou-se também um prefixo, porém, à primeira réplica é adicionado o prefixo 1, à segunda o prefixo 2 e assim sucessivamente. Na Tabela 5 podem observar-se as duas variantes que as réplicas podem assumir como previamente referido

	Número de Utente	Réplica
Réplica de Utente < 10	2	-
	102	x
	202	x
	302	x
Réplica de Utente ≥ 10	57	-
	157	x
	257	x

Tabela 5 - Exemplo de réplicas de utentes com numeração inferior e igual ou superior a 10

Através do presente processo foram adicionadas ao problema 17 réplicas que, em adição aos 36 utentes base, perfazem um total de 53 utentes a considerar na resolução do mesmo.

6.1.1.3 Habitação

Neste tipo de problema, o serviço requerido por cada utente é prestado na sua habitação. Desta forma, é necessário recolher informação relativamente à morada de cada um destes por forma a ter conhecimento do local onde o serviço será prestado. Para cada um existe uma morada atribuída podendo existir a possibilidade de mais do que um utente residir no mesmo endereço. Assim, existem situações em que numa mesma morada é prestado serviço a mais do que um utente, como é possível concluir através da análise da Tabela 6.

	Número de Utente	Morada
Dois utentes com a mesma habitação	14	Rua da Eira Velha n.º X 2795 - 076 Linda-a-Velha
	15	Rua Luís de Camões n.º X - Y esq. 1495-083 Algés
	16	Praceta António Enes n.º X - Y esq. 2795- 019 Linda-a-Velha
	17	

Tabela 6 - Exemplos de utentes com morada individual e morada conjunta

Com a observação da Tabela 6 é possível obter-se informação relativa à morada de quatro utentes distintos em que, um par dos mesmos, o 16 e o 17, residem na mesma habitação. Deste modo, do total de 36 utentes que constituem este serviço, os utentes 16 e 17 não são o único caso de utentes que residem numa mesma morada. Também os utentes 20 e 21

partilham a habitação e os utentes 46, 47, 48, 50 e 51 residem todos na Residência Madre Maria, edifício onde são também as instalações da APOIO no piso 0.

6.1.1.4 Janelas Temporais (*Time-Windows*)

Para cada serviço a prestar é atribuída uma respetiva *time window*. Esta significa que o serviço não pode ser prestado antes da hora mais cedo de início e que, em adição, não é possível dar início ao mesmo após o final dessa mesma *time window* (Machado et al., 2002).

Contudo, os dados recolhidos junto da APOIO relativos a este tema, correspondiam ao intervalo de tempo em que os técnicos tinham que iniciar e finalizar o serviço. Assim, se o intervalo fosse entre as 9 horas e as 10 horas, significava que o técnico teria que sair da residência deste utente, no máximo, às 10 horas. Porém, como esta não é a definição de janela temporal, ao limite superior de cada uma destas fornecida pela APOIO foi subtraída a duração do serviço a ser prestado por forma a que se obtivesse o verdadeiro valor do limite superior para cada uma das janelas temporais. Este procedimento foi repetido para cada um dos utentes e para cada um dos dias da semana uma vez que, mesmo que a janela temporal fornecida pela APOIO para cada utente seja igual para vários dias, a duração do serviço a esse mesmo utente é variável numa base diária.

Uma vez que a duração de cada serviço foi calculada em minutos, para proceder ao cálculo referido no parágrafo anterior, foi necessário converter as janelas temporais que a APOIO forneceu também em minutos. Este cálculo vai permitir que, ao limite superior de cada janela temporal, seja subtraída a duração desse respetivo serviço possibilitando, assim, a obtenção desse mesmo limite corrigido.

Os dados relativos às janelas temporais foram disponibilizados em formato de hora (e.g. janela temporal do utente x: das 9:30 horas até às 11 horas). Neste sentido, como já referido, para cada uma das janelas temporais foi necessário converter cada um destes limites em minutos. Para tal, considerou-se o início de cada dia de trabalho (8 horas) – como minuto 0 e o final de cada dia de trabalho (20 horas ou 13 horas) - como minuto 720 ou 300 consoante o dia da semana a considerar. Esta informação resumida pode ser encontrada na Tabela 7.

Período	Horário de Funcionamento	Limite Mínimo Possível da Janela Temporal	Limite Máximo Possível da Janela Temporal
De 2 ^a feira a 6 ^a feira	Das 8 horas até às 20 horas	0	720
Sábados, Domingos e Feriados	Das 8 horas até às 13 horas	0	300

Tabela 7 - Limite superior e inferior máximo para cada janela temporal

Assim, para converter as janelas temporais, foi considerada a seguinte expressão:
 $Tempo\ desde\ o\ início\ do\ dia\ de\ trabalho = Limite\ da\ janela\ temporal - hora\ de\ início\ do\ dia\ de\ trabalho.$

Deste modo, se se considerar o exemplo do limite superior da janela temporal do utente 6, o início desta é às 10:30 horas. Deste modo, aplicando a fórmula acima descrita é possível obter-se o valor de 2,5 horas: $Tempo\ desde\ o\ início\ do\ dia\ de\ trabalho = 10:30h - 8h = 2,5\ horas$ Todos estes valores, como previamente referido, foram transformados em minutos. Na Tabela 8 é possível observar toda esta informação relativa a alguns utentes em que o exemplo apresentado se encontra a negrito e devidamente destacado.

Utente	Limite Inferior Janela Temporal			Limite Superior Janela Temporal		
	Inicial	Convertido		Inicial	Convertido	
		horas	minutos		horas	minutos
302	19:00h	11	660	20:00h	12	720
3	10:00h	2	120	13:00h	5	300
103	15:00h	7	420	16:00h	8	480
203	17:00h	9	540	19:00h	11	660
4	10:00h	2	120	13:00h	5	300
5	10:00h	2	120	13:00h	5	300
105	15:00h	7	420	16:00h	8	480
205	18:00h	10	600	20:00h	12	720
6	09:00h	1	60	10:30h	2,5	150
106	16:00h	8	480	17:30h	9,5	570

Tabela 8 - Exemplos de limites de janelas temporais convertidos

Após este cálculo é necessário proceder, então, à correção do limite final de cada janela temporal. Assim, para o cálculo do limite final corrigido para cada janela temporal real utiliza-se a seguinte expressão: $Fim\ Corrigido_{(i,j)} = Fim\ Corrigido_{(i,j)} - Duração\ do\ Serviço_{(i,j)}$, em que i representa o número dos utentes e j os dias da semana. Tomando como exemplo o utente 6 na quarta-feira, o cálculo do limite superior corrigido foi efetuado do seguinte modo: $Fim\ Corrigido_{(6,4)} = 150 - 19 \equiv Fim\ Corrigido_{(6,4)} = 131$. A título exemplificativo do acima exposto, pode consultar-se a Tabela 9 onde são dados alguns exemplos. O exemplo referido anteriormente pode encontra-se, mais uma vez, a negrito e devidamente destacado.

Utente	Janelas Temporais									Duração do Serviço		
	2ª feira			3ª feira			4ª feira			2ª	3ª	4ª
	Início	Fim APOIO	Fim Corrigido	Início	Fim APOIO	Fim Corrigido	Início	Fim APOIO	Fim Corrigido			
302	660	720	698	660	720	702	660	720	701	22	18	19
3	120	300	255	120	300	266	120	300	260	45	34	40
103	420	480	475	420	480	472	420	480	473	5	8	7
203	540	660	634	540	660	639	540	660	639	26	21	21
4	120	300	271	120	300	276	120	300	277	29	24	23
5	120	300	255	120	300	261	120	300	264	45	39	36
105	420	480	467	420	480	463	420	480	463	13	17	17
205	600	720	707	600	720	702	600	720	713	13	18	7
6	60	150	134	60	150	133	60	150	131	16	17	19
106	480	570	558	480	570	560	480	570	561	12	10	9

Tabela 9 - Exemplos de limites finais de janelas temporais corrigidos

6.1.2 Serviços

6.1.2.1 Duração

A APOIO utiliza uma ficha de planificação semanal para cada utente onde regista cada serviço prestado a cada um dos mesmos. Neste registo são assinalados os serviços prestados a cada utente, em cada dia da semana e, ainda, a hora de entrada e de saída da habitação em cada visita efetuada. Os cálculos efetuados por forma a obter as durações de cada serviço para cada um dos utentes tiveram por base as já referidas fichas de planificação semanal.

As fichas de planificação semanal dos utentes consideradas como base para este cálculo são referentes à semana de 18 de maio de 2015 a 24 de maio de 2015, como referido

anteriormente. Considerou-se esta semana base uma vez que esta foi uma semana de serviços regular. Neste sentido, podem ocorrer, por vezes, algumas situações passíveis de prejudicar o normal funcionamento do SAD da APOIO como: ausência de trabalhadores, avarias nas carrinhas, problemas com algum utente que origine uma visita com maior duração que o habitual, entre outros.

Esporadicamente verificou-se que, embora nas fichas estivesse agendada a prestação de um serviço específico, por vezes a indicação de que o mesmo tinha sido realizado era inexistente. Por exemplo, em cinco dias da semana, não era apresentado o registo de um serviço num desses dias. Estas situações ocorrem, esporadicamente, quando os utentes se deslocam a consultas médicas ou quando os técnicos se esquecem de preencher a ficha de planeamento diário. Neste contexto, para estas ocorrências, calculou-se a duração desse serviço com base no valor médio das durações desse mesmo serviço nos restantes dias.

Na

Tabela 10 estão representados 3 utentes em que foi necessário aplicar o exposto no presente subcapítulo. As durações a negrito foram calculadas com base no procedimento supracitado.

Utente	Tipo de Serviço	Duração						
		2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Sáb.	Dom.
1	HP+CI+HH	32	39	33	27	33	-	-
102	AL com Acomp.	16	18	17	17	12	17	18
59	HP+CI+HH	40	59	36	48	39	28	28

Tabela 10 - Exemplos de durações em falta calculadas

Neste contexto as durações acima assinaladas a negrito foram calculadas com base nas médias das durações dos restantes dias para cada utente.

6.1.3 Distâncias

6.1.3.1 Matriz de Distâncias

Para obter as distâncias entre todos os nós a considerar no problema recorreu-se a uma *API* do *Google Maps* que, através de uma função em *VBA* aplicada em Excel, permite calcular a distância real mais curta entre dois pontos tendo por base as suas coordenadas geográficas.

Uma vez que a APOIO disponibilizou a morada de cada utente assim como das suas instalações, foi necessário recorrer ao *Google Maps* para que, através de cada uma das moradas, fosse possível tomar conhecimento das respetivas coordenadas geográficas que foram, posteriormente, utilizadas pela API supracitada.

Após o cálculo das distâncias obteve-se uma matriz simétrica de 53x53 cuja diagonal se assume como inutilizável e a metade inferior não é considerada uma vez que para um mesmo par de nós se considera uma mesma distância (consultar Anexo 3).

6.1.3.2 Tempos de Deslocação

Tendo por base a matriz de distâncias calculada em metros, é possível calcular os tempos de deslocação em minutos. Neste sentido, com as distâncias entre todos os pontos já conhecidas, foram calculadas duas matrizes distintas de distância temporal considerando deslocações tanto a pé como de carrinha. Para o cálculo das distâncias a pé foi considerada uma velocidade média de 5km/h ao passo que, para a obtenção dos tempos de deslocação de carrinha, foi considerada uma velocidade média de 30km/h.

Uma vez que a APOIO considera aceitável que os técnicos que prestam o SAD se desloquem a pé em distâncias com duração até 15 minutos, considerou-se, inicialmente, que qualquer distância menor ou igual a este tempo é realizada a pé sendo as restantes, naturalmente, efetuadas de carrinha. De outra forma, os técnicos da APOIO podem percorrer a pé, de cada vez, um máximo de 1,25km.

Posteriormente concluiu-se que, uma vez que a função objetivo minimiza a duração total da distância percorrida, poder-se-ia estar perante casos em que a escolha do próximo utente a visitar baseado na duração da deslocação fosse um utente que residisse a uma maior distância do que um terceiro ponto. Tal acontecimento poderia ocorrer uma vez que, considerando distâncias percorridas por intermédio de meios de transportes diferentes, o modelo poderia optar por, em alguns casos, selecionar a distância mais curta em duração (efetuada por intermédio de carrinha) podendo, assim, incorrer na construção de rotas com longas deslocações entre as residências não se traduzindo assim numa solução lógica.

De modo a evitar que situações como a descrita no parágrafo anterior ocorram, definiu-se que as durações de todas as deslocações a considerar pelo modelo teriam por base o mesmo meio de transporte – carrinha. Desta forma evita-se que as disparidades já referidas possam ocorrer privilegiando, assim, a obtenção de rotas mais lógicas e compactas sendo

todas as deslocções calculadas com base no mesmo meio de transporte.

6.1.1 Depósito

A APOIO, local onde todas as rotas são iniciadas e terminadas, é um ponto por onde cada técnico passa, no mínimo, três vezes por dia (início da rota, almoço e fim da rota). Deste modo, por forma a que fosse possível facilitar a resolução do problema por parte do modelo e para possibilitar uma modelação do mesmo e uma análise mais intuitiva, o depósito assume diversas nomenclaturas de acordo com a tarefa que o técnico desempenha por cada vez que visita este ponto. Assim, quando o técnico inicia cada rota, o depósito é considerado o ponto 0. Contrariamente, quando cada técnico termina cada rota, este assume-se como sendo o ponto 3000.

Existem, ainda, duas outras situações em que cada técnico poderá visitar o depósito: para almoçar ou para recolher os almoços que serão, posteriormente, distribuídos pelos utentes que usufruem deste serviço. Quando um técnico se desloca à Associação para almoçar, esta é considerada o ponto 3001 e, por fim, quando o mesmo recolhe a alimentação que distribuirá de seguida o depósito é definido como ponto 3002. Na Tabela 11 é possível consultar esta informação resumida.

Tanto para o ponto 3001 como para o ponto 3002 foram definidos tempos distintos de permanência obrigatória. Para o primeiro foi definida uma duração de 60 minutos (correspondentes à hora que cada técnico tem para almoçar) e, para o segundo, foi definida uma duração igual a 90 minutos (correspondentes ao tempo que cada técnico escalado para esta tarefa tem para recolher e distribuir as alimentações).

Código do Depósito	Significado
0	Saída do depósito (início da rota)
3000	Chegada ao depósito (fim da rota)
3001	Chegada ao depósito (pausa para almoço)
3002	Chegada ao depósito (recolha e distribuição de alimentação)

Tabela 11 - Diversas nomenclaturas que o depósito pode assumir

6.2 Resolução do Caso de Estudo

Na presente subsecção, o modelo a utilizar para a solução obtida será aplicado com base nos inputs presentes na subsecção anterior. Uma vez que os utentes assumem tipologias com diferentes especificidades o modelo, conforme descrito no capítulo anterior, será aplicado em separado para os utentes semi-dependentes e acamados e numa base diária por forma a reduzir o tempo de computação e consequente obtenção de resultados.

Para o cálculo da solução atual realizada pela APOIO não foi utilizado qualquer modelo matemático tendo sido analisados e tratados os dados disponibilizados pela Associação.

Primeiro apresentar-se-á a solução atual da instituição, de seguida as soluções obtidas para o problema e, por fim, uma análise comparativa entre a solução atual e a solução obtida por intermédio do GAMS.

6.2.1 Solução Atual

A solução atual foi calculada com base nas fichas de planeamento diário fornecidas pela APOIO

Deste modo foi possível calcular os tempos totais gastos atualmente pela APOIO para realizar o seu SAD. Estes tempos foram calculados numa base diária e, posteriormente, foi calculado o tempo total semanal despendido em deslocações pelos técnicos da Associação para servir todos os clientes. Toda a informação relativa à presente solução - sequência de cada rota, técnico ou técnicos responsáveis por executar cada uma destas, tempo de deslocação para cada rota e tempos de deslocação totais tanto diários como semanais - pode ser consultada na Tabela 12 e Tabela 13 Cada rota inicia e termina no depósito (ponto 0 e 3000, respetivamente) e, sempre que houve indicação disponível, considerou-se o ponto 3001 relativo ao período de almoço de cada técnico. O ponto 3002 relativo à distribuição de alimentação não foi considerado em nenhuma rota relativa à solução atual uma vez que não é possível obter informação relativa a essa atividade mediante a análise das fichas de planificação diária.

Analisando as duas tabelas já referidas é possível concluir-se que o tempo total utilizado em deslocações pelos técnicos da APOIO é 853,22 minutos repartidos de forma não equitativa pelos diferentes dias. Os tempos de deslocação da solução apresentada nesta

subsecção foram calculados tendo por base as deslocações efetuadas de carrinha (ver Tabela 58 apresentada no Anexo 3).

Dias da Semana	Técnicos	Sequência das Rotas	Tempo (min)	TOTAL Diário (min)
2ª feira	1+2	0-2-4-5-3-1-58-59-57-3000	26,28	151,84
	3	0-48-7-3-5-2-3000	21,2	
	4	0-23-60-24-62-61-13-2-3000	24,84	
	5+6	0-56-57-58-2-3-5-300	21,1	
	7	0-9-11-12-3000	28,8	
	6	0-57-55-15-3000	2,02	
	1+2	0-6-3000	13,6	
	8	0-15-3000	14	
3ª feira	1	0-9-3000	15,2	166,34
	5+6	0-56-57-58-59-3000	5,66	
	6	0-2-3000	14,4	
	4	0-23-24-13-3001-23-3000	19,4	
	2	0-10-15-14-62-3000	20,68	
	1+2	0-2-4-5-3-1-58-59-57-3000	26,28	
	3+5	0-2-3-5-3000	18,6	
	3	0-55-7-3-5-2-3000	24,2	
	2+5	0-6-2-3000	8,4	
	5	0-57-6-3000	13,52	
4ª feira	1+2	0-9-2-4-5-3-1-3001-58-59-57-3000	28,68	157,64
	5	0-57-62-61-15-55-3000	5,7	
	9	0-1-3000	14,4	
	3	0-46-7-3-5-2-3000	21,2	
	2+5	0-6-3000	13,6	
	9	0-23-24-11-13-12-3000	22,4	
	8	0-15-3000	14	
	6	0-6-3000	13,6	
5+6	0-56-57-58-59-3001-2-5-3000	24,06		

Tabela 12 - Tabela resumo da solução atual

Dias da Semana	Técnicos	Sequência das Rotas	Tempo (min)	TOTAL Diário (min)
5ª feira	1+2	0-2-4-5-1-58-59-3000	21,76	135,66
	6	0-57-15-6-62-3000	1,84	
	3	0-50-3001-55-5-2-3000	20,2	
	4	0-23-24-13-7-2-3001-24-3000	24,4	
	2	0-1-3001-6-3000	28	
	5+6	0-56-57-58-59-3001-2-3-5-3000	24,26	
	1	0-9-3000	15,2	
6ª feira	1+2	0-2-4-5-3001-58-59-6-3000	40,96	169,86
	5+6	0-56-57-58-59-3001-3-2-3000	20,86	
	9	0-23-24-11-12-3000	23,4	
	6	0-57-3-15-14-13-6-62-3000	3,84	
	2	0-9-3000	15,2	
	3	0-51-7-6-3-3000	16,8	
	1	0-10-3001-2-3000	32,4	
Sábado	10	0-55-3000	16,4	33,44
	3+8	0-57-55-2-3-59-57-3000	19,04	
	3	0-2-57-3000	14,4	
	1+3	0-57-2-3-59-57-3000	17,64	
Domingo	3	0-55-2-3000	20,8	38,44
TOTAL				853,22

Tabela 13 - Continuação da tabela resumo da solução atual

O facto de cada dia ter um tempo total de deslocação diferente prende-se a variados fatores como: diferente número de técnicos a prestar serviços por dia, diferente número de utentes a visitar, quantidade de serviços a prestar varia de dia para dia, entre outros.

Observando a Tabela 14 é possível tomar conhecimento do peso de cada um dos dias no tempo total de deslocações semanais. Desta forma, o dia com maior peso no total é sexta-feira que representa aproximadamente 20% do total semanal, ou seja, 169,86 minutos em 853,22 minutos. Paralelamente, o dia da semana com menor peso no tempo total é sábado cujo tempo de deslocação diário é igual a 33,44 minutos que representa aproximadamente 4% do tempo total percorrido.

Naturalmente, o maior fluxo de tempo utilizado ocorre nos dias úteis uma vez que o número de utentes a visitar e serviços a prestar é muito superior ao verificado nos fins de semana (ver Anexo 2). É importante recordar que, aos fins-de-semana, o horário de

funcionamento da Associação é bastante mais reduzido comparativamente aos restantes dias como exposto no subcapítulo 2.2. Assim, neste sentido, aproximadamente 91% do tempo total percorrido semanalmente é efetuado de segunda a sexta-feira. Considerando estes cinco dias e comparando o peso diário de cada um destes conclui-se que o peso no tempo total para cada um destes dias varia entre os 16% e os 20%.

Com a análise da Tabela 14 conclui-se também que o dia em que existe um maior número de técnicos a visitar os utentes é na segunda-feira. Uma vez que o número de recursos disponíveis nos dias úteis é igual a 9, conclui-se que a APOIO atualmente não utiliza o número máximo de recursos à sua disposição para nenhum destes dias da semana. Contrariamente, aos fins-de-semana, quando o número máximo de recursos disponíveis é igual a 2, a APOIO utiliza todos os recursos que tem à sua disposição.

Dia da Semana	Número de Técnicos	Tempo TOTAL Diário (min)	Tempo TOTAL (min)	Peso Diário
2ª feira	8	151,84	853,22	18%
3ª feira	6	166,34		19%
4ª feira	7	157,64		18%
5ª feira	6	135,66		16%
6ª feira	7	169,86		20%
Sábado	2	33,44		4%
Domingo	2	38,44		5%

Tabela 14 - Número de técnicos, tempo (em minutos) e peso de cada dia na solução atual

6.2.2 Solução Obtida

Com base na informação presente no subcapítulo 6.1 e consequente estratégia de aplicação apresentada na subsecção 5.2 foi obtida uma solução possível para o problema em estudo na presente dissertação. A solução obtida foi calculada para cada um dos dias da semana e, para cada um destes, foi calculada independentemente uma solução para os utentes acamados e semi-dependentes. Este processo permitiu obter informação mais pormenorizada uma vez que é possível obter informação detalhada relativa a:

- Tempo de deslocções diárias das rotas por tipologia de utente e global;
- Tempo de deslocções totais semanais por tipologia de utentes e global.

Desta forma, a solução obtida é traduzida num tempo total de deslocções semanais de 752,18 minutos. Toda esta informação, assim como o número de rotas e sequência de visitas de cada uma destas pode ser consultada ao detalhe na Tabela 18.

Para um estudo mais pormenorizado é possível observar a Tabela 15. Através da sua análise pode concluir-se que, no universo dos utentes semi-dependentes, o dia com maior peso no total semanal deste é a terça-feira que representa aproximadamente 24% do tempo total com 78,202 minutos em 322,788 minutos. Contrariamente, o dia com menor expressividade neste universo de utentes é a quinta-feira que, com um total de 53,402 minutos, representa sensivelmente 17% do total.

Dia da Semana	Semi-Dependentes		Acamados		TOTAL	
	Tempo Diário (min)	Peso	Tempo Diário (min)	Peso	Tempo Diário (min)	Peso
2ª feira	65,682	20%	71,542	17%	137,224	18%
3ª feira	78,202	24%	71,942	17%	150,144	20%
4ª feira	56,061	17%	84,542	20%	140,603	19%
5ª feira	53,402	17%	71,542	17%	124,944	17%
6ª feira	69,441	22%	71,542	17%	140,983	19%
Sábado	-	-	28,841	7%	28,841	4%
Domingo	-	-	29,441	7%	29,441	4%
TOTAL	322,788	43%	429,392	57%	752,18	100%

Tabela 15 - Tempo (em minutos) e peso de cada dia por tipologia de utente e global na solução obtida

Paralelamente, no que respeita exclusivamente ao universo dos utentes acamados, uma vez que os utentes a visitar são exatamente os mesmos nos dias úteis de cada semana e as suas janelas temporais são invariáveis para cada um destes, as soluções obtidas para cada um destes dias são muito próximas em termos de duração registando-se pequenas diferenças na sequência das rotas em alguns destes dias. Assim, considerando exclusivamente esta tipologia de utentes, quarta-feira é o dia da semana com maior peso no total da mesma registando um tempo total de deslocções igual a 84,542 minutos representando,

aproximadamente, 20% do tempo total semanal para esta tipologia de utentes. Ainda, neste universo de utentes, sábado é o dia da semana com menor expressividade no total semanal representando sensivelmente 7% com 28,841 minutos.

Considerando, agora, a globalidade da presente solução, o total de tempo despendido em deslocações é igual a 752,18 minutos. O dia da semana com maior expressividade nesta solução é terça-feira que, com um total diário de 150,144 minutos, representa aproximadamente 20% desta. Inversamente, o dia que contribui com um menor peso para a solução obtida é o sábado representando, desta forma, sensivelmente 4% da solução relativos ao total diário de 28,841 minutos.

Conclui-se, assim, que a tipologia de utentes com maior peso na solução obtida é a de acamados que, com um total de 429,392 minutos representam aproximadamente 57% da solução total de 752,18 minutos face ao total semanal.

Tendo por base as rotas inicialmente obtidas (ver Tabela 17) houve a necessidade de, nas rotas em que a sua duração é superior à duração do dia de trabalho de um técnico, adicionar tempos de deslocação entre pontos por forma a cumprir com o exposto na subsecção 6.2.3.2 e apresentar, assim, resultados mais consistentes. As durações das rotas em que houve a necessidade de aplicar este ajuste estão assinaladas a negrito na Tabela 18 e um exemplo detalhado do procedimento é apresentado no subcapítulo 6.2.3.2.

Por fim calculou-se que, em média, o tempo total gasto em deslocações por cada utente é de sensivelmente 20,89 minutos. Este valor médio varia consoante a tipologia de utente que se considerar. No que concerne à tipologia de utentes semi-dependentes, em média é gasto com cada um destes em deslocações aproximadamente 12,41 minutos semanais ao passo que, se se considerar os utentes acamados, o tempo médio gasto semanalmente em deslocações é de sensivelmente 42,94 minutos. Conclui-se, pois, que embora existam mais de o dobro de utentes semi-dependentes do que acamados, os segundos consomem mais do triplo do tempo médio semanal por utente de deslocações que os primeiros como exposto na Tabela 16.

	Semi-Dependentes	Acamados	TOTAL
N.º utentes servidos	26	10	36
Tempo TOTAL (min)	322,788	429,392	752,18
Tempo TOTAL por Utente (min)	12,41	42,94	20,89

Tabela 16 – Tempo médio total por utente (tipologia e global)

Dia da Semana	Semi-Dependentes			Acamados			Total Diário
	Rota	Seqüência da Rota	Duração	Rota	Seqüência da Rota	Duração	
2ª feira	S2.1	0-60-23-61-11-13-3002-3001-17-16-19-18-55-107-3000	65,682	A2.1	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000	56,542	122,22
	S2.2	0-24-62-9-12-15-115-3001-48-3000		A2.2	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158-3000		
				A2.3	0-3002-3001-257-3000		
3ª feira	S3.1	0-23-3002-3001-50-3000	62,602	A3.1	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-57-3000	56,542	119,14
	S3.2	0-24-62-9-15-115-3001-123-3000		A3.2	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-205-3000		
	S3.3	0-10-13-14-3001-55-107-3000		A3.3	0-3002-3001-159-158-3000		
4ª feira	S4.1	0-62-11-9-12-15-13-22-115-3001-55-107-3000	56,061	A4.1	0-56-58-59-3001-102-202-105-103-106-203-302-205-3000	56,542	112,6
				A4.2	0-3002-3001-158-159-3000		
	S4.2	0-23-24-3002-3001-46-3000		A4.3	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-257-3000		
5ª feira	S5.1	0-61-7-9-15-13-3001-124-3000	53,402	A5.1	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000	56,542	109,94
	S5.2	0-3002-3001-47-3000		A5.2	0-3002-3001-257-3000		
	S5.3	0-23-24-62-3001-115-55-3000		A5.3	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-158-159-3000		
6ª feira	S6.1	0-10-9-12-15-3002-3001-51-3000	69,441	A6.1	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158-3000	56,542	125,98
				A6.2	0-3002-3001-257-3000		
	S6.2	0-23-24-62-11-13-14-3001-115-21-20-19-17-16-18-55-107-3000		A6.3	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000		
Sábado	-	-	-	A7	0-57-2-155-59-3-102-157-3000	28,841	28,841
Domingo	-	-	-	A8	0-57-2-3-59-102-157-3000	29,441	29,441
Total por Tipologia			307,19			340,99	648,18

Tabela 17 - Tabela resumo da solução obtida

Dia da Semana	Semi-Dependentes			Acamados			Total Diário
	Rota	Seqüência da Rota	Duração	Rota	Seqüência da Rota	Duração	
2ª feira	S2.1	0-60-23-61-11-13-3002-3001-17-16-19-18-55-107-3000	65,682	A2.1	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000	71,542	137,22
	S2.2	0-24-62-9-12-15-115-3001-48-3000		A2.2	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158-3000		
				A2.3	0-3002-3001-257-3000		
3ª feira	S3.1	0-23-3002-3001-50-3000	78,202	A3.1	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-57-3000	71,942	150,14
	S3.2	0-24-62-9-15-115-3001-123-3000		A3.2	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-205-3000		
	S3.3	0-10-13-14-3001-55-107-3000		A3.3	0-3002-3001-159-158-3000		
4ª feira	S4.1	0-62-11-9-12-15-13-22-115-3001-55-107-3000	56,061	A4.1	0-56-58-59-3001-102-202-105-103-106-203-302-205-3000	84,542	140,6
				A4.2	0-3002-3001-158-159-3000		
	S4.2	0-23-24-3002-3001-46-3000		A4.3	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-257-3000		
5ª feira	S5.1	0-61-7-9-15-13-3001-124-3000	53,402	A5.1	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000	71,542	124,94
	S5.2	0-3002-3001-47-3000		A5.2	0-3002-3001-257-3000		
	S5.3	0-23-24-62-3001-115-55-3000		A5.3	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-158-159-3000		
6ª feira	S6.1	0-10-9-12-15-3002-3001-51-3000	69,441	A6.1	0-57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158-3000	71,542	140,98
				A6.2	0-3002-3001-257-3000		
	S6.2	0-23-24-62-11-13-14-3001-115-21-20-19-17-16-18-55-107-3000		A6.3	0-56-58-59-3001-102-202-103-105-106-203-302-205-3000		
Sábado	-	-	-	A7	0-57-2-155-59-3-102-157-3000	28,841	28,841
Domingo	-	-	-	A8	0-57-2-3-59-102-157-3000	29,441	29,441
Total por Tipologia			322,79			429,39	752,18

Tabela 18 - Tabela resumo da solução obtida ajustada

No que respeita ao número de técnicos responsáveis por operacionalizar este serviço, foram considerados no planeamento 9 destes para cada um dos dias úteis e 2 para os fins-de-semana. Informação mais detalhada relativamente aos horários e rotas desempenhadas por cada técnico podem ser consultados adiante no subcapítulo 6.2.3.

Para cada rota diária foi elaborada uma representação geográfica da sequência de visitas a efetuar na mesma. A Figura 6 e Figura 7 são exemplo dessa representação para as rotas S2.1 e A2.2. A primeira das duas Figuras refere-se à rota S2.1 que tem o seu início às 8 horas e término às 18:37,4 horas e a duração total do tempo de deslocação da mesma para visitar os 14 nós planeados é de 46,02 minutos repartidos pelos períodos da manhã e da tarde. No que respeita à Figura 7, esta é referente à rota A2.2 a qual tem início às 8 horas e término às 17:00,8 horas. A duração das deslocações desta rota é de 26 minutos e inclui a visita a 12 nodos. As representações gráficas das restantes rotas podem ser consultadas no Anexo 1 devidamente acompanhadas por uma tabela resumo individual.



Figura 6 - Representação geográfica da rota S2.1

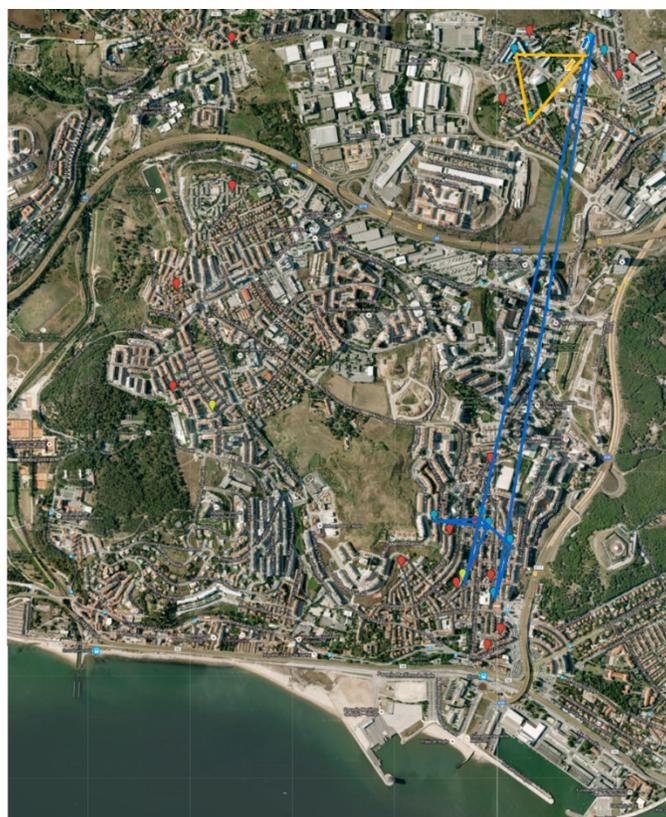


Figura 7 - Representação geográfica da rota A2.2

6.2.3 Horários e Planejamento das Visitas Diárias dos Técnicos

No subcapítulo 6.2.2 apresentaram-se as rotas ótimas a realizar para que seja possível minimizar os tempos de deslocação necessários à realização do SAD da APOIO. Após a definição das referidas rotas, a necessidade de que a estas sejam alocadas aos 9 técnicos disponíveis assume-se como uma atividade fulcral para que o cumprimento da sequência de visitas possa ser realizado conforme planeado. A par desta atividade, assume também especial relevância a necessidade de estabelecer uma escala de horários. Esta será atribuída a cada técnico garantindo que, o horário de trabalho atribuído a cada um permita que este realize todas as visitas programadas para cada dia.

6.2.3.1 Tipologia de Horários

A escala de horários foi estabelecida para o horizonte temporal de uma semana de trabalho assegurando que, no final da mesma, todos os funcionários trabalhem o mesmo número de

horas independentemente da tipologia de horário que estejam a desempenhar. Assim, foram definidas 6 tipologias distintas, todas com um total de 37 horas de trabalho semanais.

A APOIO, como referido no subcapítulo 2.6 pretende que, a cada oito semanas, a média de horas semanais de trabalho de cada funcionário seja igual a 37 horas podendo, desta forma, existir funcionários que trabalham mais do que esse período numas semanas e menos noutras. Contudo, com a escala de horários estabelecida, todas as tipologias foram estruturadas por forma a ter uma duração semanal de 37 horas garantindo, assim, uma carga horária semanal nivelada entre todos aos funcionários num horizonte temporal mais curto do que o atualmente utilizado pela Associação (uma semana *versus* oito semanas).

No que respeita ao horário de trabalho diário, estabeleceu-se que o mínimo de horas de trabalho diário a atribuir é de 5:30 horas e o limite máximo é de 8 horas podendo atingir 9 horas em casos excecionais. Na escala desenvolvida não houve necessidade de recorrer em nenhum dia da semana até esse limite para nenhuma tipologia de horário. Em cada dia de trabalho, quando os técnicos não têm nenhum serviço atribuído mas estão dentro do seu horário de trabalho, estes desempenham outras atividades variadas inerentes ao SAD desta Associação. Desta forma, nas Tabelas 19, 20, 21 e 22, estão resumidas as 6 tipologias de horários distintas.

Tipologia de Horário	Segunda-feira				Terça-feira			
	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado
T1	8h	14h30min	5h30min	5h30min	8h	16h	7h	12h30min
T2	8h	16h	7h	7h	8h	18h40min	8h40min ¹	15h40min
T3	12h30min	19h	5h30min	5h30min	8h	16h30min	7h30min	13h
T4	8h	15h35min	6h35min	6h35min	8h15min	16h	6h15min ²	12h50min
T5	8h10min	17h10min	8h	8h	8h	16h	7h	15h
T6	12h	21h	8h	8h	12h	20h	7h	15h

Tabela 19 – Tipologia de horários

¹ 2h de almoço

² 1:30h de almoço

Tipologia de Horário	Quarta -feira				Quinta-feira			
	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado
T1	8h	15h	6	18h30min	8h	16h25min	6h25min ¹	24h55min
T2	8h	17h	7h30min ²	23h10min	9h	17h	7h	30h10min
T3	12h30min	19h	5h30min	18h30min	8h	16h30min	7h30min	26h
T4	8h	15h30min	6h30min	19h20min	8h	15h30min	6h30min	25h50min
T5	8h20min	16h20min	7h	22h	8h20	17h20min	8h	30h
T6	12h	21h	8h	23h	12h	20h	7h	30h

Tabela 20 - Continuação da tipologia de horários

Tipologia de Horário	Sexta-feira				Sábado			
	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado
T1	8h	16h	7h	31h55min	-	-	-	31h55min
T2	11h00min	18h50min	6h50min	37h	-	-	-	37h
T3	8h	14h55min	5h55	31h55min	-	-	-	31h55min
T4	8h25min	16h	6h05min ₂	31h55min	8h25min	13h30min	5h05min	37h
T5	8h	16h	7h	37h	-	-	-	37h
T6	12h	20h	7h	37h	-	-	-	37h

Tabela 21 - Continuação da tipologia de horários

Tipologia de Horário	Domingo			
	Entrada	Saída	Total Diário	Total Acumulado
T1	8h25min	13h30min	5h05min	37h
T2	-	-	-	37h
T3	8h25min	13h30min	5h05min	37h
T4	,	-	-	37h
T5	-	-	-	37h
T6	-	-	-	37h

Tabela 22 - Continuação da tipologia de horários

¹ 2h de almoço

² 1:30h de almoço

Uma vez que existem 9 funcionários e 6 tipologias de horários diferentes, a atribuição destas aos diferentes funcionários é feita da seguinte forma:

- As tipologias 1, 2 e 3 são desempenhadas por três funcionários diferentes;
- As tipologias 4, 5 e 6 são desempenhadas por equipas de dois técnicos formadas pelos 6 técnicos que não estão afetos às tipologias 1, 2 e 3.

Com efeito, sendo as tipologias 1, 2 e 3 desempenhadas por apenas um funcionário, são as que estão afetas à realização das rotas referentes aos utentes semi-dependentes. Contrariamente, as tipologias 4, 5 e 6, sendo realizadas por equipas de dois técnicos, estão responsáveis por assegurar a realização das rotas afetas aos utentes acamados. Não obstante, ao domingo, os técnicos que estiverem atribuídos às tipologias 1 e 3 formam uma equipa para realizar a rota desse dia. Note-se que, aos fins-de-semana, as rotas de sábado e domingo são realizadas sempre em equipa. Não existe qualquer incompatibilidade neste sentido uma vez que todos os técnicos podem servir todos os utentes, independentemente da sua tipologia, sem que exista qualquer restrição nesse sentido.

Segundo a APOIO, existe apenas uma restrição horária por parte de um dos técnicos que está apenas disponível para iniciar o dia de trabalho a partir das 12 horas. Assim, este funcionário realizará, sempre, o horário de tipologia 6. Os restantes funcionários poderão ser distribuídos por qualquer tipologia de horário havendo condições para, se assim se entender, existir rotação de cada um destes pelas diferentes tipologias.

Relativamente ao horário de almoço, como previamente definido o intervalo estipulado para esta atividade é de 1 hora diária. Contudo, com as soluções obtidas para cada uma das rotas, por vezes existe um determinado tempo de espera imediatamente a seguir ao término do horário de almoço (ver Anexo 1). Nestes casos, quando esse tempo de espera até ao próximo serviço é igual ou superior a 30 minutos e sempre que se considerou pertinente, foram considerados horários de almoço de 1:30 horas ou, até, 2 horas.

6.2.3.2 Planeamento das Visitas Diárias

Com a definição dos diferentes horários possíveis de realizar, é agora necessário planear a sequência de visitas que serão atribuídas a cada uma das tipologias de horário. Deste modo,

uma vez que existem rotas com durações extensas, pode ocorrer que, uma mesma rota, tenha que ser realizada de forma repartida. Pode existir a necessidade, então, que parte de uma rota seja realizada por um técnico ou equipa de técnicos e, outra parte, por um outro técnico ou equipa destes.

Como exemplo pode considerar-se a rota A6.3 (ver Anexo 1). Esta rota tem início às 8 horas e término às 20 horas. A sua realização é repartida, neste caso, por duas equipas de técnicos. Os técnicos que estiverem a realizar o horário T5 iniciam a rota e terminam a sua prestação após servirem o utente 105 uma vez que terminam este serviço às 15:27,4 horas e o seu horário de trabalho termina às 16 horas. Sendo este o último utente visitado pela primeira equipa, este nó é considerado, então, como o ponto de troca entre uma equipa e outra. Assim, a partir deste ponto de troca, a equipa designada para a tipologia de horário T6 assegura a realização da restante rota não comprometendo, desta forma, a realização da mesma como previamente planeado. Assim, e de acordo com o apresentado na subsecção 6.2.2, à duração total das rotas de utentes acamados na terça-feira obtida por intermédio da aplicação do modelo (ver subcapítulo 6.2.4) é adicionada a distância efetuada pela equipa T5 do ponto 105 até ao depósito e é ainda adicionada a distância realizada por T6 do depósito até ao ponto 106 onde continuam a realização da rota A6.3 após já terem realizado a rota A6.2.

Desta forma, os utentes que constituem a rota A6.3 que serão visitados pelas equipas que desempenharem os horários T5 e T6 são, respetivamente: 56, 58, 59, 102, 202, 103, 105 e 106, 203, 302 e 205. Tanto a informação relativa ao exemplo anterior como o planeamento das visitas diárias para cada tipologia de horário pode ser consultada na Tabela 23.

Tipologia de Horário		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
T1	Rota	S2.1 (até 3001)	S3.1	S4.1 (até 3001)	S5.1	S6.1	-	
	Utentes	60-23-61-11-13-3002-3001	23-3002-3001-50	62-11-9-12- 15-13-22-115-3001	61-7-9-15-13-3001-24	10-9-12-15-3002-3001-51	-	
T2	Rota	S2.2	S3.2 + S3.3 (só o 107)	S4.2	S5.2	S6.2 (a partir do 115)	-	-
	Utentes	24-62-9-12-15-115-3001-48	24-62-9-15-115-3001-123 + 107	23-24-3002-3001-46	3002-3001-47	115-21-20-19-17-16-18-55-107	-	-
T3	Rota	S2.1 (a partir do 17)	S3.3 (até 55)	S4.1 (a partir do 55)	S5.3	S6.2 (até 3001)	-	A8
	Utentes	17-16-19-18-55-107	10-13-14-3001-55	55-107	23-24-62-3001-115-55	23-24-62-11-13-14-3001	-	57-2-3-59-102-157
T4	Rota	A2.1 (até 105)	A3.1	A4.1 (até 103)	A5.1 (até 105)	A6.1	A7	-
	Utentes	56-58-59-3001-102-202-103-105	57-2-6-5-4-3-1-157-3001-257	56-58-59-3001-102-202-105-103	56-58-59-3001-102-202-103-105	57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158	57-2-155-59-3-102-157	-
T5	Rota	A2.2	A3.2 (até 105)	A4.3 + A4.1 (só o 106)	A5.3	A6.3 (até 105)	-	-
	Utentes	57-2-6-5-4-3-1-157-3001-159-158-3	56-58-59-3001-102-202-103-105	57-2-6-5-4-3-1-157-3001-257 + 106	57-2-6-5-4-3-1-157-3001-158-159	56-58-59-3001-102-202-103-105	-	-
T6	Rota	A2.3 + A2.1 (a partir do 106)	A3.3 + A3.2 (a partir do 203)	A4.2 + A4.1 (a partir do 203)	A5.2 + A5.1 (a partir do 106)	A6.2 + A6.3 (a partir do 105)	-	-
	Utentes	3002-3001-257 + 106-203-302-205	3002-3001-159-158 + 203-205	3002-3001-158-159 + 203-302-205	3002-3001-257 + 106-203-302-205	3002-3001-257 + 106-203-302-205	-	-

Tabela 23 - Planeamento das visitas diárias por tipologia de horário

6.2.4 Resultados Computacionais

No presente subcapítulo são apresentados os resultados computacionais inerentes à solução obtida ao problema em estudo no presente documento. Após a aplicação do modelo foram obtidas soluções para as rotas diárias por tipologia de utente a realizar por forma a responder a todos os serviços requeridos. O modelo, para calcular as soluções do VRPTW presente nesta dissertação, considera um determinado número de variáveis, restrições e desenvolve um determinado número de iterações até calcular a solução final. Para cada um dos dias da semana e para cada tipologia, o tempo que o modelo demora para devolver a solução e a percentagem de erro associada à mesma é, também, variável. Esta informação encontra-se detalhada na Tabela 24.

Tipologia de Utente	Dia da Semana	Nº Total de Variáveis	Nº de Variáveis Binárias	Nº Total de Restrições	Iterações	Tempo de Execução (s)	GAP (%)	Solução Ótima (m)
Semi-Dependentes	2ª feira	1147	525	677	14391	0,047	0%	65,682
	3ª feira	957	416	631	617	0,032	0%	62,602
	4ª feira	651	287	404	521	0,031	0%	56,061
	5ª feira	891	392	588	1483	0,047	0%	53,402
	6ª feira	1331	613	779	302	0,046	0%	69,441
	Sábado	-	-	-	-	-	-	-
	Domingo	-	-	-	-	-	-	-
Acamados	2ª feira	2283	1059	1384	20444	0,11	0%	56,542
	3ª feira	2289	1062	1387	33814	0,093	0%	56,542
	4ª feira	2295	1065	1390	45732	0,094	0%	56,542
	5ª feira	2301	1068	1393	48990	0,125	0%	56,542
	6ª feira	2277	1056	1381	6902	0,156	0%	56,542
	Sábado	145	51	93	36	0,016	0%	28,841
	Domingo	120	38	79	28	0,015	0%	29,441

Tabela 24 - Resultados computacionais da solução obtida

Os valores apresentados na tabela anterior foram obtidos mediante a aplicação do modelo desenvolvido por Gomes e Ramos (2016) no *software* GAMS num computador com processador Intel(R) Core(TM) i3-3120M CPU @ 2.50GHz e memória RAM de 4GB.

De acordo com a informação presente na Tabela 24 é possível concluir-se que todas as soluções foram obtidas num período de tempo bastante aceitável. Mais se acresce que, para além de se estar perante um tempo de execução satisfatório, as soluções obtidas para cada

uma das instâncias são soluções ótimas para cada uma das mesmas na medida em que a percentagem de erro de cada uma das soluções obtidas é igual a 0.

Por fim, conclui-se que, embora as soluções obtidas para os utentes acamados para os dias úteis sejam iguais, os tempos de execução, número de variáveis e iterações diferem entre os mesmos. Esta observação é justificada pelo facto de os *inputs* ao modelo, embora idênticos, terem pequenas variações como é o exemplo das durações dos serviços a um mesmo cliente variarem de dia para dia.

6.3 Análise Comparativa

No presente subcapítulo será efetuada uma análise comparativa entre a solução atualmente levada a cabo pela Associação APOIO e a solução obtida no presente documento para os SAD da mesma.

Assim, observando a Figura 8, é possível obter uma comparação global entre as duas soluções em estudo. Através da análise da mesma é possível tomar conhecimento dos tempos de deslocação executados pelos técnicos do SAD da APOIO para cada um dos dias da semana e para o total da mesma. Observando atentamente a figura é possível concluir que a solução obtida permite reduzir os tempos de deslocação para todos os dias de operação o que se traduz, conseqüentemente, numa poupança de tempo a nível semanal.

Analisando detalhadamente a Figura 8 é possível concluir que a solução obtida permite poupar aproximadamente 12% do tempo que é atualmente percorrido pela APOIO para prestar diariamente esta tipologia de serviço. Estes 12% traduzem-se, em termos temporais, numa poupança semanal de 101,04 minutos o que significa que, em média, a solução obtida permite que se poupe aproximadamente 14,5 minutos em cada um dos dias da semana.

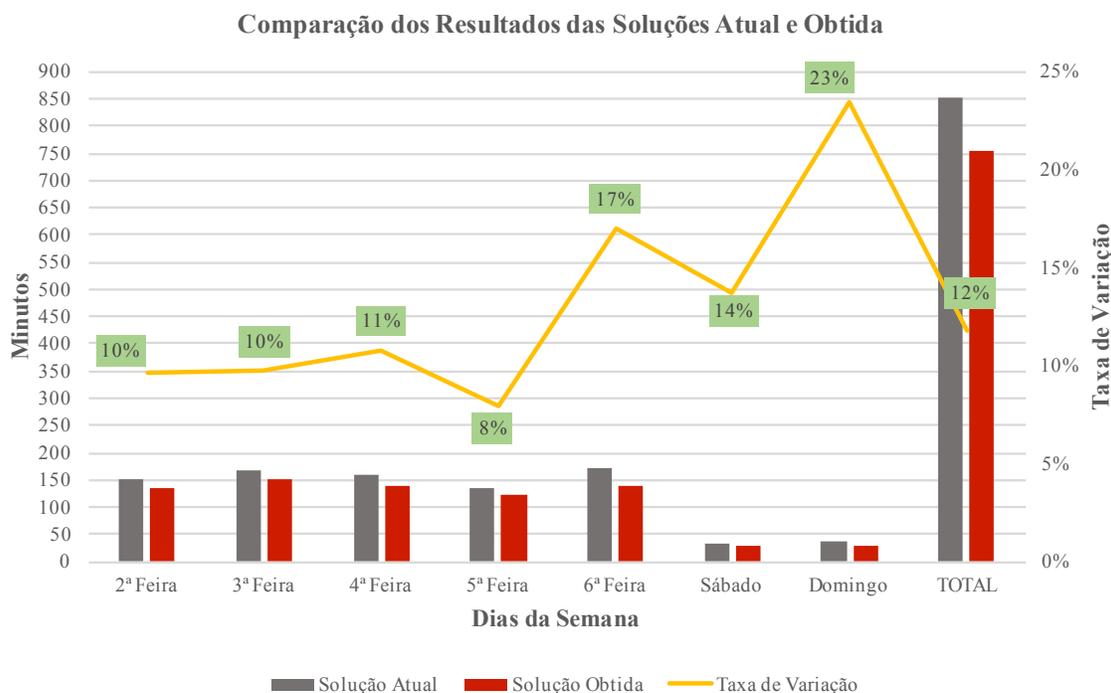


Figura 8 - Comparação entre solução atual e obtida

Atentando, agora, em cada um dos dias da semana, conclui-se que o dia em que é registado uma maior redução da distância percorrida é no domingo apresentando uma melhoria de sensivelmente 23% (29,441 minutos na solução obtida face a 38,44 minutos percorridos na solução atual). Contrariamente, quinta-feira apresenta-se como o dia em que a redução da distância percorrida é menor. Registou-se, para este dia, um decréscimo de aproximadamente 8% aquando da comparação entre a solução obtida e a solução atual.

Considerando a Tabela 25, é possível analisar os horários de início e de fim de cada dia de trabalho e, conseqüentemente, perceber se existe algum dia da semana em que os serviços foram prestados fora do horário predefinido pela Associação. Analisando a solução obtida no presente documento, é possível concluir-se que esta não contempla qualquer exceção ao horário de funcionamento da APOIO (das 8 horas às 20 horas nos dias úteis e até às 13:30 horas nos fins-de-semana e feriados). Focando agora na solução que é atualmente desenvolvida pela APOIO é possível concluir que existem quatro situações (assinaladas a negrito na Tabela 25) em que os serviços foram iniciados ou terminados excecionalmente fora do horário de funcionamento do SAD desta Associação. No caso do fim-de-semana o

dia de trabalho foi iniciado mais cedo e, nos casos de terça-feira e quarta-feira, o dia de trabalho terminou para além do período de funcionamento estabelecido.

Refere-se ainda que, de acordo com o planeamento atual da APOIO, apenas um técnico está de serviço entre as 18 horas e as 20 horas nos dias úteis. Tal situação significa que, os utentes números 2, 3 e 5, sendo acamados e tendo serviços a receber com janelas temporais que interferem com este período de tempo, atualmente estão a ser servidos apenas e só por um técnico em vez de uma equipa de dois como pretendido. Com a proposta de solução apresentada é possível colmatar a referida necessidade sem que seja necessário recorrer ao incumprimento de qualquer requisito estabelecido.

Dia da Semana	Primeiro serviço		Último Serviço	
	Início		Fim	
	Solução Atual	Solução Obtida	Solução Atual	Solução Obtida
2ª feira	8h07min	8h00,12min	19h34min	19h51,8min
3ª feira	8h11min	8h00,4min	20h39min	19h51,8min
4ª feira	8h09min	8h00,4min	19h38min	19h51,8min
5ª feira	8h11min	8h00,4min	19h40min	19h51,8min
6ª feira	8h10min	8h00,4min	20h34min	19h51,8min
Sábado	7h57min	8h30min	12h54min	13h29,88min
Domingo	7h57min	8h30min	12h50min	13h29,88min

Tabela 25 - Horário de início e fim do primeiro e último serviço realizado por dia e por solução

7. Conclusões Finais e Trabalho Futuro

7.1 Conclusões

Os problemas de planeamento de rotas têm sido alvo de um estudo intensivo considerando a sua extrema importância no âmbito da Logística. Atualmente o maior desafio enfrentado pelas empresas que se deparam diariamente com este tipo de problemas é o de aplicar uma estratégia que possibilite otimizar a entrega de produtos ou serviços aos seus clientes não esquecendo a necessidade de não violar determinadas restrições. (Surekha e Sumathi, 2011; Tiwari e Chang, 2014).

Nesta conjuntura, surgiu a oportunidade de desenvolver a presente dissertação que tem como objetivo principal minimizar o tempo total de deslocações por parte dos técnicos do SAD prestado pela APOIO - Associação de Solidariedade Social. Este objetivo, segundo Duque et. Al (2015) é um dos objetivos mais comuns a atingir com a resolução deste tipo de problemas. As instalações desta Associação situam-se em Outurela, Carnaxide e desenvolve a sua atividade social no concelho de Oeiras, mais concretamente nas freguesias de Algés e Carnaxide onde presta o seu SAD a 36 utentes.

Com a informação obtida por intermédio da revisão de literatura é possível classificar o problema em estudo na presente dissertação como sendo do tipo VRPTW. Este, de acordo com Pisinger e Ropke (2005), é uma das variantes com que empresas que enfrentam problemas de rotas diariamente mais se deparam. No caso concreto da APOIO, cada utente tem associada uma única janela temporal representando, assim, o intervalo de tempo entre o qual, impreterivelmente, o serviço terá que ser iniciado (Machado et al., 2002). Ainda, na literatura, Tan et al. (2001) referem que o objetivo principal que se pretende alcançar com a resolução deste tipo de problemas é minimizar as distâncias percorridas entre cada cliente que vai precisamente de encontro ao âmbito da presente dissertação.

Considerando o problema em estudo, para a sua resolução foi utilizado um modelo matemático desenvolvido por Gomes e Ramos (2016) e implementado por intermédio do *software* GAMS. O referido modelo permitiu obter o número de rotas e sequência de visitas ótimas para cada uma destas por forma a minimizar o tempo total de deslocações percorrido.

O modelo foi aplicado individualmente para cada dia da semana e, para cada um destes, foi aplicado separadamente para as duas tipologias de utentes existentes: semi-dependentes

e acamados. A sua aplicação permitiu obter soluções num período de tempo bastante aceitável e com uma percentagem de erro igual a 0% para todos os dias e todas as tipologias de utentes. Embora no contexto real deste serviço por parte da Associação as deslocações entre as habitações dos utentes possam ser realizadas, consoante as distâncias a percorrer, a pé ou de carrinha, para o cálculo das soluções atual e obtida considerou-se que todas seriam feitas por intermédio de carrinha (ver subcapítulo 6.1.3.2).

No capítulo 6 foram apresentadas duas soluções distintas: a solução que é utilizada atualmente pela APOIO para realizar o SAD e a solução obtida por intermédio da aplicação do modelo já referido no *software* GAMS com base nos resultados recolhidos junto da Associação. Comparando as duas soluções é possível concluir que a obtida permite um ganho semanal considerável de aproximadamente 12% quando comparada com a solução atual o que se traduz numa redução de 101,04 minutos em cada semana. Com esta poupança de tempo obtida, a APOIO poderá canalizar o tempo ganho para que os técnicos tenham maior disponibilidade para desempenhar outras atividades na instituição inerentes a este serviço ou aumentar a capacidade do seu SAD incluindo, assim, um maior número de utentes no planeamento uma vez que existe atualmente uma lista de clientes em espera. Tendo em conta os valores apresentados na Tabela 16 presente no subcapítulo 6.2.2, por forma a maximizar o tempo poupado podem ser adicionados 8 utentes semi-dependentes que correspondem a 99,28 minutos (menos que os 101,04 minutos poupados). Outras soluções podem ser consideradas em alternativa à referida como a inclusão de mais 1 utente semi-dependente e 2 acamados (98,29 minutos), 4 semi-dependentes e 1 acamado (92,58 minutos) ou, por fim, 2 utentes acamados (85,88 minutos).

Uma definição de tipologia de horários semanais foi também proposta por forma a garantir que o planeamento de rotas obtido seja cumprido. As tipologias de horário definidas garantem, ainda, que cada técnico trabalhe 37 horas semanais - restrição imposta pela APOIO. As mesmas tipologias garantem que todos os utentes com necessidade de ser visitados por equipas de dois técnicos devido à sua condição são visitados por exatamente dois técnicos. Ainda, a definição das referidas tipologias permite que exista flexibilidade para que se alterne os diversos técnicos pelas diferentes tipologias de horário e assim garantir, por exemplo, que os trabalhadores escalados para trabalhar aos fins-de-semana vão alternando de acordo com a tipologia de horário que estejam a desempenhar em cada semana.

Comparando a solução obtida com a de Gomes e Ramos (2016) conclui-se que produz uma poupança de tempo inferior uma vez que no caso aplicado pelas duas autoras, os ganhos obtidos fixaram-se nos 23%. Contudo, considera-se que a poupança obtida é satisfatória tendo em conta o caso em estudo no presente documento.

Tanto no caso estudado na presente dissertação como no caso estudado em Gomes e Ramos (2016) o planeamento inicial é realizado com base na experiência sem se recorrer a qualquer ferramenta de auxílio produzindo, desta forma, um planeamento com qualidade reduzida o que vai de encontro às conclusões presentes em Rasmussen et al. (2012) e em Mankowska et al. (2014) referindo Boß (2012). Conclui-se, assim, que o modelo apresentado nestes dois documentos poderá ser uma ferramenta importante de definição de rotas que minimizem o tempo total de deslocação desta tipologia de serviços considerando os resultados interessantes que foram obtidos com a sua aplicação.

Não obstante o trabalho desenvolvido, existe a possibilidade de melhorar e explorar mais detalhadamente alguns tópicos inerentes à presente dissertação que serão referidos no seguinte subcapítulo.

7.2 Trabalho Futuro

Como trabalho a ser desenvolvido futuramente indicam-se algumas ações de melhoria às limitações ou que sirvam de complemento ao trabalho apresentado.

Uma das limitações da presente dissertação é o facto de ter existido a necessidade de aplicar o modelo numa base diária e de forma independente tanto para utentes acamados como para utentes semi-dependentes. Esta necessidade surgiu de acordo com algumas restrições do próprio modelo pelo que seria vantajoso, futuramente, desenvolvê-lo de modo a que fosse possível a sua aplicação a problemas deste âmbito e com esta especificidade. Recomenda-se a resolução deste problema específico numa base semanal contudo, em caso de impossibilidade, aconselha-se a sua resolução numa base diária (sem separação total entre as duas tipologias de utentes). Deste modo poder-se-ia, eventualmente, obter uma solução melhor e mais integrada uma vez que, numa situação ótima, dois técnicos diferentes que visitam dois utentes semi-dependentes distintos acabem o serviço ao mesmo tempo e se possam encontrar para que, em equipa, visitem um utente acamando. Contudo, embora no modelo esta possibilidade não seja considerada, a título representativo, aquando da

elaboração dos horários e atribuição da escala de serviços, os dois técnicos que formam equipa ao domingo para visitar utentes acamados, durante a semana estão alocados exclusivamente à prestação de serviços a utentes semi-dependentes complementando-se e formando equipa apenas neste dia da semana. Ainda, para que fosse possível aplicar o modelo numa base diária ou semanal, seria necessário desenvolver o mesmo por forma a que houvesse a flexibilidade de indicar no modelo a existência de duas tipologias distintas de utentes.

Para que seja possível considerar o problema em estudo como um todo é necessário também ter em consideração o serviço de distribuição de alimentação por parte desta Associação. A APOIO dispõe deste serviço do qual beneficiam tanto utentes que são parte integrante do SAD da Associação como utentes que apenas usufruem deste serviço. Para esta tarefa existe uma carrinha devidamente equipada para que este serviço seja prestado com as devidas precauções necessárias. Contudo, na presente dissertação, a logística inerente à operacionalização desta atividade não é tida em consideração. Considera-se, então, o estudo deste problema paralelo ao desenvolvido neste documento como desafio futuro a ser realizado como complemento ao caso estudado na presente dissertação. A dificuldade desta tarefa prende-se com o elevado nível de dependência e necessidade de sincronização entre os principais intervenientes (técnicos, janelas temporais de utentes e número de carrinhas) nestas duas atividades o que justifica a pertinência e importância do seu estudo.

Seria vantajoso que o modelo conseguisse primeiro identificar o próximo ponto a visitar com base em proximidade e, de seguida, fosse feita a conversão para tempo de deslocação (a pé ou de carrinha dependendo da distância a percorrer). Esta melhoria permitiria corrigir o que sucede atualmente. É possível indicar tempos de deslocação mistos no modelo, contudo este seleciona o próximo ponto a visitar com base no menor tempo de deslocação não diferenciando meios de transporte e, assim, poderá eventualmente optar com maior frequência por viagens de carrinha uma vez que têm menores tempos de deslocação mas maior distância comparativamente a deslocações a pé.

Ainda relativamente ao modelo, deveria ser considerada a hipótese de se incluir neste uma restrição em que fosse possível definir a duração máxima que cada rota não pudesse exceder. Deste modo, e considerando o caso estudado na presente dissertação, um limite máximo de 8 horas por rota iria permitir que não houvesse a necessidade de se repartir a

realização da mesma por dois ou mais técnicos. Esta inclusão seria vantajosa na medida em que, ao não ser possível definir a duração máxima de cada rota, poderá haver a necessidade de ter que a repartir por vários técnicos e assim acrescentar tempos de deslocação à solução final que não estavam contabilizados inicialmente. Este procedimento implica, assim, num acréscimo do tempo total de deslocação. Esta inclusão iria permitir também um maior ajuste e flexibilidade do modelo a cada um dos problemas a ser estudado futuramente.

Por fim considerando que, por vezes, o último utente a ser visitado em cada dia de trabalho reside próximo da Associação e os técnicos deslocam-se até à sua residência a pé (o mesmo caso ocorre para os primeiros utentes da manhã) seria interessante considerar em algumas situações a possibilidade de incluir no problema rotas abertas. Neste contexto, técnicos podiam começar um dia de trabalho diretamente na residência do primeiro utente sem ter que passar primeiro pela APOIO e o mesmo para o final do dia quando o último utente fosse servido. As condições necessárias a preencher assim como a maneira de como implementá-las pode também ser objeto de estudo.

Referências Bibliográfica

- Boß, B. 2012. *Personal communication with head of nibola GbR (an HCC software supplier)*. Disponível em: <http://nibola.com>.
- Bolin, K., Lindgren, B. & Lundborg, P. 2008. Informal and formal care among single- living elderly in Europe. *Health Econ*, 17: 393-409.
- Bonsang, E. 2009. Does informal care from children to their elderly parents substitute for formal care in Europe?. *Journal of Health Economics*, 28: 143-154.
- Braekers, K., Hartl, R. F., Parragh, S. N. & Tricoire, F. 2016. A bi-objective home care scheduling problema: Analysing the trade-off between costs and cliente inconvenience. *European Journal of Operational Research*, 248: 428-443.
- Bricon, N., Anceaux, F., Bennani, N., Dufresne, E. & Watbled, L. 2005. A distributed coordination platform for home care: analysis, Framework and prototype. *International Journal of Medical Informatic*, 74: 809-825.
- Carlsson, J., Dongdong, G., Subramaniam, A., Wu, A. & Ye, Y. 2006. *Solving Min-Max Multi-Depot Vehicle Routing Problem*. Stanford University, Stanford, CA 94305, USA.
- Clarke, G. & Wright, J. V. 1964. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12: 561-581.
- Comas-Herrera, A., Costa-Font, J., Gori, C., di Maio, A., Patxot, C., Pickard, L., Pozzi, A., Rothgang, H., Wittenberg, R. 2003. European study of long-term care expenditure: investigating the sensitivity of projections of future long-term care expenditure in Germany, Spain, Italy and the United Kingdom to changes in assumptions about demography, dependency, informal care, formal care and unit costs. *European Commission, Employment and Social Affairs DG*, 1840.
- Comissão Europeia 2014. *The 2015 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies*. Consultado em 27 de setembro de 2015. Disponível em: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2014/pdf/ee8_en.pdf.
- Cordeau, J. & Laporte, G. 2001. A Tabu Search algorithm for the site dependent vehicle routing problem with time windows. *Infor*, 30(3): 292-298.
- Dantzig, G. B., Fulkerson, D. R. & Johnson, S. M. 1954. Solution of a Large-Scale Traveling-Salesman Problem. *Operations Research*, 2: 393-410.
- Dantzig, G. B. & Ramser, J. H. 1959. The Truck Dispatching Problem. *Management Science*, 6: 80-91.

- European Network of Economic Policy Research Institutes (ENEPRI), 2010. *The long-term care system for the elderly in portugal*. Consultado em 30 de setembro de 2015. Disponível em: http://www.ancien-longtermcare.eu/sites/default/files/ENEPRI%20_ANCIEN_%20RR%20No%2084%20Portugal.pdf.
- Federgruen, A. & Simchi-Levi, D. 1995. Analysis of Vehicle Routing and Inventory-Routing Problems. In M. O. Ball et al., (Eds.), *Handbooks in OR & MS*, 8(4): 297-373.
- Ghiani, G., Guerriero, F., Laporte, G. & Musmanno, R. 2002. Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies. *European Journal of Operational Research*, 151: 1-11.
- Gillet, B. E. & Miller, L. R. 1974. A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem. *Operations Research*, 22: 340-349.
- Glover, F. (1986). Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers and Operations Research*, 13(5): 533-549.
- Gomes, M. I. & Ramos, T. R. P. 2016. Ajudando uma assistente social a planear o seu serviço de apoio domiciliário. *Boletim APDIO*, 54: 11-13.
- Gutiérrez, E. V., Gutiérrez, V. & Vidal, C. J. 2013. Home Health Care Logistics Management: Framework and Research Perspectives. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(3): 173-182.
- Gutiérrez, E. V. & Vidal, C. J., 2013. Home health care logistics management problems: a critical review of models and methods. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 68: 160-175.
- Ho, W., Ho, G. T. S., Ji, Ping & Lau, H. C. W. 2008. A hybrid algorithm for the multi-depot vehicle routing problem. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21: 548-557.
- Instituto Nacional de Estatística 2015. *Dia Mundial da população*. Consultado em 8 de outubro de 2015. Disponível em: https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj0vMHN6uzPAhUBehQKHfvUAokQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.ine.pt%2Fngt_server%2Fattachfileu.jsp%3Flook_parentBoui%3D232024193%26att_display%3Dn%26att_download%3Dy&usq=AFQjCNG05Z_ZerOow0ijBbY96aCPbvwwQg&sig2=6WMn80hx1welkLcGQaoPdg.
- Instituto Nacional de Estatística 2012. *Censos – Resultados definitivos Portugal 2011*. Consultado em 10 de Outubro de 2015. Disponível em: https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=148642713&att_display=n&att_download=y

- Koeleman, P. M., Bhulai, S. e van Meersbergen, M. 2012. Optimal patient and personnel scheduling policies for care-at-home service facilities. *European Journal of Operational Research*, 219(3): 557-563.
- Küçükoglu, I. & Öztürk, N. 2015. An advanced hybrid meta-heuristic algorithm for the vehicle routing problem with backhauls and time windows. *Computers & Industrial Engineering*, 86, 60-68.
- Laporte, G. 2007. What You Shoul Know about the Vehicle Routing Problem. *Naval Research Logistics*, 54: 811-819.
- Laporte, G., Gendreau, M., Potvin, J. & Semet, F. 2000. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International Transactions in Operational Research*, 7: 285-300.
- Li, F., Golden, B. & Wasil, E. 2007. The open vehicle routing problem: Algorithms, large-scale test problems, and computational results. *Computers & Operations Research*, 34: 2918-2930.
- Machado, P., Tavares, J., Pereira, F. B. & Costa, E. 2002. Vehicle Routing Problem: Doing It The Evolutionary Way. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, 8: 690-.
- Maya Duque, P. A., Castro, M., Sörensen, K. & Goos, P. 2015. Home care service planning. The case of Landelijke Thuiszorg. *European Journal of Operational Research*, 243: 292-301.
- Mankowska, D. S., Meisel, F. & Bierwirth, C. 2014. The home health care routing and scheduling problema with interdependente services. *Health Care Management Science*, 17: 15-30.
- Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C. & Medaglia, A. L. 2013. A review of dynamic vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 225: 1-11.
- Pisinger, D. & Ropke, S. 2005. A general heristic for vehicle routing problems. *Computers and Operations Reseacrch*, 34: 2403-2435.
- Rasmussen, M. V., Justesen, T., Dohn, A. & Larsen, J. 2012. The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-based visit clustering and temporal dependencies. *European Journal of Operational Research*, 219: 598-610.
- Ropke, S. 2005. *Heuristic and exact algorithms for vehicle routing problems*. Unpublished Ph.D. thesis, University of Copenhagen (DIKU), Copenhaga
- Surekha, P. & Sumathi, S. 2011. Solution to Multi-Depot Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithms. *World Applied Programming*, 1(3): 118-131.

- Tan, K. C., Lee, L. H., Zhu, Q. L. & Ou, K. 2001. Heuristic methods for vehicle routing problem with time windows. *Artificial Intelligence in Engineering*, 15: 281-295.
- Tiwari, A. & Chang, P. 2014. A block recombination approach to solve green vehicle routing problem. *International Journal of Production Economics*, 164: 379-387.
- Van Houtven, C. H. & Norton, E. C. 2004. Informal care and health care use of older adults. *Journal of Health Economics*, 23: 1159-1180.
- Xu, S., Liu, J., Zhang, F., Wang, L. & Sun, L. 2015. A Combination of Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization for Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Sensor*, 15: 21033 - 21053.
- Zare-Reisabadi, E. & Mirmohammadi, S. H. 2015. Site dependent vehicle routing problem with soft time window: Modeling and solution approach. *Computers & Industrial Engineering*, 90: 177-185.
- Zhang, Y., Puterman, M. L., Nelson, M. & Atkins, D. 2012. A Simulation Optimization Approach for Long-Term Care Capacity Planning. *Operations Research*, 60(2): 249-261.
- Zielinski, A & Halling, A. 2015. Association between age, gender and multimorbidity level and receiving home health care: a population-based Swedish study. *BMC Research Notes*, 8: 1-6.

Anexos

Anexo 1 - Detalhe e Representação Geográfica de Cada Rota

Segunda-feira Semi-dependentes

Rota S2.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-60	8h00min	0,8	8h00,8min	26	8h26,8min	-
60-23	8h26,8min	0,44	8h27,24min	36	9h03,24min	23,76min
23-61	9h27min	4,6	9h31,6min	20	9h51,6min	-
61-11	9h51,6min	5,4	9h57min	33	10h30min	53,8min
11-13	11h23,8min	2,6	11h26,4min	26	11h52,4min	-
13-3002	11h52,4min	7,6	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	-
3001-17	14h30min	7,8	14h37,8min	2,5	14h40,3min	-
17-16	14h40,3min	0	14h40,3min	2,5	14h42,8min	-
16-19	14h42,8min	4,2	14h47min	5	14h52min	51,4min
19-18	15h43,4min	1,6	15h45min	5	15h50min	8,82min
18-55	15h58,82min	1,18	16h00min	27	16h27min	1h47,6min
55-107	18h14,6min	2,4	18h17min	13	18h30min	-
107-3000	18h30min	7,4	18h37,4min		Fim da Rota	

Tabela 26 - Rota S2.1 detalhada

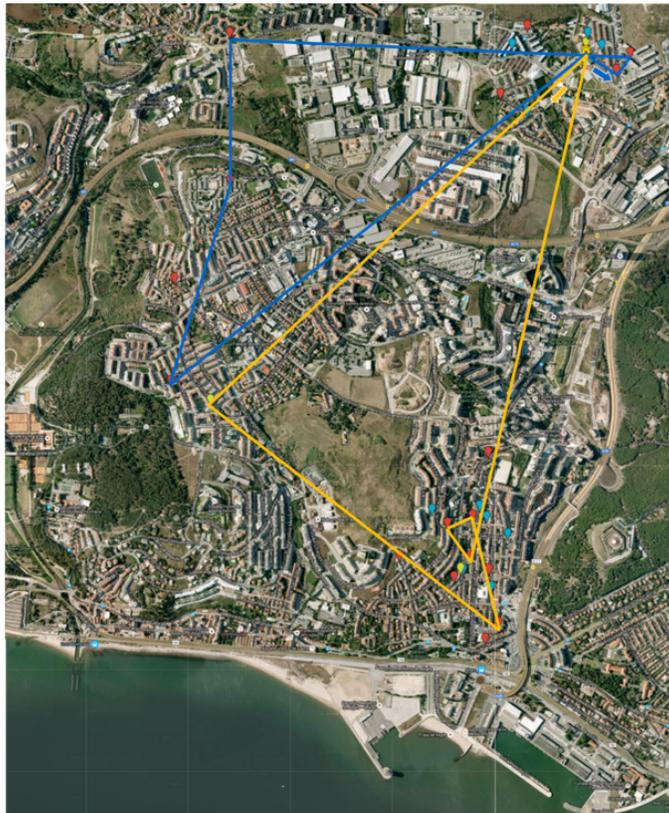


Figura 9 - Representação geográfica da rota S2.1

Rota S2.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-24	8h00min	1	8h01min	32	8h33min	2min
24-62	8h35min	1,4	8h36,4min	18	8h54,4min	-
62-9	8h54,4min	7,6	9h02min	28	9h30min	28,94min
9-12	9h58,94min	1,06	10h00min	24	10h24min	29,4min
12-15	10h53,4min	1,6	10h55min	35	11h30min	30min
15-115	12h00min	0	12h00min	17	12h17min	-
115-3001	12h17min	7	12h24min	60	13h24min	1h41min
3001-48	15h05min	0	15h05min	55	16h00min	-
48-3000	16h00min	0	16h00min	Fim da Rota		

Tabela 27 - Rota S2.2 detalhada

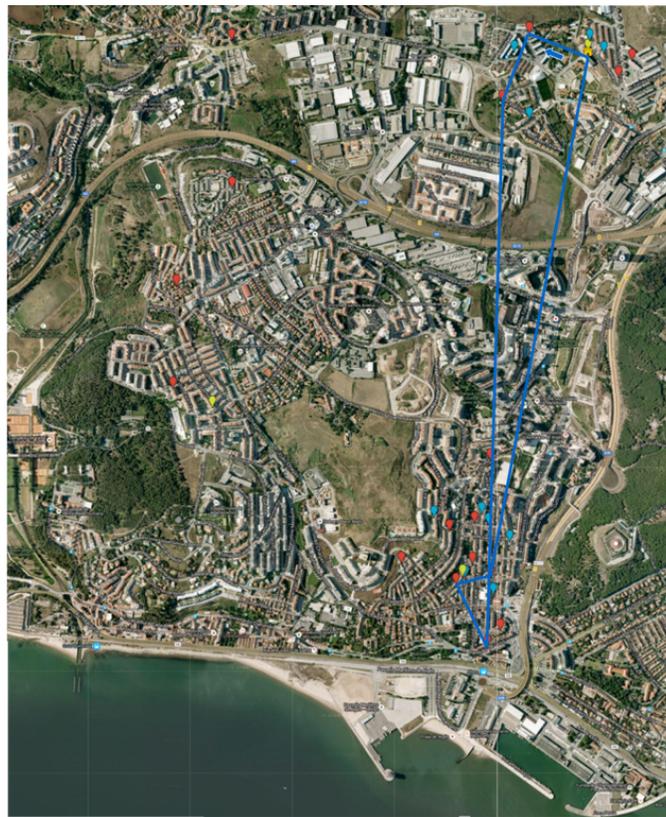


Figura 10 - Representação geográfica da rota S2.2

Acamados
Rota A2.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-56	8h00min	0,4	8h00,4min	49	8h49,4min	9,26min
56-58	8h58,86min	1,14	9h00min	60	10h00min	58,24min
58-59	10h58,24min	1,76	11h00min	40	11h40min	24,8min
59-3001	12h04,8min	2	12h06,8min	60	13h06,8min	-
3001-102	13h06,8min	7,2	13h14min	16	13h30min	60min
102-202	14h30min	0	14h30min	12	14h42min	17,8min
202-103	14h59,2min	0,8	15h00min	5	15h05min	-
103-105	15h05min	2,4	15h07,4min	13	15h30,4min	27,2min
105-106	15h57,6min	2,4	16h00min	12	16h12min	2h21,8min
106-203	18h33,8min	0,2	18h34min	26	19h00min	13min
203-302	19h13min	0,8	19h13,8min	22	19h35,8min	-
302-205	19h35,8min	3	19h38,8min	13	19h51,8min	-
205-3000	19h51,8min	8,2	20h00min	Fim da Rota		

Tabela 28 - Rota A2.1 detalhada

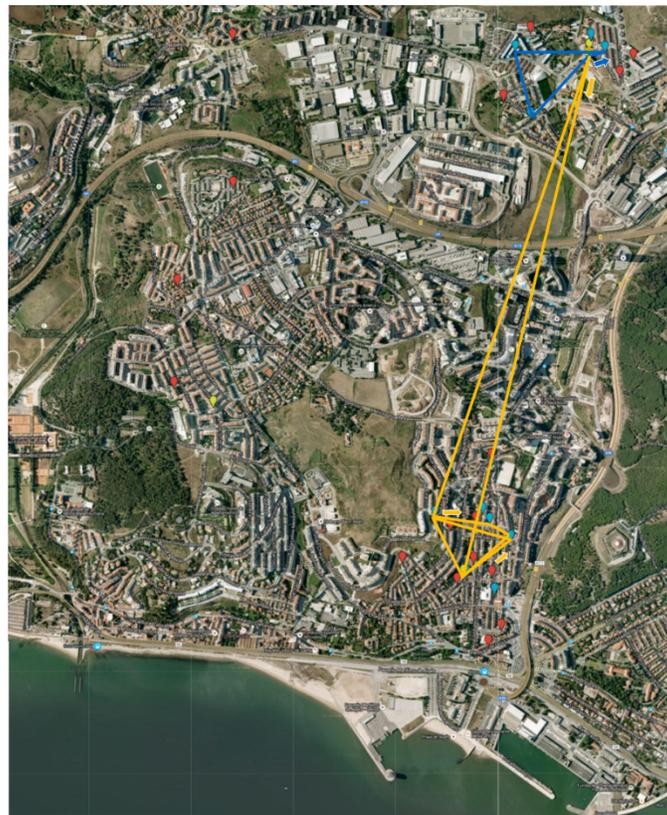


Figura 11 - Representação geográfica da rota A2.1

Rota A2.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h00min	0,12	8h00,12min	45	8h45,12min	0,6min
57-2	8h45,72	6,8	8h52,52min	34	9h26,72min	Fazer conta
2-6	9h55,8min	1,6	9h57,4min	16	10h13,4min	-
6-5	10h13,4min	2,4	10h15,8min	45	11h00,8min	-
5-4	11h00,8min	2,2	11h03min	29	11h32min	27min
4-3	11h59min	0,4	11h59,4min	45	12h44,4min	-
3-1	12h44,4min	0,6	12h45min	32	13h17min	13,68min
1-157	13h30,68min	7,2	13h37,88min	22	13h59,88min	-
157-3001	13h59,88min	0,12	14h00min	60	15h00min	28min
3001-159	15h28min	2	15h30min	13	15h43min	1h01,24min
159-158	16h44,24min	1,76	16h46min	14	17h00min	-
158-3000	17h00min	0,8	17h00,8min	Fim da Rota		

Tabela 29 - Rota A2.2 detalhada

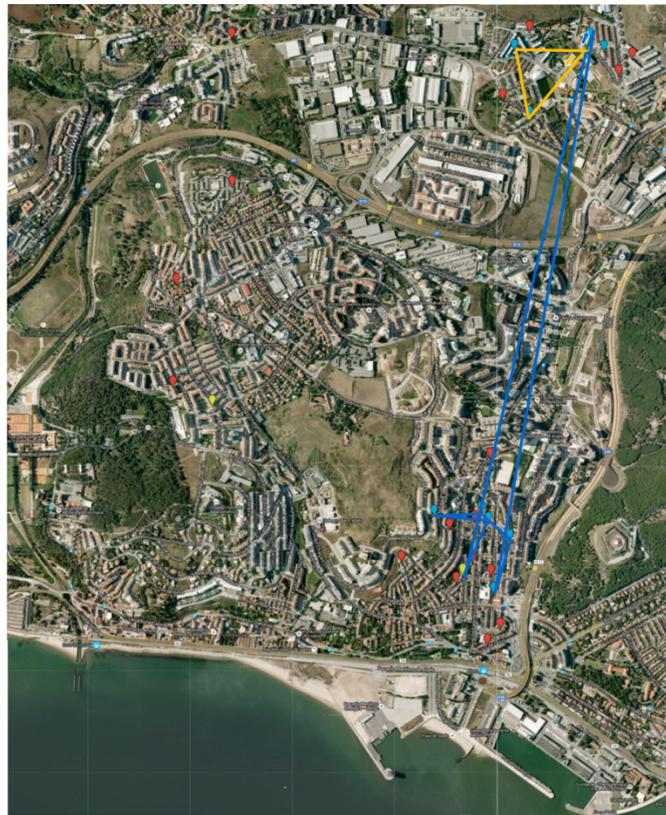


Figura 12 - Representação geográfica da rota A2.2

Rota A2.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	30min
3002-3001	14h00min	0	14h00min	60	15h00min	29,88min
3001-257	15h29,88min	0,12	15h30min	16	15h46min	-
257-3000	15h46,12min	0,12	15h46,24min	Fim da Rota		

Tabela 30 - Rota A2.3 detalhada

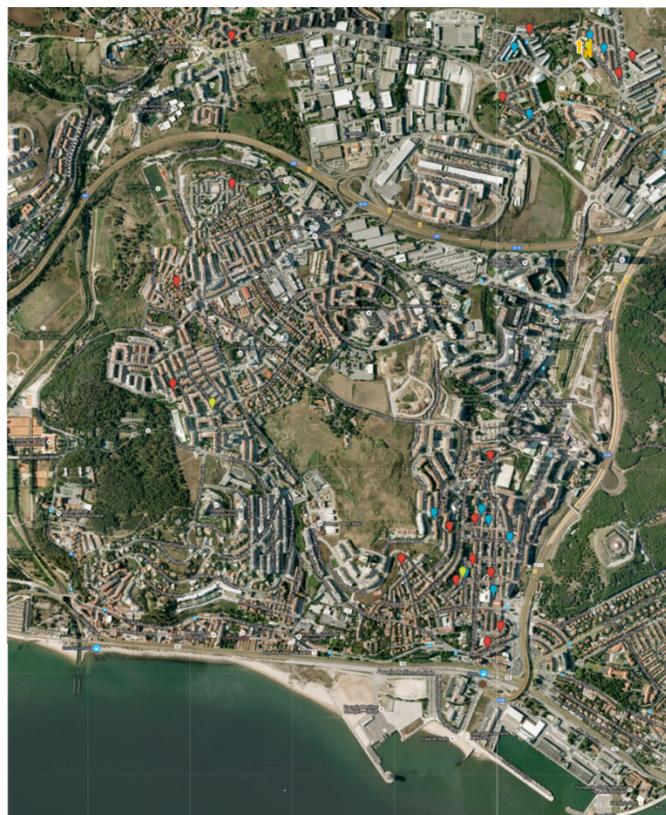


Figura 13 - Representação geográfica da rota A2.3

Terça-feira

Semi-dependentes

Rota S3.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-23	8h00min	1,2	8h01,2min	45	8h46,2min	3h12,6min
23-3002	11h58,8min	1,2	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	21min
3001-50	14h51min	0	14h51min	69	16h00min	-
50-3000	16h00min	0	16h00min	Fim da Rota		

Tabela 31 - Rota S3.1 detalhada

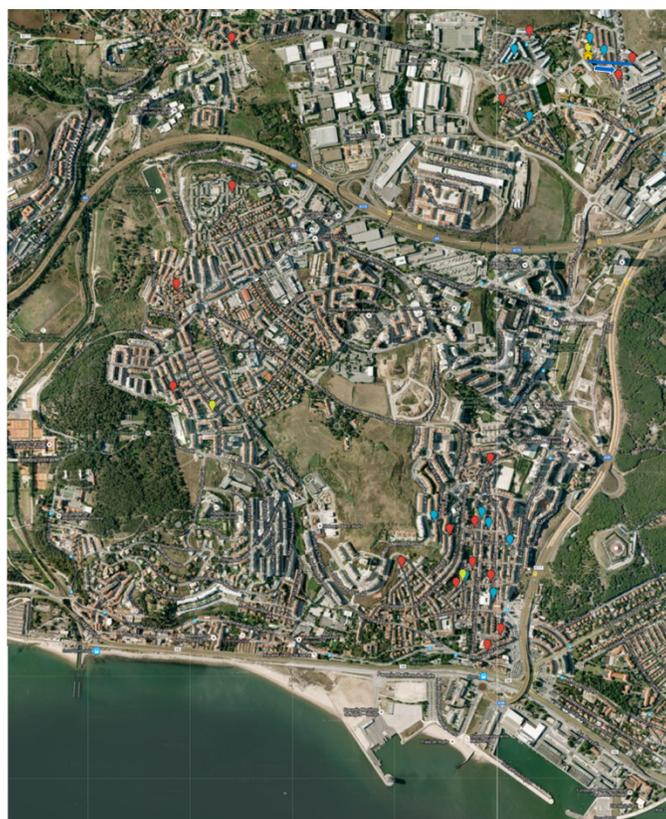


Figura 14 - Representação geográfica da rota S3.1

Rota S3.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-24	8h00min	1	8h01min	27	8h28min	9min
24-62	8h37min	1,4	8h38,4min	23	9h01,4min	-
62-9	9h01,4min	7,6	9h09min	21	9h30min	58,6min
9-15	10h28,6min	1,4	10h30min	33	11h03min	57min
15-115	12h00min	0	12h00min	17	12h17min	-
115-3001	12h17min	7	12h24min	60	13h24min	1h36,8min
3001-123	15h00,8min	1,2	15h02min	58	16h00min	-
123-3000	16h00min	1,2	16h01,2min		Fim da Rota	

Tabela 32 - Rota S3.2 detalhada

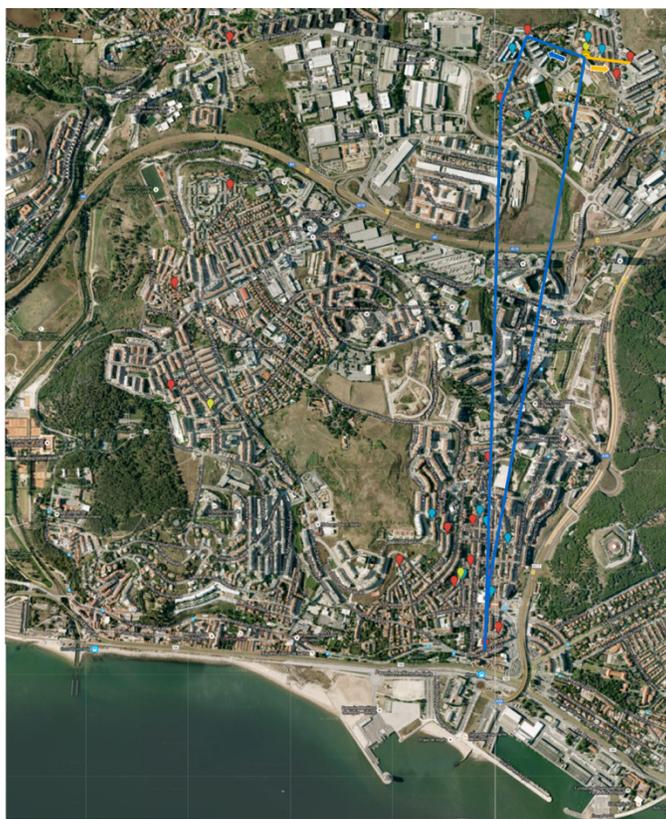


Figura 15 - Representação geográfica da rota S3.2

Rota S3.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-10	8h00min	9	8h09min	31	8h40min	1h45,8min
10-13	10h25,8min	4,2	10h30min	38	11h08min	20,8min
13-14	11h28,8min	1,2	11h30min	35	12h05min	1h48min
14-3001	13h53min	7	14h00min	60	15h00min	51,8min
3001-55	15h51,8min	8,2	16h00min	23	16h23min	1h50,6min
55-107	18h13,6min	2,4	18h16min	14	18h30min	-
107-3000	18h30min	7,4	18h37,4min	Fim da Rota		

Tabela 33 - Rota S3.3 detalhada



Figura 16 - Representação geográfica da rota S3.3

Acamados
Rota A3.1

Viagens	Início da Viagem	Distância a Percorrer (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	33	9h03min	-
57-2	9h03min	6,8	9h09,8min	28	9h37,8min	-
2-6	9h37,8min	1,6	9h39,4min	17	9h56,4min	1,2min
6-5	9h57,6min	2,4	10h00min	39	10h39min	-
5-4	10h39min	2,2	10h41,2min	24	11h05,2min	1h04,8min
4-3	12h10min	0,4	12h10,4min	34	12h44,4min	-
3-1	12h44,4min	0,6	12h45min	39	12h24min	6,68min
1-157	13h30,68min	7,2	13h37,88min	22	13h59,88min	-
157-3001	13h59,88min	0,12	14h00min	60	15h00min	30min
3001-257	15h30min	0,12	15h30,12min	12	15h42,12min	-
257-3000	15h42,12min	0,12	15h42,24min	Fim da Rota		

Tabela 34 - Rota S3.3 detalhada

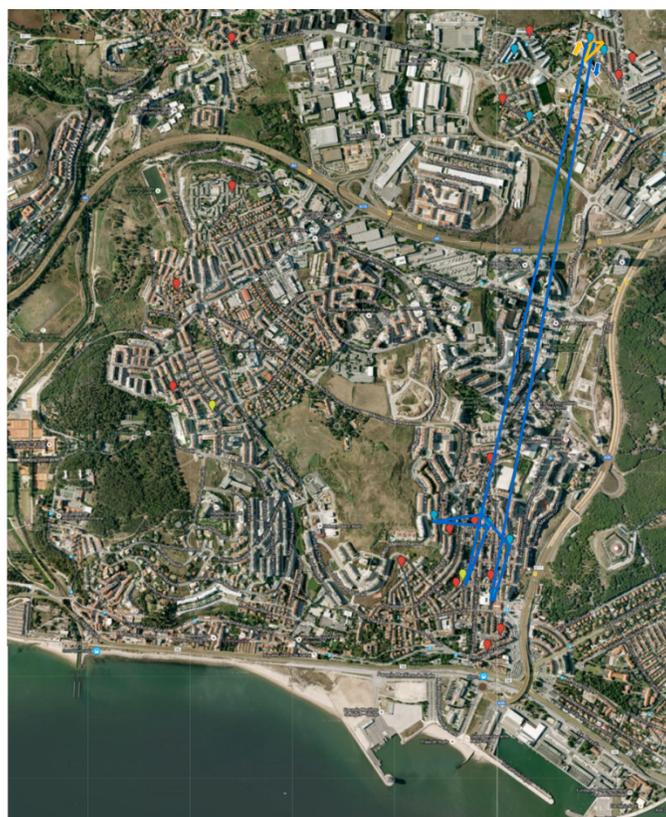


Figura 17 - Representação geográfica da rota A3.1

Rota A3.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-56	8h00min	0,4	8h00,4min	19	8h19,4imn	39,44min
56-58	8h58,86min	1,14	9h00min	42	9h42min	1h16,24min
58-59	10h58,24min	1,76	11h00min	59	11h59min	3,8min
59-3001	12h02,8min	2	12h04,8min	60	13h04,8min	-
3001-102	13h04,8min	7,2	13h12min	18	13h30min	60min
102-202	14h30min	0	14h30min	10	14h40min	19,2min
202-103	14h59,2min	0,8	15h00min	8	15h08min	-
103-105	15h08min	2,4	15h10,4min	17	15h27,4min	30,2min
105-106	15h57,6min	2,4	16h00min	10	16h10min	2h28,8min
106-203	18h38,8min	0,2	18h39min	21	19h00min	12min
203-302	19h12min	0,8	19h12,8min	18	19h30,8min	-
302-205	19h30,8min	3	19h33,8min	18	19h51,8min	-
205-3000	19h51,8min	8,2	20h00min		Fim da Rota	

Tabela 35 - Rota A3.2 detalhada

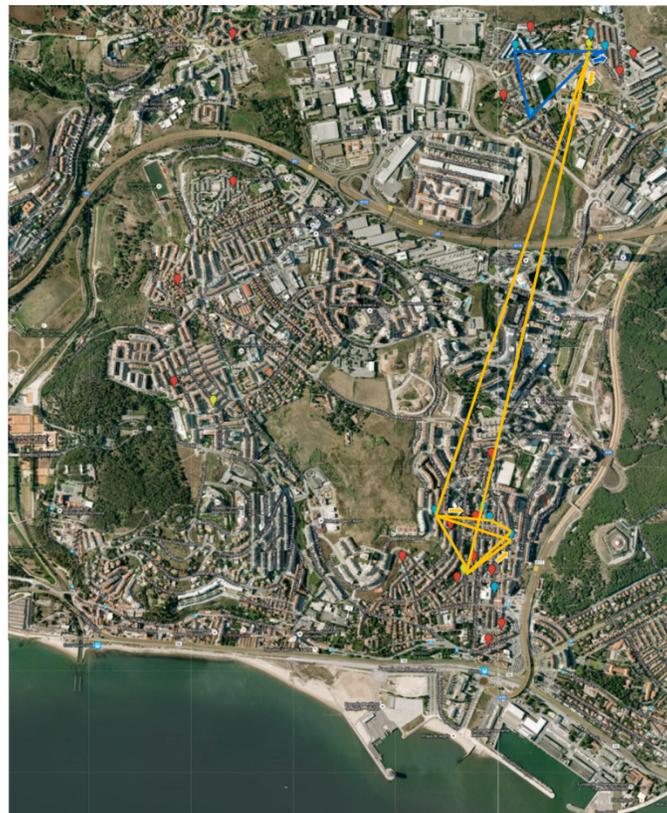


Figura 18 - Representação geográfica da rota A3.2

Rota A3.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	58min
3001-159	15h28min	2	15h30min	19	15h49min	57,24min
159-158	16h46,24min	1,76	16h48min	12	17h00min	-
158-3000	17h00min	0,8	17h00,8min		Fim da Rota	

Tabela 36 - Rota A3.3 detalhada

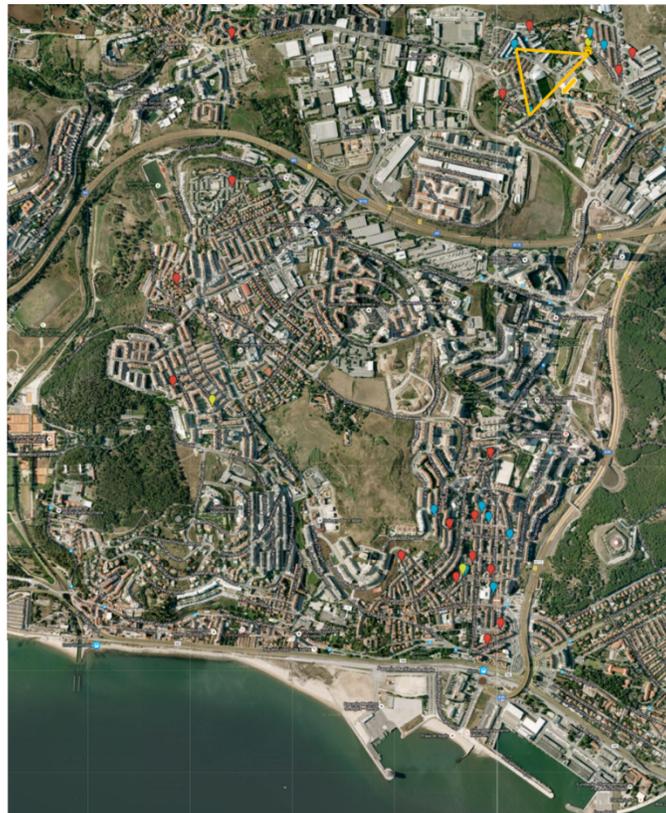


Figura 19 - Representação geográfica da rota A3.3

Quarta-feira
Semi-dependentes
Rota S4.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-62	8h00min	1,6	8h01,6min	20	8h21,6min	13min
62-11	8h34,6min	5,4	8h40min	25	9h05min	-
11-9	9h05min	6	9h11min	19	9h30min	28,94min
9-12	9h58,94min	1,06	10h00min	30	10h30min	-
12-15	10h30min	1,6	10h31,6min	37	11h08,6min	-
15-13	11h08,6min	5	11h13,6min	38	11h51,6min	14,2min
13-22	12h05,8min	4,2	12h10min	50	13h00min	34min
22-115	13h34min	2	13h36min	17	13h53min	-
115-3001	13h53min	7	14h00min	60	15h00min	51,8min
3001-55	15h51,8min	8,2	16h00min	22	16h22min	1h46,6min
55-107	18h08,6min	2,4	18h11min	19	18h30min	-
107-3000	18h30min	7,4	18h37,4min		Fim da Rota	

Tabela 37 - Rota S4.1 detalhada



Figura 20 - Representação geográfica da rota S4.1

Rota S4.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-23	8h00min	1,2	8h01,2min	40	8h41,2min	26,8min
23-24	9h08min	2	9h10min	20	9h30min	2h29min
24-3002	11h59min	1	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	30min
3001-46	15h00min	0	15h00min	60	16h00min	-
46-3000	16h00min	0	16h00min	Fim da Rota		

Tabela 38 - Rota S4.2 detalhada

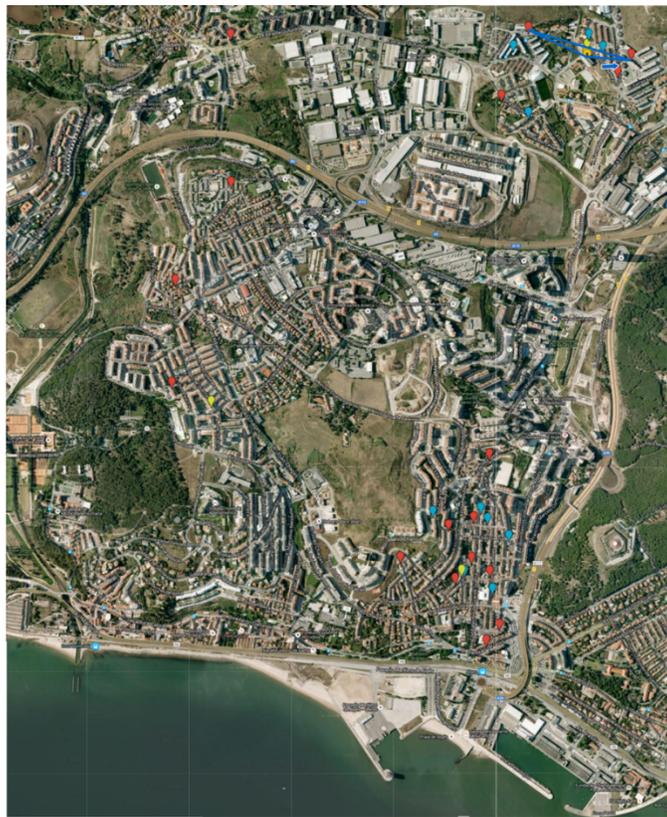


Figura 21 - Representação geográfica da rota S4.2

Acamados

Rota A4.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-56	8h00min	0,4	8h00,4min	40	8h40,4min	18,46min
56-58	8h58,86min	1,14	9h00min	41	9h41min	1h17,24min
58-59	10h58,24min	1,76	11h00min	36	11h36min	27,8min
59-3001	12h03,8min	2	12h05,8min	60	13h05,8min	-
3001-102	13h05,8min	7,2	13h13min	17	13h30min	60min
102-202	14h30min	0	14h30min	16	14h46min	11min
202-105	14h57min	3	15h00min	17	15h17min	-
105-103	15h17min	2,4	15h19,4min	7	15h26,4min	-
103-106	15h59,8min	0,2	16h00min	9	16h09min	2h29,8min
106-203	18h38,8min	0,2	18h39min	21	19h00min	19h22min
203-302	19h22min	0,8	19h22,8min	19	19h41,8min	-
302-205	19h41,8min	3	19h44,8min	7	19h51,8min	-
205-3000	19h51,8min	8,2	20h00min	Fim da Rota		

Tabela 39 - Rota A4.1 detalhada

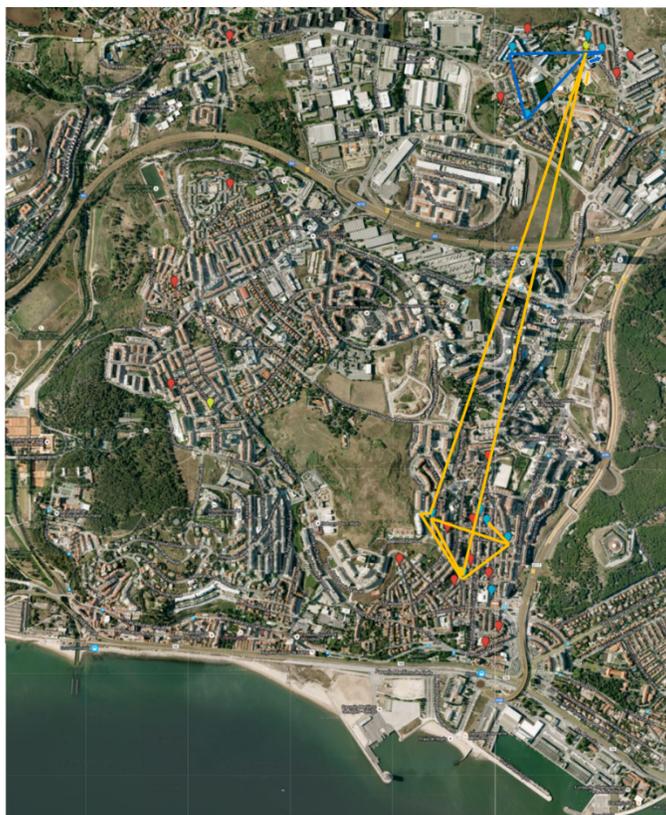


Figura 22 - Representação geográfica da rota A4.1

Rota A4.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	59,2min
3001-158	15h29,2min	0,8	15h30min	11	15h41min	
158-159	16h44,24min	1,76	16h46min	14	17h00min	-
159-3000	17h00min	2	17h02min		Fim da Rota	

Tabela 40 - Rota A4.2 detalhada

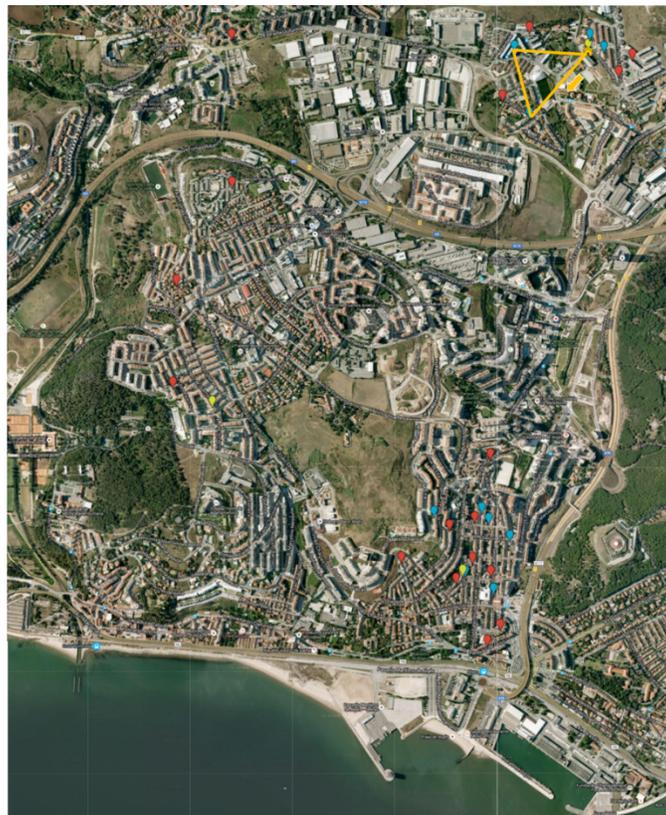


Figura 23 - Representação geográfica da rota A4.2

Rota A4.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	39	9h09min	-
57-2	9h09min	6,8	9h15,8min	36	9h51,8min	-
2-6	9h51,8min	1,6	9h53,4min	19	10h12,4min	-
6-5	10h12,4min	2,4	10h14,8min	36	10h50,8min	-
5-4	10h50,8min	2,2	10h53min	23	11h16min	48min
4-3	12h04min	0,4	12h04,4min	40	12h44,4min	-
3-1	12h44,4min	0,6	12h45min	33	12h18min	1h15,68min
1-157	13h33,68min	7,2	13h40,88min	19	13h59,88min	-
157-3001	1h15,68min	0,12	14h00min	60	15h00min	29,88min
3001-257	15h29,88min	0,12	15h30min	10	15h40min	-
257-3000	15h40min	0,12	15h40,12min	Fim da Rota		

Tabela 41 - Rota A4.3 detalhada

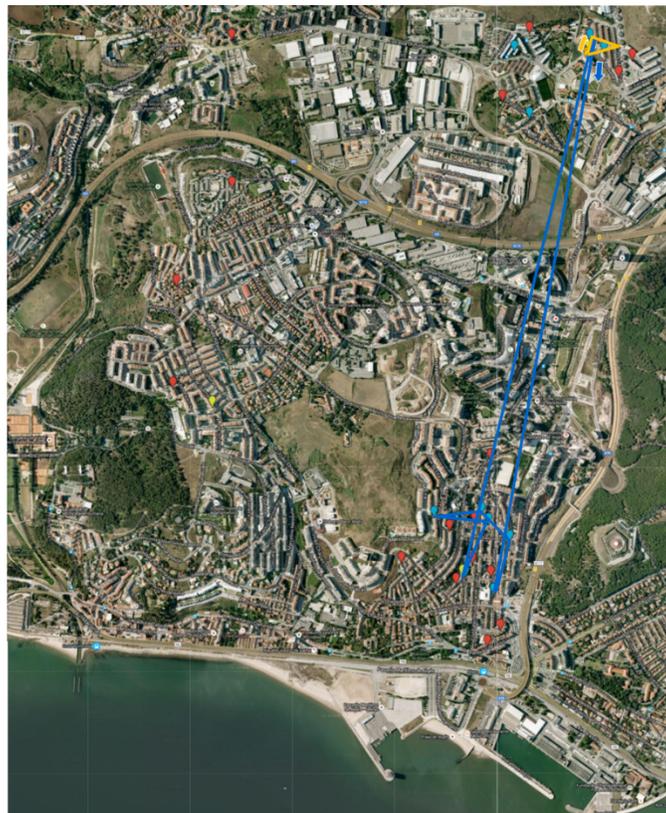


Figura 24 - Representação geográfica da rota A4.3

Quinta-feira
Semi-dependentes

Rota S5.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-61	8h00min	3,6	8h03,6min	21	8h24,6min	13,8min
61-7	8h38,4min	8,2	8h46,6min	20	9h06,6min	-
7-9	9h06,6min	2,4	9h09min	21	9h30min	58,6min
9-15	10h28,6min	1,4	10h30min	38	11h08min	-
15-13	11h08min	5	11h13min	43	11h56min	-
13-3001	11h56min	7,6	12h03,6min	60	13h03,6min	2h00,4min
3001-124	15h04min	1	15h05min	55	16h00min	-
124-3000	16h00min	1	16h01min	Fim da Rota		

Tabela 42 - Rota S5.1 detalhada

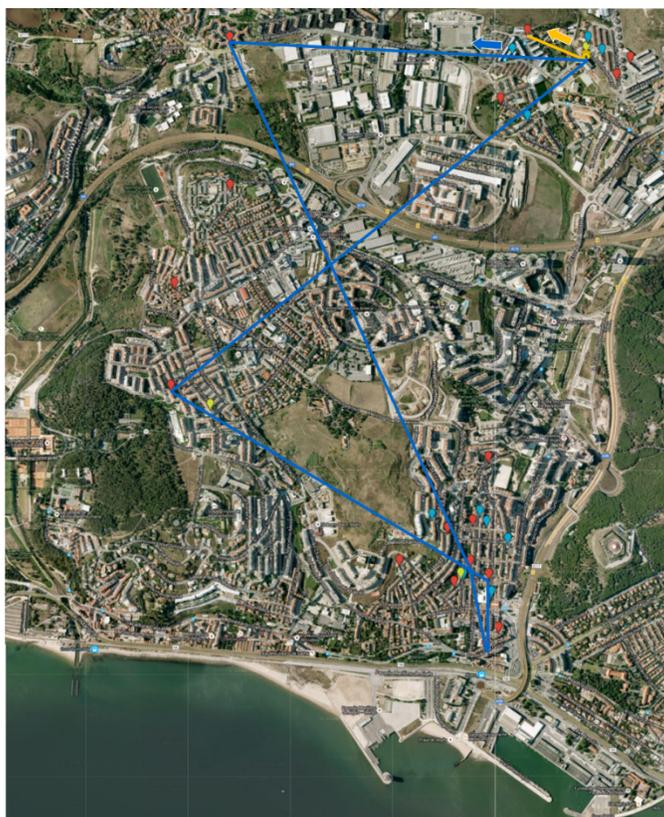


Figura 25 - Representação geográfica da rota S5.1

Rota S5.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	28min
3001-47	14h58min	0	14h58min	62	16h00min	-
47-3000	16h00min	0	16h00min	Fim da Rota		

Tabela 43 - Rota S5.2 detalhada

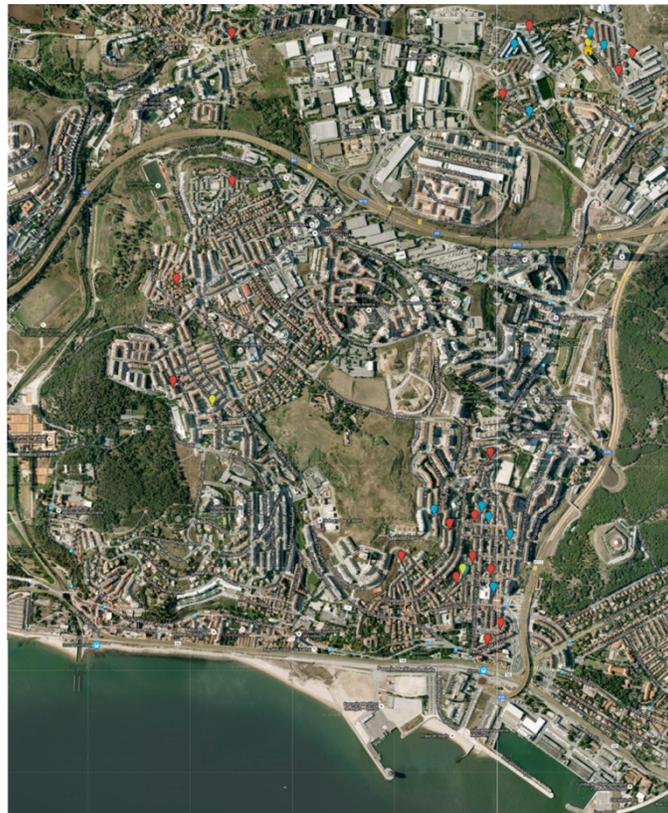


Figura 26 - Representação geográfica da rota S5.2

Rota S5.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-23	8h00min	1,2	8h01,2min	37	8h38,2min	-
23-24	8h38,2min	2	8h40,2min	30	9h10,2min	20,4min
24-62	9h30,6min	1,4	9h32min	28	10h00min	1h58,4min
62-3001	11h58,4min	1,6	12h00min	60	13h00min	36min
3001-115	13h36min	7	13h43min	17	14h00min	1h58,2min
115-55	15h58,2min	1,8	16h00min	18	16h18min	-
55-3000	16h18min	8,2	16h26,2min	Fim da Rota		

Tabela 44 - Rota S5.3 detalhada

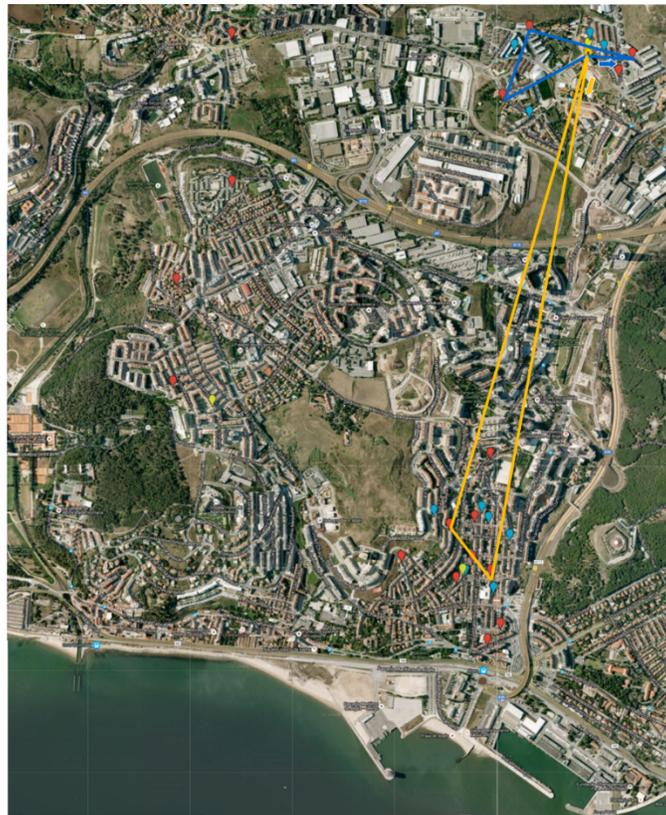


Figura 27 - Representação geográfica da rota S5.3

Acamados

Rota A5.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-56	8h00min	0,4	8h00,4min	22	8h22,4min	36,36min
56-58	8h58,86min	1,14	9h00min	43	9h43min	1h15,24min
58-59	10h58,24min	1,76	11h00min	48	11h48min	15,8min
59-3001	12h03,8min	2	12h05,8min	60	13h05,8min	-
3001-102	13h05,8min	7,2	13h13min	17	13h30min	60min
102-202	14h30min	0	14h30min	12	14h42min	17,2min
202-103	14h59,2min	0,8	15h00min	5	15h05min	-
103-105	15h05min	2,4	15h07,4min	14	15h21,4min	36,2min
105-106	15h57,6min	2,4	16h00min	10	16h10min	2h30,8min
106-203	18h40,8min	0,2	18h41min	19	19h00min	10min
203-302	19h10min	0,8	19h10,8min	21	19h31,8min	-
302-205	19h31,8min	3	19h34,8min	17	19h51,8min	-
205-3000	19h51,8min	8,2	20h00min		Fim da Rota	

Tabela 45 - Rota A5.1 detalhada

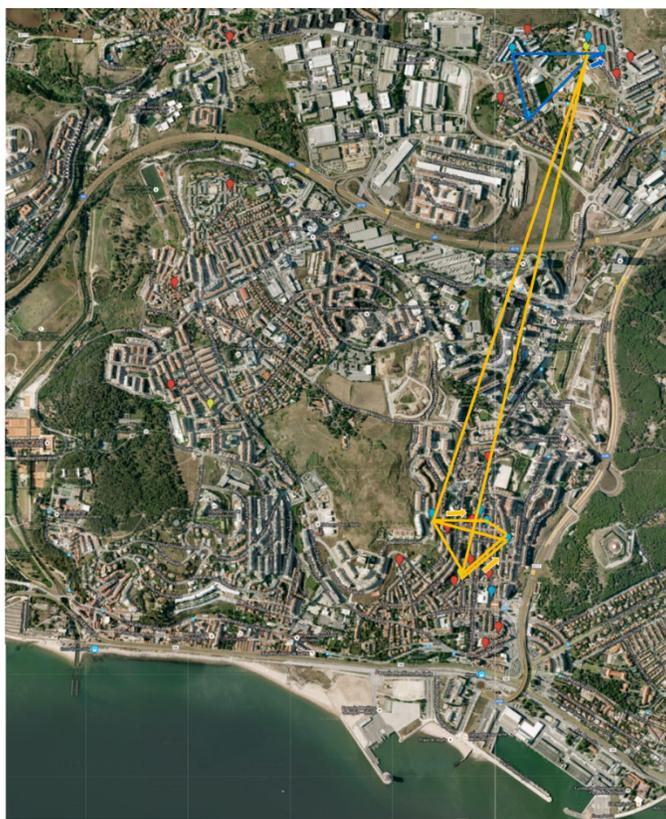


Figura 28 - Representação geográfica da rota A5.1

Rota A5.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	59,88min
3001-257	15h29,88min	0,12	15h30min	9	15h39min	-
257-3000	15h39min	0,12	15h39,12min		Fim da Rota	

Tabela 46 - Rota A5.2 detalhada

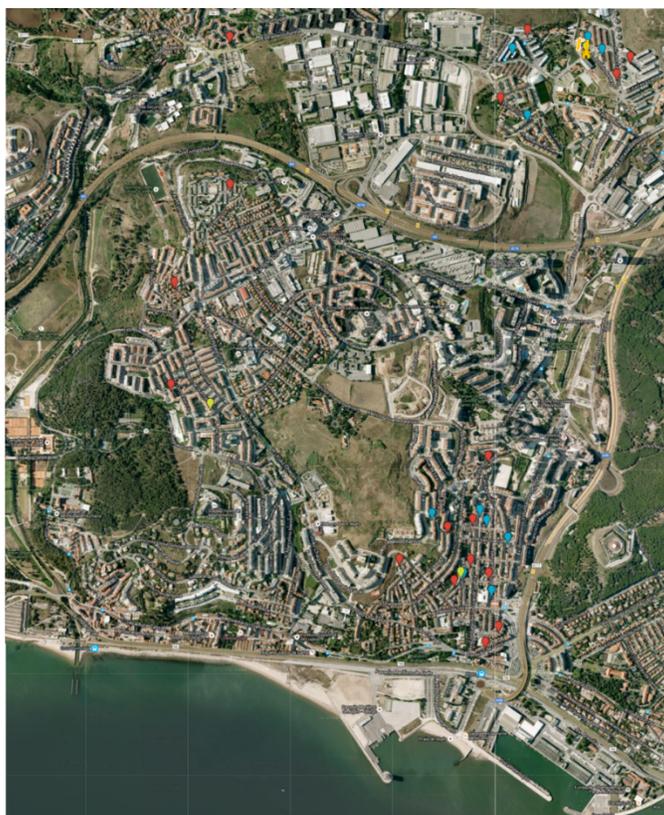


Figura 29 - Representação geográfica da rota A5.2

Rota A5.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	41	9h11min	-
57-2	9h11min	6,8	9h17,8min	25	9h42,8min	-
2-6	9h42,8min	1,6	9h44,4min	19	10h03,4min	-
6-5	10h03,4min	2,4	10h05,8min	61	11h06,8min	-
5-4	11h06,8min	2,2	11h09min	34	11h43min	-
4-3	11h43min	0,4	11h43,4min	32	12h15,4min	40,68min
3-1	12h56,08min	0,6	12h56,68min	27	13h23,68min	-
1-157	13h23,68min	7,2	13h30,88min	29	13h59,88min	-
157-3001	13h59,88min	0,12	14h00min	60	15h00min	29,2min
3001-158	15h29,2min	0,8	15h30min	13	15h43min	58,24min
158-159	16h41,24min	1,76	16h43min	17	17h00min	-
159-3000	17h00min	2	17h02min		Fim da Rota	

Tabela 47 - Rota A5.3 detalhada

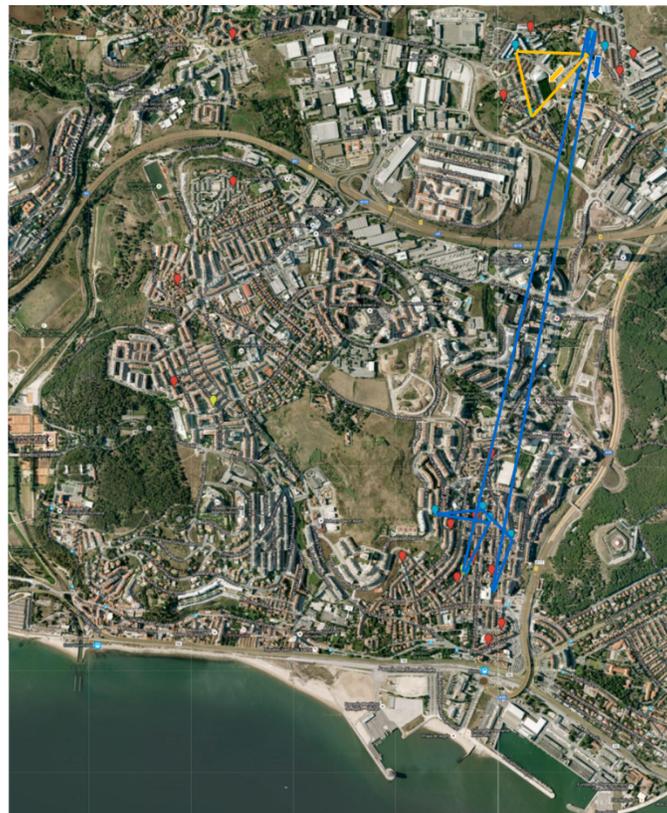


Figura 30 - Representação geográfica da rota A5.3

Sexta-feira
Semi-dependentes

Rota S6.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-10	8h00min	9	8h09min	27	8h36min	14,4min
10-9	8h50,4min	1,6	8h52min	38	9h30min	28,94min
9-12	9h58,94min	1,06	10h00min	22	10h22min	24,4min
12-15	10h46,4min	1,6	10h48min	42	11h30min	23min
15-3002	11h53min	7	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	30min
3001-51	15h00min	0	15h00min	60	16h00min	-
51-3000	16h00min	0	16h00min	Fim da Rota		

Tabela 48 - Rota S6.1 detalhada

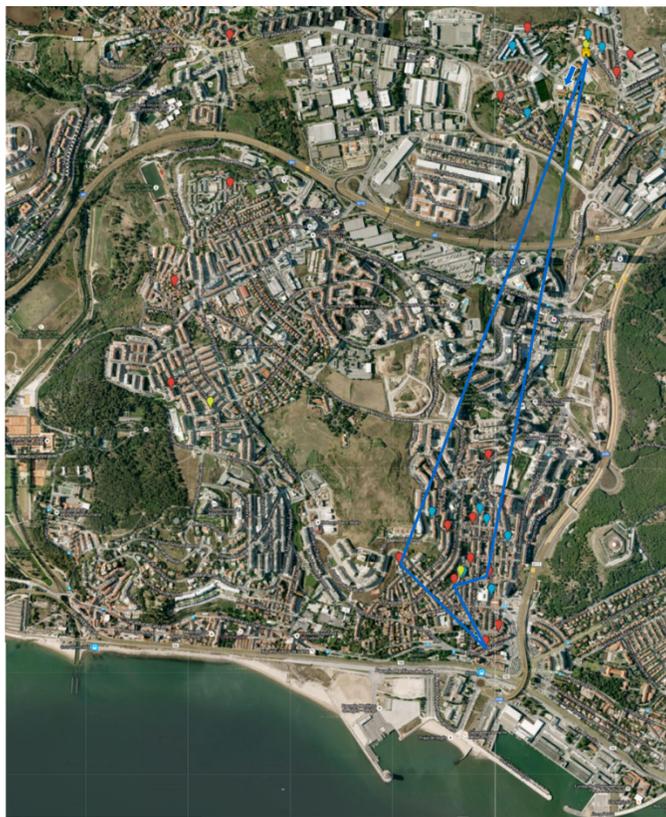


Figura 31 – Representação geográfica da rota S6.1

Rota S6.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-23	8h00min	1,2	8h01,2min	35	8h36,2min	-
23-24	8h36,2min	2	8h38,2min	27	9h05,2min	-
24-62	9h05,2min	1,4	9h06,6min	26	9h32,6min	-
62-11	9h32,6min	5,4	9h38min	22	10h00min	43,2min
11-13	10h43,2min	2,6	10h45,8min	43	11h28,8min	-
13-14	11h28,8min	1,2	11h30min	33	12h03min	26min
14-3001	12h29min	7	12h36min	60	13h36min	-
3001-115	13h36min	7	13h43min	17	14h00min	29,4min
115-21	14h29,4min	0,6	14h30min	2,5	14h32,5min	-
21-20	14h32,5min	0	14h32,5min	2,5	14h35min	-
20-19	14h35min	1,2	14h36,2min	5	14h41,2min	-
19-17	14h41,2min	4,2	14h45,4min	2,5	14h47,9min	50,2min
17-16	15h38,1min	0	15h38,1min	2,5	15h40,6min	-
16-18	15h40,6min	4,4	15h45min	5	15h50min	8,82min
18-55	15h58,82min	1,18	16h00min	23	16h23min	1h47,6min
55-107	18h10,6min	2,4	18h13min	17	18h30min	-
107-3000	18h30min	7,4	18h37,4min	Fim da Rota		

Tabela 49 - Rota S6.2 detalhada



Figura 32 - Representação geográfica da rota S6.2

Acamados

Rota A6.1

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	36	9h06min	-
57-2	9h06min	6,8	9h12,8min	37	9h49,8min	-
2-6	9h49,8min	1,6	9h51,4min	26	10h17,4min	-
6-5	10h17,4min	2,4	10h19,8min	41	11h00,8min	-
5-4	11h00,8min	2,2	11h03min	22	11h25min	-
4-3	11h25min	0,4	11h25,4min	36	12h01,4min	-
3-1	12h56,08min	0,6	12h56,68min	33	13h29,68min	-
1-157	13h29,68min	7,2	13h36,88min	23	13h59,88min	-
157-3001	13h59,88min	0,12	14h00min	60	15h00min	30min
3001-159	15h00min	2	15h32min	12	15h44min	-
159-158	15h44min	1,76	15h45,76min	13	15h58,76min	-
158-3000	15h58,76min	0,8	15h59,56min		Fim da Rota	

Tabela 50 - Rota A6.1 detalhada

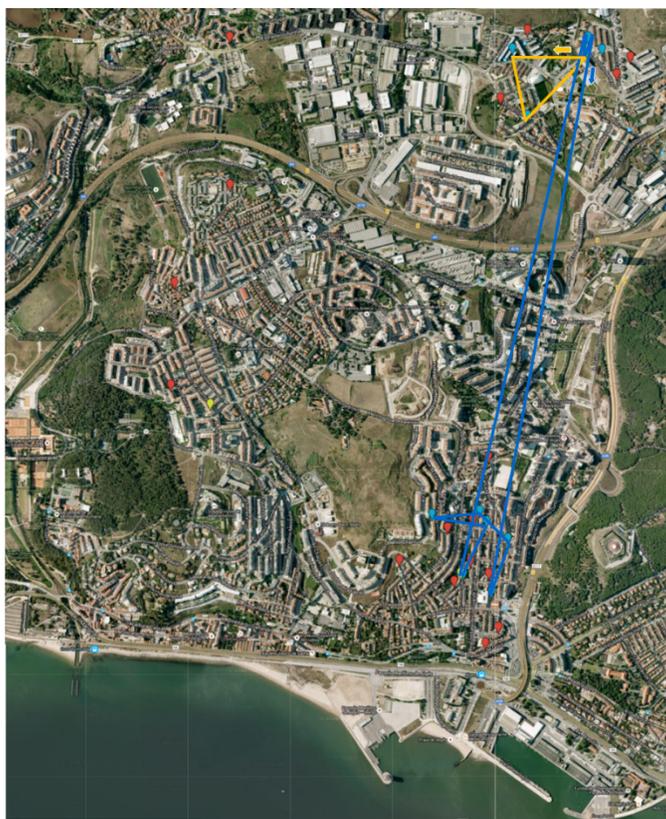


Figura 33 - Representação geográfica da rota A6.1

Rota A6.2

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-3002	12h00min	0	12h00min	90	13h30min	-
3002-3001	13h30min	0	13h30min	60	14h30min	59,88min
3001-257	15h29,88min	0,12	15h30min	12	15h42min	-
257-3000	15h42min	0,12	15h42,12min		Fim da Rota	

Tabela 51 - Rota A6.2 detalhada

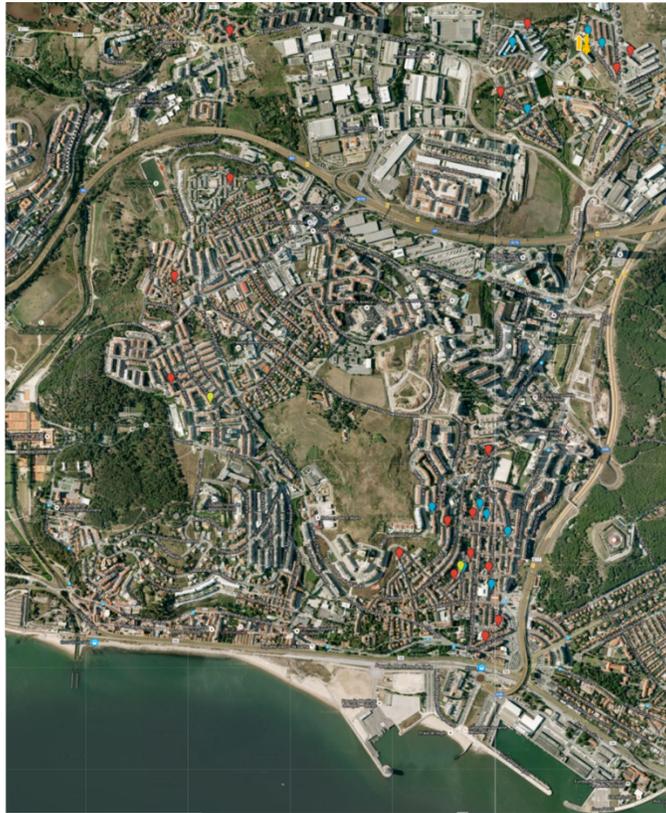


Figura 34 - Representação geográfica da rota A6.2

Rota A6.3

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-56	8h00min	0,4	8h00,4min	37	8h37,4min	21,46min
56-58	8h58,86min	1,14	9h00min	48	9h48min	1h10,86min
58-59	10h58,86min	1,76	11h00min	39	11h39min	29,8min
59-3001	12h08,8min	2	12h10,8min	60	13h10,8min	-
3001-102	13h10,8min	7,2	13h18min	12	13h30min	60min
102-202	14h30min	0	14h30min	18	14h48min	11,2min
202-103	14h59,2min	0,8	15h00min	9	15h09min	-
103-105	15h09min	2,4	15h11,4min	16	15h27,4min	30,2min
105-106	15h57,6min	2,4	16h00min	17	16h17min	2h20,8min
106-203	18h37,8min	0,2	18h38min	22	19h00min	14min
203-302	19h14min	0,8	19h14,8min	20	19h34,8min	-
302-205	19h34,8min	3	19h37,8min	14	19h51,8min	-
205-3000	19h51,8min	8,2	20h00min	Fim da Rota		

Tabela 52 - Rota A6.3 detalhada

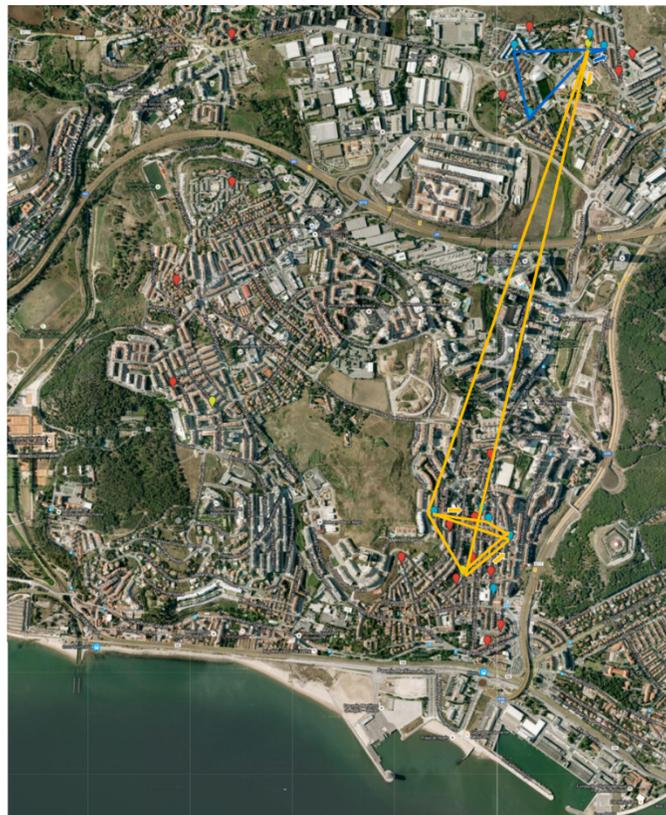


Figura 35 - Representação geográfica da rota A6.3

Sábado

Rota A7

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	35	9h05min	4,4min
57-2	9h09,4min	6,8	9h16,2min	17	9h33,2min	-
2-155	9h33,2min	1,8	9h35min	25	10h00min	54,8min
155-59	10h54,8min	5,2	11h00min	28	11h28min	-
59-3	11h28min	7,2	11h35,2min	27	12h02,2min	44,52min
3-102	12h46,72	0,8	12h47,08	17	13h05,08min	-
102-157	13h05,08min	6,8	13h10,88min	19	13h29,88min	-
157-3000	13h29,88min	0,12	13h30min		Fim da Rota	

Tabela 53 - Rota A7 detalhada

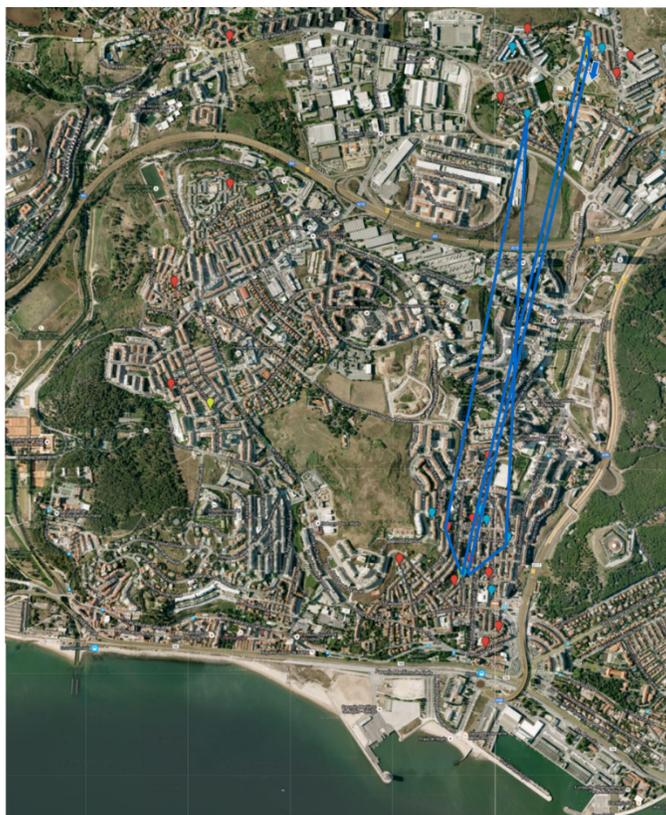


Figura 36 - Representação geográfica da rota A7

Domingo

Rota A8

Viagens	Início da Viagem	Tempo de Deslocação (min)	Início do Serviço	Duração do Serviço (min)	Serviço Finalizado	Tempo Espera até Próxima Viagem
0-57	8h29,88min	0,12	8h30min	37	9h07min	-
57-2	9h07min	6,8	9h13,8min	36	9h49,8min	35,2min
2-3	10h25min	0,8	10h25,8min	27	10h52,8min	30min
3-59	11h22,8min	7,2	11h30min	28	11h58min	36,92min
59-102	12h34,92	7,6	12h42,08min	18	13h00,08min	-
102-157	13h00,08min	6,8	13h06,88min	23	13h29,88min	-
157-3000	13h29,88min	0,12	13h30min		Fim da Rota	

Tabela 54 - Rota A8 detalhada

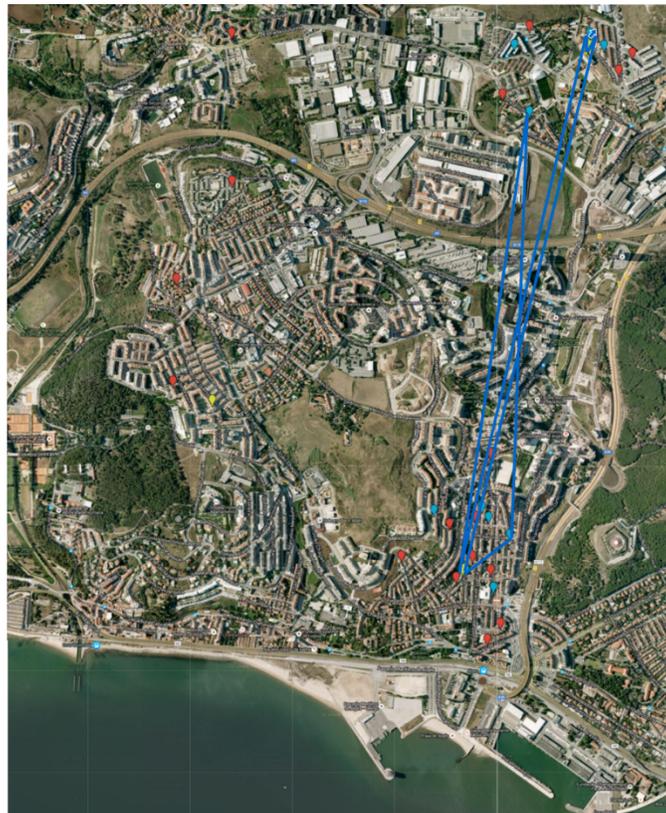


Figura 37 - Representação geográfica da rota A8

Anexo 2 – Lista dos Utentes do SAD da APOIO e Sua Caracterização

Nº Processo	Recodificação	Morada	Janela Temporal	Tipo de Serviço	Frequência
101	1	Rua Sport Algés e Dafundo nºX - Yºesq.1495- 123 Algés	12:45h-13:30h	HP/Transf.	5x
657	2	Rua dos Anjos nºX - Yºesq. 1495-006 Algés	8h-10h	HP	7x
			14:30h-16:30h	Manutenção fralda/ Transferência	5x
			14:30h-16:30h	Recolha e entrega de roupas Compras	2x (2ª e 6ª) 1x (4ª)
			12:30h-13:30h	AL com acompanhamento	7x
739	3	Rua Manuel Arriaga nºX- Yºdto 1495-053 Algés	19h-20h	Manutenção Fralda Jantar	5x
			10h-13h	HP +CI + HH	7x
			15h-16h	Transferência (HP e HH)	5x
838	4	Av. Combatentes Grande Guerra nº X - Y esq. 1495-038 Algés	17h-19h	HP + HH	5x
898	5	Rua da Eira nºX- Y esq. 1495- 051 Algés	10h-13h	HP	5x
			15h-16h	Manutenção fralda/ Transferência	5x
			18h-20h	Manutenção Fralda	5x
960	6	Rua D. João de Castro nºX - Y esq. 1495-074 Algés	9h-10:30h	HP	5x
			16h-17:30h	Manutenção Fralda	5x
863	7	Rua Anjos nº52 - R/c 1495- 006 Algés	8:30h-10:30h	HP	1x (5ª)
			17h-18:30h	HP	4x
877	9	Rua Damião de Gois nº X -Yesq. 1495-043 Algés	8h-9:30h	HP	5x
935	10	Rua Cândido dos Reis nºX - Y 1495-030 Algés	8h-8:30h	HP	2x (3ª e 6ª)
969	11	Rua General Norton de Matos nºX - Y Bairro 25 de Abril 2795-146 Linda-a-Velha	8h-10:30h	HP	3x
1013	12	Rua Dr. António Granjo nºX- Yesq. 1495-010 Algés	10h-11:30h	HP	3x
1028	13	Av. D. Pedro V nºX - Y dto	10:30h-12h	HP	5x
1037	14	Rua da Eira Velha nºX 2795 - 076 Linda-a-Velha	11:30h-12:20h	HP	2x
1039	15	Rua Luis de Camões nºX - Y esq. 1495-083 Algés	10:30h-11:30h	HP	5x
			12h-14h	Recolha de Roupas AL com acompanhamento	1x (6ª) 5x
974	16	Praceta António Enes nºX - Yºesq. 2795- 019 Linda a Velha	14:30h-15:50h	Recolha e entrega de roupas	2x (2ª e 6ª)
975	17				
972	18	Rua D. João Castro nºX - Y dto 1495- 206 Algés	14:30h-15:50h	Recolha e entrega de roupas	2x (2ª e 6ª)
895	19	Rua General Humberto Delgado nºX - Yº dto. 1495- 068 Algés	14:30h-15:50h	Recolha e entrega de roupas	2x (2ª e 6ª)

Tabela 55- Caracterização dos utentes do SAD da APOIO

Nº Processo	Recodificação	Morada	Janela Temporal	Tipo de Serviço	Frequência
998	20	Rua Anjos nº X -Y esq.	14:30h-	Recolha e entrega de roupas	1x (6ª)
999	21	1495-007 Algés	15:50h		
151	22	Estrada das Romeiras nºX -Yfrt 1495- 117 Algés	14:30h- 15:50h	Compras	1x (4ª)
572	23	Rua Dr. Victor Sá Machado nºX - Y Dto Pateo Cavaleiro II 2790-499 Outurela- Carnaxide	14:30h- 15:50h	Compras	1x (4ª)
			8h-9:30h	HP	5x
			14:30h-16h	HH	1x (3ª)
			14:30h-16h	Recolha e entrega de roupas	1x (3ª)
270	24	Rua Artur Zenida nºX Bairro Encosta da Portela 2790-166 Outurela - Carnaxide	14:30h- 15:50h	Compras	1x (4ª)
			8h-9:30h	HP	5x
			14:30h-16h	HH	1x (5ª)
			14:30h-16h	Recolha e entrega de roupas	2x (2ª e 5ª)
744	46	Rua António Navarro nºX - YC Bairro S. Marçal 2790-208 Carnaxide	14:30h-16h	HH	1x (4ª)
776	47	Rua António Navarro nºX - YN Bairro S. Marçal 2790-208 Carnaxide	14:30h-16h	HH	1x (5ª)
781	48	Rua António Navarro nºX - YD Bairro S. Marçal 2790-208 Carnaxide	14:30h-16h	HH	1x (2ª)
794	50	Rua António Navarro nºX - YM Bairro S. Marçal 2790-208 Carnaxide	12h-16h	HH	1x (3ª)
819	51	Rua António Navarro nºX - YC Bairro S. Marçal 2790-208 Carnaxide	12h-16h	HH	1x (6ª)
693	55	Rua Alegre nºX- Yªdto 1495- 003 Algés	16h-17:30h	HP	7x
650	56	Rua António Gomes Leal nºX - Ydto Bairro S. Marçal 2795-618 Outurela- Carnaxide	8h-10h	HP	5x
492	57	Rua Raul Maria Carvalho nºX Bairro de S. Marçal 2795-000 Outurela- Carnaxide	8:30h-10h	HP	7x
			15:30-17h	Manutenção fralda/ Transferência	5x
420	58	Rua Dr. João dos Santos nºX - Y esq. Bairro Encosta da Portela 2795-599 Outurela- Carnaxide	12h-14h	AL com acompanhamento	7x
			9h-11h	HP	5x
816	59	Rua João Pedro de Andrade nºX - YC 2790-215 Carnaxide	15:30-17h	Manutenção fralda/ Transferência	5x
			11h-13h	HP	7x
602	60	Rua Alberto Osório de Castro nºX Bairro S. Marçal 2795-672 Outurela- Carnaxide	8h-9:30h	HP	1x (2ª)
992	61	Praceta António Bôto nºX - Yfrt 2790-022 Carnaxide	8h-11h	HP + CI	2x (2ª e 5ª)
1025	62	Quinta Nossa sr.ª Conceição nº X Estrada de Outurela	8h-10h	HP	5x

Tabela 56 – Continuação da caracterização dos utentes do SAD da APOIO

Anexo 4 – Fichas de Planificação Diária

SERVIÇO DE APOIO DOMICILIÁRIO

UTENTE: Manuel Barros TÉCNICA: Daniela Martins TEL.: 214 177 186/ 969 863 792

DE 18-05-2015 A 24-05-2015

PERÍODO	2ª			3ª			4ª			5ª			6ª			SABADO			DOMINGO																	
	ENT	SAÍDA	AJ																																	
Manhã (M)	12.12	12.57	MR/MS	11.58	12.32	MS/MR	12.25	13.05	MS/MR	12.29	13.01	MS/MR	12.46	13.24	MS/MR	10.19	10.46	Fa/Fc	10.31	10.58	MS/Fs															
Almoço (A)																																				
Tarde (T)	16.05	16.10	FL/L	16.12	16.20	FL/L				15.40	15.45	FL/L	16.35	16.42	FL/L																					
Noite (N)	19.28	19.34	Fa/Fc	19.18	19.36	Fa/Fc	19.15	19.06	Fa/Fc	18.14	18.33	Fa/Fc	20.12	20.34	Fa/Fc																					
Extra 1 (E1)																																				
Extra 2 (E2)																																				
TAREFA	PERÍODO																																			
	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2
Cuidados de Higiene e Conforto Pessoal																																				
HIP Completa	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Manutenção HP																																				
Manutenção Fralda		(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)				
Lavar a cabeça	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
hidratação corporal	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Ajudar a despir e vestir	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Transferências/Mobilização	(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)				
Cuidados de Imagem																																				
Barbear	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Pentear/secar cabelo	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Cortar cabelo																																				
Depilação																																				
Cuidados das unhas							(x)																													
Higiene oral	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Alimentação																																				
Distribuição Alimentação																																				
Acompanhamento Alimentação																																				
Manutenção Higiene Habitacional																																				
Aspirar chão																																				
Lavar chão																																				
Limpar o pó																																				
Lavar o WC	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Desapejar Lixo	(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)				
Fazer cama	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					
Mudar de roupa de cama																																				
Tratamento de Roupa																																				
Recolha																																				
Entrega																																				
Cuidados de Saúde																																				
Acompanhamento																																				
Consultas/Análises/Exames																																				
Encaminhamento/																																				
Acompanhamento Serviço de Urgência																																				
Administração de Medicação																																				
Acompanhamento ao Exterior e Aquisição de Bens e Serviços																																				
Compras																																				
Pagamento serviços																																				
SACO	(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)					(x)	(x)				
Mudar do saco	(x)						(x)						(x)						(x)						(x)						(x)					

Figura 38 - Ficha de planificação diária do utente 3 (acamado)



UTENTE: Deolinda Pereira

SERVIÇO DE APOIO DOMICILIÁRIO

TECNICA: Daniela Martins

TEL: 214 177 186/ 969 863 792

DE 18-05-2015 A 24-05-2015

PERÍODO	2ª			3ª			4ª			5ª			6ª			SABADO			DOMINGO																							
	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ	ENT	SAIDA	AJ																					
Manhã (M)	8:12	8:40	FS	8:25	8:46	AS	8:20	8:39	AS	8:23	8:44	AS	8:27	9:05	HR																											
Almoço (A)																																										
Tarde (T)																																										
Noite (N)																																										
Extra 1 (E1)																																										
Extra 2 (E2)																																										
TAREFA	PERÍODO					PERÍODO					PERÍODO					PERÍODO					PERÍODO					PERÍODO																
	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2	M	A	T	N	E1	E2
Cuidados de Higiene e Conforto Pessoal																																										
HP Completa																																										
Manutenção HP	X																																									
Manutenção Fralda																																										
Lavar a cabeça																																										
hidratação corporal	X																																									
Ajuda a despir e vestir	X																																									
Transferências/Mobilização																																										
Cuidados de Imagem																																										
Barbear																																										
Penicilar/escar cabelo	X																																									
Cortar cabelo																																										
Depilação																																										
Cuidados das unhas																																										
Higiene oral																																										
Alimentação																																										
Distribuição Alimentação																																										
Acompanhamento Alimentação																																										
Manutenção Higiene Habitacional																																										
Aspirar chão																																										
Lavar chão																																										
Limpar o pó																																										
Lavar o WC																																										
Despejar Lixo																																										
Fazer cama	X																																									
Muda de roupa de cama																																										
Tratamento de Roupa																																										
Recolha																																										
Entrega																																										
Cuidados de Saúde																																										
Acompanhamento																																										
Consultas/Análises/Exames																																										
Encaminhamento/ Acompanhamento Serviço de Urgência																																										
Administração de Medicação																																										
Acompanhamento ao Exterior e Aquisição de Bens e Serviços																																										
Compras																																										
Pagamento serviços																																										

Figura 39 - Ficha de planificação diária do utente 9 (semi-dependente)