

Análise de Oportunidades de Melhoria do Sistema de Gestão de Transporte de Doentes

Constança Bordalo Maia Roquette

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Biomédica

Orientadores: Professora Mónica Duarte Correia de Oliveira
Professor José Manuel Nunes Salvador Tribolet

Júri

Presidente: Professor João Miguel Raposo Sanches
Orientador: Professora Mónica Duarte Correia de Oliveira
Vogais: Professora Ana Isabel Cerqueira de Sousa Gouveia Carvalho
Dra. Lúcia Maria da Conceição Costa

Junho de 2015

Agradecimentos

A todos os que me acompanharam ao longo deste trabalho não posso deixar de dar uma palavra de agradecimento.

À Professora Mónica Oliveira, por todo o apoio, orientação e disponibilidade que teve sempre comigo.

Ao Professor José Tribolet, pelas reflexões que me ajudaram em momentos-chave deste trabalho.

À equipa da Link Consulting que me acolheu sempre tão bem e por todos os contributos que deram a este trabalho. Particularmente, ao Paulo Marques, por toda a orientação e dedicação, e à Lúcia Costa, pela disponibilidade e apoio sempre demonstrados. Agradeço, também, à Paula Marques, pela revisão cuidada desde documento e pela generosidade com que rodeia todos com quem trabalha.

E a todos os meus, sempre presentes, sempre atentos, pelo carinho e confiança que demonstram ter em mim.

Resumo

O Sistema de Gestão de Transporte de Doentes (SGTD) é uma plataforma integrada *on-line*, desenvolvida pela Link Consulting, que suporta todas as actividades e a gestão integrada dos procedimentos inerentes ao transporte programado de utentes. Na última década, o SGTD foi desenvolvido e adoptado por várias entidades do Serviço Nacional de Saúde (SNS), sendo actualmente usado na gestão do transporte não urgente de utentes em, praticamente, toda a rede de cuidados primários.

Este trabalho pretende desenvolver e implementar uma metodologia que permita analisar oportunidades de melhoria nos algoritmos do SGTD que tenham em conta potenciais impactos nos múltiplos *stakeholders* deste sistema. Neste contexto, pretende-se contribuir para a literatura na área de transporte programado de passageiros através do desenvolvimento de uma metodologia para explorar alternativas na lógica e parâmetros de algoritmos de organização de transporte. Pretende-se, ainda, com esta análise, compreender de que forma as alternativas propostas afectam os objectivos do sistema de transporte e os *stakeholders* directa ou indirectamente envolvidos, de modo a aferir a viabilidade da sua implementação. Desta forma, foi construída uma metodologia com as seguintes componentes: (I) Conceptualização dos algoritmos do sistema e análise dos seus *stakeholders* e objectivos; (II) Mapeamento de alterações nos algoritmos e definição de indicadores de desempenho; (III) Simulação e análise do impacto de alterações nos algoritmos nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do sistema.

A metodologia proposta foi aplicada ao SGTD, de forma a gerar informação que apoie a Link Consulting na identificação de oportunidades de melhoria deste sistema. Dos resultados obtidos, destaca-se a diminuição dos intervalos horários máximos entre prestações de cada agrupamento de transporte como alteração capaz de introduzir melhorias nos objectivos do sistema que vão ao encontro dos interesses de múltiplos *stakeholders*.

Palavras-Chave: Sistemas de Informação na Saúde, Transporte Programado de Utentes, Análise de *Stakeholders*, Análise de Impacto, Conflito de Múltiplos Objectivos

Abstract

The Patient Transport Management System (PTMS) is an online integrated platform, developed by Link Consulting, which supports all activities and management procedures inherent to programmed transport of patients. In the last decade, PTMS was developed and adopted by several National Health Service (NHS) entities and is currently used in the management of non-emergency transport of patients in almost all the primary care network.

This work aims to develop and implement a methodology to analyze opportunities for improvement in the PTMS algorithms taking into account potential impacts on multiple system stakeholders. In this context, it is intended to contribute to the literature on programmed transportation of users through the development of a methodology to explore alternatives in logic and parameters of transport organization algorithms, taking into account how these affect the transport system objectives and directly or indirectly involved stakeholders. Thus, a methodology with the following components was constructed: (I) Conceptualization of system algorithms and analysis of its stakeholders and objectives; (II) Mapping of proposed algorithm alterations and definition of key performance indicators (definition); (III) Simulation and analysis of the impact of alterations on multiple objectives and system stakeholders.

The proposed methodology has been applied to the PTMS in order to generate information that supports Link Consulting company in identifying opportunities for improvement of this system. Through the obtained results, it was observed that a decrease of maximum time intervals between medical services of the same transport group would introduce improvements in PTMS that meet the interests of its multiple stakeholders.

Keywords: Information Systems in Healthcare, Programmed Transportation of Patients, Stakeholder Analysis, Impact Analysis, Conflict of Multiple Objectives

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objectivos	1
1.3 Estrutura do documento	2
2. Contexto	3
2.1 Enquadramento Regulamentar do Transporte não Urgente de Utentes	3
2.1.1 Âmbito e Condições de Acesso.....	5
2.1.2 Modalidades de Transporte	6
2.1.3 Prescrição e Requisição do Transporte	6
2.1.4 Responsabilidade dos Encargos do Transporte e Preços Máximos a Pagar pelo SNS.....	7
2.1.5 Monitorização e Avaliação	8
2.2 Entidades Transportadoras.....	9
2.2.1 Áreas de Actuação	9
2.2.2 Fidelizações de utentes a Entidades Transportadoras.....	9
2.3 Sistema de Gestão de Transporte de Doentes - SGTD.....	10
2.3.1 Visão Global do SGTD.....	11
2.3.2 Descrição Funcional do SGTD	12
2.4 Oportunidades de Melhoria do SGTD.....	16
3. Revisão Bibliográfica	16
3.1 Modelos de Apoio ao Transporte de Passageiros	17
3.2 <i>Dial-a-Ride Problem</i> (DARP)	18
3.2.1 Principais Características do DARP	18
3.2.2 Principais abordagens algorítmicas a problemas DARP.....	20
3.2.3 Formação de <i>clusters</i> de pedidos de transporte	21
3.2.4 Sistemas <i>dial-a-ride</i> aplicados a contextos de cuidados de saúde	22
3.3 Possíveis adaptações à realidade do SGTD.....	33
4. Componentes da Metodologia	35
4.1 Desenho Metodológico	35
4.2 Metodologias de Análise de <i>Stakeholders</i>	37
4.3 Identificação e Operacionalização dos Objectivos de um Sistema	40
4.4 Construção do Modelo de Simulação.....	40
5. Aplicação da Metodologia Proposta ao SGTD	42

5.1	Conceptualização dos Algoritmos do SGTD	42
5.2	Análise de <i>Stakeholders</i> do SGTD	43
5.2.1	Identificação e Categorização dos <i>Stakeholders</i> do SGTD.....	43
5.2.2	Identificação dos Objectivos do SGTD por <i>Stakeholders</i>	48
5.2.3	Identificação de Conflitos entre Objectivos e <i>Stakeholders</i> do SGTD	50
5.3	Definição de Indicadores de Desempenho.....	50
5.4	Mapeamento de alterações aos algoritmos do SGTD.....	51
5.4.1	Alterações na lógica de formação de agrupamentos.....	53
5.4.2	Alterações na lógica de atribuição de Entidade Transportadora e na distribuição de áreas de atuação	54
5.4.3	Alteração de parâmetros de contabilização	55
5.5	Construção e validação do modelo de simulação.....	55
5.5.1	Processo de Simulação	56
5.5.2	Validação do Modelo.....	57
6.	Resultados	58
6.1	Resultados da Simulação sem Alterações – Valores de Referência do Modelo	58
6.2	Resultados das Simulações Individuais.....	59
6.3	Resultados das Simulações Combinadas	62
7.	Discussão	66
7.1	Considerações sobre os resultados das simulações.....	66
7.2	Considerações sobre a metodologia construída	68
8.	Conclusões e Trabalho Futuro	70
9.	Referências	72
10.	Anexos	76
	Anexo A - Levantamento de modelos DARP estáticos e dinâmicos (Cordeau e Laporte, 2007).....	76
	Anexo B – Resultados das Simulações	79

Lista de Figuras

Figura 1 – Entidades intervenientes no SGTD.	10
Figura 2 – Diagrama representativo do funcionamento do SGTD (Link Consulting, 2010)...	11
Figura 3 – Módulos constituintes da arquitectura do SGTD.	12
Figura 4 – Fluxograma do funcionamento do sistema proposto por Kergosien <i>et al.</i> (2011).24	
Figura 5 – Diferentes tipos de formação de <i>clusters</i> considerados no <i>Telebus</i>	25
Figura 6 – Diagrama ilustrativo do REBUS e sistema circundante (Madsen <i>et al.</i> , 1995)....	28
Figura 7 – Representação esquemática da metodologia proposta. As setas representam relações sequenciais entre as várias etapas de trabalho.	36
Figura 8 – Três fases de uma metodologia de análise de <i>stakeholders</i>	38
Figura 9 – Matriz de interesse <i>versus</i> influência e perfis por quadrante.	39
Figura 10 – Sequência de funcionamento dos três algoritmos do SGTD.	42
Figura 11 – Categorização dos <i>stakeholders</i> do SGTD em três níveis: internos, de interface e externos.	44
Figura 12 – Matriz de interesse <i>versus</i> influência dos <i>stakeholders</i> do SGTD.	46
Figura 13 – Objectivos fundamentais do SGTD, respectivos objectivos intermédios e finais e indicadores de desempenho associados (ver correspondência na Tabela 12).49	
Figura 14 – Mapeamento de alterações à lógica funcional e valores de parâmetros dos algoritmos do SGTD.	52
Figura 15 – Etapas do processo de simulação de alterações nos algoritmos do SGTD.	56

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Enquadramento Regulamentar do SGT.	4
Tabela 2 – Preços máximos a pagar pelo SNS relativamente aos consumíveis em ambulância.....	7
Tabela 3 – Preços máximos pagos pelo SNS na contratação de serviços de transporte não urgente de utentes, consoante os quilómetros percorridos pela prestação associada ao maior trajecto no agrupamento (Ministério da Saúde, 2012b).	8
Tabela 4 – Parâmetros considerados no modelo de Madsen <i>et al.</i> (1995). À esquerda, parâmetros relacionados com o pedido de transporte e, à direita, parâmetros relacionados com a inserção do pedido.....	27
Tabela 5 – Constrangimentos considerados por Hanne <i>et al.</i> (2007), contexto hospitalar. ...	28
Tabela 6 – Indicadores de desempenho considerados por Hanne <i>et al.</i> (2007), em contexto hospitalar.....	29
Tabela 7 – Comparação de constrangimentos e algoritmos de vários sistemas e modelos de organização de transporte em contexto de cuidados de saúde.	32
Tabela 8 – <i>Stakeholders</i> Internos do SGT. D e respectivas responsabilidades no sistema....	44
Tabela 9 – <i>Stakeholders</i> de Interface do SGT. D e respectivas responsabilidades no sistema.	45
Tabela 10 – <i>Stakeholders</i> Externos do SGT. D e respectivas responsabilidades no sistema.	45
Tabela 11 – Objectivos fundamentais do SGT. D e principais <i>stakeholders</i> associados.....	48
Tabela 12 – Indicadores de desempenho definidos para a análise do impacto de alterações no SGT. D.....	51
Tabela 13 – Simulações relativas a alterações na lógica de formação de agrupamentos. ...	53
Tabela 14 – Simulações relativas a alterações na lógica de atribuição de Entidade Transportadora e na distribuição de áreas de actuação.....	54
Tabela 15 – Simulações relativas a alterações de parâmetros de contabilização.	55
Tabela 16 – Valores de referência do modelo de simulação, relativos aos agrupamentos formados e custos de transporte.	58
Tabela 17 – Variações percentuais dos indicadores de desempenho de cada simulação individual relativamente aos valores de referência.	60
Tabela 18 – Impacto das alterações individuais simuladas nos <i>stakeholders</i> internos e nas Entidades Gestoras/Supervisoras do SGT. D. 😊 - Impacto positivo nos seus interesses; 😞 - Impacto negativo nos seus interesses; 😐 - Impacto negativo em alguns dos seus interesses e positivo noutros.....	62
Tabela 19 – Simulações combinadas (A, B, C e D) e respectivas alterações no modelo, assinaladas com	63
Tabela 20 – Variações percentuais dos indicadores de desempenho de cada simulação combinada relativamente aos valores de referência.	64
Tabela 21 – Impacto das simulações combinadas nos <i>stakeholders</i> internos e nas Entidades Gestoras/Supervisoras do SGT. D. 😊 - Impacto positivo nos seus interesses; 😞 - Impacto negativo nos seus interesses; 😐 - Impacto negativo em alguns dos seus interesses e positivo noutros.	65
Tabela 22 – Resultados da simulação do aumento do preço do quilómetro para 0.52€.	79

Tabela 23	– Resultados da simulação do aumento do valor da taxa de saída para 10€.....	79
Tabela 24	– Resultados da simulação da alteração do quilómetro limite até ao qual a contabilização das prestações é feita por taxa de saída para 25 km.	80
Tabela 25	– Resultados da simulação sem permissão de fidelizações de utentes a transportadoras.....	80
Tabela 26	– Resultados da simulação apenas com fidelizações de utentes a transportadoras que actuem na sua área de residência.....	81
Tabela 27	– Resultados da simulação de agrupamento de utentes por igual Entidade Prestadora.	81
Tabela 28	– Resultados da simulação de agrupamento de utentes por igual freguesia destino.....	82
Tabela 29	– Resultados da simulação da possibilidade de agrupamento de dois utentes pertencentes a conjuntos diferentes de freguesias da área de actuação da mesma transportadora.	82
Tabela 30	– Resultados da simulação dos seguintes intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento: 1h, dentro do concelho e fora do mesmo até 100 km de percurso. 2h, após 100 km.	83
Tabela 31	– Resultados da simulação dos seguintes intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento: 1h, dentro do concelho e fora do mesmo até 50 km de percurso. 2h, após 50 km.	83
Tabela 32	– Resultados da simulação da distribuição equitativa das prestações de uma mesma credencial pelas transportadoras candidatas.	84
Tabela 33	– Resultados da simulação A.....	84
Tabela 34	– Resultados da simulação B.....	85
Tabela 35	– Resultados da simulação C.....	85
Tabela 36	– Resultados da simulação D.....	86

Acrónimos e Abreviaturas

ACeS	Agrupamento de Centros de Saúde
ACSS	Administração Central do Sistema de Saúde
ARS	Administração Regional de Saúde
BZA	<i>Berliner Zentralausschuß für Soziale Aufgaben e.V</i>
CAB	<i>Center for Addictive Behavior</i>
CB	Corpos de Bombeiros
CFFS	<i>Copenhagen Fire-Fighting Service</i>
CH	Centro Hospitalar
CVP	Cruz Vermelha Portuguesa
DARP	<i>Dial-a-Ride Problem</i>
EPE	Entidade Pública Empresarial
ERS	Entidade Reguladora da Saúde
ET	Entidade Transportadora
IGAS	Inspeção-Geral das Actividades em Saúde
INEM	Instituto Nacional de Emergência Médica
MCDT	Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica
PDVRP	<i>Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem</i>
RNCCI	Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados
SenSoz	Senado do Departamento de Assuntos Sociais de Berlim
SGTD	Sistema de Gestão de Transporte de Doentes
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SOA	<i>Services Oriented Architecture</i>
SPMS	Serviços Partilhados no Ministério da Saúde
UCSP	Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados
ULS	Unidade Local de Saúde
USF	Unidade de Saúde Familiar
VRP	<i>Vehicle Routing Problem</i>
VRPTW	<i>Vehicle Routing Problem With Time Windows</i>

1. Introdução

1.1 Motivação

Em Portugal, o Serviço Nacional de Saúde (SNS) tem como um dos objectivos fundamentais das suas políticas proporcionar a igualdade de oportunidades de acesso dos seus cidadãos a cuidados de saúde. Desta forma, é responsável por providenciar um serviço de transporte a quem, por insuficiência económica ou condição clínica incapacitante, não é capaz de se deslocar às entidades prestadoras de serviços de saúde a que tem natural acesso, pelos seus próprios meios.

De forma a dar resposta a esta necessidade, no âmbito do transporte não urgente de utentes, é utilizado o Sistema de Gestão de Transporte de Doentes (SGTD), plataforma *on-line* desenvolvida pela Link Consulting, que integra todas as actividades e gestão de procedimentos relativos a este serviço. Actualmente, este sistema encontra-se implementado em, praticamente, toda a rede de cuidados primários do SNS.

O contexto socioeconómico em que vive actualmente o país, com pressões constantes para contenção de despesa, aliado à vontade da Link Consulting em melhorar o seu produto, levou à natural procura, por parte desta empresa, de oportunidades de melhoria do funcionamento actual do SGTD. No entanto, um sistema com um contexto como o do SGTD tem associado um conjunto de desafios apreciável, uma vez que lida com vários objectivos, em consequência de uma grande multiplicidade de *stakeholders* com interesses e graus de participação no sistema diferentes. Como tal, existem, por vezes, situações de conflito, sendo necessária uma procura contínua por um compromisso que satisfaça todas as partes interessadas do sistema. Assim, afigura-se pertinente o desenvolvimento de uma metodologia que permita analisar oportunidades de melhoria do SGTD, através da análise do impacto, nos seus múltiplos objectivos e *stakeholders*, de alterações na lógica e parâmetros dos seus algoritmos.

1.2 Objectivos

O presente trabalho tem como objectivo desenvolver uma metodologia que permita analisar oportunidades de melhoria do SGTD. Como tal, pretende-se identificar os desafios inerentes a este sistema e analisar o impacto que alterações nos algoritmos de organização e contabilização de transporte do SGTD têm nos seus múltiplos objectivos e *stakeholders*.

Com os resultados obtidos neste estudo, espera-se gerar informação que apoie a Link Consulting a analisar a viabilidade de alterações no funcionamento dos algoritmos do SGTD, através de uma metodologia que se distingue das existentes na literatura, por focar a análise no impacto produzido nos *stakeholders* e objectivos do sistema.

1.3 Estrutura do documento

No **Capítulo 2** do presente documento, é feita a contextualização do SGTD, bem como a descrição da sua arquitectura e funcionamento. No **Capítulo 3**, é apresentada uma revisão da literatura sobre a temática do transporte programado de utentes. Tal permitiu identificar alguns sistemas semelhantes ao SGTD, tendo sido feito um levantamento dos seus constrangimentos e principais características. No **Capítulo 4**, apresenta-se as diferentes componentes da metodologia desenvolvida para dar resposta aos objectivos do presente estudo, bem como uma descrição dos métodos e bases teóricas utilizados nas suas várias etapas. No **Capítulo 5**, é aplicada a metodologia proposta ao SGTD e descritas, em detalhe, todas as fases deste trabalho. No **Capítulo 6**, são apresentados os resultados obtidos nas simulações das alterações nos algoritmos do SGTD. A análise dos resultados e discussão do impacto das alterações nos objectivos do sistema e nos seus *stakeholders* é realizada no **Capítulo 7**. Neste capítulo, são também apresentadas algumas considerações sobre a metodologia desenvolvida. Por fim, no **Capítulo 8**, apresentam-se as principais conclusões retiradas ao longo do trabalho e são feitas algumas sugestões e recomendações de trabalho futuro.

2. Contexto

O presente capítulo pretende contextualizar o SGTD e proporcionar ao leitor uma visão global do seu funcionamento, arquitectura e principais intervenientes. Numa primeira fase, é apresentado o enquadramento regulamentar deste sistema, de modo a dar a compreender o âmbito do transporte não urgente de utentes, em Portugal, as condições de acesso, modalidades de transporte, valores máximos pagos pelo SNS relativamente à contratação deste tipo de serviços, entre outros pontos considerados relevantes para contextualizar o sistema em estudo. De seguida, é feita uma breve referência às Entidades Transportadoras deste sistema e à forma como se encontram organizadas as suas áreas de actuação. Por fim, apresenta-se, de forma sucinta, os principais intervenientes e arquitectura do SGTD, bem como uma descrição do seu funcionamento ao longo das várias fases do transporte programado.

2.1 Enquadramento Regulamentar do Transporte não Urgente de Utentes

Nos objectivos fundamentais das políticas de saúde, estabelecidas na Lei de Bases de Saúde, em 1990, o SNS declara-se responsável por assegurar a igualdade dos cidadãos no acesso a cuidados de saúde e por garantir a equidade na distribuição de recursos e na utilização de serviços (Ministério da Saúde, 1990). Nessa mesma lei, o transporte de utentes é reconhecido como uma actividade indispensável à prestação de cuidados de saúde, estando sujeito a regras próprias e à disciplina e inspecção do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 1990). A regulamentação referente a esta actividade tem vindo a ser criada, ao longo dos anos, através de acordos, portarias, regulamentos e despachos, de modo a normalizar procedimentos e a orientar os vários intervenientes no processo de transporte de utentes.

Em Portugal, o transporte de utentes, por via terrestre, é classificado segundo dois grupos: o transporte de utentes urgentes ou emergentes e o transporte de utentes não urgentes (Matos *et al.*, 2012). O transporte de utentes em estado de emergência é da responsabilidade do Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM), da Cruz Vermelha Portuguesa (CVP) e dos Corpos de Bombeiros (CB), enquanto que o transporte de utentes não urgentes está ao encargo, essencialmente, dos CB e da CVP, podendo, no entanto, ser realizado por outras entidades, públicas ou privadas, desde que legitimadas pelo INEM.

Destaca-se, na **Tabela 1**, os documentos regulamentares considerados mais relevantes na matéria de transporte de utentes não urgente.

Tabela 1 – Enquadramento Regulamentar do SGT.D.

Documento	Descrição	Rectificações
<p>Regulamento Geral de Acesso ao Transporte não Urgente no Âmbito do SNS</p> <p>Despacho n.º 7861/2011, de 31 de Maio</p>	<p>Define condições de acesso e modalidades de transporte não urgente (Ministério da Saúde, 2011a).</p>	-
<p>Decreto-Lei n.º 113/2011, de 29 de Novembro</p>	<p>Prevê isenção de encargos para o utente relativamente ao transporte não urgente quando a situação clínica o justifique e comprovada insuficiência económica (Ministério da Saúde, 2011b).</p>	-
<p>Portaria n.º 142-B/2012, de 15 de Maio</p>	<p>Define condições em que o SNS assegura os encargos com o transporte não urgente (Ministério da Saúde, 2012a).</p>	<p>Rectificação de algumas inexactidões através da Declaração de Rectificação n.º 36/2012, de 13 de Julho (Secretaria Geral da Presidência de Conselho de Ministros, 2012).</p> <p>Redifinição das condições clínicas cujo transporte deve ser assegurado pelo SNS através da Portaria n.º 28-A/2015, de 11 de Fevereiro (Ministério da Saúde, 2015).</p>
<p>Despacho n.º 7702-A/2012, de 4 de Junho</p>	<p>Estabelece os preços máximos pagos pelo SNS na contratação de serviços de transporte não urgente de utentes (Ministério da Saúde, 2012b).</p>	<p>Alterado pelo Despacho n.º 8706/2012, de 29 de Junho, no qual são clarificadas as condições de aplicação da taxa de saída e valor máximo a pagar por acompanhante (Ministério da Saúde, 2012e)</p>
<p>Anexo do Despacho n.º 7702-C/2012, de 4 de Junho</p>	<p>Regulamento que define as normas e procedimentos relativos à prescrição, requisição, gestão, conferência e facturação de encargos com o transporte não urgente de utentes, assegurado pelo SNS (Ministério da Saúde, 2012c).</p>	<p>Clarificação de alguns aspectos no Despacho n.º 8705/2012, de 29 de Junho que suscitaram algumas dificuldades operacionais de implementação (Ministério da Saúde, 2012d).</p>
<p>Regulamento de Transporte de Doentes</p> <p>Portaria n. 260/2014, de 15 de Dezembro</p>	<p>Apresenta directrizes acerca dos tipos de veículos que podem realizar o transporte não urgente, e das suas características técnicas e sanitárias. Regulamenta as concessões dos alvarás para o exercício desta actividade (Ministérios da Administração Interna e da Saúde, 2014).</p>	<p>Aprovado pela primeira vez, pela Portaria n.º 439/93, de 27 de Abril, reformulado pela Portaria n.º 1147/2001, de 28 de Setembro e alterado pelas Portarias n.º 1301 -A/2002, de 28 de Setembro, n.º 402/2007, de 10 de Abril, e n.º 142 -A/2012, de 15 de Maio (Ministérios da Administração Interna e da Saúde, 2014).</p>

Os documentos regulamentares destacados estabelecem as normas da actividade de transporte não urgente de utentes. Definem, assim, as condições de acesso e modalidades de transporte não urgente a que têm direito os utentes abrangidos pelo SNS, bem como as características em que este deve ocorrer (tipo de ambulância, condições sanitárias, entre outras). Estabelecem, também, as normas e procedimentos relativos à prescrição, requisição, gestão, conferência e faturação de encargos com o transporte não urgente de utentes, assegurado pelo SNS. Nas secções seguintes, destaca-se os pontos-chave da actividade de transporte não urgente de utentes.

2.1.1 Âmbito e Condições de Acesso

Na definição do âmbito do serviço de transporte não urgente, é de salientar que este abrange apenas o transporte de utentes do SNS cuja origem ou destino sejam estabelecimentos e serviços que integram o SNS, ou entidades com contrato, ou convenção, para a prestação de cuidados de saúde (Ministério da Saúde, 2011a e 2012a), nas seguintes situações:

- Transporte para consulta, internamento, cirurgia de ambulatório, tratamentos e/ou exames complementares de diagnóstico e terapêutica;
- Transporte para a residência do utente após alta de internamento ou da urgência.

O direito ao transporte para acesso a cuidados de saúde é garantido aos utentes abrangidos pelo SNS sempre que a situação clínica o justifique e se verifique haver insuficiência económica, ou seja, quando o rendimento médio mensal do agregado familiar do utente seja inferior ao indexante de apoios sociais (Ministério da Saúde, 2011a e 2012a). Excluem-se, no entanto, da abrangência deste serviço, o transporte de vítimas de doença profissional ou acidente e trabalho; o transporte para consultas de submissão a juntas médicas; o transporte não urgente de utentes beneficiários de subsistemas de saúde, bem como de quaisquer entidades públicas ou privadas responsáveis pelos respectivos encargos, entre outros casos excepcionais devidamente regulamentados (Ministério da Saúde, 2011a e 2012a).

As situações clínicas que devem estar registadas, e devidamente fundamentadas, no processo clínico do utente, de forma a garantir o seu direito ao transporte não urgente, são reapreciadas de dois em dois anos (Ministério da Saúde, 2011a). Consideram-se, actualmente, abrangidas as seguintes situações clínicas que, caso se verifique insuficiência económica por parte do utente, levam à isenção de encargos no transporte (Ministério da Saúde, 2015):

- a) Incapacidade igual, ou superior, a 60% desde que o transporte se destine à realização de cuidados originados pela incapacidade;
- b) Condição clínica incapacitante resultante de:
 - i) Sequelas motoras de doenças vasculares;
 - ii) Transplantados, quando houver indicação da entidade hospitalar responsável pela transplantação;
 - iii) Insuficiência cardíaca e respiratória grave;

- iv) Perturbações visuais graves;
- v) Doença do foro ortopédico;
- vi) Doença neuromuscular de origem genética ou adquirida;
- vii) Patologia do foro psiquiátrico;
- viii) Doenças do foro oncológico;
- ix) Queimaduras;
- x) Gravidez de risco;
- xi) Doença infetocontagiosa que implique risco para a saúde pública;
- xii) Insuficiência renal crónica;
- xiii) Paralisia cerebral e situações neurológicas afins com comprometimento motor.

Em situação clínica incapacitante, considera-se o utente que esteja em qualquer uma das seguintes situações: (1) acamado; (2) necessitado de transporte em isolamento; (3) em cadeira de rodas, por se encontrar impossibilitado de assegurar a marcha de forma autónoma; (4) com dificuldade de orientação e/ou inconveniência de locomoção na via pública e de modo próprio (Ministério da Saúde, 2012a). O utente, sempre que o médico justifique a sua necessidade, tem direito a realizar o transporte com acompanhante (Ministério da Saúde, 2011a).

2.1.2 Modalidades de Transporte

O transporte não urgente de utentes, sempre que a condição clínica do utente o permita, deve ser efectuado em ambulância de transporte múltiplo (ambulância tipo A2), tendo em consideração a necessidade de optimização da capacidade do veículo (Ministério da Saúde, 2014). Caso a condição clínica do utente exija que este seja transportado acamado, ou isolado, mediante justificação do médico e autorização do responsável da entidade requisitante, recorre-se ao transporte em ambulância individual (ambulância tipo A1). Quando clinicamente justificado, o transporte pode ser realizado em ambulâncias do tipo B ou C (Ministério da Saúde, 2014).

2.1.3 Prescrição e Requisição do Transporte

A prescrição do transporte é da exclusiva competência do médico assistente (Ministério da Saúde, 2011a), sendo considerada, por este motivo, como um acto clínico. Este, ao fazê-lo, deve indicar obrigatoriamente no sistema de apoio ao médico (SAM), ou equivalente, os seguintes pontos (Ministério da Saúde, 2012a):

- Justificação clínica, devidamente fundamentada da necessidade de transporte;
- Verificação da condição económica;
- Justificação fundamentada da modalidade de transporte a utilizar (veículo individual ou múltiplo) e do tipo de ambulância;

- As condições em que o transporte deve ocorrer, nomeadamente, se o utente necessita de ventilação, oxigénio, monitorização, cadeira de rodas, ou se se trata de um utente acamado ou que tenha necessidade de ir isolado;
- Justificação da necessidade de acompanhante;
- Justificação da necessidade de acompanhamento de profissional de saúde;
- Em caso de tratamentos prolongados e continuados (para além de 30 dias), a justificação da sua necessidade;

Após reconhecimento da necessidade de transporte por parte do médico, através da sua prescrição, os serviços administrativos da entidade requisitante validam a condição económica do utente e procedem à requisição do transporte, obedecendo aos critérios de minimização da distância entre o local de origem do transporte e o seu local destino (Ministério da Saúde, 2011a). A requisição de transporte é feita por via informática através da aplicação de gestão integrada de transporte (o SGTD), com base na informação inicial gerada pelo *software* de apoio à actividade médica (Ministério da Saúde, 2011a). Após aprovada a requisição, esta integra o sistema sob a forma de uma credencial de transporte que pode estar associada a uma única prestação, um acto clínico pontual, como uma consulta, ou a um conjunto de prestações, como, por exemplo, várias sessões de fisioterapia ou hemodiálise. A uma prestação que faça parte de uma credencial de um conjunto de prestações é dado o nome de prestação recorrente. A validade de uma credencial varia consoante o tipo e número de prestações que contém.

2.1.4 Responsabilidade dos Encargos do Transporte e Preços Máximos a Pagar pelo SNS

No artigo 15º do Regulamento Geral de Acesso ao Transporte não Urgente no Âmbito do SNS, e posteriormente na Portaria n.º 142-B/2012, é reforçado que os encargos com o mesmo só são assumidos nos casos em que o utente se desloca de/para um estabelecimento, ou serviço, que integra o SNS ou seja referenciado por estes a uma entidade convencionada (Ministério da Saúde, 2011a e 2012a). É de realçar que a imputação da responsabilidade dos encargos com o transporte é feita às entidades requisitantes do mesmo (Ministério da Saúde, 2011a).

Quanto aos preços máximos que podem ser pagos pelo SNS na contratação de serviços de transporte não urgente de utentes (Ministério da Saúde, 2012b) este encontram-se discriminados nas tabelas seguintes (**Tabelas 2 e 3**).

Tabela 2 – Preços máximos a pagar pelo SNS relativamente aos consumíveis em ambulância
(Ministério da Saúde, 2012b).

Preços máximos a pagar pelo SNS relativamente aos consumíveis em ambulância	
Descrição	Valor
Kit de parto	9 €
Ventilador (em situações excepcionais devidamente requisitadas e em ambulâncias diferentes do tipo C)	25 €
Oxigénio	10 €

A contabilização do transporte de uma prestação pode ser feita de duas formas distintas consoante a distância percorrida pela prestação associada ao maior trajecto no agrupamento. Se esta for igual, ou inferior, a 20 km, será pago um valor fixo por cada utente e acompanhante que inclui as deslocações de ida e de volta, designado como “taxa de saída”. Nenhum outro encargo adicional poderá ser aplicado, em simultâneo, designadamente por quilómetro percorrido ou tempos de espera. Relativamente a deslocações superiores a 20 km, a contabilização do transporte já dependerá do número de quilómetros percorridos, correspondendo a uma percentagem do valor pago pela prestação do utente, em transporte múltiplo, que efectuou o maior trajecto no agrupamento, designado por “primeiro doente” (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Preços máximos pagos pelo SNS na contratação de serviços de transporte não urgente de utentes, consoante os quilómetros percorridos pela prestação associada ao maior trajecto no agrupamento (Ministério da Saúde, 2012b).

Preços máximos pagos pelo SNS na contratação de serviços de transporte não urgente de utentes		
Distância percorrida pela prestação com maior trajecto	Descrição	Valor
≤ 20 km	Valor da “taxa de saída”	7.5 €
> 20 km e ≤ 100 km	Valor por quilómetro	0.51 €
	Valor “primeiro doente”	100% da quilometragem percorrida
	Valor restantes utentes	20% da quilometragem associada ao “primeiro doente”
	Valor acompanhante	10% da quilometragem associada ao transporte do utente que acompanha
	Valor da 2ª hora de espera e subsequentes	5 €
> 100 km	Valor por quilómetro	0.51 €
	Valor “primeiro doente”	100% da quilometragem percorrida
	Valor restantes utentes	15% da quilometragem associada ao “primeiro doente”
	Valor acompanhante	10% da quilometragem associada ao transporte do utente que acompanha
	Valor da 2ª hora de espera e subsequentes	5 €

A contabilização do tempo de espera é feita por agrupamento e apenas quando as prestações são contabilizadas pelos quilómetros percorridos. A primeira hora de espera de um agrupamento não é contabilizada. (Ministério da Saúde, 2012b).

2.1.5 Monitorização e Avaliação

De forma a monitorizar o cumprimento das várias normas e procedimentos relativos à prescrição, requisição, gestão, conferência e faturação de encargos com o transporte não urgente de utentes, assegurado pelo SNS, cada Administração Regional de Saúde (ARS) é responsável por designar um supervisor (Ministério da Saúde, 2011a). Do mesmo modo, os restantes serviços e estabelecimentos

do SNS devem designar um supervisor responsável pela gestão de transportes (Ministério da Saúde, 2011a). Este deve analisar trimestralmente as credencias de transporte e respectivos custos, reportando-os à ARS correspondente, que, por sua vez, prepara a informação trimestral a enviar à Administração Central do Sistema de Saúde - ACSS (Ministério da Saúde, 2011a). Anualmente, cada ARS elabora um relatório identificando as principais oportunidades de melhoria detetadas relativamente ao transporte não urgente de utentes, acompanhado de uma avaliação do seu desempenho (Ministério da Saúde, 2011a).

2.2 Entidades Transportadoras

A legitimidade para exercer a actividade de transporte de utentes depende da autorização do Ministério da Saúde, mediante a concessão de alvará, sendo a instrução dos processos deste documento da competência do INEM (Ministério da Saúde, 2012b). Tanto CBs, como delegações da CVP, estão isentos de requerer alvará, no entanto, transportadoras privadas que pretendam obter este documento devem satisfazer um número de requisitos mínimos quanto às suas instalações físicas e operacionalidade (Ministério da Saúde, 2012b). Uma vez cumpridos estes requisitos, o requerimento é dirigido ao Ministério da Saúde e entregue ao INEM, que procederá à vistoria dos veículos. Emitido o alvará, este tem a validade de cinco anos (Ministério da Saúde, 2012b).

Em Fevereiro de 2012, existiam 462 CBs, 80 delegações da CVP, 67 empresas privadas e 22 entidades sem fins lucrativos a desenvolverem actividade transportadora de utentes (Matos *et al.*, 2012)

2.2.1 Áreas de Actuação

Define-se “área de actuação” como o território no qual um CB opera regularmente ou tem a responsabilidade da primeira intervenção (Ministério da Administração Interna, 2007). Estas áreas de actuação utilizadas em “missões de socorro” estão implicitamente vinculadas ao transporte não urgente de utentes, tendo sido já questionada a adequação do uso das mesmas distribuições geográficas para fins com necessidades tão diferentes (Matos *et al.*, 2012).

A área de actuação de um CB define-se pela divisão das áreas geográficas em conjuntos de freguesias, podendo, cada CB, ser responsável por mais de que um conjunto. A mesma lógica de divisão de áreas de actuação por conjuntos de freguesias é utilizada nas restantes entidades transportadoras. É de referir, no entanto, que algumas freguesias, e mesmo conjuntos, poderão pertencer à área de actuação de mais do que uma entidade.

2.2.2 Fidelizações de utentes a Entidades Transportadoras

Actualmente, é permitido que haja fidelização de utentes a entidades transportadoras que actuem, preferencialmente, na sua área de residência, mediante justificação. Na sua grande maioria, trata-se de casos de hemodiálise, podendo este tipo de situação ocorrer, no entanto, por

incompatibilidade do utente com determinada transportadora que actua na sua área de residência. Justifica-se a fidelização de utentes nestes casos clínicos, dada a criticidade deste tipo de prestações, não podendo, estas, ficar por realizar devido à indisponibilidade de recursos da transportadora a que o seu transporte foi atribuído. Esta possibilidade não está contemplada na legislação, no entanto, vem restaurar um procedimento que já existia antes do SGTD.

2.3 Sistema de Gestão de Transporte de Doentes - SGTD

O SGTD, em cuja análise se baseia o presente trabalho, é uma plataforma integrada *on-line* que suporta todas as actividades e a gestão integrada dos procedimentos inerentes ao transporte programado de utentes, desde a sua requisição até à sua contabilização. Esta aplicação é uma solução do departamento *HealthCare Solutions* da Link Consulting, uma empresa de consultoria e serviços na área das tecnologias de informação, criada em 1999, e que visa desenvolver soluções integradas que permitam agilizar e automatizar processos internos nos mais diversos sectores. A Link Consulting é, assim, detentora e responsável pelo desenvolvimento e suporte do SGTD.

Este sistema de informação integrado engloba todos os intervenientes directos no processo de transporte não urgente de utentes, sendo estes: Entidades Requisitantes, Entidades Transportadoras, Entidades Prestadoras e Entidades Supervisoras.

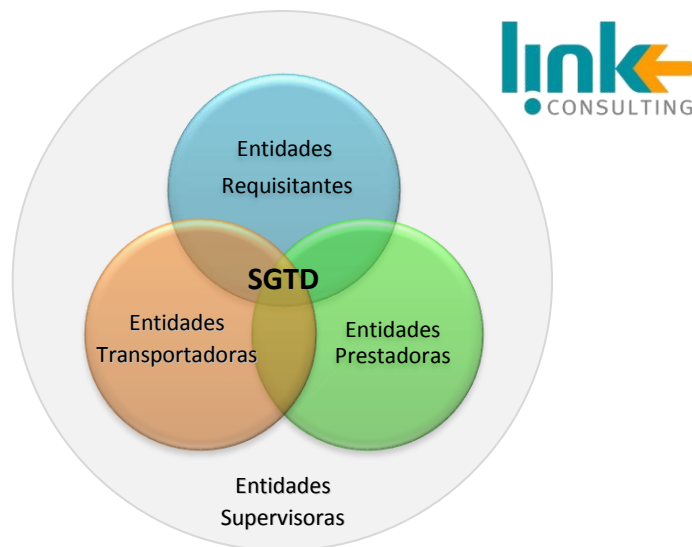


Figura 1 – Entidades intervenientes no SGTD.

Ao incluir todos os intervenientes directos do sistema, o SGTD permite uma gestão integrada do processo de transporte não urgente de utentes, com as seguintes vantagens:

- Desmaterialização do processo de requisição do transporte de utentes;
- Automatização e normalização dos dados necessários à requisição e contabilização do transporte;
- Redução dos custos operacionais e dos tempos de espera;

- Garantia da integridade da informação ao longo do processo e conseqüente melhoria da capacidade de controlo e detecção de fraudes e/ou não conformidades;
- Facilidade de acesso a informação de gestão;
- Simplificação do processo de imputação financeira às Entidades Requisitantes;
- Controlo efectivo da contabilização por parte das Entidades Transportadoras;
- Integração com o *software* de apoio à actividade médica (SAM), SINUS/SONHO e outros similares;
- Acesso por parte de todas as entidades intervenientes no transporte não urgente de utentes a informação relativa ao mesmo.

Esta plataforma apresenta-se não só como um meio facilitador da gestão do transporte de utentes como é, também, responsável pela formação de agrupamentos de transporte, pela sua atribuição às Entidades Transportadoras e, por fim, pela contabilização dos custos gerados pelos mesmos. Estas acções realizam-se por meio de algoritmos que respeitam um conjunto de normas e constrangimentos, nos quais se prende o estudo do presente trabalho, sendo portanto analisados posteriormente, em maior detalhe.

2.3.1 Visão Global do SGTD

Para melhor compreender as várias fases do processo de organização, planeamento e contabilização do transporte não urgente de utentes, bem como os vários intervenientes ao longo destes processos, apresenta-se o seguinte diagrama do funcionamento do SGTD (**Figura 2**).

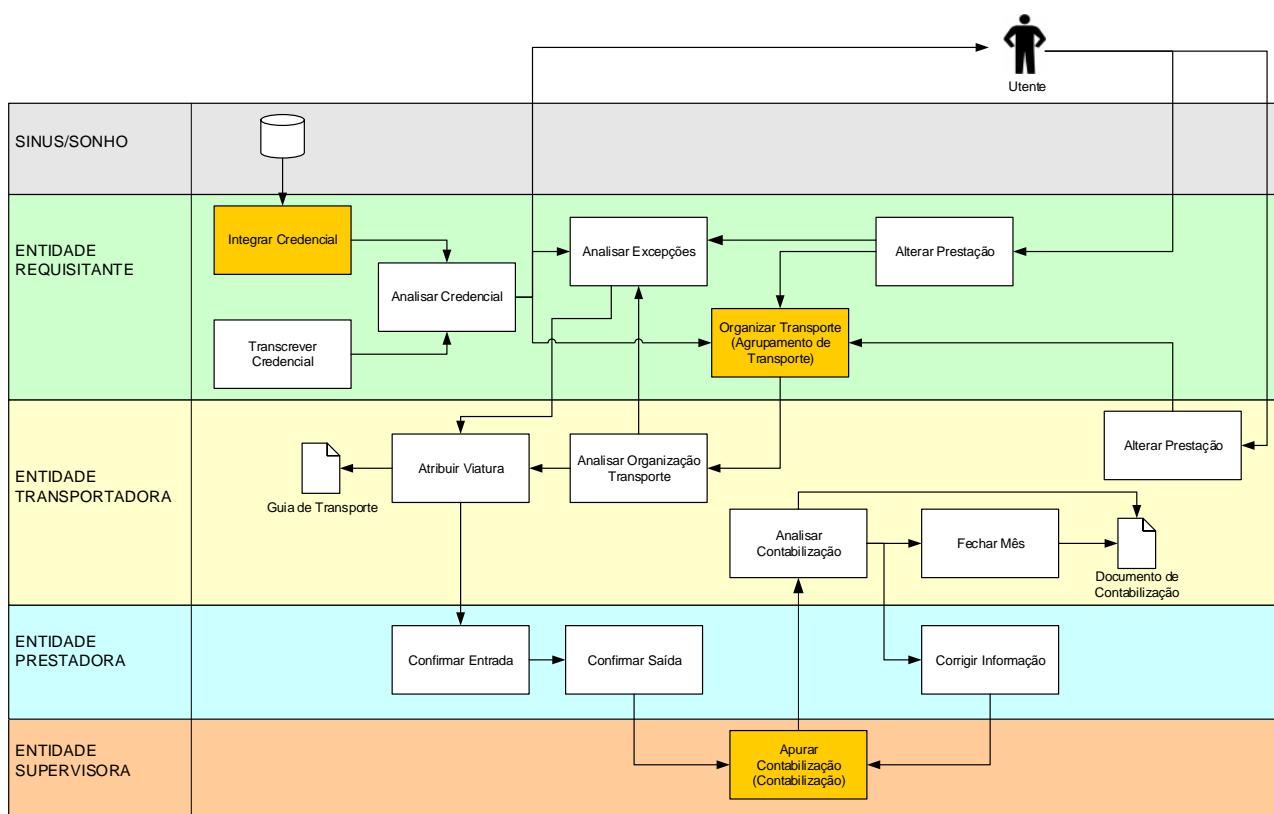


Figura 2 – Diagrama representativo do funcionamento do SGTD (Link Consulting, 2010).

O primeiro passo do processo de transporte trata-se do reconhecimento, por parte de um clínico, da necessidade efectiva de transporte do utente. De seguida, é feita a integração da requisição do transporte no SGTD, através de três vias possíveis: manual; sistema prescriptor (SAM, por exemplo); ou Webservice. Esta contém informação sobre a Entidade Requisitante, o utente, origem e destino do transporte, tipo de prestações e características do transporte. Quando aprovada pelo supervisor da Entidade Requisitante, a requisição assume-se como uma credencial de transporte e as suas prestações integram automaticamente o sistema, estando sujeitas à acção do algoritmo de agrupamento de transporte, que as vai agrupar de acordo com um conjunto de critérios e requisitos. Finalizada a formação dos agrupamentos, estes adquirem o estatuto de “agrupamentos planeados”, podendo, assim, integrar o algoritmo de atribuição de Entidade Transportadora, responsável por atribuir uma transportadora a cada agrupamento segundo um conjunto de critérios e princípios de equidade. Após esta fase, as transportadoras têm acesso aos agrupamentos que lhes foram atribuídos e, mediante os recursos disponíveis, têm opção de os aceitar/rejeitar. A aceitação é feita tacitamente, caso não ocorra rejeição até às 15h30 do dia anterior à realização do transporte. Quando rejeitado um agrupamento, cabe à ARS atribuir-lhe manualmente uma transportadora responsável. Relativamente aos “agrupamentos aceites”, a Entidade Transportadora responsável atribuí-lhes um quartel, veículo e motorista, alterando o seu estado para “agrupamento confirmado”, podendo, por fim, ser emitida a guia de transporte correspondente. É da responsabilidade da Entidade Transportadora contactar o utente, de forma a combinarem o horário a que se realizará o transporte. É de referir ainda que, em qualquer uma das fases anteriores, é possível ocorrerem alterações na prestação até às 15h30 do dia anterior à sua data. Cabe à Entidade Prestadora confirmar as horas de entrada e saída dos utentes, bem como assinalar a não realização do transporte de um utente, em caso disso. Por último, é feita a contabilização de cada prestação, através do algoritmo de contabilização, sujeita a aprovação das Entidades Transportadoras. No final de cada mês, estas emitem um documento gerado pelo SGTD com a sua contabilização total mensal, sendo este anexado à factura a ser enviada à ARS correspondente.

2.3.2 Descrição Funcional do SGTD

O SGTD apresenta uma arquitectura modular orientada a serviços (SOA – *service-oriented architecture*), uma vez que é constituída por um conjunto de serviços independentes que comunicam entre si, de modo a criar um *software* de aplicação funcional (Laudon e Laudon, 2011). A arquitectura do SGTD é composta por seis módulos, representados na **Figura 3**.

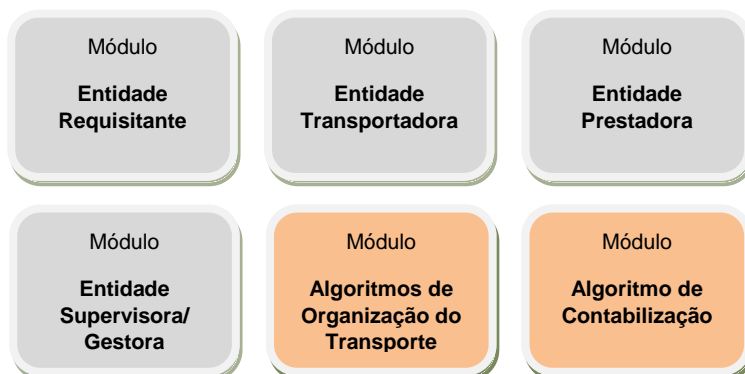


Figura 3 – Módulos constituintes da arquitectura do SGTD.

Numa primeira análise, é possível compreender que os quatro intervenientes destacados no diagrama da **Figura 2**, e que actuam em diferentes fases do transporte programado de utentes, correspondem a quatro tipos distintos de utilizadores no sistema. Desta forma, torna-se evidente o papel bem definido e autónomo que cada um tem, no SGT D, e a multiplicidade de agentes directos neste sistema.

Nas secções seguintes, serão apresentados os requisitos funcionais de cada módulo associado a diferentes entidades intervenientes no sistema e aos seus algoritmos de organização e contabilização do transporte.

2.3.2.1 Módulo Entidade Requisitante

As Entidades Requisitantes são responsáveis pelo reconhecimento da necessidade efectiva de transporte do utente, pelo registo da requisição do transporte no SGT D e pela sua aprovação. Pode tratar-se de uma Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP), Unidade de Saúde Familiar (USF), ou de uma unidade da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI).

A integração destas entidades no SGT D apresenta as seguintes vantagens:

- Desburocratização de todo o processo de requisição de transporte de um utente não urgente, uma vez identificada essa necessidade por parte do médico assistente;
- Consequente optimização de recursos, ganhos de tempo e na qualidade dos serviços prestados;
- Agilização e rápido acesso à informação referente ao transporte não urgente de utentes através de uma plataforma integrada *on-line*.

Através do Módulo Entidade Requisitante, são-lhe disponibilizadas as seguintes funcionalidades principais:

- ✓ Aprovar, rejeitar ou invalidar requisições de transporte;
- ✓ Adicionar e remover prestações de uma credencial de transporte;
- ✓ Analisar agrupamentos de transporte rejeitados;
- ✓ Consultar a contabilização da despesa dos agrupamentos de prestações prescritas pela própria entidade.

2.3.2.2 Módulo Entidade Transportadora

Na sua maioria, estas entidades são CBs e corporações da CVP, podendo tratar-se de outras entidades públicas ou privadas, desde que legitimadas pelo INEM para tal, como referido anteriormente. Têm como responsabilidade a realização do transporte programado de utentes, assegurando as condições e consumíveis indicados nas suas credenciais.

A integração desta entidade no SGT D apresenta as seguintes vantagens:

- Conhecimento atempado das necessidades de mobilidade de cada utente e dos agrupamentos formados, tal como das horas a que se realiza cada uma das prestações;

- Acesso prévio a informação clínica relevante sobre os utentes a transportar;
- Agilização dos processos de contabilização e facturação e conseqüente maior rigor na monitorização da despesa e rapidez nos pagamentos.

Através do Módulo Entidade Transportadora, são-lhe disponibilizadas as seguintes funcionalidades principais:

- ✓ Aceitar ou rejeitar agrupamentos de transporte;
- ✓ Atribuir um agrupamento de transporte a um quartel, veículo e motorista;
- ✓ Validar a contabilização dos agrupamentos que realizou;
- ✓ Fechar a contabilidade do mês.

2.3.2.3 Módulo Entidade Prestadora

Uma Entidade Prestadora pode tratar-se de um hospital, clínica de hemodiálise ou de fisioterapia, unidade RNCCI, clínicas de meios complementares de diagnóstico e terapêutica (MCDT), laboratórios, entre outras, desde que legitimadas para o efeito. Estas entidades são responsáveis por confirmar a informação sobre a data e horas de entrada e saída dos utentes após realização da prestação.

A integração desta entidade no SGTGD apresenta as seguintes vantagens:

- Conhecimento atempado das horas de chegada dos utentes, factor determinante para aqueles cuja condição exija uma equipa que os receba de acordo com as suas necessidades (de mobilidade, entre outras);
- Maior grau de confiança no escalonamento das consultas, exames, influenciando,
 - Horários de pessoal;
 - Exames que exijam requisição de equipamento e salas específicas;
 - Custos inerentes ao não aproveitamento em tempo útil desses mesmos equipamentos e equipas;

Através do Módulo Entidade Prestadora, são-lhe disponibilizadas as seguintes funcionalidades principais:

- ✓ Registar a entrada e a saída de um utente;
- ✓ Alterar registos de entrada ou saída;
- ✓ Registar a entrada de um agrupamento de transporte e a não comparecência de determinado utente, em caso disso.

2.3.2.4 Módulo Entidade Supervisora/Gestora

O papel de supervisão e gestão do sistema é da responsabilidade de cada ARS, sendo que a sua integração no SGTGD apresenta diversas vantagens ao nível da gestão integrada do transporte não urgente de utentes já anteriormente mencionadas. A ACSS apresenta, igualmente, um papel de supervisão no SGTGD, no entanto, de carácter menos operacional.

O Módulo Entidade Supervisora/Gestora apresenta as seguintes funcionalidades principais:

- ✓ Pesquisa/Consulta de informação completa sobre as Entidades Requisitantes, Prestadoras e Transportadoras pertencentes à sua área de intervenção.

O SGTD disponibiliza, ainda, um conjunto de relatórios que permite, às Entidades Supervisoras/Gestoras do sistema, avaliar a adequação das medidas implementadas e consequente desempenho dos vários intervenientes nas várias fases do transporte não urgente de utentes. Através desta informação, podem ser evidenciados casos merecedores de especial atenção, a nível de gestão e logística, bem como possíveis necessidades de renegociação de condições com as Entidades Transportadoras.

2.3.2.5 Módulos Algoritmos de Organização de Transporte e de Contabilização

Os algoritmos de organização e contabilização de transporte actuam no sistema de modo sequencial e como um acto programado que decorre de 20 em 20 minutos, de forma a permitir a contínua entrada de novos pedidos de transporte no sistema e a contabilização dos que vão sendo realizados.

A partir da informação contida na credencial de transporte (tipo de prestação, locais de origem e destino dos utentes, tipo de veículo, necessidade de cadeira de rodas ou maca, entre outros), o SGTD utiliza algoritmos de organização de transporte, de forma a agrupar prestações, sempre que possível, numa óptica de maximização de recursos. Neste procedimento, dividido em duas fases (formação de agrupamentos de transporte e posterior atribuição da Entidade Transportadora responsável) salvaguarda um conjunto de princípios de equidade na atribuição de agrupamentos às Entidades Transportadoras, sempre que exista uma situação de potencial concorrência.

Relativamente à contabilização da despesa gerada no transporte, o SGTD utiliza um algoritmo que implementa as regras de cálculo legalmente estabelecidas para a determinação da despesa do transporte de cada prestação. Os resultados são posteriormente apresentados à Entidade Transportadora, que os poderá aprovar, fechando a contabilização do mês, e à Entidade Supervisora para monitorização do processo.

Os algoritmos do SGTD são algoritmos heurísticos uma vez que consistem num conjunto de regras e constrangimentos que se sabem garantir o bom funcionamento do sistema, quer no agrupamento de prestações, atribuição de Entidade Transportadora ou contabilização dos transportes. Desta forma, oferecem ao sistema soluções não óptimas, no entanto, suficientemente boas, do ponto de vista prático (Romanycia e Pelletier, 1985).

Os princípios, bem como as regras, constrangimentos e parâmetros pelos quais estes algoritmos se regem, constituem o foco deste trabalho. Desta forma, será feita a sua conceptualização e análise em maior detalhe, no **Capítulo 5**, como parte integrante da aplicação da metodologia proposta.

2.4 Oportunidades de Melhoria do SGTD

Após contextualização do SGTD e compreensão da sua arquitectura e funcionamento, ficou evidente a multiplicidade de agentes deste sistema. Esta leva naturalmente à existência de objectivos diferentes, o que se reflecte, por vezes, no aparecimento de conflitos de interesses entre os vários intervenientes do SGTD. Desta forma, na análise de oportunidades de melhoria do SGTD deve, indubitavelmente, considerar-se o impacto das alterações propostas nos múltiplos *stakeholders* do sistema, de modo a aferir a viabilidade e adequação das mesmas, garantindo que não agravam situações de conflito, nem desfavorecem nenhum *stakeholder*, em particular.

Assim, reconhece-se a necessidade de analisar oportunidades de melhoria do SGTD através de uma análise sistémica que integre as visões e interesses dos seus vários intervenientes. Como tal, qualquer metodologia que venha a ser desenvolvida para analisar alterações no sistema em estudo não deve ignorar o seu impacto nos seus múltiplos agentes e objectivos, nem as restrições que advenham das relações existentes entre estes.

No capítulo seguinte, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a temática do transporte programado de utentes, de modo a compreender de que forma esta tem sido, nos últimos anos, abordada na literatura e que sistemas de organização e planeamento de transporte existem noutros países, no âmbito de cuidados de saúde, à semelhança do SGTD.

3. Revisão Bibliográfica

Após identificação do âmbito do SGTD, características e descrição funcional, realizou-se, no presente capítulo, uma revisão bibliográfica com o intuito de compreender de que forma o transporte programado de utentes é abordado na literatura. Com esta revisão, pretendeu-se fazer um levantamento dos sistemas de transporte programado já existentes, tendo-se dado destaque àqueles cujas características e constrangimentos algorítmicos poderão revelar-se pertinentes no âmbito do SGTD.

De forma a recolher informação relevante sobre esta matéria, foi realizado um protocolo de pesquisa recorrendo às bases de dados *Pubmed*, *ScienceDirect* e *Google*, tendo-se utilizado as seguintes palavras-chave: "*patient transport system*", "*patient transportation*", "*healthcare dial-a-ride problem*" e "*pickup and delivery problem*".

Numa primeira secção, será introduzida a forma como o problema de transporte de passageiros é abordado na literatura, bem como as variantes que este pode ter, consoante o contexto em que se enquadra. Serão introduzidos, posteriormente, alguns conceitos-chave e características deste tipo de problema, de modo a permitir a familiarização com os termos utilizados na apresentação de alguns modelos e algoritmos relevantes nesta matéria.

De modo a ilustrar a variedade de abordagens existentes para dar resposta a problemas de organização e planeamento de transporte, serão apresentados alguns sistemas de transporte programado em contexto de cuidados de saúde. Ao analisar sistemas de contexto semelhante ao do SGTD, verificar-se-á semelhanças quer a nível de objectivos considerados, quer a nível de agentes intervenientes, permitindo compreender de que forma estes se reflectem nos seus constrangimentos e requisitos. Alguns dos estudos apresentados, utilizaram metodologias que permitiram analisar novos requisitos e melhorias nos seus sistemas, tendo-se destacado as abordagens que poderão contribuir para o desenvolvimento da metodologia a que este trabalho se propõe. Desta análise, resultou um quadro comparativo entre os vários sistemas apresentados, de modo a evidenciar pontos comuns e a sistematizar informação considerada relevante.

Por fim, é feita uma análise das possíveis adaptações dos modelos estudados à realidade do SGTD, resultando dessa reflexão algumas propostas de trabalho.

3.1 Modelos de Apoio ao Transporte de Passageiros

O problema de transporte de passageiros é abordado tipicamente na literatura como um problema de optimização de rotas, tendo tido, ao longo dos anos, diferentes abordagens consoante o contexto e constrangimentos considerados. Em contraste com o transporte de mercadorias, o transporte de passageiros leva à consideração de um maior número de constrangimentos que têm como propósito a minimização da inconveniência do passageiro. É feita, de seguida, uma descrição da formulação que este problema tem tido nas últimas décadas.

A formulação do *Vehicle Routing Problem* (VRP) foi primeiro introduzida por Dantzig e Ramser (1959) como uma generalização do *Traveling Salesman Problem* apresentada por Flood (1956). O VRP é geralmente definido como um grafo $G = (V, \mathcal{E}, C)$, onde $V = \{v_0, \dots, v_n\}$ é o conjunto de vértices; $\mathcal{E} = \{(v_i, v_j) | (v_i, v_j) \in V^2, i \neq j\}$, o conjunto de arcos; e $C = (c_{ij})_{(v_i, v_j) \in \mathcal{E}}$, a matriz de custo definida sobre \mathcal{E} , representando distâncias, tempos de viagem ou custos. Tradicionalmente, o vértice v_0 é denominado por garagem, enquanto que os restantes vértices, em V , representam pedidos de transporte que precisam de ser atendidos (Pillac *et al.*, 2013). O VRP consiste em determinar um conjunto de rotas para os m veículos estacionados numa garagem, de forma a que cada vértice seja visitado apenas uma única vez, enquanto se pretende minimizar os custos totais da rota.

Ao longo dos anos, diversas variantes deste problema têm vindo a ser estudadas, de forma a melhor compreender e adaptar a situações reais nos mais diversos domínios. Variantes como capacidade finita dos veículos, heterogeneidade dos mesmos, o uso de janelas temporais, aquando do estudo de pedidos programados de *pickup* e *delivery*, tanto de bens, como de passageiros são as mais analisadas na literatura.

O transporte de passageiros relaciona-se com um tipo de problema reconhecido na literatura como *Dial-a-Ride Problem* (DARP) que se trata de um caso particular de um tipo específico de problema na área dos transportes denominado por *Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem* (PDVRP). Este

último relaciona-se com a problemática do transporte de bens, enquanto que um DARP lida com o transporte de passageiros (Kergosien *et al.*, 2011). Assim, o DARP direcciona especial atenção para a minimização da inconveniência do passageiro, contrabalançando com o objectivo-chave, em problemas de optimização de transporte, cujo foco se centra na minimização de custos.

Segundo Beaudry *et al.* (2010), o objectivo de minimizar a inconveniência do passageiro é controlado de forma frequente, impondo limites ao tempo de viagem (tempo despendido no veículo), ao excesso de tempo de viagem (diferença entre o tempo real e o tempo mínimo possível de viagem do utilizador) e aos desvios dos tempos desejados de *pickup* e *delivery*. Maximizar a qualidade do serviço contrabalança, deste modo, com a tentativa de minimizar os custos operacionais de frota, os quais se relacionam com o número de veículos usados, duração total da rota, entre outros. O objectivo do DARP é, deste modo, determinar um conjunto de rotas e planeamentos horários que melhor vão ao encontro de uma situação de compromisso entre estes dois objectivos em conflito.

De seguida, apresentam-se as principais características de um DARP, bem como certos conceitos que lhe são inerentes, por forma a familiarizar o leitor com a terminologia utilizada neste tipo de problemas.

3.2 Dial-a-Ride Problem (DARP)

3.2.1 Principais Características do DARP

Um problema do tipo DARP pode, em primeira análise, classificar-se em três grupos diferentes (Berbeglia *et al.* 2010), o que tipicamente leva a soluções algorítmicas distintas (Ichoua *et al.* 2007). Pode tratar-se de um problema *many-to-many*, em que cada pedido tem um local diferente de *pickup* e de *delivery*. Já num problema *one-to-many*, todos os pedidos partem de um mesmo local de *pickup*, no entanto, para destinos diferentes. Neste mesmo grupo, situam-se os problemas *many-to-one*, verificando-se a situação inversa, em que os pedidos têm locais de *pickup* distintos, no entanto, o mesmo destino. E, por último, pode-se considerar o caso de um problema *one-to-one*, em que todos os pedidos têm os mesmos locais de *pickup* e de *delivery*. Problemas do tipo *many-to-many* revelam ser mais exigentes, uma vez que os locais de *pickup* e *delivery* devem ser atendidos pelo mesmo veículo, com a salvaguarda de que o acto de *pickup* de cada pedido deve sempre preceder o de *delivery* (Ichoua *et al.*, 2007). O SGTD, nesta classificação, enquadra-se num problema *many-to-many*.

Os três tipos de DARPs considerados podem operar segundo dois modos: estático ou dinâmico. No primeiro caso, todos os pedidos de transporte são conhecidos em avanço, levando a que, uma vez construídas as rotas, estas não sofram alterações quando entram em execução. Esta versão do problema foi vastamente estudada na literatura, podendo encontrar-se algumas análises e comparações de modelos e algoritmos no estudo desenvolvido por Cordeau e Laporte (2007). Relativamente ao modo dinâmico, no momento inicial de construção de rotas, nem todos os pedidos são conhecidos. Estes vão sendo anunciados ao longo do dia, levando a que as rotas dos veículos

sejam ajustadas, em tempo real, quando possível satisfazê-los. Esta versão do problema tem vindo, cada vez mais, a ser alvo de análise, podendo encontrar-se várias propostas de abordagem em estudos como os de Ichoua *et al.* (2007), Pillac *et al.* (2013) e Berbeglia *et al.* (2010). Borndörfer *et al.* (1997), no entanto, evidenciam que a distinção entre DARPs dinâmicos e estáticos nem sempre é clara na prática, uma vez que os pedidos de transporte são frequentemente cancelados e, conseqüentemente, as transportadoras poderão permitir a introdução de novos pedidos na solução inicialmente desenhada para um problema estático. Reforça, também, que um DARP dinâmico raramente existe na sua forma pura, visto que, na fase inicial do planeamento há frequentemente pedidos que já são conhecidos. A dificuldade está, assim, em construir rotas com relativa flexibilidade que permita a posterior inserção de futuros pedidos.

Analisando a realidade do SGTD, este apresenta características de um sistema estático, no entanto, com particularidades dinâmicas, confirmando a dificuldade de definição pura referida por Borndörfer *et al.* (1997). Estático, uma vez que todos os pedidos são conhecidos até às 15h30 do dia anterior à realização do transporte, não havendo qualquer alteração no agrupamento de utentes após essa hora, salvo imprevistos excepcionais. No entanto, até essa data, os agrupamentos encontram-se passíveis de alteração, devido à potencial chegada de novas prestações por agrupar de 20 em 20 minutos (frequência com que o algoritmo de agrupamento corre).

Relativamente ao que distingue o DARP dos restantes problemas que abordam a determinação de rotas, Cordeau e Laporte (2007) reforçam que é a perspectiva humana. Do ponto de vista de modelação, como acima referido, o DARP apresenta características de um problema do tipo PDVRP. No entanto, devido à motivação adicional de minimizar a inconveniência do passageiro, o factor tempo (de viagem, desvios, entre outros) ganha uma importância acrescida, apresentando, igualmente, características de um problema denominado na literatura por *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW) (Cordeau e Laporte, 2007). Assim, uma característica comum nos modelos DARP é a imposição de uma janela temporal nos tempos de *pickup* e *delivery*. Existem dois tipos de janelas temporais abordadas na literatura: *one-sided* e *two-sided* (Rodrigues *et al.*, 2012). Num caso de janela *one-sided*, não se revela necessário especificar um horário de início para a janela temporal, mas apenas o seu fim. Já no caso de uma janela bilateral, *two-sided*, são impostos limites temporais de chegada e partida para o acto de *pickup* ou *delivery*, ou ambos, consoante o modelo. Em diversos estudos que fazem este tipo de análise, como o de Jaw *et al.* (1986), a violação de extremos da janela temporal é evitada, através da implementação de constrangimentos no algoritmo. Chegar antes do limite inferior da janela temporal pré-definida para o *delivery* de um passageiro, por exemplo, leva a tempos de espera por parte deste, e, conseqüentemente, ao aumento da sua inconveniência. A violação dos extremos das janelas temporais, consoante se trate de um acto de *pickup* ou *delivery*, para além de tempos de espera, podem ter repercussões bem mais nocivas, quando, por exemplo o destino se trata de um hospital, ou clínica de MCDT, a fim de realizar um exame médico, levando a atrasos consecutivos no planeamento do dia e sub-utilização de recursos. De forma a evitar que tal ocorra, estudos que utilizam janelas temporais penalizam soluções que têm por base rotas que não garantem o cumprimento de *pickups* e *deliveries* dentro das janelas

temporais estabelecidas. Quanto à realidade do SGTD, não existem penalizações em caso de atrasos, nem janelas temporais estabelecidas, cabendo às Entidades Transportadoras contactar os utentes, de forma a combinar os horários mais adequados para que estes cheguem atempadamente às suas prestações.

Relativamente à terminologia do transporte para este tipo de problema, segundo Cordeau e Laporte (2007), devem ser considerados dois pedidos de transporte por cada marcação. Um pedido *outbound*, desde a origem até ao destino (e.g. de casa até ao hospital) e um pedido *inbound*, de regresso.

3.2.2 Principais abordagens algorítmicas a problemas DARP

Cordeau e Laporte (2007) apresentam um estudo no qual identificam as principais características de um DARP, tal como as várias abordagens que este tem tido ao longo dos anos. Deste resultou um levantamento de modelos e algoritmos utilizados para abordar a problemática do transporte de pessoas que tem servido de referência na literatura da área, pelo seu carácter comparativo e muito completo (ver **Anexo A**).

Devido à complexidade de um problema deste tipo, o uso de abordagens exactas na determinação da solução de problemas da vida real não se revela praticável. Vários estudos têm comprovado que algoritmos heurísticos obtêm, ainda assim, muito bons resultados quando comparados com soluções até então feitas de forma manual, tanto a nível de qualidade de serviço, como em relação a custos globais (Toth e Vigo, 1997; Cordeau e Laporte, 2003a).

Diversas versões de DARP têm vindo a ser estudadas nos últimos 40 anos, havendo, nos dias de hoje, uma grande variedade de algoritmos disponíveis para apoiar decisões táticas relativas à alocação de veículos e determinação de rotas para conjuntos específicos de passageiros (Cordeau e Laporte, 2003b). Estes podem utilizar vários tipos de abordagens, e.g. algoritmos *branch-and-bound*, *tabu search* e genéticos (Bowers *et al.* 2012). Segundo Beaudry *et al.* (2010), meta-heurísticas, em particular de *tabu search*, são os métodos que melhor solucionam DARPs estáticos.

Uma outra técnica muito comum neste tipo de problemas, inicialmente explorada por Bodin e Sexton (1986), consiste na definição de *clusters* de passageiros a serem servidos pelo mesmo veículo, previamente à fase de construção da rota. Este tipo de abordagem foi posteriormente otimizada por Dumas *et al.* (1989), Desrosiers *et al.* (1986, 1991) e Ioachim *et al.* (1995). Borndörfer *et al.* (1997) usam, igualmente, uma abordagem de duas fases, na qual, primeiro é feita a construção de *clusters* de passageiros e, seguidamente, estes são agrupados de forma a criar rotas de veículos viáveis. Os seus dois pontos extremos correspondem ao *pickup* do primeiro utilizador e ao *delivery* do último, respectivamente.

Cordeau e Laporte (2007) reforçam, no seu estudo comparativo, que maior ênfase deve ser dada ao estudo de DARPs dinâmicos. O modelo dinâmico deste tipo de problema envolve a construção de uma solução inicial para um número limitado de pedidos conhecidos em avanço e o desenvolvimento

de características capazes de determinar quando um novo pedido deve ser aceite ou não. E, caso seja, de que forma as rotas existentes devem ser reajustadas de forma a comportá-lo.

Várias ocorrências contribuem para um ambiente dinâmico, para além do aparecimento de novos pedidos de transporte (Ichoua *et al.*, 2007). Devem ser, também, considerados tempos de viagem dinâmicos, cancelamento de serviços, avaria de veículos, entre outros. Esta informação precisa de ser processada sob condições temporais estritas, bem como deve ser elaborada uma solução eficiente que integre este *input*, dentro de limitações temporais que permitam a viabilidade da mesma. Tal é possível devido ao rápido crescimento das tecnologias de informação e comunicação, o que permite providenciar informação em tempo real, factor crucial, e a baixos custos.

Existem várias formulações na literatura com o intuito de quantificar o dinamismo de um caso problema (Ghiani *et al.*, 2003; Larsen, 2001). Segundo Ichoua *et al.* (2007), casos de transporte programado de pessoas idosas, ou com algum tipo de deficiência que requeira transporte apropriado, lidam na sua maioria com pedidos de forma estática, sendo um exemplo de problema com baixo grau de dinamismo. Por contraste, serviços de urgência são considerados altamente dinâmicos.

Apresentam-se, em anexo (**Anexo A**), as tabelas desenvolvidas por Cordeau e Laporte (2007) que representam uma síntese muito completa dos vários modelos e algoritmos utilizados para problemas DARP estáticos e dinâmicos. Estas destacam sucintamente as características mais relevantes de cada um, constituindo um bom documento de consulta nesta matéria.

3.2.3 Formação de *clusters* de pedidos de transporte

Dos modelos e algoritmos apresentados no estudo desenvolvido por Cordeau e Laporte (2007), os que mais se aproximam da abordagem tida no SGTD são os que apresentam uma fase de *clustering* prévia à construção de rotas. Esta fase é conceptualmente análoga à de agrupamento de utentes do sistema em estudo, devendo dar-se especial atenção a este tipo de abordagens.

Na formação de *clusters*, é comum a utilização de heurísticas na pesquisa de vizinhança entre pedidos, uma vez que estas têm revelado ser bem-sucedidas quando aplicadas a problemas de *pickup* e *delivery* (Beaudry *et al.* 2010). De forma a agrupar pedidos semelhantes, o “grau de atracção” entre dois pedidos é medido pela proximidade entre os seus locais de *pickup* e *delivery*. No entanto, Gendreau *et al.* (1998) reforçam que não é suficiente considerar apenas distâncias e tempos de viagem, para medir a proximidade entre pedidos, uma vez que dois pedidos de transporte de/para locais próximos poderão ter janelas temporais muito distantes, ou mesmo horários incompatíveis. Desta forma, devem ser consideradas tanto dimensões espaciais, como temporais, na caracterização de uma vizinhança.

Os algoritmos de organização de transporte do SGTD, à semelhança dos métodos de *clustering*, têm por base uma heurística desenvolvida de modo a agrupar as várias prestações, segundo critérios de compatibilidade das características do seu transporte. Estas consideram dimensões tanto espaciais, como temporais, na fase de formação de agrupamentos de transporte, como se verá

adiante. É de realçar, no entanto, que o SGTD é responsável pela formação de agrupamentos de transporte, mas não pela construção de rotas, cabendo às Entidades Transportadoras estabelecer o percurso que lhes for mais conveniente para os agrupamentos que lhes são atribuídos.

3.2.4 Sistemas *dial-a-ride* aplicados a contextos de cuidados de saúde

Uma vez caracterizado o problema do transporte programado de passageiros, abordado como um DARP na literatura, resta identificar quais as condições que este deve considerar, quando aplicado a um contexto mais delicado, como o de cuidados de saúde. Nesta secção, será feita a descrição de alguns sistemas de transporte programado no âmbito da prestação de serviços de cuidados de saúde, cujas características ou objectivos propostos se julgaram pertinentes, e potencialmente úteis, aquando da análise de possíveis melhorias do SGTD.

O problema de transporte de utentes, considerado um problema de carácter logístico do ponto de vista estrutural, pode ser considerado um problema DARP, mas na realidade é consideravelmente mais complexo quando considerado neste contexto, devido aos requisitos específicos dos meios hospitalares e clínicas de saúde (Beaudry *et al.*, 2010; Hanne *et al.*, 2007). O objectivo “minimização da inconveniência do utente” toma um peso consideravelmente maior neste contexto devido à condição, por vezes, mais debilitada de alguns passageiros.

Uma característica comum nos modelos DARP é a imposição de uma janela temporal nos tempos de *pickup* e *delivery*. Num ambiente de cuidados de saúde, tal constrangimento toma um papel bem mais significativo, devido ao carácter de maior criticidade deste tipo de serviços. Por exemplo, a chegada tardia de um utente a uma unidade de serviço como uma sala de operações, ou uma unidade de imagiologia de ressonância magnética, resulta na sub-utilização de recursos valiosos. Para além disso, quebra a programação inicial de horários do departamento e, num pior cenário, desencadeia um efeito dominó, levando ao atraso de todos os utentes com marcações a seguir (Beaudry *et al.*, 2010).

Apresentam-se, de seguida, alguns sistemas de organização e planeamento de transporte no âmbito de cuidados de saúde. Os estudos destacados foram escolhidos por representarem uma variedade de metodologias, algoritmos e características que torna evidente a diversidade de abordagens que podem ser tidas na análise de oportunidades de melhoria em sistemas com objectivos semelhantes ao do SGTD.

Relativamente ao estudo desenvolvido por Kergosien *et al.* (2011), este é destacado por apresentar um algoritmo que recorre ao uso de memória adaptativa e pelos constrangimentos e tipos de transporte considerados num problema dinâmico de contexto hospitalar. Quanto ao estudo desenvolvido por Borndörfer *et al.* (1997), este é considerado relevante, uma vez que consistiu no desenvolvimento de um sistema com um procedimento de duas fases, *clustering* e *chaining*, o Telebus. Este utiliza, à semelhança do SGTD, o conceito de serviço em simultâneo. No estudo desenvolvido por Melachrinoudis *et al.* (2007), realça-se a construção de um modelo que permitiu

formular algumas recomendações quanto ao funcionamento ineficiente do transporte numa organização americana que providencia tratamentos e reabilitação para toxicodependentes. Quanto ao sistema REBUS, desenvolvido por Madsen *et al.* (1995), este destaca-se pela multiplicidade de objectivos e métodos de hierarquização da inserção de pedidos numa rota. Relativamente ao Opti-TRANS[®], desenvolvido por Hanne *et al.* (2007), destaca-se pela metodologia desenvolvida, constrangimentos considerados e indicadores de desempenho definidos. É de realçar, igualmente, neste estudo, o desenvolvimento de um modelo de simulação que permitiu compreender e melhorar o sistema em foco. Por último, refere-se o PTARMIGAN, sistema desenvolvido por Bowers *et al.* (2012), por ter utilizado um modelo de simulação como ferramenta de apoio à decisão para alocação de recursos no serviço de transporte de utentes escocês.

3.2.4.1 Transporte Dinâmico de Utentes entre Unidades do Complexo Hospitalar de Tours, França

Kergosien *et al.* (2011) abordaram o problema de transporte dinâmico de utentes entre unidades de cuidados de saúde aplicado ao Complexo Hospitalar de Tours, em França. Este encontra-se disperso por toda a cidade, sendo que cada área de serviço é um hospital composto por unidades de saúde de diferentes especialidades. É frequente um utente ter de deslocar-se entre diferentes unidades. Quando a deslocação precisa de um veículo, a resposta aos pedidos de transporte é dada pelos operadores da estação central de ambulâncias, que é composta por 25 veículos de capacidade unitária, de diferentes tipos, e 55 motoristas. Em média, apenas 30% dos pedidos são conhecidos no início do dia, sendo que os restantes chegam posteriormente de forma dinâmica. Assim, o objectivo deste estudo prendeu-se na proposta de um método que apoiasse os operadores a satisfazer em tempo real todos os pedidos de transporte e respectivos requisitos, de forma a que o custo para o hospital fosse minimizado e os pedidos satisfeitos a tempo, ou o mais cedo possível.

Neste estudo, foram considerados três tipos de transporte: clássico, contagioso e medicamente assistido. Para além dos constrangimentos habituais de um DARF, foram adicionalmente considerados os seguintes:

- Alguns veículos não podem ser utilizados imediatamente após terem realizado um transporte (por vezes é necessária desinfeção);
- As equipas de transporte não estão associadas a um veículo específico, podendo ser alteradas diversas vezes durante o dia (consoante os requisitos de veículo para cada pedido);
- Em caso de necessidade, os pedidos podem ser sub-contractados com uma companhia privada, acrescentando custos que se pretendem evitar.

Para tal, foi proposto um algoritmo dinâmico de *tabu search* que recorre ao uso de memória adaptativa. Esta permite o armazenamento de uma lista de rotas possíveis, ordenadas de forma decrescente de qualidade, com base nas melhores soluções obtidas anteriormente. O algoritmo actua de forma iterativa, de modo a melhorar o conjunto inicial de soluções e a prever a melhor sequência de pedidos.

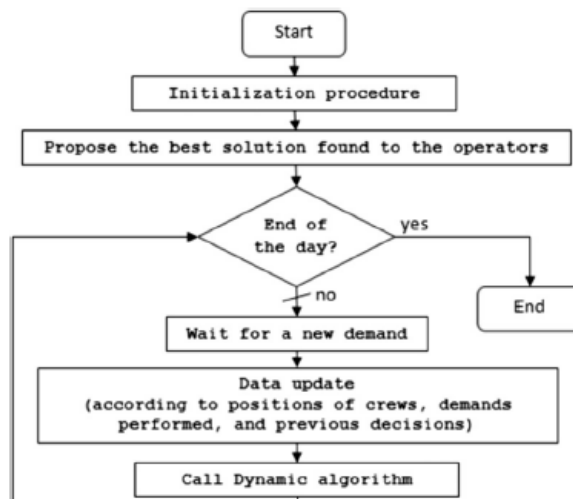


Figura 4 – Fluxograma do funcionamento do sistema proposto por Kergosien *et al.* (2011).

Neste estudo, evidencia-se a vantagem de utilização de memória adaptativa, no sentido em que, perante a inviabilidade da solução actual, devido a eventos inesperados (pedidos urgentes, p.e.), uma boa nova solução pode ser rapidamente encontrada (em menos de cinco segundos), conferindo maior robustez ao método.

3.2.4.2 *Telebus*: Sistema *dial-a-ride* de Berlim, Alemanha

Borndörfer *et al.* (1997) desenvolveram um procedimento que dá resposta ao problema de planeamento dos autocarros responsáveis pelo sistema de transporte *Telebus*, em Berlim. Este tem como finalidade apoiar pessoas idosas e/ou portadoras de algum tipo de deficiência que, como tal, não podem usufruir da rede de transportes públicos usual. Realiza, assim, transportes porta-à-porta e ajuda nos pontos de partida e destino, sempre que solicitado.

O *Telebus* é financiado pelo Senado do Departamento de Assuntos Sociais de Berlim (SenSoz) e operacionalizado pela Berliner Zentralausschuß für Soziale Aufgaben e.V. (BZA), associação de organizações de caridade. Conta com uma rede de 100 mini-autocarros alugados a instituições de caridade e companhias comerciais (num total de cinco tipos de veículos diferentes), tendo, aproximadamente 1000 a 1500 pedidos de transporte por dia. Desde 1995, o *Telebus* suporta e integra a sequência completa de operações no BZA, tais como a requisição, programação de veículos, radiotelefonia, contabilidade, monitorização e estatísticas.

Ao desenvolver o procedimento de construção de rotas dos veículos do *Telebus*, foi considerado um conjunto de regras, de modo a determinar a sua viabilidade, tais como:

- Regras contratuais de aluguer e de regulação laboral (duração tabelada de turnos de aluguer; horas máximas de duração; pausas obrigatórias de 30 minutos entre a 4^a e 6^a hora de turno);
- A rota começa e acaba no armazém do veículo;
- Não é permitido esperar ou fazer pausas com passageiros a bordo.

As rotas construídas pretendiam minimizar os custos operacionais dos veículos e tripulação, bem como satisfazer o cliente em termos de pontualidade de serviço. Assim, foi utilizada uma abordagem de duas fases, de modo a criarem-se rotas que satisfaçam as regras consideradas e os objectivos

identificados. A primeira fase do processo consiste na construção de *clusters* de pedidos, seguida de uma fase de encadeamento dos mesmos, construindo-se a rota, em si.

Os autores definem *cluster* com um conjunto de pedidos que são vantajosamente servidos em simultâneo, correspondendo ao sub-circuito máximo em que o veículo não está vazio. É introduzido, assim, o conceito de serviço em simultâneo.

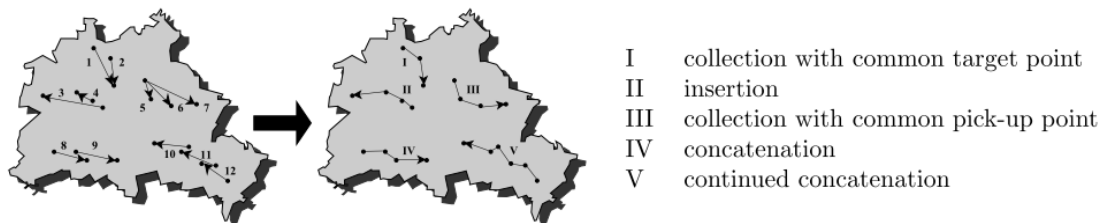


Figura 5 – Diferentes tipos de formação de *clusters* considerados no *Telebus* (Borndörfer *et al.*, 1997).

Desta forma, o processo de programação de veículos é decomposto em duas fases: *clustering* e *chaining*. Na fase de *clustering*, é feita a combinação de pedidos em grupos, através de um processo de otimização local, de forma a dar maior uso à capacidade dos veículos e, no fundo, reduzir o tamanho do problema em análise. Na segunda fase, denominada pelos autores como *chaining*, procede-se à construção de circuitos como sequências de *clusters*, agora sim, lidando com os constrangimentos e regras de viabilidade das rotas, já mencionados.

O problema de construção de *clusters* tem como objectivo central o agrupamento de pedidos cuja soma das distâncias internas de viagem seja mínima, garantindo que cada pedido está contido em apenas um, e só um, *cluster*. Da mesma forma, pretende-se construir rotas, de forma a que cada *cluster* seja visitado uma, e só uma, vez. Estes problemas foram modelados pelos autores como um problema de partição de conjuntos. A principal vantagem deste tipo de abordagem deve-se à significativa simplificação do problema, uma vez que se torna mais fácil construir rotas com um menor número de “objectos”, de forma a garantir inexistência de sobreposições. Em contraponto, a principal desvantagem na utilização de um processo de planeamento em fases centra-se no facto do método devolver soluções sub-óptimas. Ainda assim, a aplicação deste processo faseado na programação de transportes do *Telebus* levou a melhorias significativas no serviço prestado: verificou-se uma redução do tempo de avanço necessário à requisição do serviço (passou de 3 a 1 dia); maior pontualidade dos autocarros; simplificação do trabalho na central, bem como uma redução de custos associados ao serviço.

3.2.4.3 DARP aplicado à organização *Center for Addictive Behavior (CAB) Health and Recovery Services Inc.*, na área metropolitana de Boston, EUA

Melachrinoudis *et al.* (2007) desenvolveram um modelo de *dial-a-ride* duplo (com percursos *inbound* e *outbound*) no âmbito da organização sem fins lucrativos *CAB Health and Recovery Services Inc.*. Esta organização providencia tratamentos e reabilitação para toxicodependentes provenientes de nove centros de tratamento dispersos pela área metropolitana de Boston. Neste

contexto, as deslocações envolvem viagens programadas para desintoxicação, cuidados de saúde intermédios, consultas médicas e de acompanhamento psicológico, entre outros.

O sistema de transporte apresentava diversas ineficiências devido à sua descentralização, tais como viagens em duplicado, descoordenação no despacho de veículos o que, conseqüentemente, levava ao aumento de custos de transporte, ocorrência de atrasos, tempos de espera longos, tempos de deslocação extra, tempos excessivos de veículos inactivos e sub-utilização de veículos.

O modelo apresentado pelos autores teve, assim, dois objectivos: minimização dos custos totais de transporte e da inconveniência total do utilizador em termos de tempo (excessivo tempo de deslocação, atrasos ou adiantamento na chegada antes da prestação, atraso no tempo de recolha após prestação). A função-objectivo utilizada resultou numa combinação ponderada destes dois objectivos. Os *inputs* do modelo considerados foram os seguintes: tempo e custo inter-nodal; capacidade dos veículos em termos de passageiros a transportar e tempos de preferência para *pickup* e *delivery* de cada passageiro. No desenvolvimento do modelo, os autores adoptaram um conjunto de pressupostos destacando-se, de entre seis pontos referidos, a assunção de que a inconveniência do utilizador corresponde a uma função linear em relação ao tempo total de viagem em excesso, tempo de *delivery* antecipado, ou com atraso, e atraso no tempo de *pickup*, sendo que quaisquer desvios nestes tempos previstos são alvo de penalizado na função-objectivo. Os resultados do modelo permitiram formular algumas recomendações à CAB:

- Coordenar as rotas/horários entre garagens através de um procedimento de despacho centralizado e planear os horários de marcação o mais próximos possível para nodos-destino que estão próximos entre si;
- Permitir que os veículos sirvam quaisquer clientes, invés de atribuí-los previamente a um restrito número de clientes dentro do território geográfico da sua garagem de origem.
- Alargar as janelas temporais de cada marcação de forma a originar rotas mais eficientes.
- Planear novas marcações coordenando-as com as já existentes, de forma a evitar viagens vazias e rotas duplicadas.

3.2.4.4 REBUS - Sistema de Planeamento de Rotas do *Copenhagen Fire-Fighting Service* (CFFS), Dinamarca

Madsen *et al.* (1995) desenvolveram o sistema REBUS que soluciona o problema de construção de rotas e planeamento *dial-a-ride* com janelas temporais da *Copenhagen Fire-Fighting Service* (CFFS), para o transporte de pessoas mais idosas ou portadoras de algum tipo de deficiência. Este sistema *on-line* de planeamento de transportes foi desenvolvido de forma a dar resposta a 300 pedidos e 24 veículos ao mesmo tempo, sendo cada novo pedido adicionado e planeado num período máximo de 2 segundos (problema dinâmico). O REBUS surgiu como uma versão melhorada e generalizada do algoritmo proposto por Jaw *et al.* (1986).

A particularidade mais relevante deste sistema, prende-se no facto de considerar múltiplas capacidades dos veículos e múltiplos objectivos, sendo estes: (1) minimização do tempo total de

viagem; (2) minimização do número de veículos; (3) minimização do tempo total de espera; (4) minimização de desvios; e (5) minimização e custos.

Uma vez evidente que não seria possível estabelecer um critério de forma a que a melhor solução fosse encontrada, foi desenvolvido um procedimento que permitisse distinguir uma boa solução de uma má solução, através da construção de uma função-objectivo que reflectisse os vários objectivos do sistema. Para tal, foi construído um modelo com um conjunto de parâmetros que indicasse os pesos relativos de cada objectivo, de modo a que o algoritmo os pesasse, de forma flexível, e que a solução reflectisse as preferências dos utilizadores.

Durante a inserção de novos pedidos no sistema, estes são organizados de forma a que os pedidos aparentemente mais “difíceis” de inserir sejam inseridos primeiro, sendo-lhes dada prioridade máxima. De seguida, de forma a classificar as diferentes inserções de um pedido num plano preliminar, é calculada a sua “carga de inserção” (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Parâmetros considerados no modelo de Madsen *et al.* (1995). À esquerda, parâmetros relacionados com o pedido de transporte e, à direita, parâmetros relacionados com a inserção do pedido.

Parâmetros relacionados com o pedido de transporte	Parâmetros relacionados com a inserção do pedido numa rota
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Janela Temporal; ▪ Tempo máximo de viagem; ▪ Capacidade do pedido. <p>A prioridade de um pedido é dada pela soma dos parâmetros anteriores. Um valor maior implica que o pedido é inserido mais cedo no procedimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tempo de condução; ▪ Tempo de espera; ▪ Desvios; ▪ Utilização de capacidade. <p>Estes parâmetros são considerados para cada paragem. Desta forma, a soma é feita considerando todas as paragens.</p>

Uma vez ordenados os pedidos, o algoritmo de inserção corre, apresentando os seguintes passos: **Passo 1:** Considera o próximo pedido, em J (conjunto de pedidos, *jobs*), que ainda não está alocado a nenhum veículo. **Passo 2:** Para cada veículo, em V (conjunto de veículos), gera todas as possíveis inserções do pedido no seu horário e calcula as alterações na função-objectivo (passo mais demorado do algoritmo). **Passo 3:** Se existir alguma inserção possível, então a inserção que altera da menor forma a função-objectivo é seleccionada, o pedido é inserido no planeamento desse veículo e removido de J . **Passo 4:** Enquanto J não estiver vazio, o algoritmo volta ao **Passo 1**, caso contrário, pára.

O REBUS recolhe, igualmente, dados estatísticos sobre os planeamentos, que podem ser usados para avaliar a utilização dos veículos durante o dia. É de referir, também, que o utilizador pode alterar pedidos entre veículos que não estejam em serviço, podendo, deste modo, alterar a solução. Este sistema faz uso de uma base de dados que contém as distâncias mais curtas entre pontos geográficos seleccionados. Utiliza, também, um sistema de interface que apresenta as soluções

encontradas e realiza a comunicação com o utilizador, e um sistema de controlo que actualiza o REBUS com informação sobre novos clientes e que activa a função de planeamento.

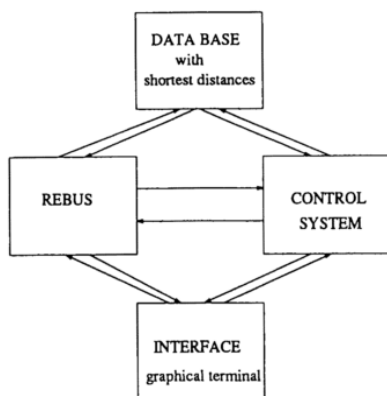


Figura 6 – Diagrama ilustrativo do REBUS e sistema circundante (Madsen *et al.*, 1995).

3.2.4.5 Opti-TRANS® - Sistema de Planeamento de Transportes Intra-hospitalares

Hanne *et al.* (2007) desenvolveram uma metodologia de forma a dar resposta aos problemas subjacentes a um DARP com constrangimentos específicos de contexto hospitalar. Estes constrangimentos (Tabela 5) reflectem o carácter crítico deste tipo de transporte, devendo ser satisfeitos por qualquer solução que se apresente viável. A metodologia desenvolvida tem por base métodos heurísticos que permitem assegurar de modo eficiente e atempado os transportes de utentes. Deste modo, pretende-se maximizar a qualidade do serviço (através da minimização da inconveniência do utente), contrabalançado com os custos de operação de frota.

Tabela 5 – Constrangimentos considerados por Hanne *et al.* (2007), em contexto hospitalar.

Constrangimentos	Descrição
Constrangimentos de visita	Os locais de <i>pickup</i> e <i>delivery</i> de um pedido são visitados apenas uma vez.
Constrangimentos de garagem	A rota de cada veículo começa e termina nas garagens correspondentes.
Constrangimentos de capacidade	A capacidade multi-dimensional disjuntiva de cada veículo não pode ser excedida. Não deve ir no veículo mais equipamento do que aquele que pode ser suportado por este.
Constrangimentos de emparelhamento	Os locais de <i>pickup</i> e <i>delivery</i> de cada pedido devem ser visitados pelo mesmo veículo.
Constrangimentos de precedência	Cada utente deve ser <i>picked up</i> antes de <i>dropped off</i> .
Constrangimentos de inconveniência do utente	Deve haver um tempo máximo de viagem estabelecido.
Constrangimentos de recursos	Os períodos de serviço dos veículos e das equipas de transporte devem ser respeitados. Desvios do tempo desejado para períodos de descanso não poderão exceder determinado limite.
Constrangimentos do serviço hospitalar	Pedidos para transporte individual devem ser cumpridos. Transportes que requeiram assistência médica devem ser encarados como uma cadeia de pedidos.

De forma a avaliar a qualidade da solução do problema, os autores desenvolveram um conjunto de indicadores de desempenho (**Tabela 6**) que integram a função-objectivo a ser minimizada, com base em discussões com gestores de logística, transportadores, gestores financeiros e em observações feitas pelos próprios. O objectivo é, deste modo, minimizar a soma ponderada destes quatro critérios, sendo que o peso atribuído a cada um reflecte a preferência do hospital nos objectivos individuais. Um hospital que tenha a sua própria frota de ambulâncias geralmente dá maior importância ao impacto dos custos (critérios 2 e 3), enquanto que um hospital que trabalhe com um serviço externo de ambulâncias tende a dar preferência à conveniência do utente (critérios 1 e 4).

Com base nesta metodologia, Hanne *et al.* (2007) desenvolveram um sistema computacional de planeamento, o Opti-TRANS[®], que suporta todas as fases do fluxo de transporte intra-hospitalar, desde a marcação e agendamento de pedidos, despacho de veículos, monitorização e acesso a informação do transporte em tempo real.

Tabela 6 – Indicadores de desempenho considerados por Hanne *et al.* (2007), em contexto hospitalar.

Indicadores de Desempenho		
1	Atraso total	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relaciona-se com a inconveniência do utente; ▪ Pode ter impacto negativo indirecto nos custos hospitalares ▪ Embora existam janelas temporais, desvios do tempo máximo de atraso desejado podem existir, sendo, no entanto, penalizados.
2	Prematuridade total	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relaciona-se com custos operacionais de frota; ▪ Chegar antes da hora gera tempos de inactividade para a equipa que está no veículo, o que leva ao aumento directo de custos, sendo penalizado.
3	Tempo total de condução	Permite quantificar o nível de utilização dos veículos e equipas.
4	Tempo total de transporte	Medida de satisfação do utente

Dois projectos desenvolvidos em parceria com hospitais consistiram no primeiro passo que levou ao desenvolvimento do Opti-TRANS[®]. Estes permitiram compreender as necessidades de optimização nas actividades logísticas dos departamentos responsáveis pela gestão do transporte de utentes, identificar pontos fracos no fluxo de transportes e analisar os requisitos de um sistema de planeamento. Destaca-se o estudo desenvolvido no *Saarland University Hospital*, organização de cuidados de saúde localizada no sudoeste da Alemanha. O campus deste hospital encontra-se disperso por uma área vasta com mais de 100 edifícios, tendo uma frota heterogénea de onze

ambulâncias que transporta aproximadamente 400 utentes por dia, sendo que, de noite e aos fins-de-semana, os transportes são da responsabilidade de um serviço privado de ambulâncias. O sistema de transporte de utentes apresentava falhas evidentes, sendo uma das principais queixas dos utentes o atraso dos veículos, levando, em caso de atrasos, à sub-utilização de equipamento e das equipas das unidades de diagnóstico e terapia que esperam pelos utentes, com custos associados.

Os autores foram contactados para analisarem o problema e sugerirem alternativas de melhoria da qualidade do serviço do departamento de transporte de utentes deste hospital. Para tal, os autores optaram por desenvolver um modelo de simulação de eventos discretos, de forma a reproduzir o comportamento do sistema de transporte de utentes, cumprindo os seguintes objectivos: (1) Medição do desempenho do sistema através dos mesmos quatro critérios previamente discutidos com o hospital; (2) Utilização de uma interface visual que reproduza realisticamente o sistema de transporte de utentes, levando a uma maior aceitação do modelo por parte dos decisores; (3) Possibilidade de simular diferentes cenários e que os seus resultados possam ser avaliados através de várias medidas de desempenho; (4) Possibilidade de compreender melhor a forma como o serviço de transportes funciona, apoiando o posterior desenvolvimento de métodos de optimização.

A simulação levada a cabo pelos autores permitiu não só confirmar certas suspeitas relativamente à má gestão dos transportes, como também, realçar aspectos até então ainda não considerados, evidenciando a utilidade de um modelo de simulação no apoio da tomada de decisão.

3.2.4.6 PTARMIGAN - Modelo de Alocação de Recursos para o Serviço de Transporte de Utentes Escocês através de Análise Geográfica

Na Escócia, o Serviço de Transporte de Utentes encontra-se sob fortes restrições orçamentais, o que leva a uma revisão contínua da alocação dos seus recursos. Bowers *et al.* (2012) desenvolveram uma ferramenta de apoio à decisão que permite prever uma alocação ajustada dos recursos em todo o país, tendo em conta a população existente em áreas rurais remotas, tão comum nesta geografia, bem como avaliar o impacto de políticas alternativas. Através de uma simulação de Monte Carlo, foi possível estimar a distribuição de pedidos e, aplicando iterativamente um algoritmo de construção de rotas, determinaram-se os recursos implicados no seu transporte.

Nesta análise, e dada a escala do problema, os autores procuraram usar dois tipos de modelos, cada qual com um nível de detalhe diferente, adequados a propósitos distintos. Numa primeira fase, utilizaram um modelo mais simples, de forma a aumentar a transparência de todo o processo, tornando esta ferramenta mais acessível aos vários *stakeholders* do sistema. Os autores realçam a importância do envolvimento dos vários *stakeholders* no processo de tomada de decisão, como factor crítico para a implementação com sucesso de medidas resultantes deste estudo, uma vez existem numerosas partes a competir por recursos limitados, sendo necessário justificar os resultados tanto a gestores, como ao pessoal responsável pelo transporte e aos próprios utentes. Por fim, para validação dos resultados, foi utilizado um modelo mais rigoroso, com recurso a um algoritmo genético.

A utilização do sistema PTARMIGAN, como ferramenta de apoio à decisão, permitiu: (1) Identificar uma estratégia de alocação de recursos mais racional; (2) Quantificar o efeito das áreas mais remotas e rurais no sistema; (3) Analisar situações de compromisso entre níveis de serviço e recursos necessários dentro de vários cenários de fluxo de pedidos futuros.

Embora o PTARMIGAN não se trate de um sistema de planeamento de transporte programado, faz uso de um modelo de simulação que permite prever o comportamento do sistema perante vários cenários de pedidos de transporte e alocar, em conformidade, os recursos necessários. Para tal, utiliza um algoritmo heurístico, de forma a estimar as rotas necessárias para dar resposta aos vários pedidos. Com o intuito de validar os resultados obtidos, foi feita uma comparação com um algoritmo genético, de abordagem mais rigorosa, tendo-se concluído que o algoritmo inicialmente utilizado oferece uma combinação de tempos de processamento e transparência na construção de rotas muito satisfatórios para o tipo de estudo desenvolvido, apresentando um grau de desempenho similar relativamente ao algoritmo genético. É reforçado, no entanto, que deve haver uma adequação dos algoritmos utilizados no modelo, consoante o problema em estudo e os objectivos propostos.

De seguida, apresenta-se uma tabela comparativa com os diferentes sistemas e modelos analisados de transporte programado no contexto de cuidados de saúde (**Tabela 7**). Apresenta-se, igualmente, os constrangimentos considerados pelo SGTD, para comparação, não esquecendo, no entanto, que este sistema não é responsável pela construção de rotas, em contraste com os restantes.

Tabela 7 – Comparação de constrangimentos e algoritmos de vários sistemas e modelos de organização de transporte em contexto de cuidados de saúde.

Estudo		Constrangimentos										Linguagem de Programação	Algoritmos
		Temporais					Logísticos						
Autores	Sistema	Tempo máximo de percurso	Janelas Temporais	Desvio máximo	Tempos de pickup e delivery não nulos	Tempos de espera dos veículos	Veículo pode estar inactivo quando tem passageiros	Tipos de veículos diferentes	Veículos com capacidade múltipla	Várias Garagens	Sub-contrata entidades privadas (táxis, p.e.)		
Kergosien <i>et al.</i> (2011)	-	Sim	Sim	Não	Sim	-	Não	Sim	Não	Sim	Sim	C++	Tabu Search
Borndörfer <i>et al.</i> (1997)	Telebus	Sim	Sim	-	Sim	-	Não	Sim	Sim	-	-	C	Branch-and-cut
Melachrinoudis <i>et al.</i> (2007)	-	Sim	Sim	-	Não	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Não	-	Tabu Search
Madsen <i>et al.</i> (1995)	REBUS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	-	Sim	C++	Heurística de inserção
Hanne <i>et al.</i> (2007)	Opti-TRANS®	Sim	Sim	-	-	-	-	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Heurística de inserção e algoritmo evolutivo
Bowers <i>et al.</i> (2012)	PTMARMIGAN	-	Sim	Sim	-	-	-	Sim	Sim	Sim	Não	-	Heurística e algoritmo genético
Link Consulting	SGTD	Não	N/A	N/A	N/A	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	N/A	Java	Heurística

3.3 Possíveis adaptações à realidade do SGTD

Da análise dos diferentes estudos referidos ao longo da revisão bibliográfica, é possível ter a percepção de que, embora todos fossem considerados estudos DARP, consoante o contexto, especificações do cliente, requisitos do utilizador, escala do problema, cada caso revelou ter características muito próprias. Mesmo dentro do mesmo contexto (cuidados de saúde), foi possível encontrar uma grande variedade de abordagens a problemas relativamente semelhantes. Ainda assim, alguns pontos poderão ser considerados comuns à realidade do SGTD, ou mesmo servir de base para a apresentação de alternativas ao funcionamento actual dos algoritmos deste sistema.

Todos os estudos apresentados, perante uma lista de pedidos, quer se considere um ambiente estático ou dinâmico, tiveram como propósito final otimizar a construção de rotas para os veículos disponíveis, contrabalançando, sempre que possível, os mesmos objectivos:

1. Minimização de custos totais;
2. Minimização da inconveniência do passageiro.

Com recurso a diferentes estratégias e constrangimentos que melhor reflectissem o enquadramento do sistema, muitos algoritmos foram construídos, de forma a conciliar estes dois objectivos de delicado balanço. Situações de compromisso foram conseguidas, na sua maioria, recorrendo a heurísticas, métodos que melhor revelaram ser capazes de abranger um tão elevado número de requisitos, constrangimentos e, por vezes, de objectivos.

Regressando à realidade do SGTD, este sistema é responsável pela formação de agrupamentos de transporte e atribuição dos mesmos às Entidades Transportadoras. No entanto, a responsabilidade do percurso escolhido e ordem de *pickups* e *deliveries* dos utentes é imputada às Entidades Transportadoras, cabendo-lhes a total gestão dos percursos e ordenação de pedidos, conforme lhes for possível e mais conveniente. Desta forma, não pode ser considerado um sistema de rotas.

A implementação de um sistema deste tipo alteraria por completo o formato actual do SGTD. Diminuiria a liberdade dada, até então, às Entidades Transportadoras, alteraria de forma radical o sistema de contabilização do transporte e levaria à reformulação do conceito de áreas de actuação, até ao momento estabelecido por conjuntos de freguesia. Perante estas alterações do sistema em pontos considerados chave, é possível prever alguma resistência por parte das Entidades Transportadoras, devido às profundas alterações que sofreriam as suas práticas. Por contraste, esta alternativa pode revelar-se pertinente do ponto de vista das Entidades Requisitantes, as quais são responsáveis pelo pagamento do serviço de transporte (princípio do prescriptor pagador) e das ARSs, entidades gestoras do sistema. Relativamente à Link, detentora do sistema, tal medida levaria a um esforço significativo na alteração dos algoritmos de organização do transporte actuais, no entanto, se tal fosse o desejo do seu cliente, perante evidências significativas de redução de custos, tornaria o SGTD num sistema mais atractivo e eficaz, tendo em conta o contexto de contenção de despesas em

que as ARSs se encontram. Assim, a implementação de um sistema de rotas seria, sem dúvida, a proposta de trabalho mais radical de alternativas à realidade do SGTD.

Um outro aspecto abordado em alguns estudos referidos na revisão bibliográfica prende-se nos procedimentos utilizados, aquando da pesquisa da “melhor vizinhança” de pedidos. Tal aplica-se, essencialmente, aos algoritmos de duas fases, em que ocorre uma fase inicial de *clustering*, análoga à formação de agrupamentos de transporte do SGTD. Deste modo, uma outra proposta de trabalho, seria investigar diferentes métodos de *clustering* existentes na literatura e analisar o impacto da sua implementação na formação de agrupamentos de transporte no SGTD. Através desta análise, poder-se-iam abrir portas a alternativas que minimizassem custos, devido ao melhor aproveitamento da capacidade total dos veículos disponíveis. A minimização da inconveniência dos utentes poderia, igualmente, ser conseguida através da escolha de critérios de “pesquisa de vizinhança” que considerassem o conforto do utente.

Uma terceira proposta de trabalho tem por base a importância evidenciada nos estudos desenvolvidos por Melachrinoudis *et al.* (2007), Hanne *et al.* (2007) e Bowers *et al.* (2012), do uso de ferramentas de apoio à decisão na análise de melhorias a sistemas de organização e planeamento de transporte de utentes. Esta proposta vai ao encontro dos objectivos do presente trabalho, em que se pretende analisar oportunidades de melhoria dentro do quadro actual do SGTD e não na procura de um modelo que lhe seja alternativo. Desta forma, pretende-se desenvolver uma metodologia que permita analisar alterações nos algoritmos actuais do SGTD e a sua viabilidade através do impacto nos múltiplos *stakeholders* e objectivos do sistema.

Após revisão de diferentes metodologias e abordagens na literatura a problemas de transporte programado, é possível concluir que, embora algumas apresentem pontos possíveis de adaptar à realidade do SGTD, nenhuma satisfaz na íntegra o propósito em estudo, devido à especificidade do sistema em análise. Desta forma, revela-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia ajustada ao contexto e características do SGTD que:

1. Permita identificar alterações pertinentes a analisar nos algoritmos do sistema;
2. Considere os múltiplos intervenientes e objectivos do sistema;
3. Avalie o impacto das alterações identificadas, no ponto 1, nos intervenientes e objectivos, referidos no ponto 2, de forma a identificar oportunidades de melhoria no sistema.

4. Componentes da Metodologia

Não se tendo encontrado na literatura uma metodologia que satisfizesse na íntegra o propósito em estudo, apresenta-se, neste capítulo, uma metodologia desenvolvida de acordo com as características e contexto do SGTD. Numa primeira fase, será apresentado o desenho metodológico desenvolvido, explorando-se, de seguida, as várias etapas integrantes e os diferentes métodos e abordagens utilizados ao longo da metodologia proposta.

4.1 Desenho Metodológico

A metodologia proposta foi desenvolvida de forma a analisar oportunidades de melhoria do SGTD, através da análise do impacto de alterações na lógica funcional e parâmetros dos seus algoritmos, nos múltiplos objectivos e intervenientes deste sistema. Para tal, foram utilizados diferentes métodos, com base teórica encontrada na literatura, cuja combinação diferencia a metodologia proposta das técnicas existentes.

A combinação de diferentes metodologias e métodos com propósitos de análise distintos, no entanto, complementares, permite analisar um sistema como um todo, de forma mais eficaz, não desfavorecendo nenhuma das suas componentes. Uma vez que a metodologia proposta apresenta estas características, esta consiste numa multimetodologia (Mingers e Brocklesby, 1997).

Ao longo das várias etapas da metodologia proposta (**Figura 7**), optou-se por adoptar uma abordagem sociotécnica, uma vez que este trabalho pretende apoiar a decisão da Link Consulting, sendo, como tal, pertinente ajustar e aferir as várias análises, de acordo com as necessidades e pontos de vista da empresa. Desta forma, no desenvolvimento desta metodologia foram consideradas duas componentes de igual importância: social e técnica (Cherns, 1976).

Relativamente à componente social, esta consistiu num processo contínuo de interação com a equipa de *HealthCare Solutions*, da Link Consulting, ao longo das várias fases do trabalho. Esta interação foi feita sob a forma de reuniões e um *workshop* com os vários elementos da equipa, sempre que se julgou pertinente explorar os pontos de vista da empresa e aferir se o trabalho realizado ia ao encontro da análise pretendida por esta. Nestes momentos, foi sempre estimulada a reflexão e partilha de perspectivas entre os vários elementos da equipa, o que permitiu, em consenso, ajustar o trabalho realizado, sempre que necessário.

Quanto à componente técnica, esta engloba todos os métodos utilizados nas várias fases da metodologia. Esta incide com maior significância na fase de análise de *stakeholders* do SGTD, definição de indicadores de desempenho e na construção e validação do modelo de simulação das alterações propostas aos algoritmos.

As diferentes etapas da metodologia proposta, bem como a sua componente social, encontram-se esquematizadas na **Figura 7**.

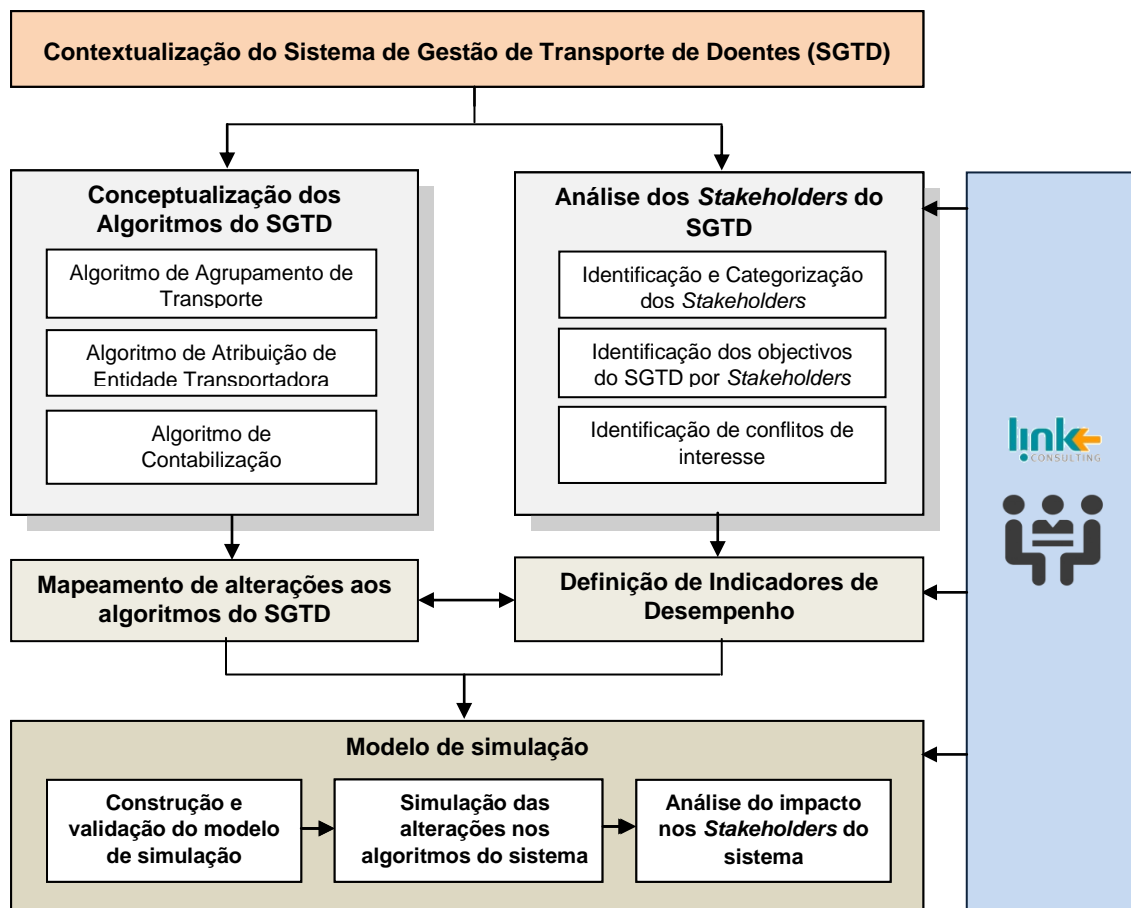


Figura 7 – Representação esquemática da metodologia proposta. As setas representam relações sequenciais entre as várias etapas de trabalho.

Numa primeira etapa, foi feita a contextualização do SGTD, de forma a compreender o âmbito do transporte não urgente de utentes em Portugal, os seus intervenientes e o seu funcionamento como plataforma integrada *on-line*, de arquitectura modular. Deste modo, e em conjunto com a análise de algumas abordagens encontradas na literatura sobre a temática de transporte programado de utentes, foi possível identificar o foco do presente trabalho, bem como determinar os objectivos propostos. Tal permitiu propor uma metodologia que fosse ajustada ao contexto, características e desafios deste sistema, a qual se apresenta de seguida.

Como primeiro passo da metodologia proposta, de modo a compreender o funcionamento do sistema, tanto a nível de negócio, como técnico, deve ser feita a conceptualização dos algoritmos que o constituem. O uso de fluxogramas pode ser útil nesta fase, uma vez que estas representações gráficas permitem acompanhar o fluxo de dados e de informação, bem como a sequência de operações do sistema ou algoritmo (Oliveira e Silva, 2013). Esta etapa permitirá identificar os diversos constrangimentos e condições necessárias, tanto no contexto de negócio, como a nível algorítmico, para o correcto funcionamento desde sistema. Após esta etapa, será possível mapear as alterações aos algoritmos do sistema que se pretende analisar. Estas devem representar alternativas à sua lógica funcional e a valores de parâmetros, devendo ser validadas, em reunião, com a empresa, de forma a viabilizar a sua adequação às necessidades identificadas por esta.

Paralelamente, deve ser realizada uma análise dos *stakeholders*, de forma a identificar e categorizar os múltiplos intervenientes do sistema. Esta análise, com base em métodos que serão explorados adiante, permitirá associar os objectivos do sistema aos interesses dos seus vários *stakeholders*, o que ajudará a evidenciar pontos de conflito e a definir o foco na posterior análise do impacto das alterações propostas aos algoritmos.

Deve ser fomentada a participação da Link Consulting na identificação e categorização de *stakeholders* do sistema, através de um *workshop* que permita estimular a reflexão sobre o papel de cada parte interessada no sistema, de forma a compreender o grau de envolvimento de cada *stakeholder* e a delinear estratégias de comunicação a ter com cada um. O método de mapeamento de *stakeholders* numa matriz de interesse *versus* influência apresenta características pertinentes para este tipo de análise, como será explorado adiante.

Por fim, deve ser analisado o impacto das alterações propostas nos múltiplos *stakeholders* e objectivos do sistema, de forma a aferir a viabilidade da sua implementação e a identificar oportunidades de melhoria nos algoritmos actuais do sistema. Para tal, numa primeira fase, devem ser definidos indicadores de desempenho associados aos vários objectivos do sistema e, por conseguinte, aos *stakeholders* com que se relacionam. A sua adequação deve ser, igualmente, discutida e validada com a empresa. De seguida, deve ser construído um modelo de simulação que permita analisar o impacto das alterações propostas, através dos indicadores de desempenho anteriormente definidos. Finalmente, deve proceder-se à simulação das alterações propostas, recolha dos indicadores de desempenho para cada uma e análise do seu impacto nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do sistema. Os fundamentos e métodos utilizados nesta etapa serão apresentados nas próximas secções.

As seguintes secções apresentam os métodos e técnicas adoptados nas etapas metodológicas de análise de *stakeholders*, identificação e operacionalização dos objectivos do sistema e construção do modelo de simulação, conferindo-lhe fundamentação teórica, de forma a justificar a sua escolha.

4.2 Metodologias de Análise de Stakeholders

Métodos de análise de *stakeholders* têm vindo a tornar-se populares ferramentas em organizações dos mais variados sectores, sendo utilizados por decisores, reguladores, organizações governamentais e não-governamentais, gestores e media (Friedmand e Miles, 2006). Tal facto deve-se ao reconhecimento, cada vez maior, de que os *stakeholders* são agentes capazes de afectar o sucesso do sistema em que se inserem, levando ao natural desenvolvimento de diferentes métodos de análise que permitam compreender os seus interesses, influências e de que forma estes podem apoiar ou ameaçar o sistema de que fazem parte (Brugha e Varvasovsky, 2000).

Numa análise de *stakeholders*, é possível identificar os vários intervenientes que afectam, ou são afectados, pelo sistema (Freeman, 1984), bem como categorizá-los, de modo a compreender o seu grau de interesse no sistema e associá-los a diferentes perfis. Esta informação permite a um decisor

adoptar diferentes estratégias de comunicação adequadas a cada tipo de *stakeholder*, sendo capaz de contornar, ou incentivar, possíveis resistências, ou apoios, às intervenções que pretende fazer (Reed *et al.*, 2009).

Existe uma ampla variedade de métodos de análise de *stakeholders*, podendo estes ser de vários tipos, consoante o propósito e o grau de profundidade com que se pretende realizar o estudo (Reed *et al.*, 2009). Estes dividem-se em métodos de (1) Identificação de *stakeholders*; (2) Diferenciação e categorização de *stakeholders*; (3) Investigação das relações entre estes.

Segundo Reed *et al.* (2009), uma metodologia de análise de *stakeholders* deve apresentar, necessariamente, três fases (**Figura 8**). Uma primeira fase de contexto, onde é identificado o sistema em foco e as suas fronteiras. Uma segunda fase, onde se aplicam os métodos de análise de *stakeholders*, de forma a identificar os vários intervenientes no sistema, bem como o interesse que nele têm. Nesta fase, é também feita uma categorização dos *stakeholders*, consoante os seus interesses e grau de envolvimento, bem como uma análise das relações entre estes. Por fim, num último ponto, devem ser propostas diferentes estratégias de comunicação adequadas a cada um dos intervenientes do sistema, consoante a categorização feita no ponto anterior, de modo a ajustar o discurso, e tipo de abordagem, ao perfil a que estão associados. Desta forma, pretende-se conseguir um maior envolvimento e suporte por parte dos *stakeholders* nas acções que se pretendem executar no sistema.

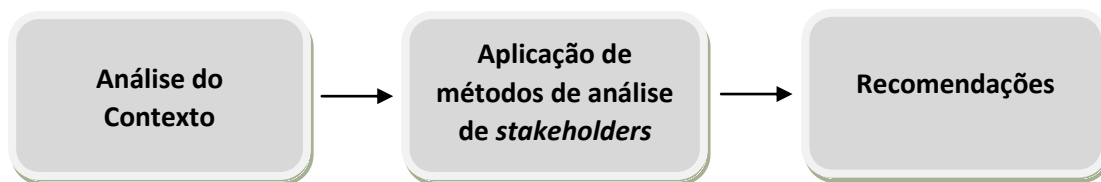


Figura 8 – Três fases de uma metodologia de análise de *stakeholders*, segundo Reed *et al.* (2009).

Assim, revela-se fundamental realizar uma análise de *stakeholders* do SGTD, de forma a identificar os múltiplos intervenientes deste sistema e a compreender o seu grau de envolvimento, sendo possível reunir um conjunto de recomendações e estratégias de comunicação que a Link Consulting deve ter com as várias partes interessadas no sistema. Nesta análise, será também possível associar os vários objectivos do SGTD aos seus diferentes *stakeholders*, o que permitirá analisar, posteriormente, o impacto das alterações propostas nos vários intervenientes do sistema.

Métodos de Categorização de Stakeholders

Segundo Fottler (1990), os *stakeholders* podem ser categorizados de acordo com a sua localização na organização ou sistema: internos, quando operam dentro das fronteiras do sistema; de interface, quando interagem com o ambiente externo; e externos, sendo aqueles que podem contribuir, competir ou ter algum especial interesse no funcionamento do sistema.

Existem diversos métodos que permitem classificar o posicionamento dos *stakeholders* no sistema em que se inserem, tendo-se optado pelo uso de uma matriz de interesse *versus* influência. Este método consiste no mapeamento dos *stakeholders* numa matriz de quatro quadrantes, cada qual

associado a um perfil de *stakeholder* e a uma estratégia de comunicação a si ajustada (Reed *et al.*, 2009). Os seus dois eixos representam o grau de interesse e de influência dos *stakeholders* mapeados.

Relativamente ao eixo “Interesse”, este poderá ser interpretado como o grau de motivação do *stakeholder*, mais concretamente, deve dar resposta à seguinte pergunta: Quão provável é este *stakeholder* ter algum tipo de acção para exercer a sua influência sobre o sistema? Quanto ao eixo “Influência”, deverá traduzir a forma como a acção de cada *stakeholder* afecta o sistema. Reed *et al.* (2009) exploram em detalhe a dificuldade na definição destas duas variáveis, apresentando a interpretação de diferentes autores em diferentes contextos. A combinação da informação de cada eixo leva a que cada quadrante da matriz esteja associado um perfil de *stakeholder* (Figura 9).

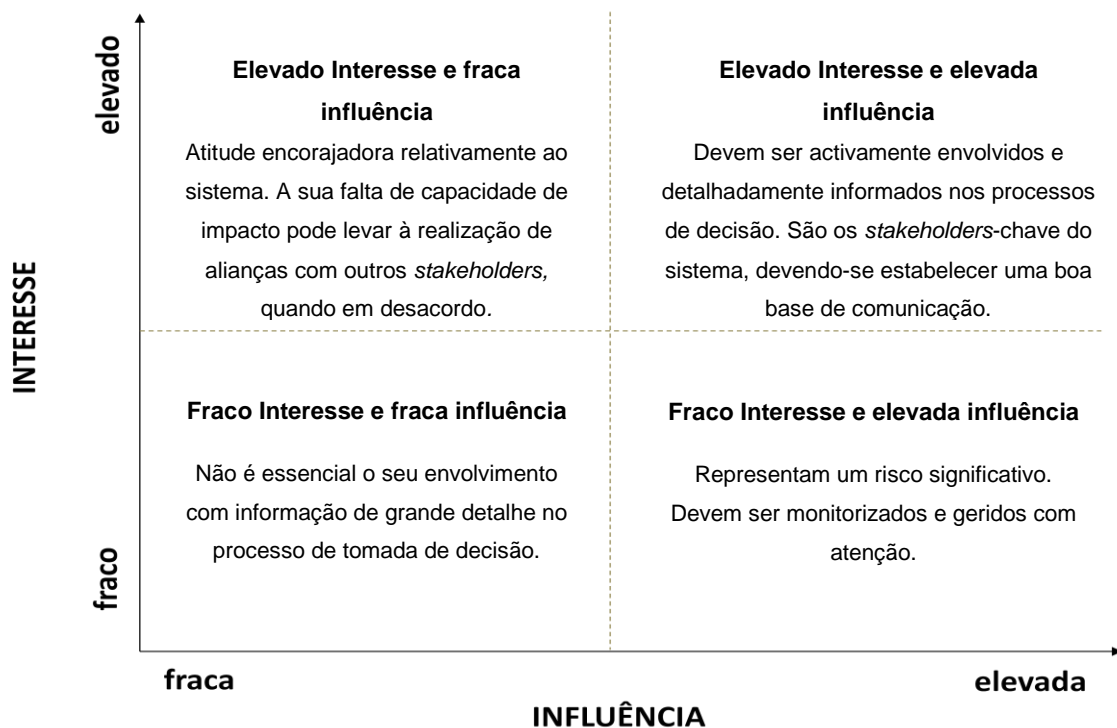


Figura 9 – Matriz de interesse versus influência e perfis por quadrante.

A escolha recaiu neste método, visto tratar-se de uma ferramenta visual e, portanto, de rápida análise, que permite a percepção de vários factores de interesse (Reed *et al.*, 2009), tais como:

- Maior, ou menor, grau de envolvimento de cada *stakeholder* no sistema;
- Possibilidade de encontrar padrões na distribuição dos atributos dos vários *stakeholders* na matriz;
- Identificação de potenciais resistências à mudança;
- Previsão de alianças.

A informação recolhida a partir de uma matriz de interesse versus influência permite ao decisor ajustar as estratégias de comunicação que deve ter com cada um dos *stakeholders*, precavendo alianças que possam desfavorecer um grupo minoritário do sistema, ou favorecendo outras que lhe pareçam convenientes. Há que não esquecer, no entanto, o carácter dinâmico dos factores

“interesse” e “influência”, que se poderão alterar ao longo do tempo, devendo-se considerar o impacto do mesmo (Reed *et al.*, 2009).

Uma vez escolhido este método para categorizar os *stakeholders* do SGTD, foi preparado um *workshop* com o intuito de estimular os elementos da equipa *HealthCare Solutions* da Link Consulting a reflectir sobre o papel de cada *stakeholder* do sistema e, de acordo com essa análise, a mapeá-los numa matriz de interesse *versus* influência.

4.3 Identificação e Operacionalização dos Objectivos de um Sistema

Segundo Keeney (1992), existem dois tipos de objectivos que importa distinguir: fundamentais e intermédios. Num contexto de decisão, um objectivo fundamental representa uma razão essencial de interesse de um sistema ou organização. Objectivos intermédios, por sua vez, têm interesse pela forma como se relacionam com os objectivos fundamentais, influenciando o seu grau de alcance. No entanto, em situações de análise de decisão ou de avaliação de alternativas, o foco do estudo deve centrar-se nos objectivos fundamentais. Como tal, estes representam o conjunto de objectivos sobre os quais os indicadores de desempenho devem ser definidos (Keeney, 1992). Os objectivos intermédios e finais devem, ainda assim, ser considerados na análise, uma vez que permitem relacionar alternativas às suas consequências. Quanto à definição de indicadores de desempenho, Keeney (1992) reforça que estes devem apresentar as seguintes características: mensurabilidade, operacionalidade e fácil compreensão, de modo a possibilitar uma análise clara e objectiva.

Desta forma, após análise de *stakeholders*, torna-se fundamental estruturar com rigor os objectivos do sistema em estudo e compreender de que forma estes estão associados às diferentes partes interessadas. Identificados os objectivos fundamentais do sistema, torna-se possível determinar o foco da análise quando se simularem as alterações aos algoritmos do sistema. O impacto destas alterações será, assim, medido através do maior, ou menor, grau de sucesso atingido para cada um dos objectivos e *stakeholders* associados, tornando possível a análise da adequação e viabilidade das alterações propostas aos algoritmos do SGTD. Para tal, é fundamental definir indicadores de desempenho que tornem mensurável o impacto produzido pelas alterações simuladas no sistema, de acordo com as características enunciadas por Keeney (1992).

4.4 Construção do Modelo de Simulação

Modelos de simulação têm vindo, cada vez mais, a ser usados na resolução de problemas e no apoio à tomada de decisão (Sargent, 2011). Estes são usados como ferramentas que permitem prever ou comparar o desempenho de um novo sistema, de um sistema modificado ou sob novas condições (Carson, 2002). Nos últimos anos, no âmbito das organizações de cuidados de saúde, os modelos de simulação têm vindo a tornar-se numa popular ferramenta de gestão (Jacobson *et al.*, 2006).

Uma vez identificadas as alterações propostas aos algoritmos do sistema, torna-se fundamental a construção de um modelo que as permita simular, de modo a proceder-se à análise do seu impacto nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do sistema.

Os estudos desenvolvidos por Melachrinoudis *et al.* (2007), Hanne *et al.* (2007) e Bowers *et al.* (2012), referidos na revisão bibliográfica, optaram, igualmente, por desenvolver modelos de simulação, de forma a analisar oportunidades de melhoria nos seus sistemas. No entanto, devido à especificidade das características do SGTD, é necessário utilizar uma abordagem distinta neste trabalho, de modo a ir ao encontro dos objectivos propostos.

Como tal, foi construído um modelo de simulação que permitisse prever o comportamento do SGTD, quando sujeito a alterações nos seus algoritmos. Para este fim, optou-se por utilizar a própria aplicação do SGTD suportada pela Link Consulting, de forma a garantir a maior fiabilidade possível dos resultados das simulações. Para tal, utilizou-se um servidor aplicacional para correr a aplicação do SGTD e foi usada uma amostra de dados gerados para efeitos de carregamento de uma base de dados, criada pela Link Consulting, com o intuito de ser submetida aos cenários de simulação definidos. A criação desta base de dados teve em conta os seguintes critérios: tipo de transporte (individual e múltiplo); tipo de prestação (recorrente e não recorrente); freguesias de origem e destino; e fidelização (existente ou não existente).

Uma vez apresentados os métodos que devem ser usados nas várias etapas da metodologia proposta, resta aplicá-la ao sistema em estudo. Realça-se, no entanto, que esta metodologia reúne características que lhe permitem ser aplicada a sistemas de informação noutros contextos, uma vez que as várias fases e análises dela decorrentes são facilmente ajustadas a outros sistemas que apresentem multiplicidade de objectivos e de intervenientes. Em suma, a metodologia desenvolvida neste trabalho apresenta as seguintes características:

- Adota uma abordagem sociotécnica que permite uma maior aproximação da aplicação das várias etapas de trabalho às necessidades do decisor, devido à constante aferição e discussão dos métodos utilizados;
- Analisa as características técnicas do sistema, de forma a identificar alterações que representem potencial melhoria;
- Faz uma análise dos *stakeholders* do sistema, de forma a compreender o contexto social em que este se insere e quais as forças de apoio e resistência com que o decisor pode contar nas medidas que pretende implementar;
- Identifica os vários objectivos do sistema e relaciona-os com os diferentes *stakeholders* a que estão associados;
- Define indicadores de desempenho que tornem os objectivos do sistema operacionais, de modo a tornar o impacto de alterações no sistema mensurável;
- Constrói um modelo de simulação que permite analisar o impacto nos múltiplos *stakeholders* e objectivos, aquando da alteração de componentes técnicas do sistema;

- Evidencia, como resultado, oportunidades de melhoria e recomenda estratégias de comunicação a ter com os diversos *stakeholders* do sistema.

Como é possível verificar, uma metodologia com estas características, embora desenvolvida para dar resposta aos desafios do SGTD, pode ter um espectro de aplicação muito para além deste contexto.

5. Aplicação da Metodologia Proposta ao SGTD

Neste capítulo, pretende-se descrever a aplicação das várias etapas da metodologia proposta à análise do impacto, nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do SGTD, de alterações nos seus algoritmos. Far-se-á referência às componentes sociais e técnicas inerentes a cada fase da metodologia, bem como uma descrição detalhada dos processos que destas decorreram.

5.1 Conceptualização dos Algoritmos do SGTD

Nesta secção, efectou-se um levantamento das características técnicas dos algoritmos do SGTD (**Figura 10**), resultante da interpretação do código *Java*, no qual estes estão implementados. Reforça-se, ainda, que o presente estudo não pretende otimizar os algoritmos do SGTD, mas, sim, procurar por alternativas que possam representar melhorias no seu funcionamento.

Os algoritmos de organização e contabilização de transporte do SGTD actuam no sistema de forma sequencial e como um acto programado que decorre de 20 em 20 minutos, como já referido.



Figura 10 – Sequência de funcionamento dos três algoritmos do SGTD.

O algoritmo de agrupamento de transporte, como o nome sugere, é o algoritmo utilizado pelo SGTD para agrupar os utentes consoante a compatibilidade de um conjunto de características das suas prestações, indicadas nas credenciais de transporte. Ao longo do processo de formação de agrupamentos de transporte, foi possível identificar as seguintes características do sistema:

- É dada prioridade a utentes fidelizados, não sendo necessário o algoritmo iniciar o processo de verificação de compatibilidade da freguesia de origem com as áreas de actuação;
- Caso os utentes não sejam fidelizados, as suas prestações terão como transportadoras candidatas todas as entidades cuja área de actuação contenha a freguesia de origem de transporte;
- As prestações recorrentes pertencentes à mesma credencial de transporte são da responsabilidade da mesma Entidade Transportadora;

- É garantida a equidade na atribuição das credenciais de prestações recorrentes pelas Entidades Transportadoras candidatas, através da comparação dos seus valores projectados mensais.

Uma vez finalizada a formação dos agrupamentos, resta, então, atribuir a entidade responsável pelo seu transporte. Para tal, é utilizado o algoritmo de atribuição de Entidade Transportadora, o qual distribui de forma equitativa os serviços de transporte pelas várias transportadoras. Após realização do transporte dos agrupamentos, torna-se necessário proceder à sua contabilização, de forma a que, no final de cada mês, cada Entidade Transportadora possa apresentar o seu relatório de contas à ARS que lhe compete. Para tal, o SGTD utiliza um algoritmo de contabilização, o qual actua de uma de duas formas: (1) Por aplicação de uma taxa de saída (7.5€) a todos os utentes e acompanhantes, caso a distância máxima percorrida, por agrupamento, seja inferior, ou igual, a 20km; (2) Por contabilização dos quilómetros percorridos, caso a distância máxima percorrida, por agrupamento, exceda os 20km estabelecidos.

Uma vez compreendido o funcionamento dos três algoritmos do sistema, realizou-se, na secção seguinte, uma análise de *stakeholders* do SGTD, de forma a identificar os vários intervenientes deste sistema, as relações entre estes e o seu grau de envolvimento.

5.2 Análise de Stakeholders do SGTD

Após contextualização do SGTD (**Capítulo 2**), foi possível realizar uma análise dos seus *stakeholders*, através da metodologia proposta por Reed *et al.* (2009), de forma a identificá-los e a categorizá-los conforme os seus interesses e grau de envolvimento no SGTD. Esta análise permitirá compreender a adequação e viabilidade da implementação das alterações que se pretendem simular nos algoritmos do SGTD, através da análise do seu impacto nos vários *stakeholders*. Permitirá, igualmente, adequar estratégias de comunicação aos diferentes intervenientes do SGTD, aquando da possível proposta de implementação de alterações. Assim, como primeiro passo, identificaram-se os vários *stakeholders* do SGTD e os seus perfis, através do mapeamento dos mesmos numa matriz interesse *versus* influência, resultante de um *workshop* realizado com a equipa *HealthCare Solutions* da Link Consulting. De seguida, foram identificados os objectivos do SGTD e a sua correlação com os interesses de cada *stakeholder*, ficando evidente alguns pontos de conflito de interesses entre estes.

5.2.1 Identificação e Categorização dos Stakeholders do SGTD

Segundo Freeman (1984), entende-se por *stakeholder* todo o indivíduo, conjunto de indivíduos, ou entidades, que são afectados pelas decisões e acções tomadas sobre um sistema e todos aqueles que têm poder para influenciar o resultado que destas advier. Como tal, e de acordo com a classificação apresentada por Fottler (1990), identificaram-se e categorizaram-se os *stakeholders* do SGTD, como representado na **Figura 11**.

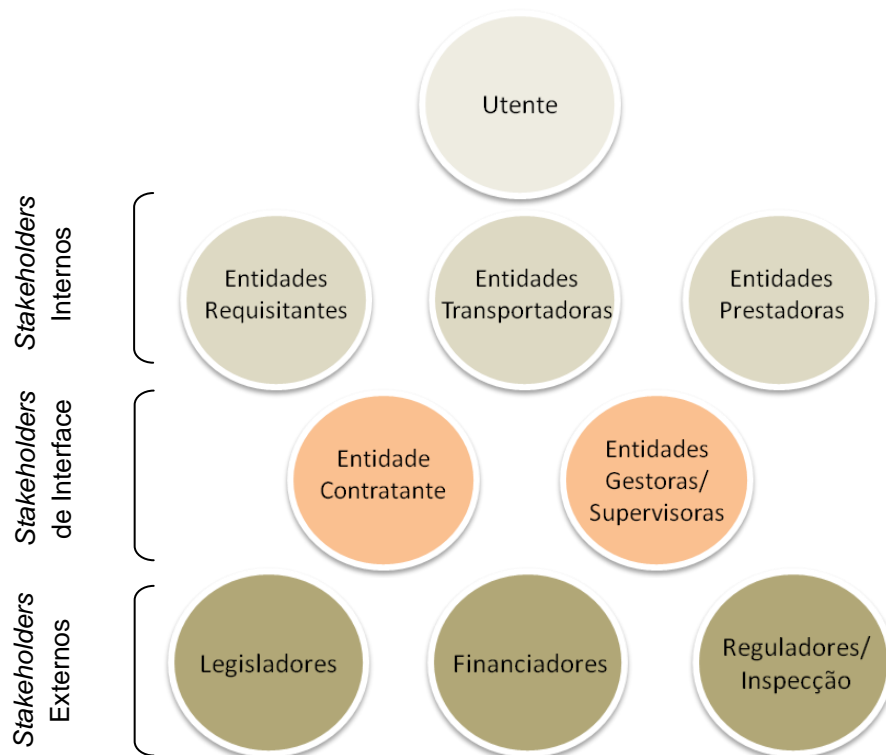


Figura 11 – Categorização dos *stakeholders* do SGTD em três níveis: internos, de interface e externos.

Como primeiro *stakeholder* do SGTD, identificou-se o seu foco, o utente. Embora a sua acção não tenha praticamente influência no funcionamento do sistema, qualquer alteração que seja implementada poderá afectá-lo, tendo repercussões não só na forma como lhe é prestado o serviço de transporte em si, mas, também, em caso de atrasos, ou má gestão de agrupamentos, pode levar à falta de comparência aos actos clínicos prescritos. Relativamente aos restantes *stakeholders*, é possível identificarem-se, de imediato, três actores principais do SGTD (Tabela 8), com responsabilidades muito concretas dentro do sistema, sendo quem, de facto, utiliza a plataforma *on-line* no exercício das suas funções. Desta forma, denominaram-se por *stakeholders* internos.

Tabela 8 – *Stakeholders* Internos do SGTD e respectivas responsabilidades no sistema.

Stakeholders Internos do SGTD		
Stakeholders	Descrição	Responsabilidades no SGTD
Entidades Requisitantes	UCSPs, USFs e Unidades da RNCCI.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prescrição do transporte na plataforma do SGTD; ▪ Pagamento do serviço de transporte (princípio do prescriptor pagador).
Entidades Transportadoras	Corporações de Bombeiros e da CVP e outras transportadoras públicas ou privadas desde que legitimadas pelo INEM para tal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceitação/rejeição dos agrupamentos de transporte na plataforma do SGTD e, em caso de aceitação, atribuição de quartel, viatura e motorista; ▪ Realização do acto de transporte dos utentes até à Entidade Prestadora, de acordo com as indicações nas credenciais.
Entidades Prestadoras	Clínicas de Fisioterapia, Clínicas de Hemodiálise, RNCCI, Clínicas MCDT, Laboratórios, entre outras.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registo das entradas e saídas de utentes das suas instalações na plataforma do SGTD; ▪ Prestação dos serviços prescritos pela Entidade Requisitante (consultas, etc..).

Seguidamente, foi definido um nível de categorização intermédio, identificando-se os *stakeholders* responsáveis pela supervisão, gestão e contratualização do SGTD, denominados *stakeholders* de interface (**Tabela 9**). Relativamente às Entidades Gestoras/Supervisoras, estas têm acesso directo à plataforma, no entanto, as actividades que realizam no SGTD são de monitorização do sistema e de resolução de inconformidades. É de referir, no entanto, que as ARSs têm uma maior envolvimento no sistema que a ACSS, tendo um papel de gestão e supervisão operacional. Tanto estas entidades, como os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS), entidade contratante, são responsáveis por fazer a ponte do sistema com os *stakeholders* externos.

Tabela 9 – *Stakeholders* de Interface do SGTD e respectivas responsabilidades no sistema.

Stakeholders de Interface do SGTD		
Stakeholders	Descrição	Responsabilidades no SGTD
Entidade Contratante	SPMS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contratualização do sistema com a Link Consulting, fazendo a ponte entre a empresa e as várias ARSs e a ACSS.
Entidades Gestoras/ Supervisoras	ARS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitorização, gestão e supervisão do sistema; ▪ Resolução de eventuais conflitos; ▪ Realização de acordos com diversas entidades. ▪ Alteração das áreas de actuação e de casos de fidelização.
	ACSS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisão do SGTD.

Relativamente a todo o contexto em que este sistema se insere, considerou-se relevante destacar os seguintes *stakeholders* (**Tabela 10**) que, embora não tenham contacto directo com o SGTD (salvo a ACSS), a sua intervenção pode influenciar significativamente o seu funcionamento.

Tabela 10 – *Stakeholders* Externos do SGTD e respectivas responsabilidades no sistema.

Stakeholders Externos do SGTD		
Stakeholders	Descrição	Responsabilidades no SGTD
Legisladores	Ministérios da Saúde, Finanças e Economia; Parlamento.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criação de legislação que regule, normalize e apoie o bom funcionamento do SGTD.
Financiadores	ACSS População contribuinte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Financiamento do SGTD.
Reguladores/ Inspecção	Entidade Reguladora da Saúde (ERS) Inspecção-Geral das Actividades em Saúde (IGAS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regulação e garantia de qualidade dos serviços prestados pelas várias entidades intervenientes no SGTD; ▪ Auditoria, inspecção, fiscalização e desenvolvimento de acção disciplinar mediante o incumprimento de requisitos legais estabelecidos no âmbito do SGTD;

5.2.1.1 Matriz de Interesse versus Influência

Com o intuito de mapear os *stakeholders* do SGTD numa matriz de interesse versus influência, realizou-se um *workshop* com a equipa *HealthCare Solutions* da Link Consulting. Para tal, foi agendada uma reunião com todos os elementos da equipa. Esta decorreu em duas fases, sendo que, na primeira, foi feita uma breve apresentação dos *stakeholders* do SGTD, anteriormente identificados, e uma explicação do método de mapeamento que iria ser utilizado e das suas vantagens. Esclarecidas as dúvidas iniciais, prosseguiu-se com o preenchimento da matriz. Foi estimulado um ambiente de discussão de ideias, uma vez que este método levantou algumas dúvidas, devido à duplicidade, por vezes existente, das responsabilidades de alguns *stakeholders* do SGTD. Tal aconteceu, por exemplo, quando aplicado o método à ACSS que, neste sistema, desempenha dois papéis: Entidade Gestora/Supervisora e Financiadora. Os elementos do grupo de trabalho sentiram, igualmente, necessidade em especificar as entidades pertencentes a cada categoria, uma vez ter-se concluído que nem todas as Entidades Gestoras/Supervisoras apresentam os mesmos níveis de interesse nem de influência no sistema. Relativamente às entidades Reguladoras/Inspeção, foi apenas considerado para análise o IGAS. Desta forma, no final do *workshop*, chegou-se ao seguinte resultado (**Figura 12**), com concordância de todos os elementos do grupo de trabalho.

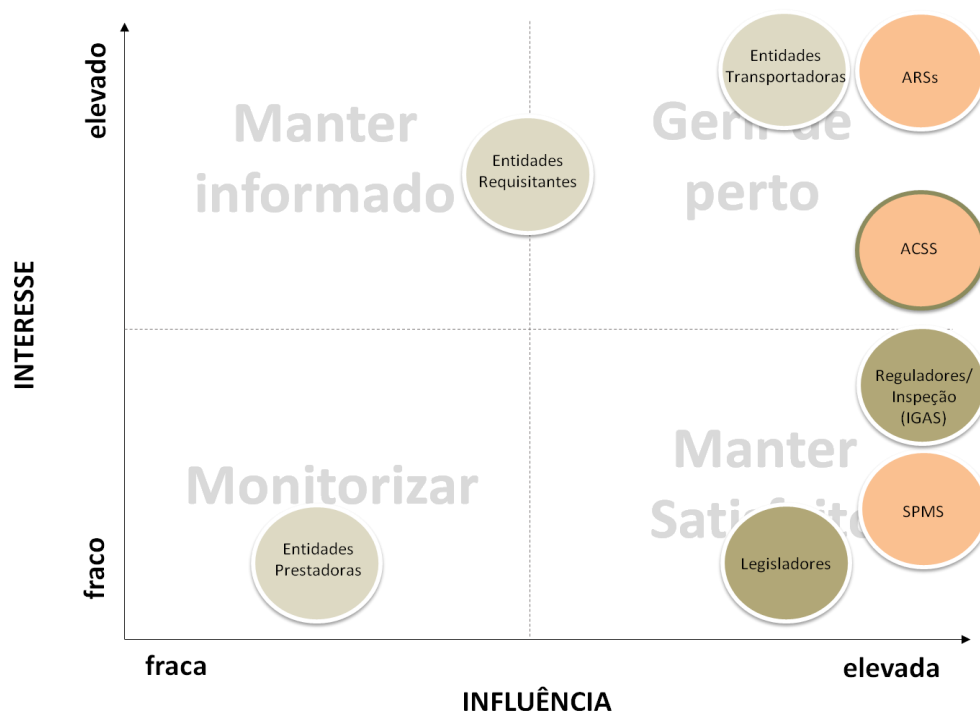


Figura 12 – Matriz de interesse versus influência dos *stakeholders* do SGTD.

Como *stakeholders* de elevado interesse e influência, e, portanto, *stakeholders*-chave do SGTD, identificaram-se as Entidades Transportadoras, as ARs e a ACSS:

- As Entidades Transportadoras têm um elevado interesse no SGTD, uma vez que se trata de uma ferramenta essencial no planeamento e contabilização dos transportes de utentes, actividade que representa uma fonte de rendimento importante para estas entidades. O seu

elevado grau de influência deve-se, especialmente, ao forte espírito corporativo existente nas associações e CBs, representados pela Liga de Bombeiros Portugueses.

- As ARSs, como Entidades Gestoras/Supervisoras, apresentam igualmente interesse máximo no SGTD, uma vez que são os seus clientes e, através deste, é-lhes dada uma ferramenta de monitorização e gestão de todos os passos do processo de transporte de utentes. Apresentam, como tal, um grau de influência no SGTD mais elevado que o das Entidades Transportadoras.
- A ACSS, como Entidade Gestora/Supervisora e Financiadora, demonstra, igualmente, elevada influência no SGTD, no entanto, menor interesse, uma vez que não necessita deste para o exercício das suas funções e não se tratar, o transporte não urgente de utentes, o seu foco prioritário.

Como *stakeholders* de fraco interesse, mas elevada influência no SGTD, identificaram-se as entidades Legisladoras, Reguladoras/Inspeção (IGAS) e a SPMS:

- As entidades Legisladoras ditam as regras pelas quais se rege o sistema, no entanto, o seu âmbito de acção é vasto, não sendo o transporte de utentes foco prioritário. Daí se justifica a sua elevada influência, no entanto, fraco interesse.
- As entidades Reguladoras/Inspeção (IGAS), pelo seu carácter fiscalizador têm elevada influência no sistema, no entanto, a sua acção vai muito para além do SGTD, justificando-se o seu fraco interesse.
- A SPMS, como Entidade Contratante, é responsável por contratualizar os serviços da Link Consulting, através do SGTD e do seu suporte, para as ARSs. Tem, desta forma, uma forte influência no sistema, no entanto, fraco interesse.

Como *stakeholders* de fraco interesse e influência no SGTD, identificaram-se as Entidades Prestadoras. Estas apresentam fraco interesse no sistema, tendo, no entanto, alguma influência no seu funcionamento, visto que são responsáveis por registar as horas de entrada e saída dos utentes dos seus estabelecimentos, sendo estes registos usados, posteriormente, para a contabilização dos transportes. Relativamente às Entidades Requisitantes, estas revelam elevado interesse no SGTD, no entanto, não tanto como as Entidades Transportadoras. Enquanto que, para as primeiras, o SGTD trata-se de uma ferramenta útil, no entanto, não fulcral para o regular exercício das suas funções, para as Entidades Transportadoras trata-se de uma ferramenta de planeamento e contabilização intrinsecamente necessárias para a realização do transporte de utentes. Uma vez que Entidades Requisitantes são responsáveis pela requisição dos transportes, a sua influência tem alguma dimensão, mas não tão elevada como entidades como as ARSs, ACSS e mesmo as Entidades Transportadoras. Desta forma, apresentam características comuns aos dois quadrantes superiores. Quanto ao utente, o seu posicionamento na matriz não foi conclusivo durante o *workshop*, tendo sido referida, como solução mais satisfatória, colocar-se este *stakeholder* no centro da matriz, uma vez tratar-se do foco do sistema. Tal dever-se-ia ao facto de este *stakeholder* não apresentar graus de interesse e influência no sistema muito elevados, no entanto, o seu papel não poder ser descurado.

Analisando o mapeamento obtido, é possível tecer algumas recomendações sobre o que esperar e que tipo de abordagem deve ser tida com os vários intervenientes do SGTD. Centrando a análise nos *stakeholders* internos, destaca-se as Entidades Transportadoras como as que têm maior

influência no sistema, possivelmente por serem as que mais dependem e beneficiam dele. Desta forma, deve haver uma boa base de comunicação com este *stakeholder*, havendo o cuidado de o envolver activamente no processo de decisão, mantendo-o informado sempre que se pretendam realizar alterações no sistema. Relativamente às Entidades Requisitantes, estas demonstram interesse no SGTD, no entanto, as suas acções têm menor impacto. Em desacordo, é possível que procurem criar alianças com *stakeholders* de maior influência para ganhar peso na tomada de decisão. A estratégia de comunicação deve ser semelhante à tida com as Entidades Transportadoras, no entanto, não haverá uma necessidade tão premente de as envolver de forma igualmente detalhada no processo de decisão. Por último, em relação às Entidades Prestadoras, estas são as que apresentam menor interesse e influência no SGTD, uma vez que não precisam deste para o exercício das suas funções, estando apenas responsáveis por registar as horas de entrada e saída dos utentes dos seus estabelecimentos. Deste modo, não é necessário envolver estes *stakeholders* de forma activa no processo de decisão, nem dotá-los de informação com grande detalhe. É de realçar, no entanto, que o pouco interesse que têm no sistema, pode levar a que sejam alvo de influência, por parte de outros *stakeholders*, de forma a criar alianças maioritárias.

5.2.2 Identificação dos Objectivos do SGTD por *Stakeholders*

Após terem sido identificados e categorizados os vários *stakeholders* do SGTD, foi feito um levantamento dos objectivos fundamentais e intermédios deste sistema. Posteriormente, foram identificadas as relações entre os objectivos fundamentais do SGTD e os interesses dos seus vários *stakeholders* (Tabela 11). Os objectivos identificados foram discutidos e validados, em reunião com a Link Consulting.

Tabela 11 – Objectivos fundamentais do SGTD e principais *stakeholders* associados.

Objectivos fundamentais do SGTD	Principais <i>stakeholders</i> associados
Minimização da inconveniência dos utentes	Utentes, Entidades Requisitantes e Entidades Gestoras/Supervisoras.
Minimização de custos associados ao transporte de utentes	Entidades Requisitantes e Entidades Gestoras/Supervisoras.
Maximização do uso de recursos disponíveis (veículos, equipas, equipamentos de meios de diagnóstico, etc...)	Entidades Transportadoras, Entidades Prestadoras e Entidades Gestoras/Supervisoras
Distribuição equitativa dos agrupamentos de transporte pelas várias Entidades Transportadoras	Entidades Transportadoras e Entidades Gestoras/Supervisoras.

Na Figura 13, encontram-se estruturados os objectivos fundamentais, intermédios e finais do SGTD.

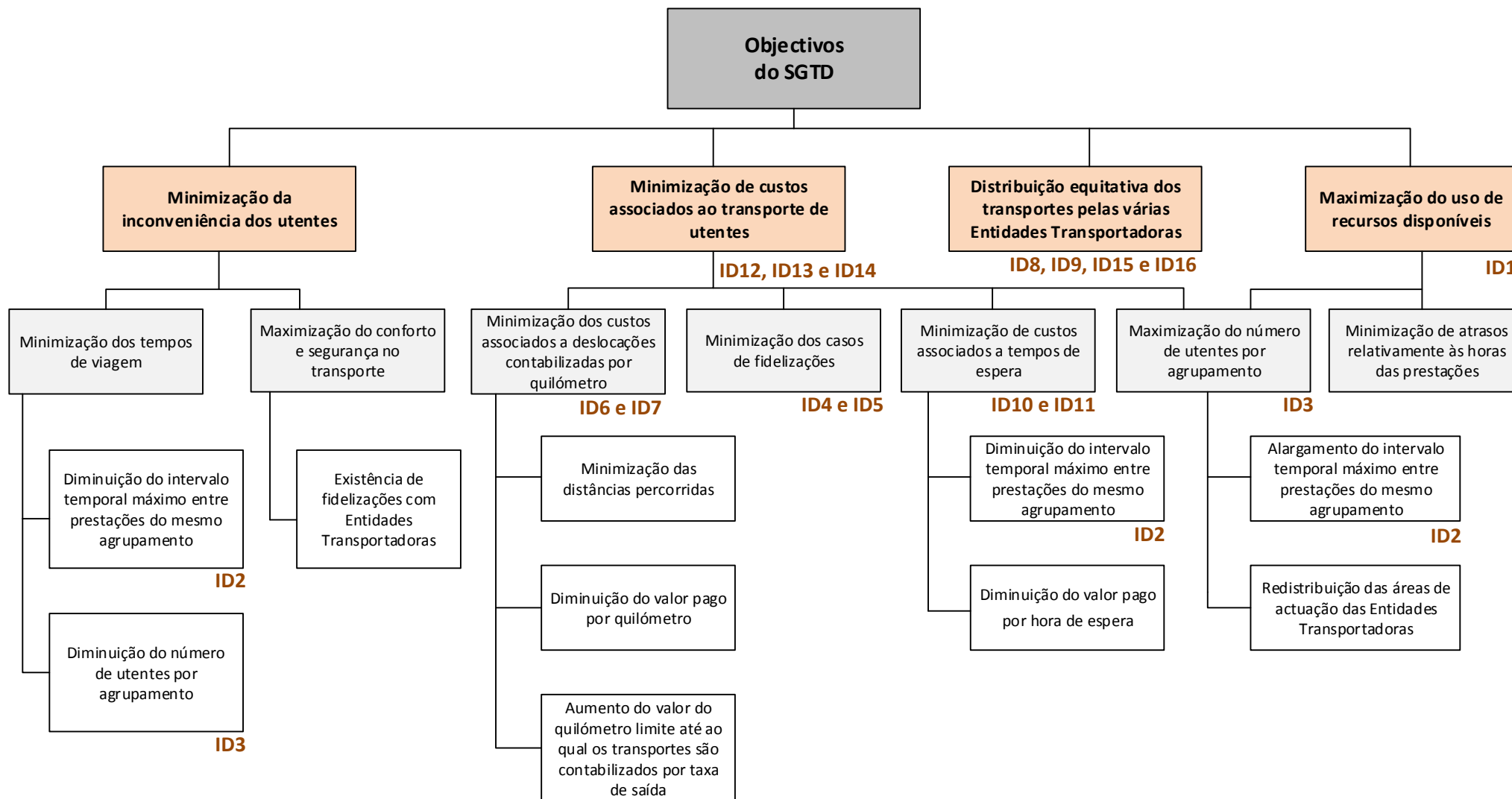


Figura 13 – Objectivos fundamentais do SGTD, respectivos objectivos intermédios e finais e indicadores de desempenho associados (ver correspondência na Tabela 12).

5.2.3 Identificação de Conflitos entre Objectivos e *Stakeholders* do SGTD

Analisando o esquema da **Figura 13**, é possível identificar algumas situações de conflito entre os objectivos finais de alguns objectivos fundamentais do SGTD. Uma das formas de minimizar a inconveniência dos utentes é através da diminuição dos tempos de viagem do transporte. Tal é possível através da diminuição do intervalo temporal máximo entre prestações do mesmo agrupamento e do número de utentes por agrupamento de transporte. No entanto, estas medidas entram em conflito com o objectivo de maximizar o uso de recursos disponíveis que, no caso dos veículos, é conseguido através da maximização do número de utentes por agrupamento. Ainda com o intuito de minimizar a inconveniência dos utentes, devem ser criadas, sempre que possível, condições de conforto e sentimento de segurança no transporte para o utente. Uma medida que contribui para este objectivo é a fidelização de utentes a uma Entidade Transportadora, o que permite a criação de uma relação de confiança com o transportador e assegura o compromisso de realização do transporte por parte desta. No entanto, as fidelizações apresentam custos acrescidos ao sistema, entrando em conflito com o objectivo de minimizar os custos associados ao transporte programado de utentes.

Mais uma vez, é possível verificar o balanço delicado entre a minimização da inconveniência dos utentes e a minimização dos custos de transporte, evidenciado recorrentemente nos sistemas encontrados na literatura. Deve ser, portanto, encontrada uma situação de compromisso que permita, por meio de algumas concessões, satisfazer os *stakeholders* cujo interesse maior é minimizar a inconveniência dos utentes e *stakeholders* cuja preocupação maior recai na minimização dos custos de transporte.

5.3 Definição de Indicadores de Desempenho

Uma vez identificados os objectivos fundamentais do SGTD, foram definidos indicadores de desempenho que tornassem mensurável o impacto produzido pelas alterações simuladas no sistema. Assim, através do maior, ou menor, grau de sucesso atingido para cada um dos objectivos e *stakeholders* associados, torna-se possível analisar a adequação e viabilidade das alterações propostas ao SGTD. Foram apenas definidos indicadores cujos valores fossem possíveis de retirar através da base de dados utilizada. Desta forma, nem todos os objectivos fundamentais apresentam indicadores directos associados, no entanto, tal não impossibilita uma análise global do impacto das alterações.

Tabela 12 – Indicadores de desempenho definidos para a análise do impacto de alterações no SGTD.

ID	Indicadores de Desempenho
ID1	Número de agrupamentos múltiplos
ID2	Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento
ID3	Nº médio de prestações / Agrupamento
ID4	Custos associados a Fidelizações dentro da área de residência
ID5	Custos associados a Fidelizações fora da área de residência
ID6	Custo total associado a prestações contabilizadas por km
ID7	Custo total associado a prestações contabilizadas por taxa de saída
ID8	Percentagem de Entidades Transportadoras que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas
ID9	Percentagem de Entidades Prestadoras que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas
ID10	Custos totais associados a tempos de espera
ID11	Tempo de espera médio / Agrupamento
ID12	Percentagem de ACeS's que aumentaram a despesa associada ao transporte
ID13	Percentagem de ACeS's que diminuíram a despesa associada ao transporte
ID14	Custos totais associados ao transporte de utentes
ID15	Percentagem de Entidades Transportadoras que aumentaram a receita associada ao transporte
ID16	Percentagem de Entidades Transportadoras que diminuíram a receita associada ao transporte

Os indicadores de desempenho definidos nem sempre apresentam uma correlação directa com os objectivos fundamentais do SGTD, no entanto, a sua análise, permite tirar ilações sobre o comportamento do sistema e a forma como as alterações simuladas poderão afectar cada objectivo fundamental. No esquema da **Figura 13**, apresentado anteriormente, foi assinalada a correspondência, mais, ou menos, directa dos vários indicadores de desempenho aos objectivos do sistema.

5.4 Mapeamento de alterações aos algoritmos do SGTD

Após contextualização do SGTD, conceptualização dos seus algoritmos e análise dos seus *stakeholders*, foi feito um mapeamento das alterações aos algoritmos cujo impacto no sistema se pretendia analisar (**Figura 14**). Estas alterações tiveram por base a procura de alternativas relativamente à lógica funcional e valores de parâmetros dos algoritmos actuais do sistema.

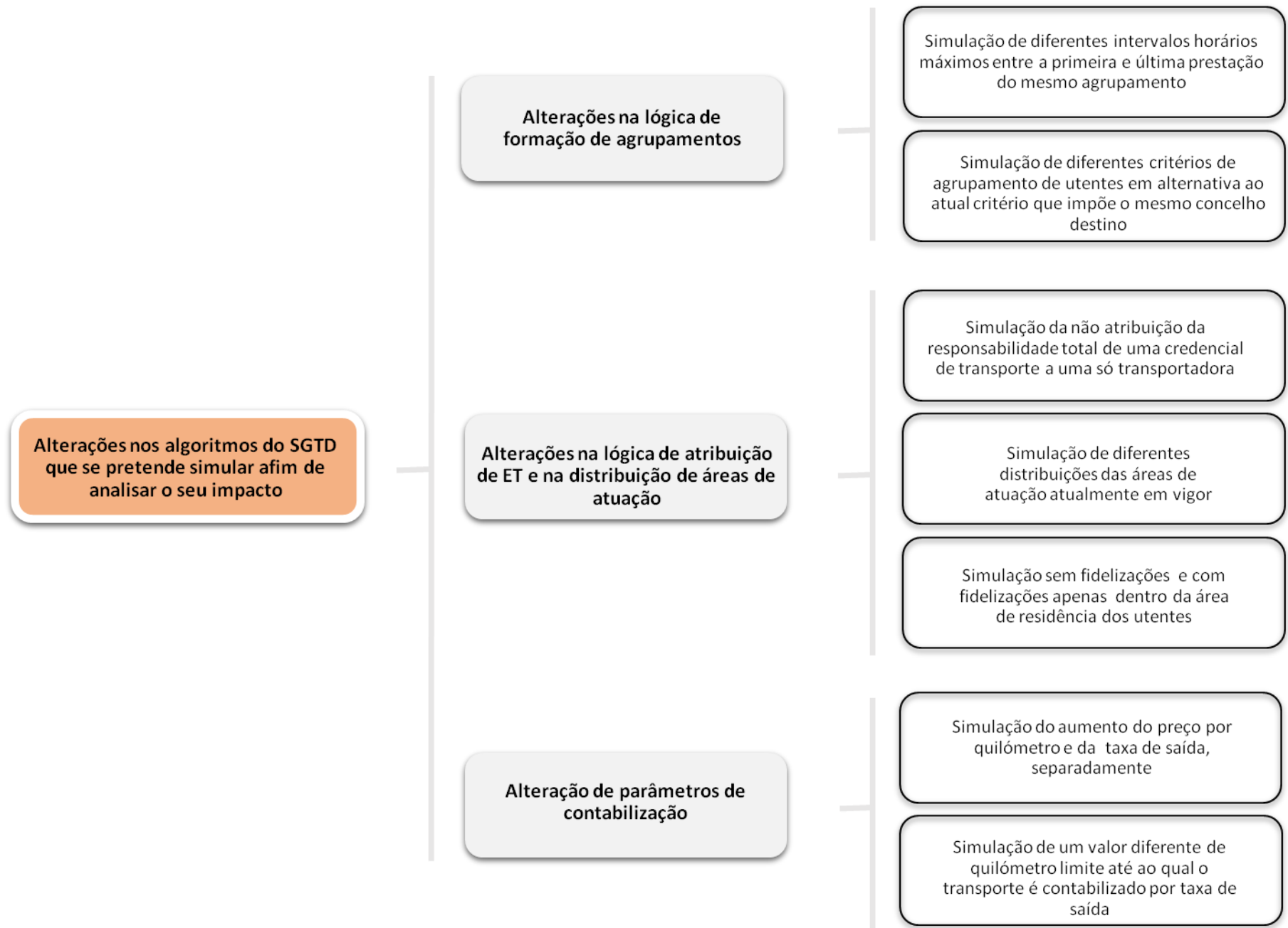


Figura 14 – Mapeamento de alterações à lógica funcional e valores de parâmetros dos algoritmos do SGTD.

5.4.1 Alterações na lógica de formação de agrupamentos

As regras que normalizam o algoritmo de agrupamento de transporte revelam ter um significativo impacto em todo o sistema, uma vez que ditam os critérios que permitem o agrupamento de utentes de forma mais, ou menos, restrita. Deste modo, a sua análise apresenta-se como um potencial vínculo de melhoria do SGTD, tendo-se proposto a simulação de algumas alterações, cujo impacto no sistema se pretende compreender. Neste algoritmo, encontra-se, actualmente, em funcionamento um procedimento que aplica diferentes intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento, consoante as distâncias a percorrer. Considerou-se relevante simular a alteração desses mesmos intervalos, bem como das distâncias limite de aplicação dos mesmos, de forma a analisar o impacto no número de agrupamentos de transporte formados e na sua contabilização. Este algoritmo apresenta, também como critério de agrupamento, o facto dos destinos das prestações pertencerem ao mesmo concelho. Relativamente a este ponto, propôs-se a simulação de dois cenários mais restritos e, portanto, um aumento da granularidade do procedimento: agrupar utentes por igual freguesia destino e por igual Entidade Prestadora, mantendo, evidentemente, todas as restantes condições inalteradas. Desta forma, quanto à análise do impacto de alterações na lógica de formação de agrupamentos, foram planeadas as seguintes simulações (**Tabela 13**).

Tabela 13 – Simulações relativas a alterações na lógica de formação de agrupamentos.

Alterações na lógica de formação de agrupamentos		
Em funcionamento	Alterações a simular	
Intervalos máximos entre prestações do mesmo agrupamento Destinos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dentro do concelho: 1h ▪ Fora do concelho: <ul style="list-style-type: none"> ○ 2h (< 100km) ○ 4h (≥ 100km) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dentro do concelho: 1h ▪ Fora do concelho: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1h (< 100km) ○ 2h (≥ 100km) 	S9
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dentro do concelho: 1h ▪ Fora do concelho: <ul style="list-style-type: none"> ○ 2h (< 100km) ○ 4h (≥ 100km) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dentro do concelho: 1h ▪ Fora do concelho: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1h (< 50km) ○ 2h (≥ 50km)
Agrupamento de utentes por igual concelho destino da prestação	Agrupamento de utentes por igual freguesia destino da prestação	S7
	Agrupamento de utentes por igual Entidade Prestadora	S6

5.4.2 Alterações na lógica de atribuição de Entidade Transportadora e na distribuição de áreas de atuação

Relativamente ao algoritmo de atribuição de Entidade Transportadora, este rege-se por um conjunto de princípios e regras que permitem a fidelização de utentes (quando justificado) e de prestações da mesma credencial a uma só transportadora, bem como a atribuição equitativa dos agrupamentos de transporte às várias transportadoras candidatas. Estes princípios são basilares para o funcionamento do SGTD, reconhecendo-se, no entanto, o interesse em questionar estes paradigmas e analisar o seu impacto tanto na formação de agrupamentos, como nos custos associados. Com este propósito, foram planeadas simulações que permitissem analisar o impacto da existência de fidelizações de utentes, bem como a permissão, em alguns casos que estas ocorram com transportadoras cuja área de actuação não inclui a freguesia de origem do transporte do utente. Foi questionado, igualmente, o princípio “a Entidade Transportadora que inicia um credencial termina a mesma”, bem como a impossibilidade de utentes pertencentes à área de actuação da mesma Entidade Transportadora, no entanto, a diferentes conjuntos de freguesias, não poderem ser agrupados, mesmo que satisfaçam todos os outros critérios de agrupamento. As simulações planeadas com o intuito de questionar a lógica de atribuição de Entidade Transportadora e da distribuição de áreas de atuação encontram-se sistematizadas na **Tabela 14**.

Tabela 14 – Simulações relativas a alterações na lógica de atribuição de Entidade Transportadora e na distribuição de áreas de actuação.

Alterações na lógica de atribuição de Entidade Transportadora e na distribuição de áreas de atuação		
Em funcionamento	Alterações a simular	
Fidelizações de utentes a Entidades Transportadoras são possíveis e prioritárias na formação de agrupamentos	Inexistência de fidelizações	S4
	Fidelizações apenas a Entidades Transportadoras que actuem na freguesia de origem	S5
Atribuição da responsabilidade total do transporte das prestações de uma credencial à mesma Entidade Transportadora	Distribuição equitativa das várias prestações de uma credencial pelas Entidades Transportadoras candidatas	S11
Utentes pertencentes a conjuntos de freguesias diferentes de uma Entidade Transportadora não podem ser agrupados	Permissão de agrupamento de utentes, desde que pertençam à mesma área de actuação, independentemente dos conjuntos de freguesias.	S8

5.4.3 Alteração de parâmetros de contabilização

Após realização do transporte do agrupamento, é feita a contabilização do transporte de cada prestação. Considerou-se pertinente avaliar o impacto do aumento do preço do quilómetro, bem como do valor fixo da taxa de saída e do quilómetro limite após o qual a contabilização passa a ser feita de acordo com os quilómetros percorridos. Para tal, foram planeadas as seguintes simulações (**Tabela 15**).

Tabela 15 – Simulações relativas a alterações de parâmetros de contabilização.

Alterações de parâmetros de contabilização		
Em funcionamento	Alterações a simular	
Valor máximo pago pelo SNS por quilómetro percorrido = 0.51 €	Preço por quilómetro = 0,52 €	S1
Valor da Taxa de Saída = 7.5 €	Valor da Taxa de Saída = 10 €	S2
Contabilização por taxa de saída até aos 20 km	Contabilização por taxa de saída até aos 25 km	S3

Todas as alterações apresentadas nas **Tabelas 13, 14 e 15** foram discutidas e validadas, em reunião, com a equipa *HealthCare Solutions* da Link Consulting.

Uma vez identificadas as alterações nos algoritmos do sistema que se pretendia simular, bem como os indicadores de desempenho que permitiam a avaliação do seu impacto, o passo seguinte consistiu na construção do modelo de simulação.

5.5 Construção e validação do modelo de simulação

De modo a compreender o impacto das alterações propostas nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do sistema, foi construído um modelo de simulação que as permitisse simular e, assim, prever o comportamento do SGTD, quando sujeito às novas condições. Para este fim, optou-se por utilizar a própria aplicação do SGTD suportada pela Link Consulting, de forma a garantir a maior fiabilidade possível dos resultados das simulações. Para tal, utilizou-se um servidor aplicacional para correr aplicação do SGTD e para aceder a uma base de dados criada, pela Link Consulting, com o intuito de ser submetida aos cenários de simulação definidos.

Quanto à amostra de dados gerada para fins de simulação, e utilizada neste trabalho, esta é constituída por um universo de 28538 prestações, das quais 94.3% correspondem a transporte do tipo múltiplo. Relativamente a casos de fidelização, constituem ao todo 8.3% das prestações, sendo que 6.7% correspondem a utentes fidelizados dentro da área da residência e 1.6% a utentes fidelizados fora da área. Quanto a prestações recorrentes, estas correspondem a 98.6% das prestações, sendo que 45.39% são referentes a prestações de hemodiálise.

Após cada simulação, foram recolhidos os valores dos vários indicadores de desempenho, tendo-se utilizado o *software SQL Developer*, no qual foram desenvolvidas *queries* em linguagem *PL-SQL* para o efeito.

5.5.1 Processo de Simulação

As alterações propostas representaram graus de complexidade diferentes. Enquanto umas consistiram na simples modificação do valor de um parâmetro na base de dados (acto simples através do *software SQL Developer*), outras, mais estruturais, foram feitas através de alterações no código *Java* em que os algoritmos se encontram implementados. Independentemente da alteração feita, o processo de simulação conseguinte foi composto sempre pelas mesmas etapas (**Figura 15**).

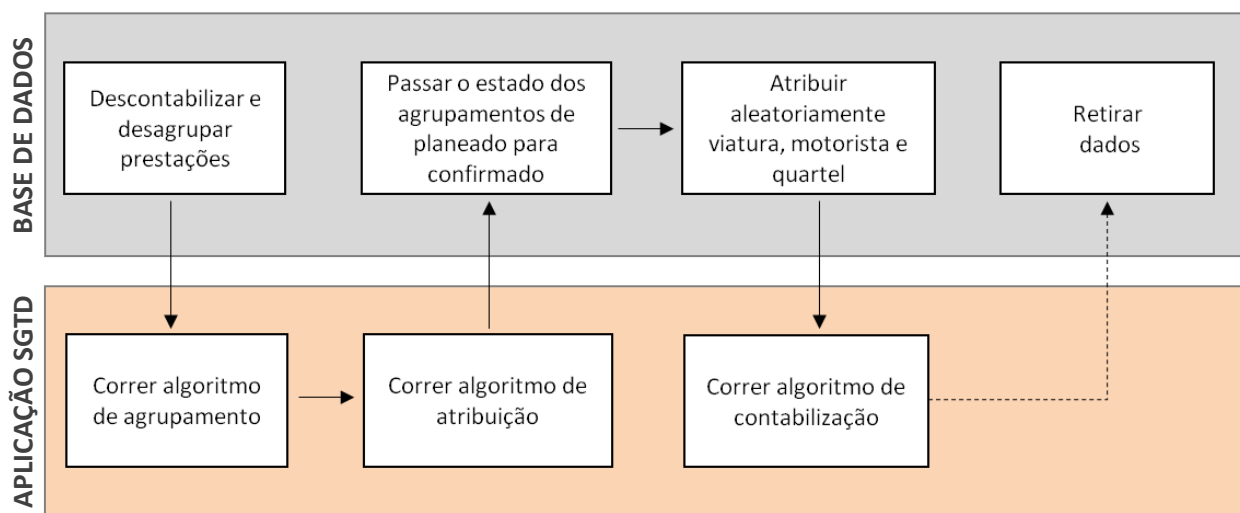


Figura 15 – Etapas do processo de simulação de alterações nos algoritmos do SGTD.

O primeiro passo das simulações, após feita a alteração pretendida, consiste na reposição do sistema ao seu estado inicial. Por outras palavras, consiste na descontabilização e no desagrupamento das prestações consideradas, para que não haja nenhum agrupamento de transporte formado. Tal passo é feito através de um *update* à base de dados gerada para fins de simulação do SGTD. Desta forma, as prestações passam a estar desagrupadas, deixando de ter um número de agrupamento associado, bem como valor contabilizado, regressando ao seu estado inicial.

Como passo seguinte da simulação, é activado o algoritmo de agrupamento de transporte, seguido do algoritmo de atribuição de Entidade Transportadora, directamente na aplicação do SGTD. No sistema real, após atribuição de transportadora aos agrupamentos de transporte, cabe à mesma aceitar tacitamente, e posteriormente confirmar, ou rejeitar os agrupamentos que lhe são atribuídos. Em caso de aceitação tácita, é necessário que os agrupamentos passem para o estado “Confirmado”, o que só acontece após atribuição de quartel, viatura e motorista, por parte das Entidades Transportadoras. Desta forma, foi necessário criar um passo na simulação que substituisse esta acção humana, através de um novo *update* à base de dados, responsável pela alteração do estado dos agrupamentos.

De forma a atribuir quartel, viatura e motorista a cada agrupamento, foi criado um procedimento que preenche de forma aleatória estes campos, de modo a permitir a continuação do processo de simulação.

Como último passo das simulações, é corrido o algoritmo de contabilização da aplicação do SGTD, sendo possível, por fim, recolher os resultados obtidos. Para cada indicador de desempenho cujo valor se pretendeu obter, foi criada uma, ou mais, *queries* no *software SQL Developer*, consoante a complexidade exigida.

Nesta fase da metodologia, foram simuladas, ao todo, 15 simulações, cada qual com duração aproximada de 6 horas, e construídas cerca de 50 *queries* em linguagem PL-SQL, de forma a retirar os valores obtidos nos indicadores de desempenho da base de dados utilizada.

5.5.2 Validação do Modelo

Tendo em conta o processo de simulação descrito, conclui-se que o modelo construído tem por base alguns pressupostos que diferem da aplicação real do SGTD, tais como:

- A aceitação tácita, por parte das transportadoras, de todos os agrupamentos que lhes são atribuídos (o que não acontece necessariamente na realidade, ocorrendo, por vezes, casos de rejeição);
- A atribuição aleatória de quartel, veículo e motorista aos agrupamentos aceites, o que pode levar a pequenas inexatidões relativamente aos custos de transporte, uma vez que a contabilização dos quilómetros percorridos começa a partir do local do quartel. A sua escolha, em situação real, nunca seria aleatória, nem totalmente desprovida de importância. No entanto, verificou-se que o número de casos de transportadoras com mais de um quartel era muito reduzido, não sendo suficiente para invalidar a análise;
- A inexistência de cancelamentos. No sistema real poderá haver imprevistos que levam ao cancelamento do transporte de um utente, desde que feito um aviso prévio até às 15h30 do dia anterior à sua realização. O modelo pressupõe que todas as prestações concluíram o processo completo de transporte.

Ainda assim, o facto de terem sido usados os algoritmos da aplicação do SGTD para realizar as simulações, minimiza significativamente possíveis desvios do que aconteceria no caso real, credibilizando os resultados obtidos através do modelo. É de referir, ainda, que ao longo de todo o processo de simulação, houve uma aferição conjunta com a equipa da Link Consulting do modelo e procedimentos utilizados e uma verificação contínua da consistência dos resultados obtidos com o expectável a partir das alterações feitas.

6. Resultados

Neste capítulo, pretende-se apresentar os resultados obtidos nas simulações das alterações aos algoritmos do SGTD. Numa primeira secção, serão apresentados os resultados obtidos através de uma simulação sem quaisquer alterações nos algoritmos do sistema (S0), de forma a ter uma base de comparação para as simulações seguintes. De seguida, são apresentados os resultados obtidos nas simulações de cada alteração individual (S1 a S11), recorrendo a uma tabela global, sendo que, para cada indicador de desempenho, foi calculada a variação percentual relativamente ao seu valor de referência. Por fim, com base nos resultados obtidos nas simulações individuais, foram planeadas quatro simulações combinadas (A,B,C e D), que conjugam várias alterações anteriormente simuladas de forma individual. Os resultados obtidos nestas simulações apresentam-se na última secção deste capítulo.

6.1 Resultados da Simulação sem Alterações – Valores de Referência do Modelo

Antes de iniciar as simulações planeadas, obtiveram-se valores de referência, através de uma primeira simulação sem alterações nos algoritmos do SGTD (S0). Desta forma, obtiveram-se os seguintes valores de referência (**Tabela 16**).

Tabela 16 – Valores de referência do modelo de simulação, relativos aos agrupamentos formados e custos de transporte.

Agrupamentos	
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.952
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	26.74
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.25
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.37
Custos (em €)	
(ID14) Totais	597.170
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	582.545
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	14.625
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	66.719
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.973
(ID10) Tempos de espera	131.730

Os resultados da simulação do modelo do sistema sem qualquer alteração permitiram obter uma base comparativa para os valores dos indicadores de desempenho obtidos nas restantes simulações e, desta forma, avaliar o seu impacto. Primeiramente, foram simuladas alterações de forma individual, ou seja, cada simulação representou uma alteração única no modelo. Posteriormente, e após análise dos resultados obtidos, foram realizadas quatro simulações (A, B, C e D), cada qual representando mais do que uma alteração do modelo. Estas permitiram analisar o comportamento do sistema, quando sujeito a um conjunto de alterações que modificasse significativamente a sua lógica de funcionamento actual.

6.2 Resultados das Simulações Individuais

Os resultados de cada simulação individual (S1 a S11) podem ser encontrados em anexo (**Anexo B**) e, para efeitos comparativos, numa tabela global, apresentada de seguida (**Tabela 17**). Nesta tabela, para cada indicador de desempenho, foi calculada a variação, em percentagem, relativamente aos valores de referência. Deste modo, foi possível analisar quais as simulações que revelaram ter maior impacto nos objectivos e *stakeholders* do sistema.

Relativamente aos indicadores de desempenho que pretendem traduzir o grau de equidade no sistema (ID8, ID9, ID12, ID13, ID15 e ID16), foram recolhidas, para cada simulação, as distâncias máximas percorridas por Entidade Transportadora, bem como as suas receitas relativas ao transporte de utentes. Recolheram-se, igualmente, as despesas nesta matéria por Agrupamentos de Centros de Saúde (ACeS). De seguida, recorreu-se ao *software Microsoft Excel*, de forma a apurar as variações nestes campos, para cada simulação, e calcular as percentagens necessárias para a determinação dos referidos indicadores.

De forma a destacar alguns valores e a facilitar a sua posterior análise, utilizou-se o seguinte código de cores, nas tabelas de resultados:

- **Amarelo:** para realçar valores que revelam maior impacto no objectivo “minimização da inconveniência do utente”;
- **Azul:** para realçar valores que revelam maior impacto no objectivo “minimização dos custos associados ao transporte de utentes”
- **Verde:** para realçar valores que revelam maior impacto no objectivo “distribuição equitativa dos transportes pelas Entidades Transportadoras candidatas”;
- **Vermelho:** para realçar valores que revelam maior impacto no objectivo “maximização do uso de recursos disponíveis”.

Analisando a **Tabela 17**, é possível fazer as seguintes observações:

- As alterações que tiveram maior impacto no objectivo “maximização do uso de recursos” foram as S6 e S7 (agrupamento por igual Entidade Prestadora e por igual freguesia destino) e a S11 (distribuição equitativa das prestações da mesma credencial). Justifica-se, as duas primeiras, uma vez que consideram um critério de agrupamento mais restritivo que o actualmente utilizado pelo sistema (agrupamento por igual concelho destino), levando ao aumento do número de agrupamentos múltiplos com menor número de prestações, devido à maior dificuldade em encontrar prestações que sejam compatíveis e satisfaçam os critérios de agrupamento considerados. Relativamente à S11, uma vez que permite um maior grau de liberdade ao sistema para agrupar prestações, esta traduziu-se numa diminuição significativa do número de agrupamentos múltiplos formados, acompanhado de um aumento expressivo do número médio de prestações por agrupamento.

Tabela 17 – Variações percentuais dos indicadores de desempenho de cada simulação individual relativamente aos valores de referência.

Simulações	Agrupamentos				Custos						Equidade						
	(ID1) Nº de Agrupamentos Múltiplos	(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	(ID14) Totais	(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	(ID5) Fidelizações fora da área de residência	(ID10) Tempos de espera	(ID8) % ET's que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	(ID9) % ET's que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	(ID12) % ACeS's que aumentaram a despesa associada ao transporte	(ID13) % ACeS's que diminuíram a despesa associada ao transporte	(ID15) % ET's que aumentaram a receita associada ao transporte	(ID16) % ET's que diminuíram a receita associada ao transporte	
S0	Valores de Referência	11952	26,74	2,25	3,37	597170	582545	14625	66719	20973	131730	-	-	-	-	-	-
S1	Preço do km = 0.52€	-	-	-	-	+ 1,48	+ 1,51	0,00	+ 1,42	+ 1,39	- 0,01	-	-	100,00	0,00	100,00	0,00
S2	Taxa de saída a 10€	-	-	-	-	+ 0,82	0,00	+ 33,33	+ 0,09	0,00	0,00	-	-	100,00	0,00	60,22	0,00
S3	Taxa de saída até 25km	-	-	-	-	- 0,30	- 0,59	+ 11,28	0,93	0,00	- 3,37	-	-	0,00	100,00	8,60	22,58
S4	Sem Fidelizações	- 4,79	+ 4,10	+ 5,03	+ 0,70	- 3,13	- 2,93	- 11,23	- 100,00	- 100,00	- 3,09	26,88	32,26	0,00	100,00	32,58	34,83
S5	Fidelizações apenas dentro da área de residência	- 4,19	+ 3,22	+ 4,38	+ 0,72	- 2,44	- 2,23	- 10,72	+ 17,20	- 99,37	- 2,54	31,18	27,96	0,00	100,00	32,22	35,56
S6	Agrupamento por "igual Entidade Prestadora"	+ 9,30	- 3,87	- 8,51	- 0,51	+ 5,69	+ 5,71	+ 4,87	+ 10,53	+ 9,20	+ 7,57	26,88	39,78	100,00	0,00	50,00	22,22
S7	Agrupamento por "igual freguesia destino"	+ 7,51	- 0,50	- 6,99	+ 0,42	+ 5,07	+ 5,09	+ 4,51	+ 10,41	+ 9,02	+ 7,27	26,88	37,63	83,33	16,67	46,67	22,22
S8	Utentes de conjuntos de freguesias diferentes podem ser agrupados	- 3,24	+ 3,58	+ 3,35	+ 1,51	- 0,91	- 0,66	- 10,72	+ 0,28	- 1,51	- 0,52	26,88	22,58	16,67	66,67	27,78	27,78
S9	Intervalo máximo entre prestações de 1h até 100km e 2h após 100km	- 0,72	- 13,31	+ 0,72	- 0,73	- 0,26	+ 0,01	- 10,97	+ 0,22	- 1,35	- 1,31	20,43	31,18	50,00	50,00	32,22	31,11
S10	Intervalo máximo entre prestações de 1h até 50km e 2h após 50km	- 0,74	- 12,80	+ 0,74	- 0,70	- 0,30	- 0,04	- 10,56	+ 0,44	- 1,51	- 1,22	20,43	31,18	50,00	33,33	33,33	26,67
S11	Distribuição equitativa das prestações da mesma credencial	- 14,39	+ 7,02	+ 16,81	+ 2,14	- 4,41	- 3,80	- 21,85	- 4,78	+ 0,78	- 9,80	38,71	24,73	0,00	100,00	29,03	31,11

- Quando às alterações que tiveram maior impacto no objectivo “minimização da inconveniência dos utentes”, destacam-se, novamente, as S6 e S7, por conduzirem a uma diminuição do número médio de prestações por agrupamento o que é favorável ao conforto dos utentes durante o transporte. Em contraste, destaca-se a S11, que aumenta significativamente este indicador. Mais uma vez, fica evidente o conflito existente entre este objectivo e o de “maximização dos recursos”. Com impacto positivo para o utente, há ainda que realçar as simulações S9 e S10 (alteração dos intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento), que traduziram numa diminuição significativa no intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação por agrupamento. Tal era esperado, uma vez que foram testados intervalos menores aos actualmente aplicados pelo sistema. No entanto, reforça-se, que estas simulações não tiveram, praticamente repercussões no número de agrupamentos múltiplos formados. Desta forma, depreende-se que os intervalos simulados levaram, essencialmente, a uma reorganização dos agrupamentos formados. Como tal, ocorreu o agrupamento de prestações com horários mais próximos, o que se revela vantajoso para os utentes e para as Entidades Transportadoras
- Relativamente às alterações que tiveram maior impacto no objectivo “minimização de custos associados ao transporte de utentes”, destacam-se as S4, S5 e S11, por impossibilitarem, ou restringirem à área de residência, as fidelizações de utentes e por permitirem a distribuição equitativa de prestações da mesma credencial, respectivamente. Desta forma, dão um maior grau de liberdade ao sistema para agrupar estas prestações, aumentando a probabilidade de compatibilidade de agrupamento. Como tal, estas simulações foram as que apresentaram uma maior diminuição nos custos totais de transporte. Por contraste, as simulações S6 e S7, por serem mais restritivas nos seus critérios, levam à formação de mais agrupamentos com menos prestações e, conseqüentemente, isto traduz-se num aumento significativo de custos. Destaca-se a simulação S3 (aumento do quilómetro limite até ao qual a contabilização é feita por taxa de saída), por ter levado à diminuição da despesa de 100% dos ACeS, ainda que pouco significativa, o que evidencia que este limite deverá ser alvo de análise futuramente
- Por fim, quanto ao objectivo “distribuição equitativa dos transportes pelas várias Entidades Transportadoras”, é possível observar que, quando é dada maior liberdade ao sistema para agrupar prestações, como na simulação S11, a percentagem de Entidades Transportadoras que aumenta a receita é sempre muito próxima da percentagem de transportadoras que, por contrário, diminui. Tal facto evidencia que estas simulações não alteram os critérios de equidade de atribuição da receita do transporte, continuando a haver uma distribuição equitativa da mesma.

Assim, mediante os objectivos e *stakeholders* que a Link Consulting queira favorecer, deverá considerar diferentes alterações de acordo com os impactos obtidos. No entanto, numa primeira fase, deve analisar o impacto global nos objectivos do SGTD, uma vez que existem situações de conflito que foram comprovadas. Deve ser, igualmente, considerado o impacto nos múltiplos *stakeholders* do SGTD, uma vez que estão intrinsecamente associados aos objectivos do sistema (**Tabela 18**).

Assim, se a Link Consulting quiser implementar medidas alternativas que beneficiem, compensem ou apoiem o *stakeholder* “Utente”, deve focar-se nas alterações que tiveram impacto positivo relativamente ao objectivo de minimizar a sua inconveniência. Se, por sua vez, optar por uma abordagem mais voltada para custos e redução de despesa associada ao transporte, favorecendo as Entidades Requisitantes e Gestoras, deve focar-se nas alterações que tiveram maior impacto nos objectivos de minimização de custos e maximização do uso de recursos. No entanto, caso queira favorecer as Entidades Transportadoras, deve analisar com mais atenção as alterações que tiveram maior impacto nos objectivos relativos à equidade de distribuição dos agrupamentos de transporte e à maximização do uso de recursos.

Tabela 18 – Impacto das alterações individuais simuladas nos *stakeholders* internos e nas Entidades Gestoras/Supervisoras do SGT. 😊 - Impacto positivo nos seus interesses; ☹️ - Impacto negativo nos seus interesses; 😐 - Impacto negativo em alguns dos seus interesses e positivo noutros.

Simulações	Utentes	Entidades Requisitantes	Entidades Prestadoras	Entidades Transportadoras	Entidades Gestoras/Supervisoras
S1	-	☹️	-	😊	☹️
S2	-	☹️	-	😊	☹️
S3	-	😊	-	😐	😊
S4	☹️	😊	-	-	😐
S5	-	😊	-	-	😊
S6	😊	☹️	-	😊	😐
S7	😊	☹️	-	😊	😐
S8	☹️	😊	-	-	😐
S9	😊	-	-	😊	😊
S10	😊	-	-	😊	😊
S11	☹️	😊	-	-	😐

6.3 Resultados das Simulações Combinadas

Perante os resultados das simulações de alterações individuais, considerou-se pertinente a simulação combinada de algumas alterações ao modelo, de forma a construir cenários alternativos ao funcionamento do sistema actual. No planeamento destas alterações, foi tida a preocupação de

atenuar conflitos de interesse, evidenciados pelos resultados anteriores, através da combinação de alterações que tentassem satisfazer objectivos associados a diferentes *stakeholders* do SGTD. As simulações planeadas, umas mais radicais que outras, bem como as alterações que englobam, encontram-se na **Tabela 19**.

Tabela 19 – Simulações combinadas (A, B, C e D) e respectivas alterações no modelo, assinaladas com ●.

Alterações no modelo		A	B	C	D
S6	Agrupamento de utentes por igual Entidade Prestadora			●	●
S4	Sem fidelizações	●	●	●	
-	Com fidelizações				●
S11	Credencial de transporte “não fidelizada”		●	●	●
-	Credencial de transporte “fidelizada” a uma só transportadora	●			
S9	Intervalos máximos entre prestações do mesmo agrupamento: 1h dentro do concelho e fora até 100km; após 100km passa a 2h	●	●	●	●
S1	Aumento do preço do quilómetro em 0.01€	●	●		

Simulação A

Esta simulação teve como propósito manter a atribuição do transporte de todas as prestações da mesma credencial a uma só Entidade Transportadora, no entanto, não permite fidelizações de utentes. De forma a colmatar o seu possível incómodo, modificaram-se os intervalos horários máximos, de forma a agrupar utentes com maior proximidade de horas de prestação, minimizando tempos de viagem e de espera. Como incentivo de adesão, por parte das Entidades Transportadoras, a estas alterações, aumentou-se o preço do quilómetro em 0.01€.

Simulação B

Esta simulação é a que apresenta alterações mais radicais ao funcionamento do sistema actual. Não só não permite fidelizações de utentes, como atribui as prestações de uma credencial de forma equitativa pelas transportadoras candidatas. Como medida de compensação para os utentes e Entidades Transportadoras, foram alterados os intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento e aumentou-se o preço por quilómetro em 0.01€.

Simulação C

Com esta simulação, tal como na B, pretendeu-se simular uma alternativa ao sistema actual em que não fossem permitidas fidelizações de utentes, nem a atribuição das prestações de uma credencial a uma só transportadora. No entanto, como medida de compensação dos utentes, alteraram-se os intervalos horários máximos, e agruparam-se os utentes por igual Entidade Prestadora, minimizando o número médio de prestações por agrupamento e, conseqüentemente, os

tempos de viagem de cada utente. Esta última medida leva ao aumento de custos associados aos transportes, beneficiando as Entidades Transportadoras. Como tal, nesta simulação não foi considerado o aumento do preço por quilómetro, de forma a não crescer custos aos ACeS.

Simulação D

Através desta simulação, pretendeu-se manter a possibilidade de fidelizações de utentes a Entidades Transportadoras, no entanto, esta passa a ser a única forma de fidelização, uma vez que as prestações de uma credencial passam a ser atribuídas de forma equitativa pelas transportadoras candidatas. Uma das vantagens de ter a credencial de transporte fidelizada prende-se no facto de permitir um planeamento antecipado dos transportes por parte das Entidades Transportadoras. Numa tentativa de colmatar esta falta, agruparam-se os utentes por igual Entidade Prestadora, factor que revelou ter peso no conforto dos utentes e que torna mais fácil o planeamento das transportadoras, uma vez que apenas terão um destino único por agrupamento de transporte. Esta medida leva a um aumento de custos totais e, como tal, não foi considerado o aumento do preço do quilómetro nesta simulação. Optou-se por alterar os intervalos máximos, uma vez que estes revelaram reorganizar os agrupamentos de transporte de forma mais vantajosa para o utente.

Como é possível compreender, estas simulações apresentam níveis diferentes de intervenção no sistema, tendo como propósito analisar cenários alternativos ao funcionamento do sistema actual, com base em alterações de carácter, por vezes, mais radical. Desta forma, é possível ter percepção de algumas potencialidades de melhoria e do vasto leque de opções que o sistema permite. Os resultados obtidos com estas simulações encontram-se sistematizados na **Tabela 20**, encontrando-se, em maior detalhe, em anexo (**Anexo B**). Para destacar alguns valores, utilizou-se o mesmo código de cores que na **Tabela 17**.

Tabela 20 – Variações percentuais dos indicadores de desempenho de cada simulação combinada relativamente aos valores de referência.

Simulações	Agrupamentos				Custos						Equidade					
	(ID1) Nº de Agrupamentos Múltiplos	(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	(ID14) Totais	(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	(ID5) Fidelizações fora da área de residência	(ID10) Tempos de espera	(ID8) % ET's que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	(ID9) % ET's que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	(ID12) % ACeS's que aumentaram a despesa associada ao transporte	(ID13) % ACeS's que diminuíram a despesa associada ao transporte	(ID15) % ET's que aumentaram a receita associada ao transporte	(ID16) % ET's que diminuíram a receita associada ao transporte
V.R.	11952	26,74	2,25	3,37	597170	582545	14625	66719	20973	131730	-	-	-	-	-	-
A	-10,19	-10,29	+11,35	-0,94	-1,85	-1,25	-25,90	-100,00	-100,00	-9,71	30,11	31,18	33,33	66,67	65,17	34,83
B	-14,27	-7,95	+16,65	-1,00	-5,48	-4,77	-33,69	-100,00	-100,00	-13,80	38,71	29,03	33,33	66,67	61,96	38,04
C	-5,19	-13,95	+5,47	-2,25	-2,12	-1,91	-10,21	-100,00	-100,00	-7,81	36,56	40,86	50,00	50,00	47,31	36,56
D	-0,64	-16,40	+0,65	-0,84	+1,74	+2,05	-10,51	+6,12	+0,53	-1,66	40,22	33,70	83,33	16,67	52,17	29,35

Novamente, deve ser considerado o impacto nos múltiplos *stakeholders* do SGTD, uma vez que estão intrinsecamente associados aos objectivos do sistema (**Tabela 21**).

Tabela 21 – Impacto das simulações combinadas nos *stakeholders* internos e nas Entidades Gestoras/Supervisoras do SGTD. 😊 - Impacto positivo nos seus interesses; 😞 - Impacto negativo nos seus interesses; 😐 - Impacto negativo em alguns dos seus interesses e positivo noutros.

Simulações	Utentes	Entidades Requisitantes	Entidades Prestadoras	Entidades Transportadoras	Entidades Gestoras/Supervisoras
A	😐	😊	-	😊	😊
B	😞	😊	-	😊	😐
C	😐	😊	-	-	😊
D	😊	😞	-	😊	😐

Analisando os resultados obtidos, destaca-se a simulação B por ser a que altera de forma mais radical o funcionamento actual do SGTD e uma vez que é a que permite um maior grau de liberdade ao sistema. Esta simulação foi a que revelou o maior impacto na redução de custos. Tal justifica-se, uma vez que não considera restrições de agrupamento como fidelizações de utentes, nem atribuições exclusivas de credenciais de transporte, permitindo ao sistema atribuir a transportadora segundo as regras estabelecidas de equidade. Em contrapartida, esta simulação é a menos vantajosa do ponto de vista do utente, pois não só lhe retira a possibilidade de estar fidelizado a uma transportadora, estando o seu transporte atempadamente garantido, como também é a que apresenta um maior aumento do número médio de prestações por agrupamento. Tal vai de encontro ao objectivo de minimização da inconveniência do utente (através da minimização do número de utentes/prestações por agrupamento), no entanto, leva à maximização do uso dos recursos disponíveis. Uma vez mais, é evidente a necessidade de encontrar uma situação de compromisso entre os vários objectivos do sistema, aquando da tomada decisão, por parte da Link Consulting, na implementação, ou alteração, de uma nova medida no sistema.

As simulações C e D apresentaram uma diferença única nas suas alterações que reside na permissão, ou não, de fidelizações de utentes. Da mesma forma as simulações A e B diferiram apenas na atribuição, ou não, de todas as prestações de uma credencial à mesma Entidade Transportadora. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que os impactos de cada alteração acabaram por ter um efeito aditivo, quando foram combinadas alterações.

7. Discussão

7.1 Considerações sobre os resultados das simulações

A partir dos resultados obtidos nas simulações de alterações aos algoritmos do SGT, foi possível analisar o seu impacto nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do sistema. Esta análise permitiu comprovar conflitos entre objectivos do sistema e, conseqüentemente, entre interesses dos vários *stakeholders*, para a grande maioria de alterações propostas. No entanto, as simulações que procederam à alteração dos intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento revelaram resultados mercedores de especial atenção.

Ao testar diferentes intervalos horários máximos entre a primeira e última prestação de um agrupamento, bem como os limites a partir dos quais estes se aplicam, verificou-se que a imposição de menores intervalos não se repercuta num aumento de custos. Depreende-se, assim, que esta alteração permitiu uma melhor reorganização dos agrupamentos, aproximando prestações com horários próximos, o que é inegavelmente vantajoso, tanto para os utentes, como para as transportadoras. Como tal, o ajuste dos intervalos horários máximos deve ser seriamente considerado como uma melhoria a implementar no sistema. Relativamente aos intervalos considerados, conclui-se que não se justifica a existência de um intervalo de 4h, como no sistema actual, devendo ser razoável a utilização de intervalos máximos de 1h e 2h entre prestações a agrupar. Quanto aos quilómetros limites, a partir dos quais estes intervalos são aplicados, o sistema actual utiliza dois: fronteira do concelho e 100km de percurso a partir da mesma. As simulações realizadas utilizaram apenas um limite, ignorando a fronteira do concelho. Portanto, numa primeira simulação, aplicou-se 1h de intervalo máximo para percursos inferiores a 50 km e 2h para percursos superiores. Na segunda simulação, aplicaram-se os mesmos intervalos, no entanto, usou-se como limite os 100 km, tendo-se obtido valores muito semelhantes. Tal indica que grande parte das prestações corresponde a percursos que não chegam a atingir os 50 km de percurso, fora do concelho, tornando o limite actualmente utilizado (100km) obsoleto, devendo-se ajustar os limites em conformidade.

Relativamente às restantes alterações simuladas, podem tecer-se algumas considerações sobre o impacto que teriam no sistema, se aplicadas, e que oportunidades de melhoria revelaram, tais como:

- As alterações referentes ao aumento do preço pago pelo SNS por quilómetro e do valor fixo da taxa de saída representam boas medidas a implementar como compensação para as Entidades Transportadoras, caso se pretenda implementar uma alteração que não favoreça os seus objectivos ou que, por alterar práticas há muito estabelecidas, possa encontrar resistência por parte destes *stakeholders*.
- A alteração do valor do quilómetro limite que separa os dois tipos de contabilização de transporte (por taxa de saída ou por quilómetros percorridos) de 20 km para 25 km, levou a uma diminuição da despesa de 100% dos ACeS, ainda que sem se verificar uma significativa redução nos custos totais, e sem alteração das receitas de cerca de 70% das Entidades Transportadoras. Desta forma, evidencia-se o interesse em analisar, com maior rigor, possíveis

valores alternativos para este limite e as suas implicações, de modo a compreender se este deve ser ajustado e se é possível encontrar um compromisso que satisfaça tanto os ACeS, bem como as Entidades Transportadoras.

- As alterações relativas a fidelizações de utentes revelaram custos significativos associados, no entanto há que questionar a viabilidade de um sistema que não permita a fidelizações de utentes, uma vez que este é dos factores que mais contribuem para o sentimento de conforto e segurança relativamente ao serviço que lhes é prestado. Através das fidelizações, é garantido ao utente de que o seu transporte está assegurado, não estando sujeito ao processo de aceitação/rejeição por parte das transportadoras. Fidelizações fora da área de residência podem ser, também, consequência da falta de recursos disponíveis das transportadoras que actuam na área, sendo uma medida extrema, mas necessária, para garantir o transporte desses utentes. Por fim, resta referir que as fidelizações estão intimamente associadas a prestações de hemodiálise, que devido à sua criticidade e regularidade, necessitam de planeamento prévio. Devido a estes factores, inevitavelmente associados ao objectivo de minimizar a inconveniência dos utentes, talvez se deva focar a atenção não em privar a possibilidade de fidelizações de utentes, mas sim, nos custos associados a fidelizações a transportadoras que não actuam na área de residência do utente. As ARS seriam as principais interessadas em analisar os factores que levam a este tipo de fidelizações, de forma a tomar medidas que minimizassem os custos associados. Caso se devam a falta de recursos, entenda-se veículos e/ou motoristas, das transportadoras que actuam na área de residência do utente, deve ser estudada a hipótese de incentivar, de forma fundamentada, a aquisição dos meios necessários para a realização dos transportes destes utentes, caso se justifique o investimento e atenuar os custos associados a fidelizações fora da área de residência.
- As alterações referentes ao critério de agrupamento dos utentes por igual concelho destino, testando o agrupamento por igual freguesia e, numa granularidade maior, igual Entidade Prestadora, embora fossem vantajosas para os utentes, uma vez que diminuiriam os tempos de viagem, em consequência da minimização de desvios, representam um aumento significativo nos custos totais. Desta forma, caso se pretendesse implementar uma alteração deste teor, seria aconselhável não o fazer de forma isolada, contrabalançando, por exemplo, com a diminuição do preço pago por quilómetro.
- A partir da alteração que permitiu o agrupamento de utentes pertencentes a conjuntos de freguesias diferentes, no entanto, da área de actuação da mesma transportadora, verificou-se que apenas 26,88% das Entidades Transportadoras aumentaram a média das distâncias máximas percorridas, tendo-se verificado uma ligeira redução dos custos totais. Tal leva a questionar se se justifica a impossibilidade de agrupamento de utentes nestas condições, abrindo portas para uma análise mais aprofundada sobre a distribuição actual das áreas de actuação.
- Alterações na lógica de atribuição de transportadoras às prestações da mesma credencial, revelaram que o princípio “Entidade Transportadora que inicia uma credencial finaliza a mesma” é o que representa maiores custos totais associados ao transporte. Esta regra,

actualmente em vigor, acaba por representar uma segunda forma de fidelização do sistema, tendo como principal vantagem permitir o planeamento dos transportes por parte das Entidades Transportadoras. No entanto, questiona-se se esta dupla fidelização justifica os custos associados. Caso se tencione implementar a distribuição equitativa das prestações da mesma credencial pelas transportadoras candidatas, recorrendo ao procedimento já existente no sistema da comparação do valor projectado, aconselha-se a prevenção de possíveis resistências por parte das Entidades Transportadoras. Tal pode ser conseguido através da implementação de uma medida que compense estes *stakeholders*, como o aumento do valor da taxa de saída, ou do preço do quilómetro.

Por fim, analisando as simulações combinadas, estas representam alterações mais profundas no funcionamento do sistema actual, uma vez que resultam da conjugação de várias modificações, com diferentes graus de intervenção. Pretendeu-se, desta forma, testar diferentes potencialidades do sistema, tentando, para cada alteração, associar outra que atenuasse o possível desfavorecimento de um *stakeholder*. As simulações A e B diferiram, entre si, apenas quanto à forma de atribuição de transportadora às prestações da mesma credencial. As simulações C e D, na mesma linha de pensamento, diferiram apenas quanto à fidelização de utentes. Estas simulações tiveram como propósito dotar a Link Consulting de informação que permitisse analisar cenários que, pelo maior grau de intervenção no sistema, não tinham sido, até então, considerados.

7.2 Considerações sobre a metodologia construída

Com o intuito de apoiar a Link Consulting na análise de oportunidades de melhoria do SGTD, foram pesquisados métodos e metodologias na literatura referente ao problema de transporte programado de utentes. No entanto, não foi encontrado uma metodologia que se adequasse, na íntegra, às especificidades técnicas e sociais do sistema em estudo, e que permitisse dar resposta aos objectivos deste trabalho. Como tal, foi desenvolvida uma metodologia que permitiu analisar o impacto nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do SGTD de alterações na lógica e parâmetros dos seus algoritmos. Desta forma, foi possível analisar a viabilidade de cada alteração proposta, tendo-se identificado algumas oportunidades de melhoria do sistema e resultados merecedores de reflexão. Em contraste com as metodologias encontradas na literatura que pretendiam encontrar soluções óptimas, relativamente à construção de rotas, a metodologia deste trabalho pretendeu explorar alternativas ao funcionamento actual dos algoritmos de organização e contabilização de transporte do do SGTD, questionando algumas das suas regras heurísticas e avaliando o seu impacto nos múltiplos *stakeholders* do sistema.

A componente social da abordagem sociotécnica adoptada ao longo das várias etapas metodológicas, consistiu na interação com a equipa *HealthCare Solutions* da Link Consulting, sob a forma de reuniões e um *workshop*. Tal permitiu uma aferição constante da adequação dos métodos utilizados às necessidades identificadas pela empresa.

Após contextualização do SGTD, a primeira etapa da metodologia consistiu na conceptualização dos algoritmos deste sistema, o que permitiu compreender a sua lógica de funcionamento, bem como as várias regras e princípios pelos quais se regem. Desta forma, foi possível identificar e mapear as diferentes alterações nos algoritmos que se pretendiam analisar. De seguida, a análise de *stakeholders* desenvolvida permitiu identificar e categorizar o grau de envolvimento dos diferentes intervenientes do sistema e delinear estratégias de comunicação ajustadas aos seus perfis. Nesta etapa, foram também identificados os vários objectivos do SGTD, bem como a forma como se relacionam com os interesses das várias partes interessadas no sistema. Desta análise, ficaram evidentes alguns pontos de conflito de interesses entre os *stakeholders* do sistema.

Uma vez identificados os *stakeholders* e objectivos do SGTD, foram definidos indicadores de desempenho associados a estes últimos, o que permitiu tornar mensurável o impacto das alterações propostas nos *stakeholders* a que os objectivos do SGTD estão correlacionados. De seguida, foi construído um modelo de simulação através do qual foi, por fim, analisado o impacto das alterações propostas nos objectivos e *stakeholders* do SGTD, recorrendo à própria aplicação do SGTD e a uma base de dados gerada para fins de simulação dos cenários alternativos propostos. Este foi desenvolvido e validado em reuniões com a equipa responsável pelo SGTD na Link Consulting. Os resultados obtidos nas simulações permitiram avaliar a adequação das alterações propostas e a sua viabilidade, consoante o impacto produzido nos objectivos e *stakeholders* do SGTD. Como esperado, esta análise permitiu comprovar conflitos entre objectivos do sistema e, conseqüentemente, entre interesses dos vários *stakeholders*, para a grande maioria de alterações propostas. No entanto, algumas simulações evidenciaram alternativas merecedoras de especial atenção, tais como alterações nos intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento.

Por fim, é possível tecer-se algumas considerações sobre a metodologia desenvolvida. Relativamente às suas limitações, destaca-se o processo de definição de alguns indicadores de desempenho, nomeadamente os que dizem respeito a valores médios (ID2, ID3 e ID11). Tendo em conta o volume de prestações considerado e a dispersão evidenciada pelo seu desvio-padrão, para tirar ilações mais rigorosas sobre o comportamento do sistema, seria pertinente realizar sobre estes valores um tratamento estatístico que permitisse comprovar a sua adequação como indicadores. Uma outra limitação desta metodologia prende-se no facto das simulações terem incidido numa amostra de dados que, por ser restrita e gerada para fins de simulação, tem a desvantagem da perda de percepção do impacto da sazonalidade e de outros possíveis padrões comportamentais do SGTD.

No entanto, como principais vantagens, esta metodologia apresenta uma abordagem diferenciadora quanto ao estudo de alternativas ao funcionamento dos algoritmos de um sistema, uma vez que direcciona o foco da análise de impacto para os seus *stakeholders*. Da mesma forma, o facto de fomentar uma constante interação com a empresa que pretende apoiar na análise, através de uma abordagem sociotécnica, leva a uma maior adequação e ajuste dos métodos às necessidades identificadas por esta, permitindo aferir e validar as análises realizadas, de forma consistente.

8. Conclusões e Trabalho Futuro

Actualmente em Portugal, de forma a garantir a igualdade de oportunidades de acesso aos cuidados de saúde, o SNS é responsável pelo transporte não urgente dos seus utentes com insuficiência económica e capacidade clínica incapacitante. Ao nível da rede de cuidados primários, a gestão do transporte programado de utentes faz uso de uma plataforma *on-line*, o SGTD, que integra todas as actividades inerentes a este serviço. Este sistema, desenvolvido e suportado pela empresa Link Consulting, apresenta múltiplos objectivos que, por sua vez, estão associados aos múltiplos *stakeholders* deste sistema de complexidade apreciável.

O presente trabalho teve como objectivo desenvolver e implementar uma metodologia que permitisse analisar o impacto, nos múltiplos objectivos e *stakeholders* do SGTD, de alterações nos seus algoritmos. Desta forma, pretendia-se gerar informação que apoiasse a Link Consulting na análise de oportunidades de melhoria deste sistema.

A metodologia desenvolvida diferencia-se das existentes na literatura, uma vez que explora alternativas à lógica e parâmetros dos algoritmos de um sistema, focando a análise do seu impacto nos seus múltiplos *stakeholders*. Para tal, esta tem por base diferentes técnicas e métodos encontrados na literatura, conjugados de forma a construir uma multimetodologia adequada ao contexto e características do sistema em estudo. Nas suas várias etapas, é adoptada uma abordagem sociotécnica, de forma a ajustar as diferentes análises às necessidades identificadas pela empresa cuja decisão pretende apoiar e a tornar todo o processo metodológico transparente.

Desta forma, a metodologia desenvolvida permite:

- Analisar as componentes técnicas do sistema, nomeadamente o funcionamento dos algoritmos, de modo a identificar e propor a análise de alterações pertinentes;
- Analisar os múltiplos *stakeholders* do sistema, de forma a tecer recomendações sobre estratégias de comunicação a ter com cada perfil identificado;
- Identificar os diferentes objectivos do sistema e relacioná-los com os *stakeholders* cujo interesse pretendem reflectir;
- Simular e analisar o impacto de alterações nos algoritmos do sistema nos seus múltiplos objectivos e *stakeholders*;
- Gerar informação que possibilite identificar oportunidades de melhoria do sistema em estudo.

Reforça-se que esta metodologia, pelas suas características e análises que possibilita, pode ser aplicada a outros sistemas que apresentam multiplicidade de objectivos e *stakeholders*, cenário frequente nas organizações e sistemas de hoje em dia. Embora se verifique uma maior sensibilização para a importância de analisar criteriosamente os diferentes objectivos e *stakeholders* de uma organização, ou sistema, cada vez há maiores pressões no sentido de contenção de despesa e redução de custos. Não descurando este ponto, há no entanto que não esquecer toda a envolvência

e componente social inerentes a cada organização, ou sistema, considerando-se pertinente a utilização de metodologias como a construída neste trabalho.

Por fim, conclui-se que o presente trabalho permitiu desenvolver uma metodologia capaz de analisar alterações aos algoritmos do sistema, com foco no impacto nos seus múltiplos *stakeholders*. Desta forma, foi possível gerar informação capaz de apoiar a Link Consulting na análise de oportunidades de melhoria do SGTD, bem como dotá-la de algumas estratégias de comunicação ajustadas aos diferentes perfis de *stakeholders* do sistema. Desta forma, considera-se que os objectivos propostos no início deste trabalho foram cumpridos. Ainda assim, reconhece-se a enorme potencialidade de diferentes alternativas, reflexões e novos procedimentos e abordagens a testar no SGTD, esperando-se que este trabalho constitua uma boa base para tal.

Trabalho Futuro

Quanto a propostas de trabalho futuro, foram identificadas algumas análises e estudos que poderiam complementar, ou ter por base, o estudo desenvolvido neste trabalho, de forma a contribuir para identificar novas oportunidades de melhoria do SGTD. Sugere-se, assim, a colaboração com o Ministério da Saúde, de modo a consubstanciar as propostas a dados reais, as quais poderiam traduzir-se em:

- Aplicar este estudo a um ano inteiro de contabilização, de forma a aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos e a analisar se o comportamento do sistema se mantém ao longo do ano ou se apresenta algum padrão de sazonalidade. Seria igualmente interessante aproveitar os indicadores de desempenho definidos, bem como os objectivos do sistema identificados para a construção de uma função-objectivo. Esta permitiria avaliar de forma mais rigorosa a viabilidade das várias alterações ao SGTD, uma vez que conteria os vários objectivos do sistema de forma ponderada, sendo atribuído, a cada um, o seu real peso no SGTD.
- Analisar os dados dos anos anteriores contidos na base de dados do SGTD e levar a cabo uma análise da distribuição geográfica das várias Entidades Prestadoras das várias ARSs, bem como analisar a distribuição da densidade de pedidos de transporte (ver Bowers *et al.*, 2012). Desse estudo poderia resultar informação que traduzisse algum padrão de distribuição, ou uma maior afluência em certas áreas que permitisse estipular os limites de aplicação dos intervalos horários máximos.
- Estudar o impacto no SGTD, caso se agrupassem os utentes por tipo de prestação. Tal ocorre, actualmente, para prestações do tipo de Hemodiálise e Quimioterapia, no entanto, talvez revelasse resultados interessantes se o tipo de prestação passasse a ser um critério de agrupamento, uma vez que cada tipo de prestação representa necessidades diferentes de transporte, quer quanto ao equipamento, quer quanto à necessidade de acompanhamento mais especializado. Desta forma, haveria uma adaptação de recursos (viaturas, formação dos motoristas, ...) consoante o tipo de prestação a que estivessem atribuídos.

Relativamente a situações de “utentes-fronteira” (utentes que se encontram no limite entre dois concelhos, ou freguesias, cada qual pertencendo à área de actuação de transportadoras diferentes), não se justifica a deslocação de duas transportadoras para a realização, em separado, destes dois pedidos. Desta forma, pode ser interessante reflectir sobre a hipótese de incentivar a transferência de utentes entre transportadoras, quando identificados estes casos excepção, mediante um sistema de recompensa, por exemplo.

Realça-se, igualmente, o interesse na implementação de mecanismos de verificação de potenciais reajustes dos agrupamentos já formados, perante uma nova prestação a agrupar. Actualmente, o SGTD dá prioridade aos agrupamentos já formados, aquando do agrupamento de novas prestações. Por exemplo, imagine-se um agrupamento formado com dois utentes (U1 e U2), sendo que U1 tem de estar às 9h15 numa Entidade Prestadora (EP1) e o U2 tem de estar às 9h30 na EP1, também. Perante um terceiro utente, U3, que tem de estar no mesmo local às 10h30, uma vez que apresenta um intervalo horário superior a 1h, relativamente à prestação do U1, este formará um agrupamento sozinho. Seria, no entanto, pertinente existir um procedimento que verificasse primeiro se não seria mais vantajoso desagrupar o agrupamento inicial, juntando os utentes U2 e U3 (uma vez que também satisfazem o intervalo máximo) e transportar individualmente U1. Para tal, o procedimento proposto teria de estimar os custos das várias combinações de prestações de um agrupamento, sempre que uma prestação candidata aparecesse. Este procedimento trará a desvantagem única de só permitir o conhecimento total da formação do agrupamento às 15h30 do dia da véspera da realização do transporte, hora após a qual, não são aceites mais prestações a transportar para o dia seguinte.

9. Referências

- A. Beaudry, G. Laporte, T. Melo, S. N. (2010). Dynamic transportation of patients in hospitals. *OR Spectrum*, 32, 77–107.
- Berbeglia, G., Cordeau, J., & Laporte, G. (2010). Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 8–15.
- Bodin, L. D., & Sexton, T. (1986). The multi-vehicle subscriber dial-a-ride problem. *TIMS Studies in Management Science*, 22, 73–86.
- Borndörfer, R., Grötschel, M., Klostermeier, F., & Küttner, C. (1997). Telebus Berlin: Vehicle Scheduling in a Dial-a-Ride System. *Technical Report SC 97-23, Konrad-Zuse-Zentrum Für Informationstechnik Berlin*.
- Bowers, J., Lyons, B., & Mould, G. (2012). Developing a resource allocation model for the Scottish patient transport service. *Operations Research for Health Care*, 1(4), 84–94.
- Brugha, R., Varvasovsky, Z. (2000). Stakeholder analysis: a review. *Health Policy and Planning*, 15, 239–246.
- Carson, J. S. (2002). Model verification and validation. *Winter Simulation Conference*, 52–58.
- Cherns, A. (1976). The Principles of sociotechnical design. *Human Relations*, 29, 8, 783–792.

- Cordeau, J., & Laporte, G. (2003a). The Dial-a-Ride Problem (DARP): Variants , modeling issues and algorithms. *4OR: A Quarterly Journal of Operations Research*, 89–101.
- Cordeau, J.-F., & Laporte, G. (2003b). A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(6), 579–594.
- Cordeau, & Laporte. (2007). The dial-a-ride problem : models and algorithms. *Annals of Operation Research*, 153, (1), 29–46.
- Dantzig, G., & Ramser, J. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science*, 6, 80–91.
- Desrosiers, J., Dumas, Y., & Soumis, F. (1986). A dynamic programming solution of the large-scale single- vehicle dial-a-ride problem with time windows. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, 6, 301–325.
- Desrosiers, J., Dumas, Y., Soumis, F., Taillefer, S., & Villeneuve, D. (1991). An algorithm for mini-clustering in handicapped transport. *Les Cahiers Du GERAD*, G–91–02.
- Dumas, Y., Desrosiers, J., & Soumis, F. (1989). Large scale multi-vehicle dial-a-ride problems. *Les Cahiers Du GERAD*, G–89–30.
- Flood, M. (1956). The traveling-salesman problem. *Operations Research*, 4, 61–75.
- Fottler, M. (1990). *Challenges in health care management: strategic perspectives for managing key stakeholders*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston, MA: Pitman.
- Friedmand, A., & Miles, S. (2006). *Stakeholders: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Gendreau, M., A. Hertz, G. Laporte, M. S. (1998). A generalized insertion heuristic for the traveling salesman problem with time windows. *Operations Research*, 43, 330–335.
- Ghiani, G., Guerriero, F., Laporte, G., Musmanno, R. (2003). Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies. *European Journal of Operational Research*, 151, 1–11.
- Hanne, T., Melo, T., & Nickel, S. (2007). Bringing robustness to patient flow management through optimized patient transports in hospitals. *Interfaces*, 131.
- Ichoua, S., Gendreau, M., & Potvin, J. (2007). Planned route optimization for real- time vehicle routing. In *Dynamic Fleet Management: Concepts, Systems, Algorithms and Case Studies*. (pp. 1–18). New York, United States: Springer Science + Business Media.
- Ioachim, I., Desrosiers, J., Dumas, Y., Solomon, M.M., Villeneuve, D. (1995). A request clustering algorithm for door to door handicapped transportation. *Transportation Science*, 29, 63–78.
- Jacobson, S.H., S.N. Hall, J. R. S. (2006). *Discrete-event simulation of health care systems. Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery, International Series In Operations Research & Management Science* (Vol. 91). Springer.
- Jaw, J.-J. (1986). A Heuristic Algorithm for de Multi-Vehicle Advance Request Dial-a-Ride Problem with Time Windows. *Transportation Research Part B* 20, 243–257.

- Keeney, R. (1992). *Value-Focused Thinking. A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard University Press.
- Kergosien, Y., Lenté, C., Piton, D., & Billaut, J.-C. (2011). A tabu search heuristic for the dynamic transportation of patients between care units. *European Journal of Operational Research*, 214(2), 442–452.
- Larsen, A. (2001). *The dynamic vehicle routing problem*. Technical University of Denmark.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2011). *Management Information Systems*, 12th Edition. Prentice Hall.
- Link Consulting (2010), "Workshop de Apresentação SGT D", 7 de Julho de 2010
- Madsen, O. B. G., F. Ravn, H., & Rygaard, J. M. (1995). A heuristic algorithm for a dial-a-ride problem with time windows , multiple capacities , and multiple objectives, 60, 193–208.
- Matos, M. J., Santos, R., et al. (2012). *Relatório do Grupo de Trabalho para "Transporte de Doentes não Urgentes."*. Fevereiro 2012
- Melachrinoudis, E., Ilhan, A. B., & Min, H. (2007). A dial-a-ride problem for client transportation in a health-care organization. *Computers & Operations Research*, 34, 742–759.
- Mingers, J., & Brocklesby, J. (1997). Multimethodology: Towards a Framework for Mixing Methodologies. *Omega*, 25(5), 489–509.
- Oliveira e Silva, J. (2013). Flowchart Techniques, 1–105.
- Ministério da Administração Interna (2007), "Decreto-Lei n.º247/2007", Diário da República de 27 de Junho – 1ª Série, nº 122
- Ministérios da Administração Interna e da Saúde (2014), "Portaria n.º 260/2014", Diário da República de 15 de Dezembro – 1ª Série, nº 241
- Ministério da Saúde (1990), "Lei nº48/90", Diário da República de 24 de Agosto, 1ª Série, nº 195
- Ministério da Saúde (2011a), "Despacho n.º 7861/2011", Diário da República de 31 de Maio – 2ª Série, nº105
- Ministério da Saúde (2011b), "Decreto-Lei n.º 113/2011", Diário da República de 29 de Novembro – 1ª Série, nº 229
- Ministério da Saúde (2012a), "Portaria n.º 142-B/2012", Diário da República de 15 de Maio – 1ª Série, nº 94
- Ministério da Saúde (2012b), "Despacho n.º 7702-A/2012", Diário da República de 4 de Junho – 2ª Série, nº 108
- Ministério da Saúde (2012c), "Despacho n.º 7702-C/2012", Diário da República de 4 de Junho – 2ª Série, nº 108
- Ministério da Saúde (2012d), "Despacho nº 8705/2012", Diário da República de 29 de Junho – 2ª Série, nº 125
- Ministério da Saúde (2012e), "Despacho nº 8706/2012", Diário da República de 29 de Junho – 2ª Série, nº 125
- Ministério da Saúde (2015), "Portaria n.º 28-A/2015", Diário da República de 11 de Fevereiro – 1ª Série, nº 29
- Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C., & Medaglia, A. L. (2013). A review of dynamic vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 225(1), 1–11.

Secretaria-Geral da Presidência de Conselho de Ministro (2012), “Declaração de Rectificação n.º 36/2012”, Diário da República de 13 de Julho – 1ª Série, nº 135

Reed, M. S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Stringer, L. C. (2009). Who’s in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–49.

Rodrigues, P. P., Alvarenga, R. De, & Colombi, L. (2012). Proposta de um modelo matemático para o problema dial-a-ride aplicado ao transporte público de cadeirantes, 33–41.

Romanycia, H. J., & Pelletier, J. (1985). What is a heuristic? *Computer Intelligence*, (1), 47–58.

Sargent, R. (2011). Verification and validation of simulation models. *37th Conference on Winter Simulation*, 183–198.

Toth, P., & Vigo, D. (1997). Heuristic Algorithms for the Handicapped Persons Transportation Problem. *Transportation Science*, 31(1), 60–71.

10. Anexos

Anexo A - Levantamento de modelos DARP estáticos e dinâmicos (Cordeau e Laporte, 2007)

- DARPs estáticos

Reference	Objective	Time Windows	Other constraints	Algorithm	Size of instances solved
Jaw et al. 1986	Minimize non-linear combination of several types of disutility	On pickup or delivery	Vehicle capacity. Actual ride time cannot exceed a given percentage or minimum ride time	Heuristic. Insertions	$n = 250$ and $n = 2617$
Bodin and Sexton (1986)	Minimize weighted sum of differences between actual and desired delivery times, and differences between actual and shortest possible ride times	Upper bounds on pickup and delivery times	Vehicle capacity	Heuristics. Iterates between routing and scheduling phases	$n \approx 85$
Dumas et al. (1989a)					
Desrosiers et al. (1991)	Minimize number of vehicles used, then minimize total route duration	On pickup and delivery	Several vehicle types. Vehicle capacity. Maximum route duration	Heuristic. Create mini-clusters. Group them by column generation. Apply scheduling phase	$n \leq 1890$ in DDS(1989), $n = 2411$ in DDSTV (1991), $n = 2545$ in IDDS (1995)
Ioachim et al. (1995)					
Toth and Vigo (1996, 1997)	Minimize total service cost	On pickup and delivery	Vehicle capacity. Maximum ride time	Heuristic. Parallel insertion followed by intra-route and inter-route exchanges in TV (1996) and also tabu thresholding in TV (1997)	$276 \leq n \leq 312$
Borndörfer et al. (1997)	Minimize operational costs (drivers and vehicles)	On pickup and delivery	Several vehicle types. Vehicle capacity. Maximum route duration	Heuristic. Set partitioning formulation solved by truncated branch-and-cut algorithm	$859 \leq n \leq 1771$
Cordeau and Laporte (2003a)	Minimize total route length	On pickup and delivery	Vehicle capacity. Maximum route duration. Maximum ride time	Heuristic. Tabu search with vertex reinsertions	$24 \leq n \leq 295$
Aldaihani and Dessouky (2003)	Minimize total distance traveled by vehicles. Minimize total distance traveled by users	On pickup and delivery	Vehicle capacity	Initial insertion and reinsertion based heuristic. Tabu search	$42 \leq n \leq 155$

Diana and Dessouky (2004)	Minimize a weighted combination of distance, excess ride time over direct time, vehicle idle time	Lower bound on pickup time or upper bound on delivery time	Vehicle capacity. Maximum ride time. Maximum waiting time at pickup or drop-off location	Heuristic. Regret based insertion procedure	$n = 500$ and 1000
Rekiek et al. (2006)	Minimize the number of vehicles	On pickup and delivery	Vehicle capacity	Heuristic genetic algorithm for clustering. Insertion for routing	$100 \leq n \leq 164$
Xiang et al. (2006)	Minimize a linear combination of vehicle fixed and variable costs and of driver variable costs	On pickup and delivery	Several vehicle types. Vehicle capacity. Maximum route durations. Driver breaks and maximum working times	Heuristic. Insertions, inter-route exchanges. Secondary objective to provide diversification	$50 \leq n \leq 2000$
Wong and Bell (2006)	Minimize a linear combination of total operating time, passenger ride time and taxi cost for unassigned requests	On pickup and delivery	Several vehicle types. Vehicle capacity (some vehicles can accommodate wheelchairs). Maximum route duration. Maximum ride time proportional to direct travel time	Parallel insertions. Reinsertions and exchanges	$n = 150$
Wolfler Calvo and Colorni (2006)	Minimize a linear combination of number of serviced users and level of service of these users	On pickup and delivery	Vehicle capacity	Heuristic. Solve assignment problems, insert subtours in routes, make route feasible	$10 \leq n \leq 180$
Cordeau (2006)	Minimize total route length	On pickup and delivery	Vehicle capacity. Maximum route duration. Maximum ride time	Exact branch-and-cut algorithm	$16 \leq n \leq 36$
Ropke et al. (2007)	Minimize total route length	On pickup and delivery	Vehicle capacity. Maximum route duration. Maximum ride time	Exact branch-and-cut algorithm	$16 \leq n \leq 96$
Melachrinoudis et al. (2007)	Minimize a linear combination of transportation cost and user inconvenience	On pickup and delivery. Soft and hard limits	Several vehicle types. Vehicle capacity	Heuristic. Tabu search with vertex reinsertions	$2 \leq n \leq 50$
Jørgensen et al. (2007)	Minimize a linear combination of transportation time, ride time, excess of maximum ride time, waiting time, time windows violations, work time and excess work time	On pickup and delivery	Vehicle capacity	Heuristic. Alternation between cluster construction by genetic search, and sequential route construction through nearest neighbor procedure	$24 \leq n \leq 144$

- DARPs dinâmicos

Reference	Objective	Time Windows	Other constraints	Algorithm	Size of instances solved
Madsen et al. (1995)	Multi-criteria objective	On pickup and delivery	Several vehicle types. Vehicle capacity. Maximum route duration. Maximum deviation between actual and shortest possible ride times	Heuristic. Vertex insertions	$n = 300$
Teodorovic and Radivojevic (2000)	Minimize a function incorporating route lengths, ride times and time window violations	On pickup and delivery	Vehicle capacity.	Sequential insertion of users in vehicle routes. Nine rules are used to give more or less weight to the various elements of the objective	$n = 900$
Colorni and Righini. (2001)	Maximize the number of serviced request or maximize the perceived level of service, or minimize the total traveled distance	On pickup and delivery	Vehicle capacity. Maximum route duration	Alternation between clustering and routing algorithms. Branch-and-bound algorithm is applied to sequence a subset of users with time windows not too far in the future	None
Coslovich et al. (2006)	Minimize user dissatisfaction	On pickup and delivery	Deviation from desired service time. Upper bound on "excess ride time"	Insertion in current routes. Route reoptimizations with modified 2-opt	$25 \leq n \leq 50$

Anexo B – Resultados das Simulações

Tabela 22 – Resultados da simulação do aumento do preço do quilómetro para 0.52€.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.952	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	26.74	($\sigma = 32.65$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.25	($\sigma = 1.59$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.37	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	605.985	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	591.360	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	14.625	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	67.663	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	21.264	
(ID10) Tempos de espera	131.722	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	100.00	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	0.00	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	100.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	0.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	-	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	-	

Tabela 23 – Resultados da simulação do aumento do valor da taxa de saída para 10€.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11952	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	26.74	($\sigma = 32.65$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.25	($\sigma = 1.59$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.37	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	602.045	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	582.545	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	19.500	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	66.777	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.973	
(ID10) Tempos de espera	131.730	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	66.22	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	0.00	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	100.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	0.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	-	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	-	

Tabela 24 – Resultados da simulação da alteração do quilómetro limite até ao qual a contabilização das prestações é feita por taxa de saída para 25 km.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.952	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	26.74	($\sigma = 32.65$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.25	($\sigma = 1.59$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.37	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	595.379	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	579.104	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	16.275	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	66.101	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.973	
(ID10) Tempos de espera	127.286	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	8.60	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	22.58	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	0.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	100.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	-	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	-	

Tabela 25 – Resultados da simulação sem permissão de fidelizações de utentes a transportadoras.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.380	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	27.83	($\sigma = 33.36$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.36	($\sigma = 1.69$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.40	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	578.481	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	565.498	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	12.983	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	0	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	0	
(ID10) Tempos de espera	127659	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	32.58	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	34.83	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	0.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	100.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	26.88	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	32.26	

Tabela 26 – Resultados da simulação apenas com fidelizações de utentes a transportadoras que actuem na sua área de residência.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.451	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	27.60	($\sigma = 33.42$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.35	($\sigma = 1.67$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.40	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	582.603	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	569.546	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.058	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	78.197	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	133	
(ID10) Tempos de espera	128.378	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	32.22	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	35.56	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	0.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	100.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	31.18	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	27.96	

Tabela 27 – Resultados da simulação de agrupamento de utentes por igual Entidade Prestadora.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	13.064	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	25.70	($\sigma = 32.62$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.06	($\sigma = 1.48$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.36	($\sigma = 1.76$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	631.147	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	615.810	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	15.338	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	73.743	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	22.902	
(ID10) Tempos de espera	141.700	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	50.00	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	22.22	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	100.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	0.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	26.88	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	39.78	

Tabela 28 – Resultados da simulação de agrupamento de utentes por igual freguesia destino.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	12.850	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	26.60	($\sigma = 33.07$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.09	($\sigma = 1.49$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.39	($\sigma = 1.74$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	627.475	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	612.190	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	15.285	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	73.666	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	22.864	
(ID10) Tempos de espera	141.310	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	46.67	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	22.22	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	83.33	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	16.67	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	26.88	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	37.63	

Tabela 29 – Resultados da simulação da possibilidade de agrupamento de dois utentes pertencentes a conjuntos diferentes de freguesias da área de actuação da mesma transportadora.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.565	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	27.70	($\sigma = 33.38$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.33	($\sigma = 1.66$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.43	($\sigma = 1.77$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	591.755	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	578.698	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.058	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	66.909	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.656	
(ID10) Tempos de espera	131.045	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	27.78	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	27.78	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	16.67	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	66.67	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	26.88	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	22.58	

Tabela 30 – Resultados da simulação dos seguintes intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento: 1h, dentro do concelho e fora do mesmo até 100 km de percurso. 2h, após 100 km.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.866	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	23.18	($\sigma = 25.98$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.27	($\sigma = 1.61$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.35	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	595.617	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	582.597	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.020	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	66.868	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.691	
(ID10) Tempos de espera	130.002	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	32.22	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	31.11	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	50.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	50.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	20.43	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	31.18	

Tabela 31 - Resultados da simulação dos seguintes intervalos horários máximos entre prestações do mesmo agrupamento: 1h, dentro do concelho e fora do mesmo até 50 km de percurso. 2h, após 50 km.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.864	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	23.31	($\sigma = 26.14$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.27	($\sigma = 1.61$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.35	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	595.363	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	582.283	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.080	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	67.010	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	20.657	
(ID10) Tempos de espera	130.120	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	33.33	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	26.67	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	50.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	33.33	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	20.43	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	31.18	

Tabela 32 – Resultados da simulação da distribuição equitativa das prestações de uma mesma credencial pelas transportadoras candidatas.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	10.232	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	28.61	($\sigma = 34.01$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.63	($\sigma = 1.87$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.45	($\sigma = 1.77$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	570.845	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	560.420	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	10.425	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	63.531	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	17.244	
(ID10) Tempos de espera	118.826	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	29.03	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	41.94	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	0.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	100.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	38.71	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	24.73	

Tabela 33 – Resultados da simulação A.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.875	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	22.35	($\sigma = 26.01$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.26	($\sigma = 1.64$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.35	($\sigma = 1.76$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	607.573	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	594.486	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.088	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	70.800	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	21.085	
(ID10) Tempos de espera	129.544	
Equidade (em%)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	52.17	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	29.35	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	83.33	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	16.67	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	40.22	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	33.70	

Tabela 34 – Resultados da simulação B.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	10.734	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	23.99	($\sigma = 26.18$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.51	($\sigma = 1.79$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.34	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	586.128	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	575.291	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	10.838	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	0	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	0	
(ID10) Tempos de espera	118.938	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	65.17	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	34.83	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	33.33	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	66.67	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	30.11	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	31.18	

Tabela 35 – Resultados da simulação C.

Agrupamentos		
(ID1) Nº de agrupamentos múltiplos	11.332	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	23.01	($\sigma = 26.09$)
(ID3) Nº médio de prestações / Agrupamento	2.37	($\sigma = 1.75$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.30	($\sigma = 1.78$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	584.522	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	571.390	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	13.133	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	0	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	0	
(ID10) Tempos de espera	121443	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	47.31	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	36.56	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	50.00	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	50.00	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	36.56	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	40.86	

Tabela 36 – Resultados da simulação D.

Agrupamentos		
(ID1) N° de agrupamentos múltiplos	10.246	
(ID2) Intervalo temporal médio entre a primeira e última prestação / Agrupamento (minutos)	24.61	($\sigma = 26.19$)
(ID3) N° médio de prestações / Agrupamento	2.63	($\sigma = 1.90$)
(ID11) Tempo de espera médio / Agrupamento (horas)	3.34	($\sigma = 1.80$)
Custos (em €)		
(ID14) Totais	564.465	
(ID6) Prestações contabilizadas por quilómetro	554.768	
(ID7) Prestações contabilizadas por taxa de saída	9.698	
(ID4) Fidelizações dentro da área de residência	0	
(ID5) Fidelizações fora da área de residência	0	
(ID10) Tempos de espera	113.553	
Equidade (em %)		
(ID15) ETs que aumentaram a receita	61.96	
(ID16) ETs que diminuíram a receita	38.04	
(ID12) ACeS's que aumentaram a despesa	33.33	
(ID13) ACeS's que diminuíram a despesa	66.67	
(ID8) ETs que aumentaram a média das distâncias máximas percorridas	38.71	
(ID9) ETs que diminuíram a média das distâncias máximas percorridas	29.03	