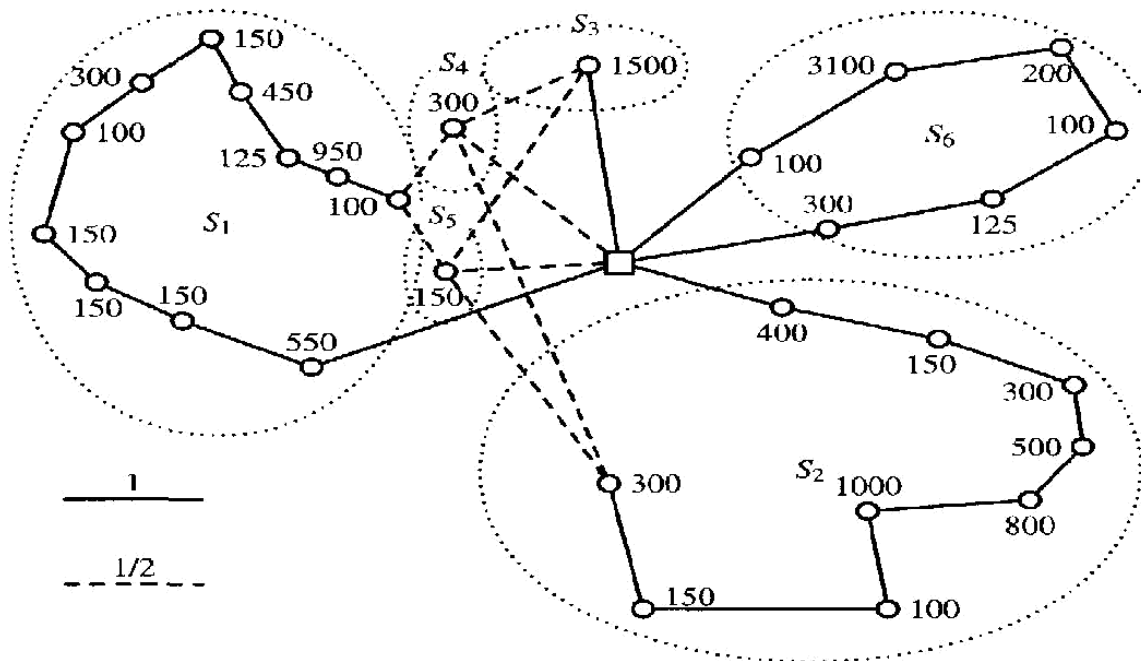


THE VEHICLE ROUTING PROBLEM



Copyright ©2002 Society for Industrial and Applied Mathematics. Reprinted with permission. All rights reserved.

Nuno Miguel Mendes Salgado Moreira

Otimização de Processos de Distribuição

Administração Regional de Saúde do Centro

Relatório de Estágio apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão

Julho 2015



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



• U

C •

FEUC

FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Nuno Miguel Mendes Salgado Moreira

Otimização de Processos de Distribuição

Administração Regional de Saúde do Centro

Relatório de Estágio apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão

Orientadora: Professora Doutora Joana Matos Dias

Supervisora na ARSC: Doutora Patrícia Neves

Coimbra, 2015

“Prezo os símbolos, o rasto e os sinais
da minha nostalgia portuguesa
Mas os meus heróis verdadeiros não vêm na história;
não têm monumentos nas praças domingueiras
nem dias de feriados a lembrar-lhe o nome.
São heróis dos dias úteis da semana:
levantam-se antes do sol e recolhem apenas
quando a noite se fecha nos seus olhos.
Lavram a terra, o mar, e são jograis
colhendo a virgindade pudica da vida.
Sobem aos andaimes, descem às minas
e comem entre dois apitos convulsivos
um caldo de lágrimas antigas.
São os construtores do meu país; à esperança;
Mouros no trabalho e cristãos na esperança;
famintos do futuro, como se a madrugada
fosse seara imensa apetecida
onde o sol desponta nas espigas
sobre o casto silêncio da montanha”

Os meus Heróis – António Arnaut

Qual a melhor forma de começar este trabalho do que homenagear, um homem que se assume “livre em sua consciência; apenas comprometido com o Povo e a Pátria, que lutará até ao fim dos seus dias, na medida das suas forças, a favor dos deserdados e dos excluídos dos direitos humanos fundamentais, por uma sociedade mais justa e por um mundo mais humano”,(ARNAUT 2012) António Duarte Arnaut.

Ao meu avô,

28.07.1931 – 05.05.2014

À minha Mãe, por sempre ter acreditado e apostado em mim como se da vida dela se tratasse.

Agradecimentos

Este trabalho representa o culminar de um tempo longo de aprendizagem contínua que se veio a tornar curto. Deste período realço a fantástica rede de funcionários da Universidade e mais concretamente da Faculdade de Economia. Para que tenha chegado a este momento, muito esforço e sacrifício da minha parte foi necessário, contudo, incomparável à dedicação e apoio da minha mãe que amo muito e sem ela nada disto teria sido possível.

À minha orientadora, Professora Joana Matos Dias, que aqui expresso o meu reconhecimento pela excelente pessoa e profissional, estando sempre disponível para as minhas dúvidas e partilhando o seu conhecimento comigo.

À minha coordenadora, Dra. Patrícia Neves, que desde que entrei para o estágio na Administração Regional de Saúde do Centro (ARSC) foi sempre uma referência para mim quer a nível académico, como profissional e pessoal.

À ARSC, pela oportunidade de realização do estágio, nomeadamente aos seus membros que me acompanharam durante a minha jornada, em especial às pessoas de quem estive mais próximo, sobretudo: Anabela Pinto, Armindo Carvalho, Celeste Soares, Diogo Vieira, Maria Clara Oliveira, Marília Vaz, que de entre todos os que me acolheram e que fazem parte desta instituição são, sem dúvida, dos que mais saudade levarei.

À minha Mãe, Irene Mendes Salgado que como afirmei anteriormente foi e é muito importante em todas as fases da minha vida e espero que o continue a ser durante muitos anos, sendo o pilar da minha formação e aconselhando-me e guiando-me no rumo certo.

Aos meus amigos e colegas de curso que de uma maneira ou de outra estiveram sempre comigo nos bons e maus momentos e em especial à minha namorada, Sandra Andrade, pela dedicação, suporte e muita paciência que sempre demonstrou ao longo de todo este tempo,

A todos, um muito obrigado.

Resumo

O sector da distribuição e dos transportes é, em muitos dos países desenvolvidos, uma parte muito significativa do Produto Interno Bruto. A gestão de rotas consome bastantes recursos às empresas de distribuição e afeta em muito a eficiência das suas atividades operacionais. Existem formas variadas de redução de custos associados ao transporte de pessoas e bens, a investigação operacional há muito que desenvolve e melhora métodos para a resolução de problemas de rotas

O presente relatório diz respeito ao estágio curricular, decorrido entre 20 de fevereiro e 20 de junho de 2014, na Unidade de Aprovisionamento Logística e Património na Administração Regional de Saúde do Centro, em Coimbra. Este relatório de estágio é apresentado para obtenção do grau de Mestre em Gestão na Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

Este trabalho procura enquadrar os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do meu percurso académico. Apresenta-se de forma breve a instituição de acolhimento, a Administração Regional de Saúde do Centro, e descrevem-se algumas das atividades por mim desenvolvidas na unidade e o seu contributo para a minha formação profissional e pessoal.

No meu estágio fui integrado na Unidade de Aprovisionamento Logística e Património, a UALP. Durante o pouco tempo que fiz parte da equipa, apoiei as atividades operacionais da unidade sem ter, no entanto, havido oportunidade para um aprofundamento de processos específicos. Este trabalho é focado numa das atividades da UALP, a coordenação dos processos de distribuição dos bens necessários ao correto funcionamento das unidades prestadoras de cuidados de saúde primários.

Com recurso a dois métodos de resolução de problemas de rotas ótimas foram recalculados trajetos ideais para a distribuição dos artigos a cima referidos. Este trabalho é não só do ponto de vista académico muito desafiante, mas também uma utilização do meu estágio na ARSC para produzir algo que possa ajudar na redução de custos e melhoria da *performance* nos processos de distribuição.

Abstract

The distribution sector and transport is in many developed countries a significant part of gross domestic product. The route management takes considerable resources to the distribution companies and greatly affects the efficiency of its operations. There are different ways to reduce costs associated with the transportation of people and goods, operational research has been, for many years, developing and improving methods for solving these routing problems.

This report concerns the internship that took place between February 20th and June 20th, 2014, at the Procurement, Logistics and Property Unit in the Regional Health Authority in Coimbra. This internship report is presented for the Management Masters' degree at the Faculty of Economics, University of Coimbra.

This report attempts to frame the theoretical and practical knowledge acquired during my academic career. Presents briefly the host institution, the Regional Health Authority Center, and described some of the activities developed by me in the unit and their contribution to my professional and personal training.

In my internship I was integrated into the Procurement Logistics and Property Unit. During the short time that I was part of the team, I supported the operational activities of the unit without having, however, the opportunity for a further development in specific processes. This work is focused on the Unit main activities, as distribution processes coordination of goods necessary for the correct functioning of the providing primary health care centers.

By using two methods of solving routing problems were recalculated ideal paths for the distributions processes. This work is not just a challenge for me as a student but also as a good use of the knowledge acquired while studying. It was meant to be applied in real life situations like this one, in which the goal is to reduce the costs related with goods distribution and improve the institution process' performance.

Índice

Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	xiv
I - Introdução.....	1
II - Enquadramento do Estágio: Administração Regional Saúde do Centro.....	3
1 - Serviço Nacional de Saúde (SNS)	3
2 - Cuidados de Saúde Primários	6
3 - Administração Regional de Saúde do Centro.....	8
4 - Tarefas e âmbito do Estágio na ARSC	12
III - Problema de Rotas Ótimas: Breve enquadramento teórico	17
1- Problema de Rotas Ótimas.....	17
2- Elementos do Problema de Rotas Ótimas.....	19
3 - Formulação do VRP Clássico.....	21
4 - Variantes de VRP	24
5 - Estratégias de resolução de <i>Vehicle Routing Problems</i>	27
5.1 - Algoritmos exatos.....	28
5.2 - Heurísticas Clássicas	29
5.2 - Meta-Heurísticas	33
IV - Estudo de Caso: Administração Regional de Saúde.....	38
1 - Descrição do Problema	38
2 - Tratamento dos dados	39
3 - Descrição dos <i>softwares</i> utilizados.....	41
4- Apresentação de resultados.....	47
V - Análise Crítica e Discussão de Resultados	50
VI - Conclusão e Considerações Pessoais.....	53
Referências Bibliográficas	56
ANEXO I	58

ANEXO II.....	59
ANEXO III.....	60
ANEXO IV	66

Índice de Figuras

Figura 1 – Jurisdição ACES – ARS Centro, I. P.....	9
Figura 2 - Organograma ARSC	11
Figura 3 - Logótipo elaborado para a UALP	14
Figura 4 - Marcador de Páginas - Frente e Verso	16
Figura 5 Representação esquemática do conceito de <i>saving</i>	30
Figura 6 - Locais distribuição, Coimbra	40
Figura 7 – Locais de distribuição, Viseu.....	40
Figura 8 - Representação gráfica da solução gerada pelo <i>VRPSolver</i>	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 Resultados <i>SPSL</i> em quilómetros para o armazém de Coimbra	48
Tabela 2 Resultados <i>SPSL</i> em quilómetros para o armazém de Viseu	48
Tabela 3 Resultados obtidos na utilização do <i>VRP Solver</i>	49

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACES - Agrupamento de Centros de Saúde do Sistema Nacional de Saúde

ARS - Administração Regional de Saúde

ARSC - Administração Regional de Saúde do Centro

CCP - Código dos Contratos Públicos

UALP - Unidade de Aprovisionamento logística e Património

UCC - Unidade de Cuidados na Comunidade

UCSP - Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados

URAP - Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados

USF - Unidade de Saúde Familiar

USP - Unidade de Saúde Pública

VRP - *Vehicle Routing Problem*

I - Introdução

O transporte de bens e passageiros é uma atividade muito importante na sociedade atual. Enormes quantidades de dinheiro são gastas diariamente em combustível, equipamentos e manutenção dos mesmos. Portanto, é óbvio que tentativas de redução dessas quantias ou apenas pequenos aperfeiçoamentos podem vir a resultar em grandes melhorias a longo prazo. Várias abordagens podem ser tomadas neste sentido como a criação de equipamentos ou infraestruturas mais eficientes. No entanto, também se pode constatar que as técnicas de investigação operacional conseguem resultados capazes de aumentar a performance dos processos de distribuição. (Toth & Vigo 2002) estimam que, com o uso de processos computadorizados no planeamento destas atividades, é possível originar poupanças entre 5% e 20% do custo de transporte. Assim, estes problemas levam a que a comunidade científica se debruce sobre estes casos.

O sector da distribuição e dos transportes é, em muitos dos países desenvolvidos, uma parte muito significativa do Produto Interno Bruto. A gestão de rotas consome bastantes recursos às empresas de distribuição e afeta em muito a eficiência das suas atividades operacionais. Segundo (Lin & Ying, 2006), citando o relatório estatístico de 1997 do Fundo Monetário Internacional, os custos associados com a logística têm um papel evidente na economia dos países. Se um país conseguir reduzir a quantidade de recursos para atingir as mesmas atividades logísticas, será mais eficiente. Portanto é importante conseguir maximizar essa eficiência no sentido de libertar recursos para que sejam aplicados noutras atividades.

Este trabalho tem como objetivo resolver um problema de gestão de rotas que, na instituição onde decorreu o meu estágio curricular, foi identificado um problema real. Com os conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação académica e com os recursos disponíveis pretende-se aplicar modelos de investigação operacional para a resolução de um problema de rotas ótimas.

Um outro objetivo do trabalho é comprovar que um planeamento de gestão de rotas pode ajudar uma organização a reduzir custos nos processos de distribuição associados às suas atividades operacionais.

O presente relatório está estruturado de forma a possibilitar ao leitor um enquadramento ao tema e posteriormente a apresentação do estudo de caso. Assim, o segundo capítulo passa por uma introdução da instituição de acolhimento do meu estágio curricular. Esta é, contudo, precedida por uma contextualização da área em que opera, havendo lugar a uma breve apresentação do Serviço Nacional de Saúde (a partir de uma perspetiva histórica) em que a ARS Centro está inserida, seguido de uma breve descrição da instituição e da unidade em que estagiei. Posteriormente irão ser descritas com mais pormenor as atividades realizadas no âmbito do estágio.

No capítulo 3 será inicialmente descrito o problema de rotas ótimas, *Vehicle Routing Problem* – VRP, apresentando o problema na sua versão clássica, bem como as variantes que posteriormente derivaram do VRP original. Seguidamente, algumas estratégias para a resolução do VRP serão identificadas e brevemente explicadas.

O capítulo 4 serve para demonstrar e explicar os processos que estão associados à aplicação, do que na revisão de literatura foi falado, ao contexto prático. Neste sentido, resumirei o que me levou a fazer este estudo, seguido de uma descrição de como a atividade de planeamento de rotas é executada à data na ARSC. Posteriormente, serão apresentados todos os processos de recolha e tratamento de dados, bem como os pressupostos necessários para a resolução do problema, incluindo a descrição dos *softwares* utilizados. Por último, serão apresentados os resultados.

No capítulo 5 serão discutidos os resultados apresentados pela utilização dos algoritmos, no estudo de caso. São considerados e analisados os pressupostos assumidos na utilização dos anteriores e por fim uma comparação entre os resultados obtidos e os que vigoram à data na ARSC.

Por último, no capítulo 6 será apresentada a conclusão do trabalho e serão sugeridas alternativas para desenvolvimentos futuros.

II - Enquadramento do Estágio: Administração Regional Saúde do Centro

Neste capítulo irão ser apresentadas as principais atividades desenvolvidas durante o tempo que estive inserido na equipa da UALP - Unidade de Aprovisionamento logística e Património, no período em que decorreu o estágio na ARS Centro.

Irá primeiro fazer-se uma breve apresentação do Serviço Nacional de Saúde em que a ARS Centro está inserida, seguido de uma breve descrição da instituição e da unidade em que estagiei. Posteriormente irão ser descritas com mais pormenor as atividades realizadas no âmbito do estágio.

A apresentação do Serviço Nacional de Saúde será feita a partir de uma perspetiva histórica. Vão também ser explicados os conceitos de cuidados de saúde primários, Unidades de Saúde Familiar, Unidade de Cuidados na Comunidade, Unidades de Saúde Pública, Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados, Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados com base na informação disponível nas páginas *on-line* do Portal da Saúde e da Administração Central dos Serviços de Saúde. Estas unidades de saúde são aquelas com que a ARSC mais diretamente trabalha. No decorrer do meu estágio, foram consideradas como clientes a serem abastecidos pelo armazém da ARSC.

1 - Serviço Nacional de Saúde (SNS)

De forma sucinta e resumida, achei que o modo para enquadrar o meu estágio seria apresentar, primeiramente, uma pequena introdução ao SNS, introdução essa que irá ser estruturada tendo em conta dois períodos diferentes da sua história: o antes e o depois de 25 de Abril de 1974. Este marco está em muito relacionado com o peso que esta data tem para os portugueses e para a vida do SNS.

Antes de, cronologicamente e resumidamente descrever o SNS, não é de todo desajustado caracterizá-lo. Segundo a Lei n.º 48/90, de 24 de Agosto, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 27/2002, de 8 de Novembro, no capítulo II, Base XII,

“1- O sistema de saúde é constituído pelo Serviço Nacional de Saúde e por todas as entidades públicas que desenvolvam atividades de promoção, prevenção e tratamento na área da saúde, bem como por todas as entidades privadas e por todos os profissionais livres que acordem com a primeira a prestação de todas ou de algumas daquelas atividades.”

“2 - O Serviço Nacional de Saúde abrange todas as instituições e serviços oficiais prestadores de cuidados de saúde dependentes do Ministério da Saúde e dispõe de estatuto próprio.”¹

Pelo Decreto-Lei 11/93, de 15 de Janeiro, o SNS “é um conjunto ordenado e hierarquizado de instituições e de serviços oficiais prestadores de cuidados de saúde, funcionando sob superintendência ou tutela de Ministério da Saúde”.

E por (Grosse-tebbe 2005)

*“The Portuguese health system is characterized by three co-existing systems: the National Health Service (NHS), special social health insurance schemes for certain professions (health subsystems) and voluntary private health insurance. The NHS provides universal coverage.”*²

Sistema de Saúde Português – até 1974 ³

Em 1899 surge o primeiro movimento no sentido de criar um serviço de saúde público. Dr. Ricardo Jorge inicia o processo com o decreto de 28 de Dezembro e o Regulamento Geral dos Serviços de Saúde e Beneficência Pública. No entanto, só em 1974 é que “surgem as condições políticas e sociais que vão permitir a criação do Serviço Nacional de Saúde”.

Até 25 de Abril de 1974, as Misericórdias ocupavam um ponto central e eram a referência nos cuidados de saúde, sendo responsáveis pela gestão das instituições

¹<http://www.portaldasauade.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/politica+da+saude/enquadramento+legal/leibasessauade.htm> - Consultado a 25 Maio 2014

²O sistema de cuidados de saúde português é caracterizado por três sistemas coexistentes : o SNS; seguros sociais de saúde especiais para determinadas profissões e seguros voluntários de saúde privados. O SNS fornece uma cobertura universal.

³<http://www.portaldasauade.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/servico+nacional+de+saude/historia+do+sns/historiadosns.htm> - Consultado a 25 Maio 2014

hospitalares que se encontravam essencialmente nas grandes cidades. No entanto existiam, após 1945, institutos dedicados a problemas de saúde pública específicos, como a tuberculose e a saúde materna. Os serviços de cuidados de saúde eram mínimos e vocacionados para as classes socioeconómicas mais privilegiadas.

Nos anos precursores a 74, na década de 70, foi com a “Reforma de Gonçalves Ferreira” que se diminuíram as barreiras de acesso aos cuidados médicos para os mais pobres concedendo o direito à saúde a todos os cidadãos. Surge também o Ministério da Saúde através do Decreto-Lei n.º 584/73, de 6 de Novembro, no entanto como Secretaria de Estado e integrado no Ministério dos Assuntos Sociais.

Sistema de Saúde Português – após 1974³

Na nova Constituição que é aprovada em 1976, com o artigo 64.º, é explicitada a universalidade do direito à proteção da saúde e o dever de a defender e promover. Este direito materializa-se com a criação de um Serviço Nacional de Saúde geral e gratuito. Mas só em 1979, com a lei 56/79 de 15 de Setembro, é que é então criado o SNS que incumbe o Estado de assegurar o direito à proteção da saúde, nos termos da Constituição, sendo que independentemente da sua condição económica e social, o acesso é garantido a todos os cidadãos.

Posteriormente, em 1982, as Administrações Regionais de Saúde são criadas pelo Decreto-Lei n.º254/82, 29 de Junho, que reitera a necessidade de existência de maior proximidade com as unidades de cuidados de saúde. Portugal veio a aumentar os seus gastos em Saúde desde então, segundo dados, INE, PORDATA (2012).⁴

A criação do Ministério da Saúde autónomo, em 1983, é outro ponto de elevada relevância que precede a criação dos “centros de saúde de segunda geração”. Posteriormente a Direcção-Geral dos Cuidados de Saúde Primários materializa uma expansão do SNS que vem sofrendo mutações até ao que atualmente conhecemos. Na 2.ª Revisão Constitucional, a alínea a) do n.º 2 do artigo 64.º é alterada para que a

⁴<http://www.pordata.pt/Portugal/Despesas+do+Estado+em+sa%C3%BAde+execu%C3%A7%C3%A3o+or%C3%A7amental+per+capita-856> consultado a 25 de maio de 2014

racionalização dos recursos seja possível e exista alguma justiça social, “Através de um serviço nacional de saúde universal e geral e, tendo em conta as condições económicas e sociais dos cidadãos, tendencialmente gratuito”. Mais foi feito neste sentido, em 1990, com a aprovação da Lei de Bases da Saúde que prevê que possam ser cobradas taxas moderadoras para ajudar à subsistência do SNS.

Até 1993 foram reformadas as carreiras dos profissionais de saúde com o objetivo de regulamentar o exercício de cada uma das profissões visadas. Nesse mesmo ano, o estatuto do SNS é renovado para superar a “dicotomia entre cuidados de saúde primários e cuidados diferenciados”, o regulamento das Administrações Regionais de Saúde é aprovado pelo Decreto-Lei n.º 335/93.

Finalizando, foram novamente reestruturados os centros de saúde tendo-lhes sido concedida autonomia técnica, administrativa e financeira, e património próprio, sendo contudo tutelados pelo Ministério da Saúde. A rede de cuidados de saúde primários é criada para garantir a existência de uma articulação entre os diferentes níveis de cuidados de saúde, no sentido de uma maior prevenção da doença. Recentemente são criadas Unidades de Saúde Familiar, o regime jurídico das mesmas e o regulamento de incentivos. Estas alterações têm como objetivo dar uma maior estabilidade à prestação de cuidados de saúde primários de forma equilibrada. Em 2008, através do Decreto-Lei n.º 28/2008, de 22 de Fevereiro, são criados os ACES - Agrupamentos de Centros de Saúde do SNS. Estes têm por objetivo dar estabilidade à organização da prestação de cuidados de saúde primários, permitindo uma gestão rigorosa e equilibrada e a melhoria no acesso aos cuidados de saúde.

2 - Cuidados de Saúde Primários

Os cuidados de saúde primários são o primeiro nível de contato dos doentes com o serviço nacional de saúde. A prestação dos cuidados de saúde primários tem como base os clínicos gerais - especialistas em medicina geral e familiar. Estes médicos têm como função tratar condições de doença que não exijam elevada tecnologia e sim conhecimentos abrangentes e continuados do doente e seus contextos socioeconómicos; desenvolver e promover atividades de prevenção, bem como referenciar doentes para outros níveis de

cuidados sempre que tal se justifique. Embora a intensidade tecnológica, em termos de técnicas e equipamento, seja menor que nos cuidados hospitalares, não é evidente que o nível de conhecimento necessário para o bom desenvolvimento da sua atividade seja menor. Os cuidados de saúde primários desempenham um papel central como orientadores do doente dentro do sistema de saúde. Os seus comportamentos e decisões têm impacto em todo o sistema de saúde. Naturalmente, a condição de saúde do doente e o diagnóstico realizado são elementos fundamentais nessas decisões. Mas também o enquadramento organizacional e funcional criado são relevantes.

A importância do enquadramento organizacional do serviço de saúde tem nos cuidados de saúde primários um fator de orientação do doente no acesso aos cuidados de saúde adequados. A diferença existente no recurso a médicos especialistas versus médicos de medicina geral e familiar, entre a população que tem cobertura única no serviço nacional de saúde e a população que é beneficiária de um subsistema é conhecida. Tipicamente, os subsistemas permitem um acesso mais fácil a especialistas.

Unidade de Saúde Familiar

A evolução mais significativa dos últimos anos nos cuidados de saúde primários em Portugal foi a criação das unidades de saúde familiar - USF. Esta alteração tem como objetivo aproximar a estrutura de prestação de cuidados de saúde do cidadão, ao mesmo tempo que introduz uma flexibilidade de organização e gestão face à de prestação de cuidados.⁵

Unidade de Cuidados na Comunidade

Em 2008 foram criadas as UCC com propósito de “prestar cuidados de saúde e apoio psicológico e social, de âmbito domiciliário e comunitário, às pessoas, famílias e grupos mais vulneráveis em situação de maior risco ou dependência física e funcional,

⁵<http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/14-unidadessadefamiliar-conceitoeprticaemgeometriavariveis-v.2012-09.30.pdf> – Consultado a 25 de Maio de 2014

atuando na educação para a saúde, na integração em redes de apoio à família e na implementação de unidades móveis de intervenção”⁶

Unidade de Saúde Pública

A USP tem por missão contribuir para a melhoria do estado de saúde da população da sua área geográfica de intervenção, visando a obtenção de ganhos em saúde e concorrendo, de um modo direto, para o cumprimento da missão do ACES em que se integra. A USP, observatório de saúde da área geográfica onde se insere, desenvolve atividades de planeamento em saúde, de promoção e proteção da saúde, incluindo a avaliação do impacto em saúde, de prevenção da doença, de vigilância epidemiológica, de vigilância em saúde ambiental, de investigação em saúde e de gestão ou participação em programas de saúde pública. A USP participa na formação dos diversos grupos profissionais nas suas diferentes fases: pré-graduada, pós-graduada e contínua.

Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados

Cada UCSP tem como missão garantir a prestação de cuidados de saúde personalizados à população inscrita de uma determinada área geográfica, garantindo a acessibilidade, a continuidade e a globalidade dos mesmos.

Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados

Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados (URAP), presta serviços de consultadoria e assistenciais às unidades funcionais referidas nos pontos anteriores e organiza ligações funcionais aos serviços hospitalares.

3 - Administração Regional de Saúde do Centro

A ARSC é um instituto público integrado na administração indireta do Estado, dotado de autonomia administrativa, financeira e património próprio. É dirigida por um conselho diretivo, constituído por um presidente, um vice-presidente e dois vogais,

⁶ Com base no Despacho N.º 10143/2009 publicado em Diário da República, 2.ª série — N.º 74 — 16 de Abril de 2009

possuindo no âmbito da sua área geográfica de atuação as atribuições elencadas no Decreto-Lei n.º 22/2012 de 30 de janeiro (“Plano de Atividades - ARSCentro”, 2013).

Nos últimos dados do INE relativamente à população residente nestas áreas, o âmbito de atuação estende-se a cerca de 17% da população e, como referido no anterior parágrafo, a área delimitada pelo decreto-lei nº 22/2012 de 30 de janeiro é imputada à jurisdição da ARSC e apresentada na figura 1. Como é possível verificar, a abrangência geográfica é enorme e as necessidades são muito específicas e diferenciadas para cada um dos ACES. Esta situação é influenciada pelas heterogeneidades geográficas, socioeconómicas, culturais, que resultam em características demográficas distintas. A população está mais envelhecida e com maior necessidade de cuidados de saúde, o que aumenta a responsabilidade dos prestadores e dos que trabalham para que estes últimos possam exercer o seu dever como profissionais nas melhores condições.

Para tal a ARSC tem como missão “Garantir à população da respetiva área geográfica de intervenção o acesso à prestação de cuidados de saúde de qualidade, adequando os recursos disponíveis às necessidades em saúde, respeitando as regras de equidade, cumprindo e fazendo cumprir o Plano Nacional de Saúde e as leis e regulamentos em vigor” e tem como visão “Ser uma instituição que se diferencie, num SNS sustentável, por uma prestação de cuidados de excelência e enfoque no cidadão”.



Figura 1 – Jurisdição ACES – ARS Centro, I. P. (Fonte www.arscentro.min-saude.pt)

Estrutura Interna

A ARSC é composta por serviços que o SNS oferece aos cidadãos para uma maior proximidade e melhor prestação dos primeiros. Os ACES, presentes desde 2008, têm vindo a sofrer mutações na sua estrutura e composição desde o ano seguinte ao seu nascimento. Estas alterações vêm no sentido de elevar a governação clínica para novas etapas de desempenho, centrando-se na promoção de práticas e desempenhos profissionais seguros, efetivos e de elevada qualidade. Os ACES são serviços de saúde com autonomia administrativa, constituídos por várias unidades funcionais que integram um ou mais centros de saúde.

O centro de saúde componente dos ACES é um conjunto de unidades funcionais de prestação de cuidados de saúde primários. São serviços desconcentrados da respetiva ARS. Os ACES têm por missão garantir a prestação de cuidados de saúde primários à população de determinada área geográfica, segundo o Decreto-Lei nº 28/2008, de 22 de Fevereiro.

A ARSC é também composta por serviços centrais: Departamento de Saúde Pública (DSP), Departamento de Planeamento e Contratualização (DPC); Departamento de Gestão e Administração Geral (DGAG); Departamento de Recursos Humanos (DRH); Departamento de Instalações e Equipamentos (DIE) e Gabinete Jurídico e do Cidadão (GJC) (portaria nº 164/2012 de 22 de maio – “Estatutos da Administração Regional de Saúde do Centro IP”). Existem ainda unidades orgânicas flexíveis: Unidade de Investigação e Planeamento e Saúde (UIPS), integrada no Departamento de Saúde Pública; Unidades de Estudos e Planeamento (UEP) do Departamento de Planeamento e Contratualização; e Unidade de Aprovisionamento Logística e Património (UALP) do Departamento de Gestão e Administração Geral.

Após a extinção do Instituto da Droga e da Toxicodependência, a ARSC integra os serviços deste mesmo Instituto e uma equipa multidisciplinar para apoio, coordenação e intervenção nos comportamentos aditivos e nas dependências.

O topo da estrutura organizacional da ARSC, Conselho Diretivo, é composto, na presente data, por Manuel Azenha Tereso (Presidente); Fernando José Ramos Lopes de Almeida (Vice-presidente); Luís Manuel Militão Mendes Cabral (Vogal); Maria Augusta

Mota Faria da Conceição (Vogal). Estes dirigem a organização que se apresenta hierarquicamente esquematizada na Figura 2.

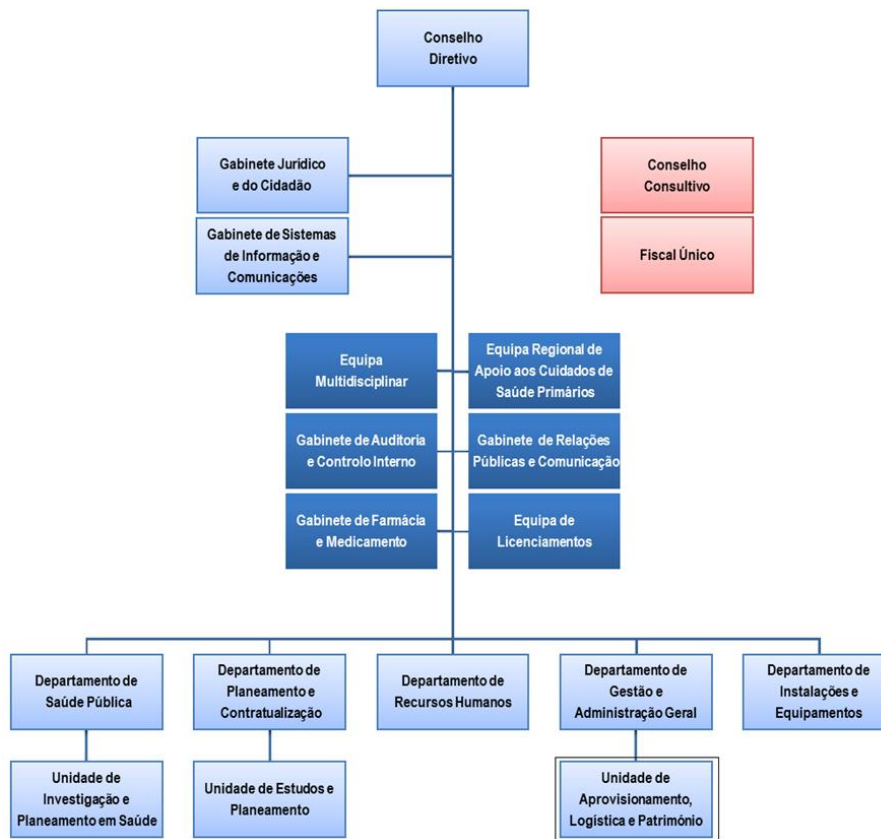


Figura 2 - Organograma ARSC (Fonte: www.arscentro-minsaude.pt) - consultado a 25 Maio 2014

Como podemos observar no organograma (Figura 2), e referenciado anteriormente, foi na UALP que fui acolhido e onde o meu estágio se focou. Assim, seguir-se-á uma breve descrição da unidade.

À UALP, pelo Artigo 43.º, Diário da República, 2.ª série — N.º 35 — 19 de fevereiro de 2013, compete:

- Garantir a elaboração dos processos de aprovisionamento de bens e serviços necessários ao funcionamento da ARSC, I. P.;
- Elaborar os planos de compras da ARSC, I. P.;
- Elaborar, organizar e conduzir os procedimentos de contratação pública da ARSC, I. P.;

- d) Assegurar a gestão de contratos de fornecimento, prestação de serviços e de aprovisionamento;
- e) Assegurar a confirmação da entrega dos bens e da prestação dos serviços, bem como o subsequente encaminhamento das faturas para a área funcional de gestão financeira;
- f) Gerir o ficheiro mestre de artigos disponíveis no armazém central da ARSC, I. P., assegurando a sua permanente atualização no sistema de informação;
- g) Assegurar a gestão de *stocks* de bens de consumo corrente, garantindo a satisfação das requisições de material e sua distribuição no âmbito territorial da ARSC, I. P.;
- h) Gerir a logística de transportes de bens e a definição das rotas de distribuição;
- i) Assegurar e manter atualizada a inventariação dos bens móveis e imóveis;
- j) Assegurar a gestão da frota automóvel;
- k) Assegurar a receção, registo, distribuição e expedição da correspondência, bem como o registo da informação interna;
- l) Gerir a logística de transportes de pessoas.

4 - Tarefas e âmbito do Estágio na ARSC

Com o objetivo de terminar o mestrado, após a vertente curricular, decidi que o estágio seria o modo mais indicado de o fazer. A Administração Regional de Saúde do Centro foi uma das minhas escolhas. Sendo a ARSC um organismo público, pareceu-me interessante conhecer e trabalhar num sector que não estamos muito habituados a tratar na faculdade.

No meu estágio fui integrado na Unidade de Aprovisionamento Logística e Património, a UALP. Durante o pouco tempo que fiz parte da equipa (20 de Fevereiro de 2014 a 20 de Junho de 2014), apoiei as atividades operacionais da unidade –as compras – sem ter, no entanto, havido oportunidade para um aprofundamento de processos específicos.

As minhas funções ficaram relacionadas com a melhoria dos instrumentos usados para o desenvolvimento dos processos de compras como a automatização de procedimentos e análise de propostas, mas também a criação de um manual de práticas e procedimentos. Estive algum tempo a desenvolver materiais ou ferramentas que ajudariam

a motivar a equipa e a aproximar os seus elementos, como a criação de um logótipo e um marcador de páginas.

Descrição das atividades

Como anteriormente referi, o meu estágio não foi totalmente focado numa atividade da UALP. Felizmente tive contacto com todas as vertentes que à unidade competem, o que foi essencial para ajudar no manual de procedimentos que sugeri criar.

Todos os processos de compra da área geográfica de abrangência da ARCS passam por esta Unidade funcional. Os processos de compras iniciam-se no momento em que são evidenciadas as necessidades, sendo que a decisão de iniciar os processos passam, como quase tudo, por deliberações da entidade superior da instituição, conforme Lei da Contratação Pública.

No meu dia-a-dia, as tarefas eram sistematicamente orientadas para algo que me enriquecesse quer a nível pessoal, como o contacto com outros funcionários, quer a nível académico (funcionamento a nível jurídico-contabilístico dos processos de cabimento e de compromisso, por exemplo).

Nos processos de compras, apesar de não ter sido responsável por nenhum processo do início ao fim, participei em algumas das fases do mesmo. O Anexo I mostra, esquematicamente, como se desenrola um processo de compras dentro da UALP desde o pedido de aquisição até ao arquivo do processo, passando pela validação das faturas e indicação de que o serviço ou o material requisitado foi entregue nas condições acordadas.

A agilidade dos mapas usados pela instituição tem, segundo os membros, um peso considerável nos processos desenvolvidos e na demora que estes podem alcançar caso a capacidade de adaptação aos diferentes modelos de aquisição seja baixa. Estes mapas servem essencialmente para registo e controle dos processos. Os documentos padrão constituem uma ferramenta essencial a que qualquer organização administrativa recorre com frequência, baixando a demora que a burocracia legal obriga. Neste sentido, e pela amabilidade que todos demonstraram em quebrar as suas rotinas e falar um pouco sobre o

seu trabalho, fui-me apercebendo que processos automáticos podiam ser melhorados ou ajustados de acordo com sugestões dos colaboradores.

Como exemplo, posso referir o mapa de análise de propostas de fornecedores. Este mapa simula, para parâmetros fornecidos pelo decisor, um vencedor das propostas segundo os pesos que a cada uma das características forem dados: o preço, a adequação técnica, a garantia, entre outros. Anteriormente a esta avaliação, cada uma das propostas passa por um rigoroso processo de seleção, tendo apenas duas opções: a proposta ficar admitida ou excluída. A exclusão, está relacionada com a falha em alguma das características mínimas incluídas no caderno de encargos. A criação deste mapa foi possível devido aos conhecimentos adquiridos em Análise de Decisão e Utensílios de Apoio à Gestão e aplicados com recurso a um mapa de *MS Excel*. O Anexo II é, a título representativo, uma forma de ilustrar como o referido é apresentado.

Foi também sugerido, por orientação da coordenadora da unidade, que tivesse a oportunidade de criar um marcador de páginas que revelasse alguns números que representam as principais atividades da UALP. Com recurso ao *Adobe Illustrator* fui, por tentativa e erro, criando algo que graficamente fosse apetecível e que representasse fielmente a UALP. Este marcador é mostrado na Figura 4. Este projeto foi aprovado pela direção da instituição, com distinção pela iniciativa da coordenação em motivar os trabalhadores da unidade. Daqui a criar um logótipo para a unidade foi um pequeno passo. Este respeita a identidade visual que a ARSC estabelece no seu logótipo e está representado na capa deste meu trabalho e na Figura 3. No sentido de aproximar os membros da unidade e de os motivar para que a organização se orientasse num sentido de melhoria continua, de dar a conhecer a importância da unidade e do seu papel dentro e fora da instituição, penso que passos importantes foram dados.



Figura 3 - Logótipo elaborado para a UALP (autoria própria)

Manual de procedimentos

Neste ponto resumirei a minha contribuição para a realização do manual de procedimentos, ressaltando a importância deste dentro de qualquer instituição.

Um manual de procedimentos engloba um conjunto de orientações, normas e atividades que os colaboradores devem cumprir, sendo descrita e detalhada a forma como, individualmente ou em conjunto, se pressupõe serem executadas.

Inicialmente, durante a integração e adaptação à atividade operacional da UALP, tomei contacto mais diretamente com o Código dos Contratos Públicos (CCP). Notei, então, a importância que tal manual tem para a unidade. No CCP estão inscritas regras impostas pelos legisladores para o desenrolar dos processos de aquisição. No entanto, a ARSC tem os seus procedimentos internos que, ao contrário do que seria desejável, não estão descritos em qualquer documento.

Um documento com estes atributos tem funções que ajudam qualquer organização a coordenar as atividades ajudando a prevenir erros. A ausência de um manual de procedimentos numa organização aumenta a probabilidade de erros nos processos, e uma maior desorganização dentro de cada atividade influenciada pela falta de procedimentos normalizados. Cada colaborador executa as suas tarefas conforme lhe parece ser mais adequado, o que dificulta ou impossibilita, por vezes, a realização de controlos ao trabalho efetuado.

Uma forma simples e funcional de capacitar novos membros a rapidamente integrar os processos de compras, seria por via de um manual ou um guia que os orientasse a realizar cada operação. Assim sugeri à Dra. Patrícia Neves, Coordenadora da UALP, que um documento com estas características fosse adotado na unidade. A ideia foi muito bem recebida e considerada como uma mais-valia para a instituição e para os seus membros, sendo que um manual de procedimentos viria ajudar a padronizar as atividades dentro de cada processo.

Para que a sua criação fosse possível, foi necessária a compreensão da subdivisão e rotinas associadas a cada procedimento. Assim, os passos percorridos por cada funcionário

foram devidamente classificados, por forma a poderem ser comparados com os pressupostos do código de contratos públicos. O meu trabalho passou por fazer esse levantamento e documentá-lo

Sendo uma avaliação superior imposta para a oficialização do manual, permanece por redigir o que esquematicamente ficou elaborado.



Figura 4 - Marcador de Páginas - Frente e Verso (autoria própria)

III - Problema de Rotas Ótimas: Breve enquadramento teórico

No seguimento do que anteriormente foi explicado, é incumbido à UALP o planeamento das entregas dos artigos aos clientes. Durante o meu estágio na ARSC verifiquei que o modelo atual de gestão desta atividade podia ter algumas falhas e certamente ser estudado para objetivar melhores resultados. Assim, irá ser considerado o Problema de Rotas Ótimas como foco do presente trabalho.

Neste capítulo será inicialmente descrito o problema de rotas ótimas, apresentando o problema na sua versão clássica, bem como as variantes que posteriormente derivaram do VRP original. Seguidamente, algumas estratégias para a resolução do VRP serão identificadas e brevemente explicadas.

Estes pontos seguintes têm como objetivo o enquadramento do leitor ao problema e foram realizados com base na revisão bibliográfica considerada adequada pelo autor deste trabalho.

1- Problema de Rotas Ótimas

O problema de rotas ótimas (*Vehicle Routing Problem* – VRP) pode ser caracterizado como o problema que tem como objetivo a definição de rotas que otimizem a entrega de mercadorias e outros bens a partir de um ou vários armazéns de distribuição até um número de clientes dispersados geograficamente, estando sujeito a um leque variado de restrições (Laporte, 1992b). Uma solução do problema irá indicar como alocar os veículos aos locais de entrega, de acordo com um determinado objetivo. Podem ser considerados diferentes objetivos como seja a minimização da distância total percorrida (Christofides, et al, 1981), a minimização do consumo total de combustível (Kuo 2003) ou o tempo de viagem por rota ou tempo total (Li 2012), entre outros.

“The VRP is a hard combinatorial optimization problem and only relatively small instances can be solved to optimality”⁷

(J.-F. Cordeau, et al, 2002)

O problema da determinação de rotas ótimas é um dos problemas mais estudados no campo da otimização combinatoria, tendo um peso muito importante na gestão de processos de distribuição (Cordeau et al. 2002). Esta problemática foi introduzida em 1959 por Dantzig e Ramser e foi aplicada numa situação de distribuição de gasolina para estações de serviço e foi proposta uma primeira formulação de programação matemática e abordagem algorítmica que, segundo os autores, pode ser considerado como uma generalização do Problema do Caixeiro-Viajante “*Traveling-Salesman Problem*” que mais à frente será descrito. A possibilidade de modelação deste problema estende-se a outras situações práticas como recolha de correio; visitas médicas domiciliárias; deslocações de manutenção preventivas; distribuição de roupa; recolha de crianças pelo autocarro escolar; etc. (Christofides et al. 1981).

Nos anos seguintes verificou-se um crescimento de soluções baseadas nos autores anteriores, a de Clarke and Wright (1964) – *savings heuristic* – que é provavelmente a mais conhecida de as que surgiram para resolver os VRP e se distingue por ser bastante rápida e simples de implementar. No entanto, em circunstâncias em que o planeamento das rotas é realizado para um horizonte temporal longo e que envolve elevadas somas de dinheiro, é aconselhável investir tempo e recursos num método que efetue uma exploração mais extensiva no universo de pesquisa apresentado. (Cordeau et al. 2002)

Durante 50 anos o VRP veio a atrair a atenção da comunidade de investigação operacional, a complexidade e a necessidade de adaptar os problemas clássicos às necessidades específicas das empresas levou a que este fosse estudado. Estes ajustes são realizados com modificações ou adições de restrições ao VRP clássico, transformando-o num problema mais complexo, mas que atende às necessidades reais.

⁷ O VRP é um problema de otimização combinatoria difícil, e apenas instâncias de pequena dimensão podem ser resolvidas de forma ótima.

2- Elementos do Problema de Rotas Ótimas

Para se encontrar um modelo que represente o VRP irá ser necessário definir: um conjunto de variáveis de decisão, uma função objetivo e um conjunto de restrições. Assim, irá ter-se por base o trabalho de Toth & Vigo, 2002.

Função Objetivo

Da mesma forma que muitos problemas de programação combinatoria aplicáveis à vida real, o VRP tem como objetivo predominante a minimização dos custos associados à distribuição. Estes podem estar relacionados com a manutenção dos veículos, como os seguros, impostos, etc. Mas são os custos variáveis que podem ser ajustados para se conseguir encontrar uma solução que vá ao encontro das necessidades das instituições. Minimizar a distancia total percorrida, a duração das rotas, o número de veículos ou maximizar a função de utilidade baseada no nível de serviço e/ou prioridades dos clientes, são outros objetivos que podem estar associados a problemas reais.

Restrições

O problema básico de VRP não considera uma grande variedade de restrições encontradas em caso reais, algumas serão brevemente enunciadas.

Restrições de veículos

As restrições de veículos são muito importantes na definição das rotas. Estas restrições podem estar relacionadas com a capacidade máxima dos veículos; com o limite ao tipo de carga a transportar; com a eventualidade de transportar mais do que um tipo de carga simultaneamente; as operações de carga e descarga dos veículos; com a dimensão e heterogeneidade da frota; número e tipo de veículos disponíveis.

Uma restrição que está indiretamente associada aos veículos relaciona-se com os motoristas, que podem estar sujeitos a restrições impostas pela legislação e que podem influenciar o tempo máximo que cada motorista pode operar consecutivamente. Existem estratégias que as empresas podem adotar para ultrapassar essas situações como a utilização de mais do que um motorista por veículo para que a *performance* do veículo

possa ser incrementada. Deve, contudo, ser analisada a relação de custo-benefício e que impactos tem a decisão no custo total.

Restrições de clientes

Os clientes são o foco do negócio. Para a distribuição é importante respeitar as exigências que o nível de serviço assim impõe, sendo relevante que as particularidades de cada um sejam conhecidas e atendidas.

É necessário considerar a procura destes clientes, sendo ela de natureza determinística ou estocástica. A satisfação desta procura por parte da distribuição pode ser feita unicamente numa visita ou com entregas fraccionadas por mais de um veículo, sendo esta última uma variante do problema original de VRP conhecida como VRPSD – *Vehicle Routing Problem with Split Deliveries*, cuja descrição é feita nas próximas secções.

A par destas restrições anteriores, as mais usuais estão relacionadas com os limites temporais, como a disponibilidade por parte dos clientes em receber as entregas, o tempo máximo para que as cargas e descargas sejam realizadas, entre outros. Estas restrições estão associadas ao estudo de outra variante de VRP o VRP *with Time Windows*, explicado adiante.

É ainda importante considerar a possibilidade de entrega da mercadoria com a obrigação de recolher resíduos ou outros e volta para o armazém – VRPPD – *Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery* ou de um modo mais simplista VRPB - *Vehicle Routing Problem with Backhauls*, ou seja a entrega é feita a todos os clientes e a recolha só começa depois de todos os clientes serem satisfeitos. A prioridade de atendimento deve ser considerada como um fator importante na construção das rotas.

Restrições de rotas

Nas restrições de rotas podemos ter casos que limitam os veículos a percorrer as viagens dentro de um horário de início e de fim, bem como distâncias máximas para cada veículo.

O planeamento das rotas é feito tendo por base uma rede que representa, através de arcos, a rede viária existente. Habitualmente, os clientes encontram-se localizados em nodos desta rede, havendo no entanto problemas em que os clientes se podem encontrar nos arcos da rede. Exemplos disto são os problemas de entregas diferenciada, “porta-a-porta” em que os clientes se encontram em nós definidos no exercício de planeamento, ou de recolha de lixo ou de entrega de correspondência em que os clientes estão nos arcos e não nos nós.

Normalmente, os custos associados aos arcos são independentes do sentido do percurso, ou seja, caso o percurso seja de ida ou de volta, a matriz de distancias-custos é a mesma. Casos particulares em que isto não se verifica estão relacionados com redes rodoviárias em que o sentido das mesmas é único e portanto o percurso não se pode realizar nos dois sentidos pela mesma estrada. Nestas situações o problema é chamado de “*asymmetric VRP*”.

Existem ainda situações em que os veículos podem visitar o cliente apenas uma vez.

Variáveis de decisão

Cada problema tem associado um conjunto de variáveis de decisão que definem como a função objetivo irá ser otimizada. A variável mais relevante é a que define qual o veículo k , irá visitar o cliente i e posteriormente o cliente j . Esta é usualmente referida como x_{ijk} . O problema pode incluir outras variáveis usadas nas variantes do VRP clássico, com as que representam janelas temporais, quantidade, entre outras. Com a adição de mais variáveis, o problema pode ficar mais próximo da realidade, contudo, aumenta a sua complexidade.

3 - Formulação do VRP Clássico

O problema clássico de VRP é formulado de uma forma simples. Considere-se a existência de um grafo $G = (V, A)$, onde $V = \{v_0, v_i, \dots, v_n\}$ é o conjunto não vazio de vértices (ou nodos) e $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$ é o conjunto de pares não ordenados de V chamadas arestas ou arcos. O vértice v_0 representa o armazém e os restantes vértices

representam os clientes. O conjunto A tem associado uma matriz de custos (c_{ij}) e/ou uma matriz de tempo de viagem (t_{ij}) que definem o custo ou tempo de viagem associado ao arco (v_i, v_j) .

Caso as matrizes sejam simétricas, indicando que o tempo/custo de ir de v_i para v_j é igual a percorrer o arco (v_j, v_i) , então o VRP pode ser definido como um grafo não direcionado $G = (V, E)$ onde $E = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i < j\}$ é um conjunto de arestas que unem os vértices. (Cordeau et al. 2002)

No problema modelado na sua forma mais básica não são consideradas restrições associadas a capacidades ou a tempos de entrega, contudo no problema modelado abaixo, encontram-se incluídas algumas restrições que o VRP Clássico não incorpora e explicadas seguidamente.

Neste problema considera-se que cada cliente tem uma determinada procura não negativa q_i que deverá ser satisfeita, e existe um tempo de serviço t_i , tempo este que serve para satisfazer o pedido do cliente visitado ou outros trabalhos administrativos associados ao serviço.

Existe uma frota de m veículos homogéneos, com capacidade Q , que iniciam o seu trajeto em v_0 . O número de veículos disponíveis pode ser conhecido ou tratado como uma variável de decisão caso exista uma variação ao problema original (J. Cordeau, et al., 2007).

Sejam,

- Os índices:
 - i) i , local já visitado;
 - ii) j , local a visitar;
 - iii) k , veículo utilizado;
- Os parâmetros:
 - i) c_{ij} , custos de deslocação entre os locais i e j ;
 - ii) q_i , quantidade procurada por i ;
 - iii) Q_k , capacidade máxima do veículo k ;

- iv) D_k , duração máxima da rota do veículo k ;
- v) t_{ij} , tempo utilizado na viagem entre os locais i e j ;
- vi) t_i , tempo utilizado nas operações de descarga em i ;
- As variáveis de decisão:
 - x_{ijk} , variável binária que toma o valor 1 se o veículo k visitar o cliente j após ter visitado o cliente i , caso contrário assume o valor de 0

O problema pode então ser formulado como um problema de programação linear inteira (Figueiredo, 2007):

- A função objetivo:
 - Minimizar $\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^m c_{ij} x_{ijk}$
- As restrições:
 - i) $\sum_{i=0}^n \sum_{k=1}^m x_{ijk} = 1$, $j = 0, 1, \dots, n$
 - ii) $\sum_{j=0}^n x_{0jk} \leq 1$, $k = 1, \dots, m$
 - iii) $\sum_{i=0}^n x_{ipk} = \sum_{j=0}^n x_{pjk}$, $k = 1, \dots, m; p = 0, \dots, n$
 - iv) $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i x_{ijk} \leq Q_k$, $k = 1, \dots, m$
 - v) $\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m (t_{ij} + t_i) x_{ijk} \leq D_k$, $k = 1, \dots, m$
 - vi) $x_{ijk} \in \{0, 1\}$, $i, j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m$

A função objetivo traduz uma minimização do custo total, estando sujeita às restrições: i) assegurar cada cliente é apenas abastecido uma vez; ii) garante que cada veículo k sai do armazém para realizar no máximo uma rota, iii) obrigar o movimento direcionado de cada rota impondo que o veículo k segue para j após ter abastecido i ;

As seguintes restrições já alteram a forma clássica do problema de VRP como originalmente modelado, assim estas servem, não só para aproximar mais o problema da realidade, contudo complicando o problema e tornando-o mais exigente a resolver

iv) e v) limitar, tanto a capacidade máxima que um veículo k pode transportar, como a duração máxima que um veículo k percorre na rota que lhe é atribuída; vi) definir que a variável x_{ijk} tem um comportamento binário, podendo assumir valores inteiros entre 0 e 1.

4 - Variantes de VRP

Neste ponto irão ser considerados as principais variantes do VRP mais estudadas. São apresentadas os problemas que surgiram inicialmente e seguidamente os que derivam dos primeiros.

Problema do Caixeiro Viajante (*Traveling Salesman Problem – TSP*)

O problema do caixeiro viajante pode ser considerado como um caso particular do VRP, em que se irá calcular uma única rota. Considera-se, deste modo, que a frota de veículos compreende um único veículo que irá visitar todos os clientes numa única rota. O objetivo é portanto minimizar a distância a percorrer, o tempo despendido ou o custo total da viagem de modo a que todos os clientes sejam visitados uma só vez, sendo o ponto de partida igual ao ponto final da rota. *The Multiple Traveling Salesman Problem* é um prolongamento do TSP, sendo que, neste caso, compreende várias rotas para cada um dos veículos. (Laporte 1992a)

O Problema do Carteiro Chinês (*Chinese Postman Problem – CPP*) é uma variante ao TSP. Neste caso, em vez de se considerar que os clientes se encontram localizados nos nodos da rede, considera-se que os clientes podem estar distribuídos pelos arcos da rede. O problema reside na determinação de uma única rota, com o menor custo possível, que otimize a passagem por todos os clientes – arcos – uma única vez. O veículo inicia o seu percurso e termina-o no mesmo local. (Thimbleby 2003)

VRP com capacidades (*Capacitated Vehicle Routing Problem– CVRP*)

O CVRP é uma das variantes do VRP em que são adicionadas restrições relacionadas com a procura agregada dos clientes afetos a uma rota, ou seja, a rota é limitada pela capacidade máxima que é possível transportar por cada veículo. Para estes últimos é considerado que existe uma homogeneização das capacidades e que os mesmos não estão sujeitos a outras restrições.

O objetivo consiste em minimizar os custos associados às rotas, estando estes relacionados quer com o número de veículos quer com as distâncias percorridas por eles, sendo que estão sujeitos à restrição que é referida no anterior parágrafo – a capacidade para cada veículo. (Toth & Vigo 2002)

VRP com veículos heterogéneos (*Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem- HFVRP*)

O HFVRP é outra variante do VRP, sendo que contrariamente ao CVRP, não identifica os veículos como homogéneos no que concerne à sua capacidade, consumos ou velocidades médias. Considera, assim, que podem ser usados veículos com diferentes características para realizarem diferentes rotas. Este problema vai mais de encontro com a realidade das empresas que o anterior, visto que a maioria das empresas apresenta uma frota heterogénea (Penna et al. 2011).

VRP com múltiplas origens (*Multiple Depot Vehicle Routing Problem- MDVRP*)

O MDVRP é uma generalização de VRP, sendo que para este último, um armazém abastece um número variado de clientes enquanto no primeiro verifica-se a existência de vários armazéns para os abastecer. Considerando que, se existem vários armazéns, é possível assumir que o problema pode ser resolvido segmentadamente, os clientes são agrupados e alocados a um armazém e posteriormente, como num problema VRP, as rotas são concebidas para satisfazer clientes por armazém. Assim, num processo de resolução do problema, pode considerar-se que a um MDVRP é agilizado em vários VRP mais simples, tendo em vista minimizar o número de veículos e as distâncias das rotas (Surekha 2011).

Problema do carteiro chinês com capacidades (*Capacited Arc Routing Problem- CARP*)

O CARP é uma extensão do *Chinese Postman Problem*, contendo a restrição associada ao CVRP, ou seja, a capacidade dos veículos. Neste caso os clientes localizam-se nos arcos e a rota está sujeita às restrições da capacidade dos veículos usados para satisfazer os primeiros (Wøhlk 2008).

VRP com janelas temporais (*Vehicle Routing Problem with Time Windows – VRPTW*)

O VRPTW é, como as demais, outra variante do VRP, considerando restrições associadas aos limites temporais de visita aos clientes.

É o caso de VRP onde todos os clientes têm que ser atendidos tendo em conta janelas temporais. Então, é assumido um intervalo de tempo para que cada cliente seja atendido, bem como um intervalo de tempo no centro de distribuição, para saída de veículos. No entanto, a finalidade é a mesma. Inevitavelmente, caso o veículo chegue fora do limite temporal, a entrega não é possível de ser realizada. Contudo, esta situação, só se verifica se ultrapassar o limite superior da janela. Caso o distribuidor chegue mais cedo ao local é possível fazer a entrega.

O *Vehicle Routing Problem with soft time Windows* é a alternativa à rigidez das restrições incorporadas no VRPTW, no sentido em que agiliza a janela temporal, permitindo que esta seja violada perante o “pagamento” de uma penalização que está representada na função objetivo do problema. (Kumar & Panneerselvam 2012)

VRP com backhauls – (*Vehicle Routing Problem with Backhauls VRPB*)

O VRPB é respeitante aos casos de VRP em que existam entrega e recolha nos clientes. O problema tem então associadas restrições de carga e descarga. Neste caso, por simplificação associada ao ajustamento físico das cargas no veículo durante a entrega, as recolhas só serão iniciadas aquando o término das entregas.

O termo Backhaul deriva da junção de *Back* e *Hauler*. Este último pode ser entendido como transportador ou, como o que transporta. Assim, Backhauling consiste no movimento de retorno de um camião do seu destino original para o seu ponto de partida inicial.

Para que os modelos teóricos solucionem os casos reais com maior fiabilidade, como a recolha de resíduos recicláveis após a entrega dos produtos, o VRP with Pick-up and Delivery foi criado. A semelhança que existe entre o VRPB e o VRPPD é motivada pelo facto de para ambos existir uma distribuição e uma recolha, contudo, divergem no

momento em que a recolha é efetuada, ou seja, ao contrário do VRPB, existe uma precedência de entrega ao próximo cliente, esta é a recolha. De um modo mais simples, as recolhas têm de ser feitas antes de se seguir para a próxima distribuição. A versão em que a carga são pessoas, é conhecida como *dial-a-ride vehicle routing problem* – DARVRP (Jacobs-blecha 1998)

VRP com afetação parcial (*Vehicle Routing Problem with Split Deliveries* – VRPSD)

O VRPSD é uma variante do VRP em que a restrição que impede que os clientes sejam visitados uma única vez é relaxada, caso implique uma menor afetação de custos a essa atividade. Este caso está relacionado com situações em que a procura de clientes é superior à capacidade do veículo. (Belfiore 2006)

5 - Estratégias de resolução de *Vehicle Routing Problems*

Neste capítulo estão sintetizados as principais e mais utilizadas estratégias e modelos para a resolução de um VRP. Após a primeira modelação proposta por Dantzig e Ramzer (1959), muitos algoritmos surgiram para solucionar, quer o problema clássico, quer os que posteriormente tiveram a sua base neste. É importante distinguir as duas classes que existem, nomeadamente os métodos exatos dos aproximados. No primeiro caso, a solução obtida é uma solução ótima, enquanto que as heurísticas e Meta-heurísticas calculam soluções sem garantia da sua otimalidade.

Muitos problemas de planeamento podem ser resolvidos com a minimização ou maximização da função objetivo para um número de variáveis finito, ou seja, dependendo do problema podemos ter uma função objetivo com uma outra direção. Estes problemas de otimização combinatoria têm sido alvo de grande atenção da comunidade científica. O estudo destes problemas levou a uma divisão em duas categorias. A primeira engloba os problemas que podem ser resolvidos eficazmente, ou seja, problemas cujos algoritmos aplicados são capazes de encontrar soluções ótimas em *tempo polinomial* como é o

exemplo de problemas de programação linear. A segunda contém problemas bastantes mais difíceis que são formalmente descritos como *NP-difíceis*.

“For an NP-hard algorithm it is generally believed that no algorithm exists that solves each instance in polynomial time. Consequently, there are instances that require superpolynomial or exponential time to be solved to optimality”⁸

(Aarts et al. 2005)

Um exemplo desta classe de problemas que se inserem nesta classe, são os *Vehicle Routing Problem*.

Visto que o VRP é considerado um problema NP-difícil, ou seja, “o esforço computacional necessário para a resolução aumenta exponencialmente com a dimensão do problema” e a sua dimensão está diretamente ligada à quantidade de clientes envolvidos, os métodos exatos têm grande dificuldade em solucionar problemas com grande dimensão, devido à capacidade combinatória necessária exigida pelo problema. Seguidamente serão apresentados as principais técnicas usadas para solucionar um VRP (Belfiore 2006)

5.1 - Algoritmos exatos

Os algoritmos exatos, na pesquisa que efetuam por soluções ótimas, exigem um esforço computacional muito elevado, e portanto são normalmente utilizados para problemas com pequena dimensão.

“Até aos dias de hoje, verifica-se que nenhum algoritmo exato é capaz de consistentemente solucionar problemas com mais de 50 clientes.”

(Cordeau et al. 2002)

⁸ Para um algoritmo NP-difíceis, é genericamente aceite que nenhum algoritmo existente solucione cada instância em tempo polinomial. Consequentemente há casos que necessitam de tempo “super” polinomial ou exponencial para que sejam resolvidos até encontrar a solução ótima

Seguidamente será apresentado um algoritmo exato para solucionar problemas VRP.

Branch and Bound

O *Branch and Bound* foi inicialmente proposto por Land e Doig (1960) e posteriormente Christofides et al. (1981) aplicou o modelo a problemas de VRP. Este algoritmo divide-se em *Branching*, que essencialmente é uma árvore de nós, que simplificando, divide o problema original em sub-problemas tornando-o mais fácil de resolver e no *Bounding*, que serve para analisar e comparar os limites aos quais a solução deve estar incluída, quer inferior quer superior, escolhendo o próximo sub-problema a ser inserido. Portanto, à medida que o problema avança é analisada cada nova solução e caso esta não melhore a função objetivo, fica rejeitada passando a explorarem-se outras opções dentro da árvore (Clausen 1999).

5.2 - Heurísticas Clássicas

Os métodos de resolução clássicos garantem o cálculo de soluções ótimas, no entanto podem precisar de recursos computacionais significativos, quer em termos de memória quer em termos de tempo computacional, e são muitas vezes incapazes de produzir soluções para problemas de grandes dimensões. As heurísticas tentam, de algum modo, apresentar bons compromissos entre a qualidade das soluções geradas e os recursos computacionais que exigem. Têm como principal desvantagem não garantirem o cálculo da solução ótima, não sendo mesmo muitas vezes possível conhecer sequer a distância a que a melhor solução calculada se encontra da solução ótima.

*“Vehicle routing heuristics, as are most heuristics, are usually measured against two criteria: accuracy and speed. In our opinion simplicity and flexibility are also essential attributes of good heuristics”*⁹

(Cordeau et al. 2002)

⁹ As heurísticas de Planeamento de Rotas, como a maioria das heurísticas, são geralmente medidas em relação a dois critérios: precisão e velocidade. Na nossa opinião, simplicidade e flexibilidade são também atributos essenciais de uma boa heurística.

Os métodos heurísticos podem ser classificados de diferentes maneiras. Tendo em conta o problema de rotas ótimas, vamos considerar uma divisão em três categorias, de acordo com o seu método de funcionamento. As **heurísticas construtivas** vão progressivamente criando uma solução admissível considerando o resultado da função objetivo – Clark e Wright, 1964 (*Savings Algorithm*). As **heurísticas de duas fases** dividem o problema em dois, agrupando os vértices a interligar em rotas possíveis e a construção da rota ótima que resulta da descrição de como os agrupamentos devem ser percorridos e a sua ordem - *Métodos Cluster-First, Route-Second* - Fisher e Jaikumar (1981); Bramel e Simchi-Levi (1995). Por fim os **Métodos de melhoria sequencial** que objetivam aperfeiçoar soluções por via de trocas entre pontos ou ligações entre ou dentro de rotas. Estes, com a base de suporte de modelos como o da poupança (*savings*), competem com algoritmos modernos para criar soluções com qualidade bastante elevada e muito próximas das heurísticas mais recentes.

Clark and Wright

Com base em (Lysgaard 1997) é neste ponto descrito o funcionamento da heurística de *Clark and Wright* (CW).

Este algoritmo é talvez um dos mais conhecidos para solucionar VRP's e adquiriu o nome dos seus autores e foi publicado em 1964. A ideia que está na base desta heurística é muito simples, mas permite que em geral se calculem soluções de muito boa qualidade.

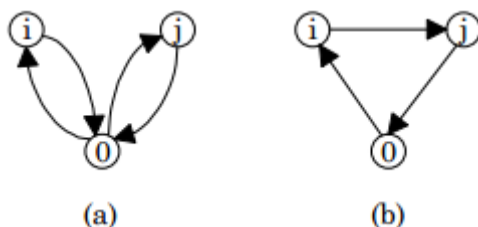


Figura 5 Representação esquemática do conceito de *saving* (fonte: (Lysgaard 1997))

A lógica do conceito da poupança passa por considerar quanto se economiza ao juntar duas rotas numa.

Inicialmente, os clientes i e j são visitados em rotas separadas – exemplo (a), ao percorrer estes dois clientes numa só rota – exemplo (b), gera-se uma poupança pelo facto de eliminarmos uma viagem de volta ao ponto de partida.

O custo/distâncias associado ao conjunto de rotas representado em (a) é calculado pelo somatório dos custos/distâncias de cada rota, podendo ser descrito como:

Seja C_{ij} o custo associado à distancia entre i e j ; a distância total representada por D ;

Para o exemplo (a):

$$D_a = C_{0i} + C_{i0} + C_{0j} + C_{j0}$$

Da mesma forma, para o exemplo (b)

$$D_b = C_{0i} + C_{ij} + C_{j0}$$

Ao combinar estas duas rotas obtêm-se as poupanças representadas por S_{ji}

$$S_{ij} = D_a - D_b = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Segundo (Cordeau et al. 2002) no seu trabalho sobre classificações e comparações de heurísticas, à heurística de CW estão associados valores muito elevados no que diz respeito à simplicidade de aplicação e à velocidade de resolução, contudo pontua muito pouco na flexibilidade de adaptação e exatidão das soluções. No entanto, para os autores “é um dos mais conhecidos e mantém-se largamente utilizado nos dias de hoje”.

Fisher and Jaikumar

O algoritmo de Fisher e Jaikumar (1981) é também conhecido por fazer parte do grupo conhecido como *cluster-first, route-second algorithms*. A utilização deste algoritmo

é explicada por Tan e Beasley (1984) num problema de *Vehicle Routing Problem*, em que os clientes não necessitam de entregas diárias.

Na resolução do problema, o número de rotas é conhecido *a priori*. Para chegar à solução é necessário partir os grupos de clientes de acordo com a sua importância relativa, depois, o problema é resolvido considerando para cada grupo de clientes um TSP.

Esta heurística apresenta valores muito baixos nas quatro vertentes que são estudadas (Simplicidade; Velocidade; Precisão; Flexibilidade) em (Cordeau et al. 2002), considerado pelo autor como uma heurística desinteressante.

Existem ainda mais algumas heurísticas que não serão aprofundadas neste trabalho, como

- *Matching Based* que é usado por Derigs e Metz (1992) num problema de VRPPD, referido por (Cordeau et al. 2002);
- *Multi.Route Improvement* inseridas nas *improvement heuristics* por (Laporte et al. 2000), a base da heurística reside em avaliar as melhorias que são geradas após a transferência de clientes entre rotas;
- *Sweep* em (Cordeau et al., 2000) atribui créditos a Gillett e Miller (1974) na sua utilização para resolver VRP. Segundo o primeiro, este algoritmo tem acesso a *clusters* ficando a cada um deles associado em TSP. Posteriormente é possível melhorar o algoritmo com alterações dos clientes que integram cada um dos *clusters* e verificando se essas alterações melhoram a função objetivo. A heurística pontua bem em simplicidade e velocidade de resolução, contudo a sua flexibilidade e precisão são bastante baixas (não ultrapassando a heurística de CW) (Cordeau et al. 2002).
- Os algoritmos *Petal* pertencendo ao mesmo grupo que as anteriores são consideradas com uma extensão do *Sweep Algorithm* já que na sua resolução introduzem a sobreposição dos *clusters*. Esta tem melhores valores no que respeita à sua percursora, *Sweep*, no que à velocidade e flexibilidade diz respeito, contudo baixa o grau de simplicidade de aplicação.(Cordeau et al. 2002)

5.2 - Meta-Heurísticas

As meta-heurísticas são uma classe de métodos aproximados que têm vindo a ser desenvolvidos desde a sua introdução no início da década de 80. Estes métodos foram criados para resolver problemas complexos de otimização onde as heurísticas clássicas e métodos de otimização falharam em dar uma resposta efetiva e eficiente (Osman & Laporte 1996)

“A metaheuristic is formally defined as an iterative generation process which guides a subordinate heuristic by combining intelligently different concepts for exploring and exploiting the search space, learning strategies are used to structure information in order to find efficiently near-optimal solutions.”¹⁰

(Osman & Laporte 1996)

Apesar de as meta-heurísticas não oferecerem uma solução ótima para o problema, e como anteriormente foi dito, os métodos exatos oferecerem em teoria essa solução, está provado que estas últimas não têm poder para resolver em tempo útil problemas em que a dimensão destes seja considerável. As meta-heurísticas oferecem, no entanto, soluções eficazes, no sentido em que em tempo útil oferecem soluções admissíveis.

Estas heurísticas podem variar o seu método de pesquisa por uma solução, desde uma simples regra de pesquisa local, até modelos mais complexos que a impedem de ficar presa num ótimo local.

Uma classificação possível das Meta-heurísticas mais utilizadas categoriza cada uma com base na quantidade de soluções obtidas por iteração.

Ant Algorithm

Esta abordagem heurística, proposta por Colorni et al. 1991 é baseada no comportamento de formigas na sua busca por comida. O autor referencia que *“In the case*

¹⁰ Uma Meta heurística é formalmente definida como um processo de geração iterativa que guia uma heurística subordinada ao combinar, inteligentemente, diferentes conceitos para explorar o espaço de pesquisa, estratégias de aprendizagem são usadas para estruturar a informação no sentido de encontrar eficientemente soluções muito perto das ótimas

of ants, the media used to communicate among individuals information regarding paths and used to decide where to go consists of pheromone trails” isto é, uma essência que é deixada pelos caminhos que percorrem, sem este sentido de orientação as formigas seguem normalmente um caminho mais ou menos aleatório. Na busca por comida, as formigas que encontram alguma fonte desta, vão deixando uma quantidade da sua feromona, proporcionalmente à quantidade de comida encontrada, quando voltam à colónia. Este rasto que é deixado pelas formigas é seguido pelas outras que aumentaram o rasto que as primeiras deixaram. As fontes de comida mais próximas da colónia, são as mais visitadas e portanto aquelas em que a intensidade da feromona é mais forte. Seguindo a mesma lógica, os caminhos em que a comida e a feromona são mais escassos, são utilizados menos vezes e acabam por evaporar deixando de ser usados.

Neste caso, uma formiga tem a possibilidade de chegar a uma solução admissível por ela, no entanto, uma solução ótima é usualmente encontrada com a intersecção de vários caminhos que anteriormente percorridos

A resolução deste algoritmo passa por duas fases, a primeira em que o *trail* é criado e uma segunda que serve tanto para atualizar o *trail* como para verificar se a solução é melhorada a partir do último ponto em que se ficou.

Simulated Annealing

Este algoritmo proposto por Kirkpatrick, é uma analogia associada ao comportamento dos componentes sólidos aquando do arrefecimento destes após serem aquecidos. Neste processo, os átomos, são então aquecidos e lentamente arrefecidos para poderem cristalizar numa configuração diferente. (Aarts et al. 2005)

“In condensed matter physics, annealing is known as a thermal process for obtaining low energy states of a solid in a heat bath”

(Aarts et al. 2005)

Ao aumentar a temperatura até que um sólido se transforme em líquido as partículas deste mesmo sólido orientam-se de forma aleatória, no entanto ao reduzir a temperatura as partículas vão-se orientando para ficarem o mais estáveis possível, o que

corresponde ao nível mais baixo de energia. O estado “mais sólido” só é obtido se a temperatura a que o sólido é submetido for suficientemente alta e o arrefecimento for executado devagar, caso contrário a estrutura não irá ficar completamente solidificada.

O algoritmo introduzido por Metropolis simula a evolução de um sólido no seu processo de arrefecimento. Uma explicação simples deste pode ser feita do seguinte modo:

Sejam:

- i) i , O atual estado do sólido;
- ii) j , O estado seguinte do sólido;
- iii) E_i , A energia do sólido no estado atual;
- iv) E_j , A energia do sólido no estado seguinte;
- v) T , A temperatura usada no processo;
- vi) k_B , A constante de Boltzman usada em física,
-

Se a diferença entre E_i e E_j for menor ou igual que zero, o novo estado j é aceite como o estado atual. Caso a diferença for maior que zero o novo estado j é aceite dada a probabilidade: $\exp\left(\frac{E_i - E_j}{k_B T}\right)$.

É assumido que se o arrefecimento for feito de forma correta, ou seja, lentamente, o sólido consegue atingir o seu equilíbrio térmico.

Considerando as soluções do problema em otimização combinatória equivalentes ao estado físico do sólido e o custo e os recursos usados para a resolução do problema, a energia de cada estado físico do problema, a pesquisa por uma solução ótima de um problema de VRP é encontrada através da busca pelo máximo global que é análogo ao estado físico mais estável do sólido. (Aarts et al. 2005)

Esta característica é adaptada à programação combinatória sendo usada nos problemas de VRP. Tem a capacidade de ultrapassar a limitação de melhoria local, isto é, a rápida atração a um ótimo local. Ao aceitar a deterioração de soluções, guiado por um

processo estatístico em que o parâmetro se denomina “*temperatura*” evita a referida estagnação na pesquisa por um ótimo global. Quanto mais elevada a temperatura, maior a probabilidade de aceitar uma ação de deterioração. Esta temperatura evolui de forma dinâmica durante o processo de pesquisa associado ao método de arrefecimento. (Vidal 2012).

Genericamente, como nos métodos de pesquisa locais, cada iteração faz corresponder um valor novo para a função objetivo, caso esta melhore, a solução é aceite. No entanto, sempre que a solução piore a função objetivo é aceite conforme a probabilidade que anteriormente foi referido. Esta técnica ajuda a que novas soluções possam ser exploradas perto do ótimo local.

A probabilidade de aceitação vai diminuindo paralelamente com a temperatura, ou seja, sempre que a *temperatura* se aproxime de zero, é sinal que as iterações estão no sentido de encontrar um ótimo local. Todavia, este pode não ser um ótimo global.

Assim, o *simulated annealing* é considerado pelos autores como um modelo que produz soluções de alta qualidade, necessitando por vezes de elevados recursos computacionais.

Tabu Search

Este método de pesquisa foi introduzido por Glover em 1986 e durante mais de duas décadas artigos foram publicados sobre este tema. Esta Meta-heurística tem uma forma de pesquisa parecida com a anterior, mas é interpretada como sendo um método de pesquisa combinatória, que adquire capacidade de aprendizagem com memória de curta duração.

Este permite, contudo, ações de deterioração das soluções que prejudiquem a função objetivo, como em *Simulated Annealing*. Difere sobretudo na forma de aprendizagem inerente á heurística, ou seja, o caminho que antes fora percorrido, não tem sentido algum em ser pesquisado novamente. Assim reforça a posição de pesquisa por novas soluções. Para que este processo funcione, e para que não entre em *loop* é necessário

que a informação relativamente aos caminhos que anteriormente foram percorridos sejam registados – Lista *tabu*.

O *critério de aspiração* reforça a capacidade do modelo em escapar a ciclos após a validação de soluções que, apesar de terem associados critérios *tabu*, melhoram a função objetivo. Existem ainda dois procedimentos importantes para que esta meta-heurística funcione, o de intensificação e o de diversificação.

O primeiro procedimento – Intensificação, anteriormente referido, diz respeito a um retorno a *soluções de elite* que estavam guardadas e que podem ser usados pelo algoritmo para realizar uma pesquisa exaustiva na vizinhança e procurar outras combinações, a ideia base por trás deste conceito é que, caso a pesquisa seja feita por um ser inteligente, ele iria procurar soluções em áreas que lhe parecessem promissoras para garantir que as melhores soluções fossem encontradas.

O segundo princípio – Diversificação, por sua vez, está relacionado a citação de Burke e Kendall em cima, ou seja, apesar de serem encontradas boas soluções, algumas áreas do universo de pesquisa podem não ser exploradas. Assim, pode dar-se o caso de soluções encontradas serem escolhidas e ficarem aquém das soluções ótimas. Ao forçar inicialmente uma pesquisa a áreas ainda por explorar, a diversificação tenta resolver este problema.

IV - Estudo de Caso: Administração Regional de Saúde

A UALP, numa das suas competências, (*h*) - *gerir a logística de transportes de bens e a definição das rotas de distribuição*, é responsável pela gestão dos transportes, incluindo a definição das rotas associadas à distribuição dos bens. O meu estudo de caso é então motivado pelo contacto que, no decorrer do estágio, fui tendo com esta competência da UALP. Neste sentido, seria importante que as rotas fossem estudadas e trabalhadas para poder ajudar a instituição a melhorar os seus processos de planeamento.

Este capítulo tem como objetivo explicar os processos que estão associados à aplicação, do que na revisão de literatura foi falado, ao contexto prático. Neste sentido, resumirei o que me levou a fazer este estudo, seguido de uma descrição de como a atividade de planeamento de rotas é executada à data na ARSC. Posteriormente, serão apresentados todos os processos de recolha e tratamento de dados, bem como os pressupostos necessários para a resolução do problema, incluindo a descrição dos *softwares* utilizados e o seu motivo. Por último, serão apresentados os resultados.

1 - Descrição do Problema

A ARSC é responsável pelo fornecimento de bens de todo o tipo a cerca de 200 pontos de distribuição. Cada ponto de entrega tem associado um determinado cabaz de produtos que se mantém constante mês após mês. É, no entanto, possível que a procura possa variar e que possa haver lugar a entregas especiais em situações esporádicas.

No processo de planeamento de rotas, a UALP deixa aos motoristas a tarefa de escolherem qual a melhor rota a percorrer, tendo em conta o conjunto de clientes que devem visitar. A UALP é responsável pela segmentação dos locais de abastecimento em pequenos grupos e pela sua distribuição pelos motoristas. Não existe, portanto, qualquer planeamento com base em *software* de gestão de rotas.

Com os dados que foram fornecidos, e verificada a existência de dois armazéns, a necessidade de calcular as rotas em dois problemas distintos foi considerada. Poderia ter sido considerado um problema de MDVRP, agregando os dois problemas de VRP, mas tal não se mostrou viável tendo em conta os *softwares* disponíveis para resolução do problema. O problema será considerado como um VRP clássico, visto não existirem:

- Janelas temporais ou impedimentos de entrega associados aos clientes, pois o horário em que as entregas são feitas é o mesmo em que os clientes as podem receber,
- Entregas e recolhas na mesma rota, o processo é meramente de distribuição de produtos necessários às atividades de prestação de cuidados de saúde primários.

Na resolução do problema não serão ainda consideradas as capacidades dos veículos, bem como as entregas esporádicas que mensalmente podem ocorrer. Os dados do problema são de natureza determinística e os clientes não se localizam nos arcos, mas sim nos nós.

Posto isto, é então escolhido o problema clássico em detrimento das variantes referidas na revisão de literatura.

2 - Tratamento dos dados

Como é possível verificar até agora, a informação mais relevante para solucionar este tipo de problemas está associada às distâncias que os nós têm entre si.

Para calcular as distâncias, houve necessidade de trabalhar os dados para que não fossem colocados em “bruto” e para que os *softwares* tivessem a capacidade de os “lerem”. Assim, esta tarefa foi dividida em duas fases: i) Mapeamento dos locais de distribuição ii) Cálculo das distâncias. Para o mapeamento dos locais de distribuição, uma ferramenta que se tornou central foi com certeza o *Google Maps Engine Lite*. Com recurso à sua capacidade de visualização fotográfica dos locais, consegui identificar com precisão os pontos que irão ser usados, neste problema, como clientes. Uma das vertentes que este utensílio possibilita é a criação de mapas personalizados e a sua importação ou exportação, ou seja: a partir de uma folha de *Excel* com os dados tabelados é possível automaticamente

criar mapas em que os pontos fiquem identificados em várias camadas. Esta, ferramenta varia a capacidade máxima de utilização de camadas personalizadas consoante a versão usada. No caso da versão *Lite*, o *Google* disponibiliza gratuitamente três camadas que usei para diferenciar os clientes abastecidos pelo armazém de Coimbra e outra para o de Viseu como pode ser visualizado nas Figuras 5 e 6. Os locais de distribuição são apresentados tabelados no ANEXO III, onde cada uma das coordenadas foi identificada individualmente.

Para o cálculo das distâncias foi usada uma função que gratuitamente é disponibilizada por Jamie Bull¹¹ a qual permite, com base na ferramenta anteriormente referida (*Google Maps*), criar uma matriz, sendo que nela constam todas as distâncias entre todos os pares de nodos e que constituem a nossa rede de interesse. A função usada tem o nome de *G_Distance*, e recebe como parâmetros dois locais. A função devolve a distância correspondente ao caminho mais curto entre esses locais, tendo por base a informação disponível no *Google Maps*.

No cálculo das distâncias é de notar que alguns valores são zero. Estes têm a mesma localização geográfica apesar de serem organizacionalmente sítios diferentes e com entregas diferenciadas.



Figura 7 – Locais de distribuição, Viseu



Figura 6 - Locais distribuição, Coimbra

¹¹ <http://oco-carbon.com/coding/google-excel-distance-function/> - acedido a Maio de 2014

3 - Descrição dos *softwares* utilizados.

Tendo disponíveis os dados, tornou-se necessário encontrar uma ferramenta que permitisse encontrar uma solução para o problema das rotas ótimas. Optou-se por utilizar *softwares* disponíveis gratuitamente, e que utilizam algoritmos diferentes para a resolução do problema.

Um dos *softwares* escolhidos foi o *VRPSolver* versão 1.3¹². Este *software* aplica a heurística de *Clark e Wright*. O segundo *software* utilizado foi o *SPSL* versão 1.1.0.0¹³, que resolve o problema utilizando *simulated annealing*.

O *VRPSolver* usa uma versão do algoritmo de Clark and Wright para os problemas de rotas ótimas. Este, recorre a ficheiros de texto como *inputs* para as localizações e distâncias. As distâncias são automaticamente calculadas ou podem ser introduzidas manualmente. O *software* cria rotas para os veículos visitarem os clientes apenas uma vez obedecendo a limites de distâncias e volumes de veículos introduzidos pelo utilizador. Os resultados são apresentados graficamente ou em forma de texto.¹⁴

O *software* utiliza o processo aleatório de escolha de *k* pares de pontos entre si em vez de escolher os melhores em cada passo. Este processo de escolha arbitral é feito várias vezes até que a melhor solução seja encontrada. É dado ao utilizador a opção para escolher a especificação da análise bem como o número de iteração para esta. Posteriormente a ser criada uma solução inicial, são executados processos de melhoramento, conhecidos como operações de 2-opt e Or-opt, sendo que este último corresponde a grupos de 1, 2 ou 3 -opt. São ainda executadas operações de permuta em que dois clientes de rotas diferentes podem ser removidos das suas rotas iniciais e inseridos em rotas diferentes. A aleatoriedade acima referida pode ser mitigada ao escolher o valor de 1 nas opções de *depth* e *iter* o que torna o problema num problema Clark and Wright *standard*. Quanto maior for o valor escolhido para este parâmetro, mais aprofundada será a análise e, provavelmente, produzirá melhores soluções.

¹² Descarregado em <http://coral.ie.lehigh.edu/~larry/software/vrp-solver/>, acedido a Maio de 2014

¹³ Descarregado em http://shobb.narod.ru/SPSL_eng.html, acedido a Maio de 2014

¹⁴ Tradução livre de: <http://coral.ie.lehigh.edu/~larry/software/vrp-solver/>

Os dados utilizados neste *software* devem ser introduzidos a partir de um ficheiro de texto com o formato .txt, este deve conter na primeira linha os pares de coordenadas (x,y) que localizam o Armazém, ou ponto de referência para o início de cada rota, separados por espaços ou *tabs*. Cada linha sucessiva deve conter as coordenadas de cada cliente, bem como a procura definida.

As distâncias entre os clientes ficam automaticamente adicionadas, no entanto são consideradas por defeito os valores para a distância geométrica no plano, ou seja, por aplicações do Teorema de Pitágoras. Podem ser ainda geradas, automaticamente, outras distâncias. Ao escolher a opção “*great circle*” o *software* calcula a distância mais curta entre dois pontos, mas neste caso numa superfície, como a do planeta terra, esférica. Por fim, caso se queira introduzir manualmente as distâncias, basta introduzir um ficheiro com as distâncias ordenadas da mesma forma que o primeiro carregado. Esta última foi a opção usada na resolução dos problemas.

O *VRPSolver* foi apenas projetado para incluir distâncias simétricas, assim, mesmo que os cálculos sejam efetuados, não são garantidos resultados ótimos. É então importante que seja verificado que as distâncias são simétricas.

Uma vez concluídos os passos anteriores e calculadas as rotas as soluções são apresentadas graficamente, conforme Figura 5. A cada cliente está associado um círculo e a cada rota uma linha com cores específicas. No entanto podemos optar por ver os resultados tabelados. Cada rota é individualmente identificada, tendo como ponto de origem o armazém e cada paragem - Stop - corresponde a um cliente estando apresentadas as distâncias entre paragens, bem como os valores dos volumes a transportar. Na parte inferior existe um breve resumo dos indicadores da solução apresentada, como o número de transportes utilizados, a distância total e o tempo usado no cálculo da solução.

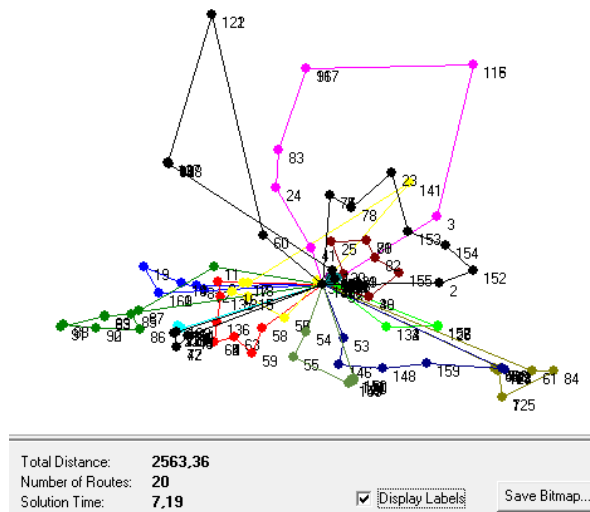


Figura 8 - Representação gráfica da solução gerada pelo *VRPSolver*

A utilização do segundo *software*, é mais simples que o anterior, o *SPSL* baseia-se na Meta-Heurística *Simulated Annealing*, referenciada anteriormente. Existem várias formas de alimentar o *software*, como a importação de um ficheiro .txt com o seguinte formato:

[Cliente] tab [Informação adicional] tab [Latitude] tab [Longitude]

Contudo, o *SPSL* possibilita a utilização de um ficheiro.mdb para carregar os dados, e é por aqui que se começa. A construção do “mapa” com a informação a ser importada é a fase mais importante do trabalho, aqui, é introduzida a informação que vai alimentar o *SPSL*.

Para carregar o ficheiro “mapa”, é apenas necessário alterar o nome deste para *SPSL.mdb*, o *software* automaticamente assume os dados lá inseridos, desde que se encontre no mesmo diretório que o programa, e organizando-os. Sendo “*Nr.*”, uma sequência única de clientes; “*Name*” a correspondente descrição do cliente e “*Dist from=>*”; “*=>Dist to*” as distâncias de um ponto para todos e de todos para esse ponto, respetivamente. Ao “cliquear” num destes dois últimos campos, ficamos com uma janela, e pode ser alterada informação previamente carregada.

A fase seguinte diz respeito à seleção dos pontos e do número de veículos a entrarem para o cálculo de rotas bem como a escolha do modo de otimização. Existem três modos disponíveis: “*Min.tour for all vehicles*”; “*Min.tour for each vehicle*”; “*Equalize num.of points*”.

Para primeiro o cálculo das rotas é feito com o objetivo de minimizar a distância percorrida para visitar todos os clientes para todos os veículos, podendo gerar distâncias enormes para um veículo e, residuais para os restantes. No segundo critério de otimização, a intenção é minimizar as distâncias efetuadas por cada veículo, este modo pode criar rotas cuja solução final será maior que a anterior, no entanto muito mais pequenas para cada veículo. Por fim, o último critério assenta não só na otimização das rotas de cada veículo como tenta, também, normalizar o número de clientes abastecidos por cada veículo.

Como dito anteriormente, é neste passo que são selecionados os clientes a entrarem no cálculo das rotas. É um processo de escolha, no entanto, note-se que o primeiro ponto a ser selecionado será interpretado como o armazém e o ponto de partida e de chegada de todas as rotas.

O último passo diz respeito aos cálculos e à apresentação dos resultados, aqui podemos observar pelo detalhe que o processo de otimização está a ser iniciado e desenvolvido desta forma:

1. É procurado o caminho mais curto entre as localizações selecionadas incluindo pontos intermédios;
2. São pesquisadas as rotas de menor dimensão que possibilitam a visita de todos esses pontos usando a técnica de pesquisa *simulated annealing* conciliado com os critérios definidos no passo anterior.
3. Antes de gerar a solução final, volta a procurar por uma rota diferente que possa passar por todos os pontos, através de uma pesquisa exaustiva e todos os clientes selecionados.

Os resultados são apresentados, após terminadas as fases anteriores.

Vai agora descrever-se a utilização que foi feita de cada um dos *softwares*, bem como dos resultados obtidos.

Utilização do VRP Solver

O ecrã principal do *VRPSolver* permite que os dados sejam carregados, sejam escolhidas opções e que se possa iniciar o processo de seleção de rotas. Para adicionar a informação, é apenas feita uma introdução do diretório do ficheiro disponível localmente. Na zona inferior da janela, encontram-se dois parâmetros que obrigatoriamente serão preenchidos, conforme descrito seguidamente.

No *software VRP solver* foi importante passar os dados dos formatos suportados pelo Excel para texto, sendo estes lidos em *Notepad*. Assim, os dados relativamente às localizações e às distâncias estão em ficheiros diferentes, para uma introdução no *software* em pontos distintos. Seguidamente resume-se o conteúdo de cada ficheiro, bem como a sua utilidade.

Ficheiro “dadosVRPSolverCoimbra”

- Compreende todos os locais de distribuição sendo que o ponto 1 é o armazém central - Coimbra

Ficheiro “distanciasVRPSolverCoimbra”

- Compreende todas as distâncias de todos os locais para todos os locais, tendo como referência o armazém central – Coimbra

Analogamente, o mesmo se repete para o armazém de Viseu, mas sendo a referência de distribuição, ou seja, o ponto 1 o anterior armazém referido.

Com o objetivo de retirar o efeito das quantidades, ou seja, para que cada cliente tenha o mesmo peso no que respeita à definição das rotas, em cada um dos ficheiros “dados” a procura é considerada 1 para os clientes e 0 para o armazém. O valor Zero é considerado para a procura do armazém, no sentido em que o abastecimento deste não é considerado no problema. Assim, o armazém tem valores para procura nulos.

O *VRPSolver* importa os dados dos clientes, aos quais lhe chama de *Cust #* e associa as coordenadas, que previamente foram introduzidas nos ficheiros anteriormente referidos. A matriz de distâncias é também importada dos ficheiros texto referidos.

Antes de “correr” o *software* é necessário que sejam introduzidos valores para o “*Truck Capacity*” – Capacidade que cada veículo pode carregar e para a “*Truck Distance Limit*” – Distância máxima que o veículo pode percorrer em cada rota. Caso se verifique uma situação em que a capacidade do veículo seja excedida ou a distância entre o cliente e o armazém seja superior ou igual e metade da distancia máxima parametrizada, este cliente é colocado noutra rota individualmente.

Estes valores são obrigatoriamente preenchidos para que o programa possa seguir para a próxima fase e apresentar resultados. Esta parametrização do *software* restringe-o na apresentação da solução.

Para Coimbra foram considerados os valores 10 e 350 para “*Truck Capacity*” e “*Truck Distance Limit*” respetivamente. Como cada um dos Clientes têm 1 de procura, o valor atribuído a “*Truck Capacity*” limita a quantidade de clientes a abastecer por rota a 10. Para as rotas de Viseu foram atendidos os valores de 5 e 350.

Utilização do *SPSL*

A forma de utilização do *SPSL* varia um pouco da do *VRPSolver*, neste caso os dados foram transportados do Excel para Access e organizado em duas tabelas, a tabela EDJE e a tabela POINT. A primeira diz respeito às distâncias entre os pontos..

A tabela POINT seve apenas de ponte entre o *Excel* e o *Access*. Incluindo o número de cada cliente e descrição de cada um. Conforme descrito anteriormente, o *SPSL* necessita de ser parametrizado. Foram testados os três métodos disponíveis para a otimização de rotas.

Para a utilização do *SPSL*, foi seguida a explicação no ponto anterior. Ou seja, foram importados diretamente para o *SPSL* os valores das distâncias e das localizações dos clientes e foram seguidamente selecionados os locais que desejaria para a resolução do problema, que neste caso são todos. Foram escolhidos 10 e 4 veículos para a resolução do

algoritmo, associados aos problemas dos armazéns de Coimbra e Viseu, respetivamente. Posteriormente dá-se lugar à fase de pesquisa de soluções.

Os resultados variam entre: 1275,251; 1702,796; 1672,122; e 482,912; 603,713; 520,577 quilómetros. Valores correspondentes ao cálculo das rotas para o armazém de Coimbra e Viseu para “*Min.tour for all vehicles*”; “*Min.tour for each vehicle*”; “*Equalize num.of points*”, respetivamente e conforme as Tabelas 1 e 2.

4- Apresentação de resultados

Neste ponto serão apresentados apenas os resultados relativamente a cada um dos softwares e ainda as distâncias obtidas nas rotas que atualmente vigoram na ARSC. Estas distâncias foram recolhidas com recurso às rotas que a ARSC configura no ANEXO IV e com recurso ao Google Maps. Este processo passou apenas pela introdução das moradas numa rota e recolha do valor correspondente à distância total.

Assim, na Tabela 1 estão representados os valores para as distâncias de cada uma das rotas cujos clientes são abastecidos pelo armazém de Coimbra e na Tabela 2, as rotas para o armazém de Viseu com recurso ao uso do *SPSL*.

A Tabela 3 diz respeito aos valores encontrados para a utilização do primeiro *software* referido neste trabalho.

Os valores apresentados para cada uma das rotas são relativos às distâncias que são necessárias percorrer para abastecer todos os clientes e voltar ao armazém de origem.

Apesar de os resultados dos *softwares* evidenciar menos rotas que a ARSC todos os clientes são abastecidos e todos os clientes são incluídos no processo de distribuição.

Seguidamente estão representadas as tabelas referidas no texto.

<i>Rotas</i>	<i>Min.tour for all vehicles</i>	<i>Min.tour for each vehicle</i>	<i>Equalize num.of points</i>
1	0	247.024	153.52
2	0	117.925	218.266
3	4.999	180.815	28.675
4	10.071	231.411	116.878
5	11.952	146.724	164.311
6	10.01	432.143	241.848
7	10.008	56.148	20.444
8	5.383	24.396	14.965
9	1222.828	181.574	152.151
10	0	84.636	561.064
Σ	1276.251	1704.796	1675.122

Tabela 1 Resultados SPSL em quilómetros para o armazém de Coimbra

<i>Rotas</i>	<i>Min.tour for all vehicles</i>	<i>Min.tour for each vehicle</i>	<i>Equalize num.of points</i>
1	482.912	286.556	4.831
2	0	75.046	375.93
3	0	146.204	0
4	0	96.204	139.816
Σ	482.912	603.713	520.577

Tabela 2 Resultados SPSL em quilómetros para o armazém de Viseu

<i>Rota</i>	<i>10TC</i>	<i>29TC</i>
1	160.62	275.66
2	127.57	349.63
3	333.42	283.47
4	12.83	152.36
5	17.43	339.87
6	136.99	124.93
7	101.31	263.12
8	345.77	0
9	110.48	0
10	199.06	0
11	119.78	
12	219.83	
13	85.10	
14	261.35	
15	213.97	
16	11.12	
17	110.46	
18	0.00	
19	0.00	
Total	2,567.09	1789.04

Tabela 3 Resultados obtidos na utilização do VRP Solver para o armazém de Coimbra em quilómetros

V - Análise Crítica e Discussão de Resultados

Neste capítulo serão discutidos os resultados apresentados pela utilização dos algoritmos, no estudo de caso. São considerados e analisados os pressupostos assumidos na utilização dos anteriores e por fim uma comparação entre os resultados obtidos e os que vigoram à data na ARSC.

Ao analisar as tabelas de resultados é possível observar uma diminuição dos valores totais entre as rotas estabelecidas pela ARSC e as calculadas pelos *softwares*. Esta diminuição é substancial, passando de 3136,5 Km mensais à data na ARSC para os que podemos observar nas Tabelas 1 e 3.

Esta diminuição pode ser explicada pela melhoria da orientação das rotas. Apesar de todos os clientes serem abastecidos, esta diminuição do número de rotas implica que pelo menos uma viagem de regresso ao ponto de origem seja economizada.

Na resolução do VRP foram assumidos pressupostos que podem explicar os resultados, como por exemplo, as capacidades.

Para o *VRPSolver*, todos os clientes têm uma procura de 1. O efeito da procura está diluído neste parâmetro, considerando para cada cliente o mesmo peso nas rotas. Por outras palavras, a realidade é que os clientes não têm as mesmas necessidades e a quantidade de produtos abastecidos varia entre eles. No entanto esta situação não foi considerada no problema. Os valores obtidos com a resolução desde *software* são mais próximas das de ARSC do que as que o *SPSL* calculou. Este facto pode ser explicado pela introdução de restrições de quantidades que cada rota pode incorporar, e neste caso, como cada cliente tem procura de 1, o número de clientes abastecidos, bem como a restrição relativamente à distância máxima que cada rota pode compreender, este parâmetro foi definido com o valor de 350 Km.

A seleção dos valores utilizados na resolução do problema para os parâmetros “*Truck Capacity*” e “*Truck Distance Limit*”, que limita a solução do VRP a no máximo 10 clientes abastecidos por rota e que a totalidade dos quilómetros percorridos desde a saída de armazém até à chegada não seja superior a 350, foi efetuada de maneira diferente para cada um. Assim, primeiramente definiu-se qual o valor associado à distância máxima de cada rota com base na informação cedida pelos responsáveis no processo de distribuição na ARSC à data que consideraram razoável cada rota compreender não mais de 350 quilómetros. Esta restrição diminuiu certamente os valores totais das distâncias percorridas da solução encontrar comparativamente ao que vigora à data na ARSC, visto muitas rotas que são efetuadas não têm mais de 100km.

Estas restrições não foram assumidas pelo *SPSL*.

O número de veículos assumidos em ambos os *softwares* corresponde ao que vigora atualmente na ARSC. Assim, considerei, como dito anteriormente, 10 e 4 para Coimbra e Viseu, respetivamente.

Posso assim considerar que os resultados obtidos favorecem o objetivo do trabalho em causa, visto terem sido alcançados valores para as distâncias totais percorridas bastante menores que os praticados na ARSC à data. No entanto os pressupostos que foram assumidos podem alterar os resultados finais. Contudo, o desfasamento da realidade não é tão grande que alterasse em muito os valores obtidos.

Com o objetivo de poder comparar os resultados entre os dois *softwares* foi forçado o parâmetro de “*Truck Capacity*” do VRP Solver a resolver o problema obtendo 10 rotas. Assim. Verificamos que existe uma diferença muito menos acentuada entre as duas heurísticas. Isto, está em muito relacionado com a utilização de menos rotas, o que leva a que existam menos viagens de volta ao armazém. Mesmo escolhendo o pior resultado obtido pelo *SPSL*, não é superior ao encontrado pelo VRP Solver.

Estes valores podem ser justificados pela sofisticação do algoritmo *simulated annealing* em relação ao de Clark and Wright *standard*.

Por último, na pesquisa pela solução, o *SPSL* necessitou de mais de 10 minutos para resolver o problema no modo “*Equalize num.of points*”, contudo, o VRP Solver apenas de poucos segundos.

VI - Conclusão e Considerações Pessoais

O SNS é uma das maiores conquistas do presente regime político que vivemos. A democracia trouxe aos portugueses a capacidade de serem indiferenciadamente tratados como cidadãos, com os mesmos direitos e deveres. Os cuidados de saúde estão assim disponíveis para todos, independentemente das características sociais e demográficas, próprias de cada população. No entanto, a prestação de cuidados de saúde nestes termos não consegue ser autonomamente sustentável, é portanto, assegurada pelas contribuições sociais ou seja, o estado tem o dever de garantir que sejamos tratados por igual independentemente da nossa contribuição.

No decorrer do meu estágio na ARSC julgo ter encontrado sempre forma de contribuir para uma melhoria dos processos que integram as competências da UALP. Apesar de *a priori* saber que seria apenas um estágio curricular nunca deixei de encarar com profissionalismo e de me sentir como se fosse membro integrante da organização e espero que tenha sido considerado uma mais-valia para a equipa.

Com a criação de um manual de procedimentos, considero que algumas das dificuldades sentidas por mim no início do estágio seriam suprimidas. Este documento seria bastante importante, não só para os novos colaboradores, mas também para os atuais, visto disponibilizar ferramentas que guiam os processos e as atividades por forma a eliminar a probabilidade de erro.

As diversas tarefas que desempenhei no estágio, como a criação de logótipo, marcador de páginas e mapa de análise multicritério de fornecedores, não estão diretamente relacionadas com as atividades operacionais que a UALP desempenhou, mas foram consideradas como uma mais-valia. Todas estas ferramentas criadas têm como objetivo aumentar o desempenho da unidade.

Do trabalho em si, considero que poderia ter sido mais ambicioso, ainda que o essencial deste se encontra presente. Ficaram por explorar outras alternativas que poderiam ter traduzido melhores resultados, ou ainda a introdução de restrições de quantidades ao problema para que este ficasse mais próximo da realidade. No entanto, foi um trabalho que entrega resultados positivos para a UALP ao ter conseguido o que se propunha, ou seja, otimizar os processos de distribuição de forma a melhorar as *performances* destes e diminuir os recursos que poderiam ser alocados a outras atividades.

Um dos objetivos do trabalho era provar que com utilização de poucos recursos, e de uma forma bastante prática é possível criar uma melhor gestão dos processos de distribuição. Conforme o que foi referido ao longo do trabalho, a modelação matemática destes tipos de problemas consegue ajudar a encontrar boas soluções para os problemas reais e ajudar as entidades a conseguirem melhores resultados.

Em relação aos *softwares* utilizados, considero que, são bastante *friendly user* para uma solução disponível gratuitamente. Ainda assim, é-me possível retirar a conclusão que o desempenho entre os dois abona muito a favor do que usa a heurística mais simples. Neste caso, os resultados obtidos por tempo utilizado na resolução deste problema são bastante parecidos e com tempos de resolução bastante distintos.

Para finalizar, julgo que a minha presença na ARSC bem como o desenvolvimento deste trabalho foram bastante positivos. A minha experiência na entidade de acolhimento do estágio não poderia ter sido a melhor, com tudo o que aprendi e com tudo o que me possibilitou fazer, mas também, sendo esta a minha primeira experiência no mercado de trabalho, foi deveras estimulante. Tal empenho que demonstrei durante o estágio foi sempre interpretado da melhor forma e posteriormente agradecido por parte da equipa que fiz parte, tudo isso fez parte de um “teste” à minha postura no mercado. Considero que caso exista possibilidade que o programa de estágio continue para os alunos, a opção de o realizarem na ARSC seja uma opção que válida, pois é bastante enriquecedora a todos os níveis.

Posto isto, não posso deixar de referir que o manual de procedimentos ficou “halfway”, mas que a composição do material que serve de suporte para que este seja

redigido foi levantado e documentado. Espero que seja uma forma de melhorar os processos que não estão diretamente ligados ao planeamento das rotas de distribuição, mas a outras competências da unidade. A adoção de práticas o mais padronizadas é muito importante para que uma organização com a dimensão da ARSC seja bem orientada e que os recursos de todos nós sejam bem aproveitados.

Concluindo e voltando a referir que os objetivos do trabalho foram cumpridos, seria importante que não só a UALP primasse por todas as boas práticas e ensinamentos que me foram entregues, mas também que todos as unidades e departamentos tomem como exemplo o que a UALP e a sua gestão.

Referências Bibliográficas

Aarts, E., Korst, J. & Michiels, W., 2005. Simulated Annealing. *Search Methodologies*, (1999), pp.187–210. Wiley, Chichester.

Plano de Atividades 2013, ARSCentro. *Administração Regional de Saúde do Centro, I.P.*

Arnaut, A., 2012. *O Étimo Perdido* 1.^a Edição., Coimbra: Coimbra Editora.

Belfiore, P. (2006). *Scatter Search para Problemas de Roterização de Veículos com Frota Heterogénea, Janelas de Tempo e Entregas Fraccionadas*. Tese de doutoramento. Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, Departamento de Engenharia de Produção.

Christofides, N.; Mingozzi, A. e Toth, P. (1981). *Exact Algorithms for the Vehicle Routing Problem based on Spanning tree and shortest path relaxation*. *Mathematical Programming*. Vol. 20, pp. 255-282.

Clausen, J. (1999). *Branch and Bound Algorithms – Principles and Examples*. Department of Computer Science, University of Copenhagen.

Cordeau, J. et al., (2007). *Vehicle Routing*. *Handbook in OR & MS*, Vol. 14(06), pp.367–428. Elsevier

Cordeau, Gendreau, M., Laporte, G., Potvin, J.-Y., & Semet, F. (2002). *A guide to vehicle routing heuristics*. In *Journal of the Operational Research Society* (pp. 512-522).

Dantzig, G., & Ramser, J. H. (Outubro de 1959). *The Truck Dispatching Problem*.

Figueiredo, F. (2007). *Planeamento de Rotas de Veículos com Entregas Fraccionadas*. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico

Grosse-tebbe, S., 2005. Snapshots of edited by. *World Health Organization 2005, on behalf of the European Observatory on Health Systems and Policies*.

Jacobs-blecha, C., 1998. *The Vehicle Routing Problem with Backhauls : Properties and Solution Algorithms*.

Kumar, S.N. & Panneerselvam, R., 2012. *A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants*. pp.66–74.

Kuo, Y., 2003. *Optimizing the VRP by minimizing fuel consumption*. *Management of Environmental Quality*.


Laporte, G. et al., 2000. *Classical Heuristics for the Capacitated VRP*. *International Transactions in Operational Research*, 7(4-5), pp.285–300. Permagon

-
- Laporte, G., 1992a. The Traveling Salesman Problem : An overview of exact and approximate algorithms. , 59, pp.231–247. North Holland
- Laporte, G., 1992b. The Vehicle Routing Problem : An overview of exact and approximate algorithms. , 59, pp.345–358. North Holland
- Li, J., 2012. *Vehicle Routing Problem with Time Windows for Reducing Fuel Consumption*. Journal of Computers, Vol. 7(12), pp.3020–3027.
- Lin, S.W. et al., 2006. *Applying Simulated Annealing Approach for Capacitated Vehicle Routing Problems*. Management Science / Operations Research, 1, pp.639–644. IEEE – International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Taiwan
- Lysgaard, J., 1997. *Clarke & Wright 's Savings Algorithm*. Department of Management Science and Logistics
- Osman, I.H. & Laporte, G., 1996. *Metaheuristics : A bibliography*. In Annlas of Operations Research (pp. 513-623) J.C. Baltzer AG, Science Publishers, 63.
- Penna, P.H.V., Subramanian, A. & Ochi, L.S., 2011. *An Iterated Local Search heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem*. Journal of Heuristics, 19(2), pp.201–232.
- Surekha, P., 2011. *Solution To Multi-Depot Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithms*. pp.118–131.
- Thimbleby, H., 2003. *The directed Chinese Postman Problem*. Software: Practice and Experience, 33(11), pp.1081–1096..
- Toth, P. & Vigo, D., 2002. *The Vehicle Routing Problem Monographs*., Siam.
- Vidal, T., 2012. *Heuristics for Multi-Attribute Vehicle Routing Problems : A Survey and Synthesis* *Heuristics for Multi-Attributed Vehicle Routing Problems : A Survey and Synthesis*.
- Wøhlk, S., 2008. *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges* B. Golden, S. Raghavan, & E. Wasil, eds. , 43.

ANEXO I

Processo de Aquisição por Ajuste Direto**1 Pedido de aquisição com orçamentos ou preços médios****2 Pedido de cabimento ao DGAG****3 Atribuição de cabimento****4 Pedido de autorização para abertura de procedimento CD****5 Deliberação/Despacho de autorização de abertura de procedimento****6 Convite à apresentação de propostas com caderno de encargos****7 Apresentação de propostas****8 Análise e avaliação de propostas - Elaboração do relatório preliminar****9 Notificação de audiência prévia****10 Elaboração de relatório final****11 Pedido de retificação de cabimento/Pedido de declaração de compromisso****12 Retificação de atribuição de cabimento/Declaração de compromisso****13 Proposta de adjudicação ao CD/Aprovação minuta de contrato****14 Decisão de adjudicação/Minuta de contrato aprovada****15 Notificação ao adjudicatário para apresentação dos documentos de habilitação (aprovação de minuta, prestação de caução)****16 Apresentação dos documentos de adjudicação (caução e aprovação de minuta)****17 Assinatura de contrato****18 Criação do Acordo Geral de Compras****19 Publicação no Portal dos Contratos Públicos****20 Emissão de nota de encomenda****21 Conclusão da Faturação****22 Arquivo**

ANEXO II



**UNIDADE DE
APROVISIONAMENTO,
LOGÍSTICA E PATRIMÓNIO**

(A) Decision to Evaluate		Aquisição de Retinógrafo				
Score		7,56784	8,01985	8,7002	1,12394	5,04532
(D) Options		António Medeiros	Optometria	FLEAT	P4 Equipamentos	Optics
(B) Qualities of this Decision	(C) Rank	(E) Meets Need?	(E) Meets Need?	(E) Meets Need?	(E) Meets Need?	(E) Meets Need?
Preço	4	0,64497041	0,46745562	0,40828402	-1,95857988	0,43786982
Adquação Técnica	2	1,37142857	1,18285714	0,96	1,54285714	0,17142857
Valor Residual	2	0,41666667	0,83333333	1,25	2,08333333	0,41666667
Garantia	2	0,70588235	1,05882353	1,32352941	0,85294118	1,05882353
Vida Útil	0	1	1	1	1	1

Características mínimas necessárias para análise de aquisição de quatro retinógrafos destinados ao Rastreo da Retinopatia Diabética :

a1	1	1	1	1	1	1
a2	1	1	1	1	1	1
a3	1	1	1	1	1	1
a4	1	1	1	1	1	1
a5	1	1	1	1	1	1
a6	1	1	1	1	1	1
a7	1	1	1	1	1	1
a8	1	1	1	1	1	1
a9	1	1	1	1	1	1
a10	1	1	1	1	1	1
a11	1	1	1	1	1	1
a12	1	1	1	1	1	1
na	admitido	admitido	admitido	admitido	admitido	admitido

ANEXO III

Descrição	Morada
UCSP Mealhada	40.379873, -8.455162
UCSP Ansião	39.914266, -8.436503
UCSP Pedrogão Grande	39.922119, -8.144568
USF Cidade do Lis	39.736925, -8.810836
UCSP Gorjão Henriques	39.736925, -8.810836
USF D. Diniz	39.736925, -8.810836
UCSP Marinha Grande	39.741774, -8.930532
USF Águeda + Saúde	40.582140, -8.446685
UCSP Águeda V	40.521183, -8.430605
UCSP Águeda I	40.621349, -8.433004
UCSP Águeda II	40.532813, -8.364816
UCSP Águeda III	40.561863, -8.464383
UCSP Águeda IV	40.621397, -8.433108
UCSP Águeda	40.621397, -8.433108
UCSP Anadia I	40.440379, -8.498332
UCSP Anadia II	40.485444, -8.475742
UCSP Anadia III	40.454446, -8.437501
UCSP Anadia	40.440940, -8.435179
UCSP Sever do Vouga	40.727750, -8.364378
URAP ACES Baixo Vouga	40.636283, -8.646425
USP ACES Baixo Vouga	40.636283, -8.646425
ACES Baixo Vouga	40.642058, -8.651656
UCSP Pampilhosa da Serra	40.048160, -7.956003
UCSP Tábua	40.362576, -8.021112
UCSP Vila Nova de Poiares	40.210901, -8.257098
Centro de Apoio ao Jovem	40.212221, -8.412966
ACES Baixo Mondego	40.214881, -8.407270
UCSP Celas	40.212362, -8.413859
USF Cruz de Celas	40.212221, -8.412966
USF Celas Saúde	40.212362, -8.413859
UCSP Eiras	40.250403, -8.424183
UCSP Fernão de Magalhães	40.216170, -8.436208
UCSP Norton de Matos	40.194298, -8.414406
USF Briosa	40.194298, -8.414406
USP Santa Clara	40.202179, -8.444131
UCSP Santa Clara	40.202179, -8.444131
UCSP São Martinho do Bispo	40.193607, -8.460565
USF Mondego	40.193607, -8.460565

UCSP Conímbriga	40.110374, -8.495072
USF Condeixa	40.110374, -8.495072
UCSP Penacova	40.267110, -8.283254
UCSP Arnaldo Sampaio	39.764673, -8.809649
USF Santiago de Marrazes	39.764673, -8.809649
USF Costa de Prata	40.604385, -8.665589
Ílhavo	40.604385, -8.665589
UCSP Ílhavo II	40.604385, -8.665589
USF Beira Ria	40.635752, -8.712207
UCSP Ílhavo I	40.604385, -8.665589
USF Lusitana	40.658939, -7.914760
Viseu III	40.647196, -7.914094
Grão Vasco	40.647196, -7.914094
Viriato	40.647196, -7.914094
D. Duarte	40.647196, -7.914094
UCSP Satão	40.740486, -7.729241
UCSP Vouzela	40.722456, -8.113836
UCSP Mangualde	40.592344, -7.759042
UCSP Penalva do Castelo	40.676161, -7.698534
UCSP Santa Comba Dão	40.406738, -8.129673
USP ACES PL	39.764673, -8.809649
ACES Pinhal Litoral	39.745985, -8.804921
ARSC Compras Gerais	40.203743, -8.419455
UCSP Montemor-o-Velho	40.178916, -8.677437
UCSP Arazede	40.281336, -8.649974
USF Progresso e Saúde Cantanhede	40.317111, -8.756002
UCSP Cantanhede	40.341435, -8.587871
USF Marquês de Marialva	40.341435, -8.587871
USF As Gândras	40.400593, -8.629632
UCSP Mira	40.428628, -8.741296
UCSP Juíz de Fora	40.399844, -8.230037
USF Condestável	39.661540, -8.819624
UCSP Vagos I	40.533291, -8.690349
UCSP Vagos II	40.476598, -8.670643
UCC Vagos	40.533291, -8.690349
Vagos	40.533291, -8.690349
UCSP Belmonte	40.363230, -7.345045
UCSP Fundão	40.134605, -7.502542
UCSP Aguiar da Beira	40.810322, -7.547391
UCSP São Pedro do Sul	40.755365, -8.068019
Sub São Pedro do Sul	40.755365, -8.068019

UCSP Carregal do Sal	40.430808, -7.999984
USF Estrela do Dão	40.532845, -7.854116
UCSP Tondela	40.516742, -8.083858
CDP Coimbra	40.215303, -8.411246
Laboratório Saúde Pública Viseu	40.658939, -7.914760
CDP Viseu	40.647196, -7.914094
CDP Leiria	39.743640, -8.804998
Laboratório Saúde Pública Leiria	39.737002, -8.810704
CDP Aveiro	40.636283, -8.646425
Laboratório Saúde Pública Aveiro	40.636283, -8.646425
USF Atlântico Norte	40.635781, -8.712282
ACES Pinhal Interior Norte	40.114824, -8.247288
ARSC SIV (ambulância de Suporte Imediato de Vida) Arganil	40.216425, -8.055251
Laboratório Patologia Clínica de Arganil	40.216527, -8.055171
ARSC Sub Arganil	40.216425, -8.055251
UCSP Arganil	40.216425, -8.055251
UCSP Góis	40.157248, -8.110495
UCC Arouce	40.114824, -8.247288
USF Trevim-Sol	40.114824, -8.247288
USF Serra da Lousã	40.114824, -8.247288
UCSP Miranda do Corvo	40.089937, -8.328200
UCSP Oliveira do Hospital	40.355901, -7.857412
UCSP Porto de Mós	39.602153, -8.820778
UCSP Estarreja I	40.760382, -8.573444
UCSP Murtosa I	40.736771, -8.638226
USF Terras de Antuã	40.738641, -8.557748
USF Laços	40.946462, -8.618550
USF Alpha	40.834812, -8.580352
UCSP Ovar	40.857325, -8.630895
USF Barrinha	40.953726, -8.625230
USF João Semana	40.857325, -8.630895
USF São João de Ovar	40.832653, -8.584057
Armazém Local Viseu	40.658939, -7.914760
Farmácia Local Viseu	40.658939, -7.914760
ACES Cova da Beira	40.279669, -7.501557
UCSP Tortosendo	40.235872, -7.527948
UCSP Covilhã 1	40.265990, -7.494115
ACES DL	40.658939, -7.914760
URAP DL	40.658939, -7.914760

USP DL	40.661727, -7.912581
Viseu I	40.658939, -7.914760
Infante D. Henrique	40.658939, -7.914760
Viseu Cidade	40.658939, -7.914760
Coração de Viseu	40.658939, -7.914760
Laboratório Saúde Pública Coimbra	40.212362, -8.413859
Entidade Externa	...
Gabinete de Sistema de informação e comunicações	40.203468, -8.419390
Gabinete Jurídico e do Cidadão	40.203468, -8.419390
Unidade de Aprovisionamento, Logística e Património	40.203468, -8.419390
Gabinete de Farmácia e Medicamento	40.212221, -8.412966
Departamento de Planeamento e Contratualização	40.203468, -8.419390
Departamento de Instalações e Equipamento	40.203468, -8.419390
Departamento Saúde Pública	40.212221, -8.412966
Morada da organização ARSCENTRO	40.203468, -8.419390
Eq. Reg. Apoio para a reforma dos cuidados de saúde primário	40.203468, -8.419390
Serviço de Diálise	40.194298, -8.414406
Coordenação do Internato Médico	40.194298, -8.414406
Departamento de Gestão e Administração Geral	40.205702, -8.417537
Departamento de Recursos Humanos	40.203468, -8.419390
Conselho Diretivo	40.203468, -8.419390
DICAD	40.215383, -8.409897
Centro de Respostas Integradas Aveiro	40.642495, -8.651467
ET de Aveiro	40.622037, -8.630102
Centro de Respostas Integradas Castelo Branco	39.822071, -7.485419
ET Castelo Branco	39.822071, -7.485419
ET Covilhã	40.279681, -7.501547
Centro de Respostas Integradas Coimbra	40.215383, -8.409897
ET Coimbra	40.212277, -8.411515
ET Figueira da Foz	40.150376, -8.862636
Centro de Respostas Integradas Guarda	40.538920, -7.268951
ET Guarda	40.538920, -7.268951

Centro de Respostas Integradas Leiria	39.754498, -8.819815
ET Leiria	39.754498, -8.819815
ET Marinha Grande	39.741774, -8.930532
ET Pombal	39.918518, -8.628088
Centro de Respostas Integradas Viseu	40.661779, -7.912448
ET Viseu	40.657236, -7.917317
Unidade de Desabituação do Centro	40.178020, -8.399517
Comunidade Terapêutica Arco-Iris	40.210472, -8.379530
Unidade de Alcoologia do Centro	40.178020, -8.399517
UCC Soure	40.059194, -8.627363
UCSP Soure	40.059194, -8.627363
USF Vitassaurium	40.059194, -8.627363
UCSP Oliveira do Bairro I	40.517216, -8.493963
UCSP Oliveira do Bairro II	40.527682, -8.603836
UCSP Oliveira do Bairro	40.517216, -8.493963
Consumos ACES	40.235375, -8.440806
Farmácia Local Coimbra	40.235375, -8.440806
ARSC	40.203468, -8.419390
Armazém da Administração Regional de Saúde do Centro, I.P.	40.235296, -8.440886
Farmácia da Administração Regional de Saúde do Centro, I.P.	40.235375, -8.440806
UCC Farol do Mondego	40.164010, -8.872702
USF São Julião da Figueira	40.155871, -8.854120
USF Buarcos	40.164010, -8.872702
UCSP Figueira da Foz Norte	40.189862, -8.791799
UCSP Figueira da Foz Urbana	40.164010, -8.872702
UCSP Figueira da Foz Sul	40.069650, -8.806622
Unidade de Saúde Figueira da Foz	40.155871, -8.854120
URAP Unidade Rec. Ass. Partilhados Figueira da Foz	40.151507, -8.851144
Gabinete do Cidadão Figueira da Foz	40.164010, -8.872702
UCSP Alvaiázere	39.821381, -8.379699
UCSP Castanheira de Pêra	40.001616, -8.212389
UCSP Figueiró dos Vinhos	39.899945, -8.273140
UCSP Penela	40.027600, -8.393036
UCSP Pombal	39.917950, -8.620115

UCSP Marquês	39.917976, -8.620043
UCSP S. Martinho	39.917976, -8.620043
UCSP Pombal Oeste	39.949326, -8.783003
UCC Albergaria a Velha	40.686089, -8.481886
UCSP Albergaria a Velha I	40.686089, -8.481886
USF Rainha D.Tereza	40.686089, -8.481886
UCSP Albergaria a Velha	40.686089, -8.481886
USF Flor do Sal	40.636283, -8.646425
UCSP Aveiro I	40.636283, -8.646425
UCSP Aveiro II	40.636283, -8.646425
UCSP Aveiro	40.636283, -8.646425
USF Moliceiro	40.636283, -8.646425
USF Santa Joana	40.632167, -8.618858
USF Salinas	40.636283, -8.646425
UCSP Castro de Aire	40.899016, -7.927543
Montemuro	40.899016, -7.927543
Oliveira de Frades	40.727973, -8.173681
USF Lafões	40.727973, -8.173681
UCSP Vila Nova de Paiva	40.849552, -7.727367

ANEXO IV

UNIDADE DE APROVISIONAMENTO LOGÍSTICA E PATRIMÔNIO
ARMAZÉM CENTRAL

PLANO DE FORNECIMENTOS - julho 2014



SERVÍCIOS REQUERENTES	PERÍODO DE REQUISIÇÃO	DATA DO FORNECIMENTO	ROTAS	ASSISTENTES OPERACIONAIS
Serviços da Estrutura Central da ARS + CDP + Coordenação Intermédio Médico + Laboratório de Saúde Pública + Unidades Especializadas de Intervenção + Centro de Respostas Integradas de Saúde + Centro de Apoio à Gestão/Qualidade/Processos	01 e 02	8	Serviços da Estrutura Central da ARS/COOP/Coordenação Intermédio Médico/Laboratório de Saúde Pública/Serviço Diálise/DICAD/Unidade de Alcoholologia do Centro/Unidade de Desatubulação do Centro e Comunidade Triunfo/CI e ET de Coimbra/CI e ET de Carilho Branco/ET Coimbra/CI e ET Coimbra/CI e ET Viçosa	Roberto Murta Jorge Nunes
Agrupamento de Centros de Saúde do Pinhal Interior e Centros de Respostas Integradas de Saúde	01 e 02	9	Rota 1: UCSP Gondelo Henriques/UCSP Colares/UCSP A. Cidada e as Serras/UCSP Flor do Ulme/UCSP Publica/UCSP D. Diniz/UCSP Cidadão do Litoral/UCSP Amalido/Simpão/UCSP Santiago de Marrazes/Sede ACS/UCSP Leiria/ET Leiria Rota 2: UCSP Marinha Grande/UCSP Condastelva/UCSP Ponto de M&P/Equipas de Tratamento da Marinha Grande	Ricardo Silva Fernando Simões Leandro Passoa António Cera
Agrupamento de Centros de Saúde do Médio-Litoral	01 e 02	10	Rota 1: Sede do ACS/URAP/VISEU/UCSP - Conexão de Viseu/UCSP D. Henrique/UCSP Viseu/UCSP/UCSP Lousada/UCSP Grifa Viseu/UCSP Vilarinho/UCSP D. Duarte	
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Vouga	02 e 03	11	Rota 1: UCSP Anadã (UCSP I, II e III) / UCSP Oliveira do Bairro (UCSP I e II) Rota 2: UCSP Azevedo (UCSP I, II, III, IV e V) / UCSP Sever do Vouga	Jorge Nunes Ricardo Silva
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Mondego	03 e 04	14	Rota 1: UCSP Cantanheda + UCSP Marques da Marilva/UCSP Candeia/UCSP Mira/UCSP Prognoso e Saúde Rota 2: UCSP Mairinhada/UCSP Juiz de Fora	Paulo Lamego António Cera Fernando Simões António Cera
Agrupamento de Centros de Saúde de Cova da Beira	03 e 04	15	Rota 1: UCSP Covilhã e UCSP Trancoso Rota 2: UCSP Belmonte e UCSP Fátima	Roberto Murta Ricardo Silva
Agrupamento de Centros de Saúde do Pinhal Interior Norte	04 e 07	16	Rota 1: UCSP Penela/UCSP Antão/UCSP Avelazete/UCSP F. dos Vinhos/UCSP Pedregal Grande/UCSP Casimira de Pera* Rota 2: UCSP Albergaria e UCSP Albergaria I, UCC Albergaria, UCSP Rua Nova D. Teresa/UCSP Salinas/UCSP Santa Joana/UCSP Aveiro (UCSP I e II)/UCSP Nogueira/UCSP Flor de Saiz/Lab Saúde Pública/Sede do ACS/URAP/UCSP/CI de Aveiro e ET de Aveiro	Ricardo Silva Paulo Lamego Fernando Simões Roberto Murta
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Vouga + Centro de Respostas Integradas de Aveiro	07 e 08	18	Rota 4: UCSP de Iriaivo (UCSP I e II) / UCSP Beira e UCSP Atlântico (Gafanha da Nazaré/UCSP Vagos (UCSP I e II e UCC Vagos)	Jorge Nunes António Cera
Agrupamento de Centros de Saúde do Pinhal Interior Norte	09 e 10	21	Rota 3: UCSP Vila N. Poaires, UCSP/SUB e SEV Arganil, LFC, URAP ACS PIN, UCSP Oliveira do Hospital e UCSP Talha Rota 2: UCSP Miranda do Corvo, Sede ACS, UCSP Tróvão Sol, UCSP Serra Lousã, UCC Arouca, UCSP Góis e UCSP Pampilhosa da Serra	Leandro Passoa Roberto Murta Ricardo Silva Jorge Nunes
Agrupamento de Centros de Saúde do Médio-Litoral	07 e 08	23	Rota 2: UCSP Castro Daire/UCSP VN Pavia/UCSP Aguiar de Beira/UCSP Sardoal/UCSP Montemor Rota 3: UCSP Vouzela/UCSP e SUB S. Pedro Sul/UCSP Lábrea	
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Vouga	10 e 11	24	Rota 5: UCSP de Estarreja /UCSP da Murtosa Rota 6: UCSP Barmim / UCSP Ovar e UCSP João Semana/UCSP S. João de Ovar/UCSP Alpha	Roberto Murta António Cera
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Mondego	11 e 14	25	Rota 3: Sede ACS BH, UCSP Norton de Matos/UCSP Brinca/UCSP Santa Clara/UCSP Coimbra Sul/UCSP S. Martinho/UCSP Mondago/UCSP Coimbra/UCSP Condastelva/UCSP Rota 4: UCSP Fátima Magalhães/UCSP Otares/UCSP Cruz das Casas/UCSP Caldas/UCSP Eiras/UCSP Penacova/CAJ	Jorge Nunes Leandro Passoa Ricardo Silva Roberto Murta Paulo Lamego António Cera
Agrupamento de Centros de Saúde do Médio-Litoral	09 e 10	28	Rota 4: UCSP Tondela/UCSP Santa Comba/UCSP Cernegil Rota 5: UCSP Estrela D'Áy/UCSP Mangualde/UCSP Penafiel	
Agrupamento de Centros de Saúde do Pinhal Litoral + Centro de Respostas Integradas de Lousã	14 e 15	29	Rota 3: UCSP Pombal/UCSP S. Martinho/UCSP Pombal Oeste/UCSP Marques/Equipas de Tratamento de Pombal	Jorge Nunes Helder Baptista
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Mondego + Centro de Respostas Integradas de Coimbra	15 e 16	30	Rota 5: UCSP Ffg. Norte/UCSP Ffg. Sul/UCSP São João/UCSP URAP, UCSP Gab. Cidadão/UCSP S. Mateus/UCSP Ffg. Urbana/Gabinete Cidadão/UCC Fátima Mondego/ Equipa de Tratamento da Figueira da Foz	Ricardo Silva Paulo Lamego
Agrupamento de Centros de Saúde do Baixo Mondego + Centro de Respostas Integradas de Coimbra	15 e 16	31	Rota 6: UCSP Anzósia/UCSP Montemor/UCSP Soure/UCSP Vila Saia/UCSP/UCSP Soure	Helder Baptista António Cera

Notas: Foram escolhidas duas pessoas para as rotas. No entanto, em caso de necessidade de serviço, seguirá apenas um.
* Por ser Partido municipal em Costa Beira de Pêra no dia 4 de julho, podem fazer requisição a 8 de julho (5 e 8).

Aprovado em ____/____/____

(Ana Isabel Braga - Técnica Superior)

(Patrícia Neves - Coordenadora da UALP)

