

**Bernardo Daniel Nascimento Teixeira**

Licenciado em Ciências da Engenharia Biomédica



**Otimização do processo de diagnóstico,  
estadiamento e decisão terapêutica em  
doentes com suspeita de cancro do pulmão**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Biomédica**

Co-orientadores: Prof. Doutora Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes  
*Professora Associada da Universidade NOVA de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Matemática*

Dr. José Pedro Correia Fernandes Boléo-Tomé  
*Assistente graduado de Pneumologia  
Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca  
Serviço de Pneumologia*



**Otimização do processo de diagnóstico, estadiamento e decisão terapêutica em doentes com suspeita de cancro do pulmão.**

Copyright © Bernardo Daniel Nascimento Teixeira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.







# Agradecimentos

Agradeço de uma forma muito especial ao Prof. Doutor Filipe Ferreira da Silva por me ter convidado a participar neste projeto de investigação. Num mesmo agradecimento e de uma forma particular e próxima, agradeço aos meus orientadores, Dr. José Pedro Boléo-Tomé e Prof. Doutora Isabel Gomes pela orientação, apoio e dedicação neste projeto e na supervisão da minha tese de mestrado, alargando o agradecimento à Dr<sup>a</sup> Telma Sequeira pela ajuda na recolha de dados e análise dos processos. Dentro de todas as adversidades sempre me ensinaram a voltar atrás, olhar para o passo seguinte e reorientar de acordo com o objetivo final de forma tranquila.

Agradeço de uma forma única à minha mãe e aos meus avós que sempre estiveram presentes, de uma forma discreta, mas sempre atenta em todo o meu percurso académico. Uma presença viva que aconchega! Trago aqui, os meus amigos que de forma tão próxima sempre me acompanharam de uma forma carinhosa.

Por último agradeço a todos os Professores que contribuíram para a minha formação académica. Pela entrega e dedicação de alguns, hoje sei que a universidade é espaço e tempo para conhecer, perguntar, ouvir e crescer... e depois arriscar responder!

Agradeço a tantos que sempre me ajudaram. Há momentos na vida que só um abraço, um gesto de ternura e delicadeza de quem está perto nos permite levantar e a muitos agradeço por me levantarem cada dia. Não enumero, mas recordo-os particularmente!

Aproveito para agradecer a oportunidade de ter estudado, de ter aprendido a pensar e a raciocinar, mas acima de tudo de me terem motivado a perceber que a ciência não é um conjunto de ideias soltas, mas um caminho de perguntas que o mundo anseia pela resposta, que o mundo precisa... Acima de tudo, é arriscar a estar ao serviço com as ferramentas adquiridas, ganhar consciência da responsabilidade do saber e da obrigação moral de querer responder de forma não a construir um mundo perfeito, mas um mundo diferente, mais completo e, assim, necessariamente melhor.

Agradeço à casa que me formou, FCT-NOVA. Mais do que formação académica, esta escola foi uma casa para a vida.

Agradeço a Deus por tudo e em todos O encontrei.



Dedico a todos os doentes  
com cancro do pulmão...  
Não desistam da vida!

Não encontrei uma cura para o cancro,  
mas espero que este trabalho vos  
faça encontrar uma saída mais rápida...  
É vosso!

“(...) discreta e modestamente baixar os olhos diante do esplendor (...) [numa]  
grande e gratificante busca pela verdade à qual a honra é prestada (...)”

Erwin Schrödinger  
Discurso do Banquete (Prémio Nobel 1933)

## Resumo

O estudo do fluxo de doentes com suspeita de cancro do pulmão, da entrada no Serviço especializado ao decorrer da investigação clínica, é um problema complexo e consumidor de tempo. Os atrasos até completar o processo de diagnóstico e estadiamento podem resultar em piores *outcomes* para o doente. Não existe consenso sobre os tempos mínimos recomendados para cada etapa do processo e existem poucos dados sobre a realidade portuguesa.

Esta dissertação tem por objetivo a otimização do processo de diagnóstico, estadiamento e decisão terapêutica de doentes com suspeita de cancro do pulmão. Foi estudada uma amostra de doentes do Serviço de Pneumologia do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca, sendo realizada uma análise da situação atual do Serviço, simulação de outras realidades e proposto um protocolo otimizado, justificado através de métodos de simulação de eventos discretos tendo em vista a eficiência do processo. Foi avaliado segundo as recomendações internacionais relativas aos tempos de espera.

A modelação do Serviço, através de simulação discreta, permitiu analisar de forma individualizada cada etapa do protocolo corrente, evidenciando as configurações possíveis para o mesmo sistema, procedendo à identificação de regiões críticas, pontos de oportunidade no percurso, sugerindo melhorias concretas.

Esta metodologia surge como uma ferramenta transversal de análise de sistemas complexos hospitalares, propondo uma solução de possível aplicação no enquadramento atual. Nesta proposta, o doente é integrado no centro do processo e foi estudada a pertinência da inclusão de um *enfermeiro-gestor* que permite a garantia da sustentabilidade. Estruturalmente, foi antecipada a realização da TC, identificada a região da Anatomia Patológica como problema emergente e reforçadas as equipas multidisciplinares – triagem e decisão terapêutica. O modelo permitiu melhorias significativas no tempo global e mostrou ser passível de implementar. Foi também projetada uma rede de conexões entre os intervenientes no processo do qual surgirá futuramente uma ferramenta informática.

## Palavras-Chave

Cancro do Pulmão, Otimização, Processo, Simulação, Protocolo.



## **Abstract**

Pathway modeling of patients with suspected lung cancer, from admission in a specialized clinic to all clinical investigation is a complex and time-consuming problem. Delays to complete the diagnosis and staging process may result in worse patient outcomes. There is no consensus on the recommended minimum times for each step of the process and there is few data on the Portuguese reality.

This thesis aims to optimize the process of diagnosis, staging and therapeutic decision of patients with suspected lung cancer. A sample of patients from the Pulmonology Department of Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca was studied, with the analysis of the current situation of the Service, simulation of other realities and proposal an optimized protocol, justified by discrete event simulation methods in order to achieve process efficiency. Results were evaluated according to international recommendations regarding waiting times.

Department modeling through discrete simulation allowed analyzing individually each step of the current protocol, highlighting the possible configurations to same system, identifying critical regions, points of opportunity on the way and suggesting concrete improvements.

This method emerges as a cross-sectional tool for analysis of complex hospital systems, proposing a solution for possible application in the current framework. In this proposal, the patient is integrated in the center of the process and the relevance of including a nurse manager was studied, to ensure sustainability. Structurally, CT was anticipated, Pathology region was identified as an emerging problem and multidisciplinary teams were reinforced - triage and therapeutic decision. The model allowed for significant improvements in overall time and proved to be implementable. A network of connections was also designed between all participants in the process, from which a computer tool will emerge in the future.

## **Keywords**

Lung Cancer, optimization, process, simulation; protocol.



# Índice de conteúdos

1.	Introdução .....	1
1.1.	Cancro do pulmão em Portugal .....	3
1.2.	Breve descrição do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca .....	5
1.3.	Contextualização da dissertação .....	6
1.4.	Estrutura do documento .....	8
2.	Fundamentos Teóricos.....	10
2.1.	Conceitos fundamentais de Epidemiologia.....	10
2.1.1.	Incidência, prevalência e mortalidade.....	10
2.1.2.	Estudo de previsões .....	11
2.2.	Conceitos de pneumologia oncológica.....	13
2.2.1.	Tipos de cancro do pulmão.....	13
2.2.2.	Etapas do processo .....	15
2.3.	Modelação matemática .....	21
2.3.1.	Distribuições empíricas .....	21
2.3.2.	Simulação de eventos discretos .....	22
2.3.3.	Comparação do desempenho de dois sistemas de simulação de eventos discretos.....	24
2.4.	Revisão bibliográfica.....	26
2.4.1.	Efeitos dos tempos de espera.....	26
2.4.2.	Existência de oportunidades de melhoria no protocolo em estudo.....	30
2.4.3.	Estudos de simulação em gestão hospitalar .....	32
3.	Materiais e métodos .....	34
3.1.	Recolha de dados da amostra .....	34
3.2.	Simulação de eventos discretos.....	35
4.	Estudo de previsões .....	42
4.1.	Caracterização do histórico da mortalidade em Portugal .....	42
4.2.	Previsão da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal até 2050.....	43
4.2.1.	Previsão da mortalidade (Homens).....	43
4.2.2.	Previsão da mortalidade (Mulheres) .....	45

4.2.3.	Previsão da mortalidade (Homens e Mulheres) .....	47
4.3.	Considerações finais .....	49
5.	Análise do sistema atual.....	50
5.1.	Esquema do fluxo atual do processo .....	50
5.2.	Características da amostra .....	53
5.3.	Análise dos tempos de espera .....	58
5.3.1.	Análise dos tempos de espera da Região A.....	58
5.3.2.	Análise dos tempos de espera da Região B .....	60
5.3.3.	Análise dos tempos de espera da Região C.....	63
5.3.4.	Análise global dos tempos de espera .....	65
6.	Simulação computacional .....	69
6.1.	Simulação do Serviço atual .....	69
6.1.1.	Análise dos tempos de espera da Região A.....	70
6.1.2.	Análise dos tempos de espera da Região B .....	71
6.1.3.	Análise dos tempos de espera da Região C.....	72
6.1.4.	Análise dos tempos totais de espera da simulação .....	74
6.1.5.	Discussão dos resultados da simulação e enquadramento nas recomendações internacionais.....	77
6.1.6.	Ajustamento teórico da distribuição dos tempos totais.....	80
6.2.	Simulação do Protocolo do <i>National Institute for Health and Care Excellence</i> (Reino Unido) .....	85
6.2.1.	Simulação do protocolo otimizado do NICE.....	85
6.2.2.	Análise dos resultados da simulação .....	86
6.2.3.	Comparação da simulação do protocolo do Reino Unido com o protocolo do HFF .....	87
7.	O doente como agente interventivo.....	88
7.1.	<i>Distress</i> no doente oncológico.....	88
7.2.	Autonomia e a participação ativa do doente no processo.....	89
7.3.	Necessidade de acompanhamento continuado .....	91
7.3.1.	Gestão do doente numa entidade pública empresarial (E.P.E.) .....	91
7.3.2.	Definição do sistema de gestão centrado no doente .....	92

7.3.3.	O enfermeiro como resposta à gestão e coordenação do processo .....	92
7.3.4.	O serviço ao doente oncológico.....	93
7.3.5.	Gestão dos profissionais de saúde .....	98
8.	Proposta do protocolo otimizado.....	99
8.1.	Implementação das oportunidades e resposta aos benefícios identificados ...	99
8.2.	Simulação da proposta do protocolo otimizado.....	102
8.2.1.	Construção e pressupostos da simulação .....	102
8.3.	Análise de resultados – proposta otimizada .....	105
8.3.1.	Análise de resultados: Região A.....	105
8.3.2.	Análise de resultados: Região B .....	106
8.3.3.	Análise de resultados: Região C.....	107
8.4.	Visão sumária do impacto nos tempos de espera.....	107
9.	Conclusão e trabalho futuro .....	112
10.	Referências Bibliográficas .....	113



## Índice de Tabelas

Tabela 1.1.	Dados (2018) relativos à incidência, mortalidade e prevalência do cancro do pulmão.....	2
Tabela 2.1.	Incidência por tipos histológicos de neoplasias do pulmão.....	13
Tabela 2.2.	Estadiamento de Cancro do Pulmão (TNM 8ª Edição).....	17
Tabela 2.3.	Decisão terapêutica por estadiamento.....	20
Tabela 2.4.	Súmula de recomendações internacionais de tempos máximos de espera.....	28
Tabela 3.1.	Definição assintótica da modelação (condição de finalização do ciclo).....	39
Tabela 4.1.	Critérios de avaliação da precisão das modelos proposto (homens).....	43
Tabela 4.2.	Parâmetros de caracterização do modelo de Holt amortecido (homens).....	44
Tabela 4.3.	Critérios de avaliação da precisão dos modelos propostos (mulheres).....	45
Tabela 4.4.	Parâmetros de caracterização do modelo de Holt amortecido (mulheres).....	45
Tabela 4.5.	Critérios de avaliação da precisão das modelos proposto (homens e mulheres)..	47
Tabela 4.6.	Parâmetros de caracterização do modelo de Holt amortecido (homens e mulheres).....	47
Tabela 5.1.	Esclarecimento da notação utilizada na <i>Figura 5.1</i> .....	52
Tabela 5.2.	Representatividade e idade por sexos da amostra em estudo.....	53
Tabela 5.3.	Proveniência dos doentes constituintes da amostra em estudo.....	53
Tabela 5.4.	Descrição da amostra (exames realizados).....	55
Tabela 5.5.	Descrição da amostra (diagnóstico).....	56
Tabela 5.6.	Descrição da amostra (estadiamento).....	56
Tabela 5.7.	Comparação da amostra do HFF e do grupo de V. Hespanhol.....	57
Tabela 5.8.	Dados da decisão terapêutica da amostra em estudo.....	57
Tabela 5.9.	Análise estatística dos tempos de espera da Região A.....	58
Tabela 5.10.	Análise estatística dos tempos de espera da Região B.....	61
Tabela 5.11.	Análise estatística dos tempos de espera da Região C.....	64
Tabela 5.12.	Análise estatística dos tempos de espera totais.....	66
Tabela 6.1.	Análise estatística dos tempos de espera da Região A.....	70
Tabela 6.2.	Análise estatística dos tempos de espera da Região B.....	71
Tabela 6.3.	Descrição do teste de Kolmogorov-Smirnov das distribuições observada e simulada.....	72
Tabela 6.4.	Análise estatística dos tempos de espera da Região C.....	73
Tabela 6.5.	Análise estatística dos tempos de espera do processo simulado.....	74
Tabela 6.6.	Avaliação dos valores simulados nos tempos recomendados.....	79

Tabela 6.7.	Parâmetros e indicadores de ajustes a distribuições teóricas.....	82
Tabela 6.8.	Análise dos tempos de espera (simulação do protocolo do Reino Unido).....	86
Tabela 8.1.	Análise estatística dos tempos de espera do processo (proposta de protocolo otimizado).....	104
Tabela 8.2.	Análise estatística dos tempos de espera da Região A.....	105
Tabela 8.3.	Análise estatística dos tempos de espera da Região B.....	106
Tabela 8.4.	Análise estatística dos tempos de espera da Região C.....	107
Tabela 8.5.	Avaliação dos valores simulados nos tempos regulamentados.....	108
Tabela 8.6.	Avaliação dos valores simulados da proposta otimizada (doentes e hospitais).....	110

## Índice de Figuras

Figura 1.1.	Mortalidade por cancro do pulmão em Portugal.....	4
Figura 1.2.	Varição relativa da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal.....	5
Figura 2.1.	Tipos histológicos de neoplasias do pulmão.....	14
Figura 2.2.	Taxas de sobrevivência diferenciadas nos subscritores N e T.....	18
Figura 2.3.	Esquema resumo de construção das distribuições empíricas.....	23
Figura 2.4.	Esquema das etapas de um estudo de simulação.....	24
Figura 2.5.	Utilização de números aleatórios comuns.....	25
Figura 2.6.	Etapas globalizantes do processo em estudo.....	27
Figura 3.1.	Esquema resumo das etapas anteriores ao processo de simulação.....	35
Figura 3.2.	Esquema resumo de simulação no contexto da dissertação.....	37
Figura 3.3.	Esquema genérico para explicação de relações sinérgicas.....	40
Figura 4.1.	Previsão da mortalidade por cancro do pulmão nos homens em Portugal até 2050.....	44
Figura 4.2.	Previsão da mortalidade por cancro do pulmão nas mulheres em Portugal até 2050.....	46
Figura 4.3.	Previsão da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal (homens e mulheres).....	48
Figura 5.1.	Sequência de etapas do estudo de suspeita de cancro do pulmão.....	51
Figura 5.2.	Diagrama de extremos e quartis da Região A.....	59
Figura 5.3.	Fluxograma da região de anatomia patológica.....	60
Figura 5.4.	Exploração da secção «Exame».....	60
Figura 5.5.	Diagrama de extremos e quartis da etapa E1.....	62
Figura 5.6.	Diagrama de extremos e quartis da Região B.....	63
Figura 5.7.	Histograma e diagrama de extremos e quartis do tempo total de espera.....	65
Figura 5.8.	Distribuição de densidade do tempo total de espera .....	65
Figura 6.1.	Tempos de espera totais dos doentes simulados.....	75
Figura 6.2.	Tempos de espera totais médios dos hospitais simulados.....	75
Figura 6.3.	Representação das funções empíricas simuladas.....	75
Figura 6.4.	Comportamento da simulação do cenário com 1 000 hospitais.....	76
Figura 6.5.	Análise dos desvios consecutivos das médias da simulação.....	76
Figura 6.6.	Representação do comportamento assintótico com base nos desvios das médias dos hospitais simulados.....	76

Figura 6.7.	Diagrama colorimétrico com distribuição dos tempos de espera da totalidade dos doentes.....	77
Figura 6.8.	Gráfico de <i>Cullen e Frey</i> com amostras <i>Bootstrap</i> para os doentes simulados.....	80
Figura 6.9.	Gráficos de adequação do ajuste das distribuições empíricas a teóricas.....	83
Figura 6.10.	Protocolo otimizado (NICE).....	85
Figura 6.11.	Comportamento da simulação (protocolo do Reino Unido).....	87
Figura 7.1.	Rede de informação e conexões do sistema informático proposto .....	96
Figura 7.2.	Gestão de benefícios aplicado à gestão do serviço.....	97
Figura 8.1.	Proposta de protocolo otimizado.....	101
Figura 8.2.	Comportamento da simulação do protocolo otimizado.....	103
Figura 8.3.	Densidade dos tempos totais de espera simulados.....	110

## Lista de abreviaturas e siglas

- ACCP - American College of Chest Physicians
- AIC – Critério de Informação de *Akaike*
- BATT – Biópsia aspirativa transtorácica
- BFO – Broncofibroscopia
- BIC – Critério de Informação *Baysiano*
- BP – Biópsia pleural
- BTS - British Thoracic Society
- CEFITEC – Centro de Física e Investigação Tecnológica
- CMA – Centro de Matemática e Aplicações
- COAG - Council of Australian Governments
- CPNCP – Carcinoma de Não pequenas células
- CPPN – Carcinoma de pequenas células
- CSSO - Canadian Society for surgical oncology
- D – Estatística de qualidade de ajuste Kolmogorov-Smirnov
- DEQ – Distância interquartis
- DF – Departamento de Física
- DGS – Direção Geral de Saúde
- DLCG - Danish Lung Cancer Group
- DM – Departamento de Matemática
- EBUS - Endoscopia Endobrônquica
- EPE – Entidades públicas empresariais
- f.m.p.* função massa de probabilidade
- FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia
- HFF – Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca
- IKNL - Netherlands Comprehensive Cancer Organisation
- IOM – Institute of medicine (USA)
- IPO – Instituto Português de Oncologia
- Log – Logaritmo (logarítmico)
- MAE – Erro médio absoluto (mean absolute error)
- MSE – Erro médio quadrático (mean squared error)

N – nódulo (node)

NAC – Números Aleatórios comuns

NHS - National Health Service

NICE – National institute for health and care excellence

NOLCP - National Optimal Lung Cancer Pathway

*p.p.* – Pontos percentuais

PET– Tomografia por emissão de positrões

RM – Ressonância Magnética

SED – Simulação de Eventos Discretos

SEHD - Scottish Executive Health Department

SLCG - Swedish Lung Cancer Group

SP – Serviço de pneumologia

T – Tumor (tumor)

TC – Tomografia Computorizada

TMRG – Tempos máximos de resposta garantidos

TNM – Classificação de tumores malignos (Tumor, nódulo, metástase)

# 1. Introdução

A presente dissertação tem como objetivo a análise e apresentação de melhorias no processo de diagnóstico, estadiamento e decisão terapêutica de doentes do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca (HFF) com suspeita de cancro do pulmão com a proposta de um novo protocolo clínico. O termo otimização refere-se às propostas de melhoria face à situação atual, não sendo entendido pela definição matemática associada ao conceito.

O cancro do pulmão é a maior causa de morte (18,4%) por cancro no mundo. Estima-se que em 2018 surgiram cerca de 18,1 milhões de novos casos de cancro e ocorreram cerca de 9,6 milhões de mortes. Entre homens e mulheres foi o cancro mais comumente diagnosticado (11,6%). É a principal causa de morte por cancro nos homens (22,0%) e o tipo de cancro com maior incidência (14,5%), enquanto nas mulheres ocupa o terceiro lugar em incidência (8,4%) e o segundo na mortalidade (13,8%) (*Bray et al., 2018*).

Na *Tabela 1.1.* estão apresentados os dados relativos ao cancro do pulmão de Portugal (*Portugal – Globocan, 2018*), E.U.A. (*E.U.A – Globocan, 2018*), Reino Unido (*United Kingdom – Globocan, 2018*), Noruega (*Norway – Globocan, 2018*), Canadá (*Canada – Globocan, 2018*) e dos continentes Europeu (*Europe – Globocan, 2018*) e Norte Americano (*North America – Globocan, 2018*). O cancro do pulmão é a principal causa de mortalidade por cancro nos países representados, bem como nos respetivos continentes. Portugal, em menor representatividade face aos restantes, apresenta semelhanças comparativas em relação aos indicadores analisados. A incidência é expressiva em todos os países representados, ocupando os primeiros lugares. Portugal apresenta uma situação similar relativamente à incidência de cancro, no geral.

O tratamento oncológico é um desafio da sociedade atual, com dificuldade acrescida no caso do cancro do pulmão. Apesar dos avanços tecnológicos no diagnóstico e estadiamento e na pesquisa de novas ferramentas terapêuticas personalizadas, com menor toxicidade e maior eficácia, a redução da mortalidade global transcrita pelas taxas globais de cura não ultrapassam 5,5% (*Clinical Guidelines London, 2011*). A indústria farmacêutica e os centros de investigação procuram novos medicamentos, curas e equipamentos de diagnóstico e terapêuticos que respondam, individualmente, com melhor eficácia. Os serviços médicos indagam a melhoria do cuidado dos doentes, através do estudo detalhado das doenças, com profissionais especializados e acesso às novas técnicas. A indústria tecnológica procura o desenvolvimento de novos equipamentos com maior detalhe e sofisticação, permitindo a melhoria das funções já desenvolvidas ou através de inovações que visam eliminar lacunas. A multidisciplinaridade é um ponto central na abordagem desta patologia, fruto da crescente complexidade diagnóstica e resposta terapêutica. Contudo, o sucesso do processo não se centra exclusivamente na sofisticação da técnica, por mais eficaz que se apresente, mas na articulação das diversas contribuições, procurando a sua **eficiência global**.

**Tabela 1.1.** Dados (2018) relativos à incidência, mortalidade e prevalência (5 anos) do cancro do pulmão.

	Número de Habitantes	Incidência n (%)				Mortalidade n (%)		Prevalência n	
		Cancro	Cancro do Pulmão			Rank	Rank	Ambos	
			Homem	Mulher	Ambos				
Portugal	10 291 198	58 199 (0,6)	3 998 (12,3)	1 286 (5,0)	5284 (9,8)	4	4 671 (17,3)	1	5 304
E.U.A	326 766 750	2 129 118 (0,7)	121 408 (10,6)	105 948 (10,8)	227 356 (14,1)	2	152 423 (27,4)	1	255 904
Reino Unido	66 573 503	446 942 (0,8)	27 008 (11,3)	25 312 (12,2)	52 320 (13,7)	3	37 688 (23,1)	1	55 471
Noruega	5 353 365	34 299 (0,6)	1 681 (9,0)	1 658 (10,6)	3 339 (9,7)	3	2 386 (21,4)	1	3 880
Canadá	36 953 776	249 077 (0,7)	12 498 (9,9)	12 810 (10,5)	25 308 (10,2)	2	20 302 (27,6)	1	28 081
Europa	743 837 100	4 229 662 (0,6)	311 843 (13,9)	158 196 (8,0)	470 039 (12,5)	2	387 913 (21,5)	1	497 283
América do Norte	363 844 506	2 378 785 (0,7)	133 950 (10,5)	118 796 (10,8)	252 746 (10,6)	2	173 278 (27,4)	1	283 985

**Nota explicativa da Tabela 1.1.**

Os dados estão apresentados na forma *Dimensão* (representatividade em %), isto é, a estimativa associada ao indicador epidemiológico correspondente para determinada região e a representatividade nesse conjunto. A representatividade é dada pelo rácio entre o número de cancros e o número de habitantes. A expressão «Ambos» refere-se aos dois sexos em simultâneo. Cada valor refere-se ao número estimado do respetivo indicador epidemiológico.

A melhoria dos indicadores do estado de saúde nem sempre corresponde a uma visão favorável da população quanto ao funcionamento do sistema de saúde (Barros, 2013). É fundamental uma análise global do processo de modo articulado com a realidade vigente, estudando as oportunidades de melhoria dos serviços de modo a responder às necessidades dos doentes. Pressupõe-se a introdução da variável **tempo**. Deste modo centra-se este estudo na **eficiência do processo**. Assim, pretende-se uma visão clara e global da realidade, procurando interligar as partes, focadas na eficiência do processo em unidade, em vez da eficácia isolada de cada uma das partes.

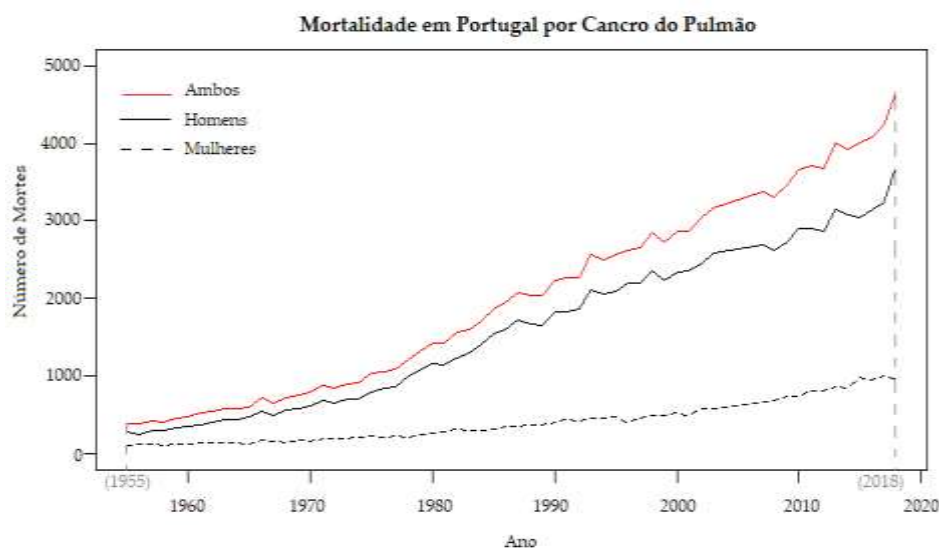
O diagnóstico precoce e o estadiamento preciso da doença são basilares para a melhoria dos resultados estabelecidos nos protocolos e propostos nas recomendações internacionais (Barros, 2013; Ettinger et al., 2017; Ost et al., 2013; Postmus et al., 2017; Programa Nacional para as doenças oncológicas, 2017; Recomendações Nacionais para diagnóstico cancro do pulmão, 2012).

A maioria dos doentes com cancro do pulmão apresenta a doença localmente avançada ou metastizada no momento do diagnóstico, reduzindo significativamente a eficiência curativa da doença e a sobrevida. Menos de 30% dos doentes apresentam estadiamento inicial que permita admissão a cirurgia ou terapêutica radical (Ettinger et al., 2017), que são modalidades que implicam melhor prognóstico.

A redução dos tempos de espera desde o início da abordagem diagnóstica até à decisão terapêutica surge como *leitmotiv* desta dissertação. A compreensão dos intervalos de tempo de espera, entre etapas e dos possíveis cenários propostos por outras entidades, bem como as estratégias, pontos críticos e oportunidades coligidas pela revisão bibliográfica permitirão redesenhar o protocolo praticado, baseando-se em técnicas de simulação. Através da simulação de cenários de outros Serviços e países é possível a avaliação das alterações estruturais no sentido de compreender o impacto nos tempos de espera e a pertinência da configuração proposta.

## 1.1. Cancro do pulmão em Portugal

Importa reportar de forma mais detalhada a realidade nacional. A *Figura 1.1.<sup>(a)</sup>* descreve a evolução da mortalidade em Portugal nos últimos 63 anos (1995-2018).



*Figura 1.1. Mortalidade por cancro do pulmão em Portugal (1955 – 2018).*

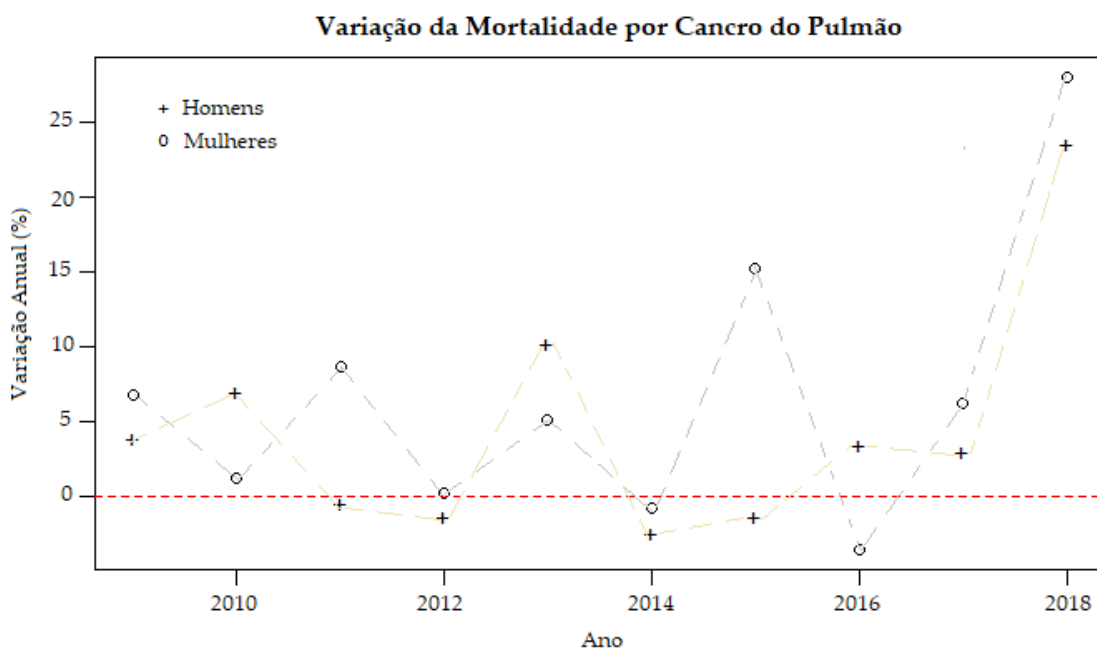
**Nota explicativa da Figura 1.1.**

<sup>(a)</sup> Cancer mortality database (n.d.); INE, 2018; INE, 2019; Miranda e Portugal, 2015; Portugal – Globocan, 2018

Os dados são anuais e referentes ao período 1955 – 2018.

No período amostrado na *Figura 1.1.* há um aumento do número de mortes em função do tempo. O crescimento, no período apresentado, foi de, aproximadamente 1260% (cerca de 1320% nos homens e de 1120% nas mulheres). O crescimento mais acentuado, por década, deu-se na década de 2000 para as mulheres e na de 2010 para os homens. O acesso à informação para períodos mais precoces, como são as primeiras décadas apresentadas, não era o mesmo do que atualmente, bem como o investimento e sensibilidade para as questões desta matéria.

O panorama nacional relativo ao cancro do pulmão apresenta um crescimento evidente. O crescimento está relacionado com a evolução do consumo tabágico em Portugal (INE, 2018). A *Figura 1.2.*<sup>(a)</sup> descreve a variação relativa anual percentual, de cancro do pulmão, de 2009 a 2018.



*Figura 1.2. Variação relativa (%) da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal (2009 – 2018).*

**Nota explicativa da Figura 1.2.**

A linha de união entre os pontos deve ser interpretada como guia, exclusivamente.

Através da *Figura 1.2* conclui-se que não é possível compreender progressivamente esta variação, ou seja, não se rege por uma sucessão formalmente definida. Portugal apresenta um cenário de mortalidade crescente. A promoção de cessação tabágica não tem ainda reflexo na redução necessária das taxas de mortalidade, porque decorre um intervalo de décadas entre a redução da exposição e o efeito de redução de mortalidade (*INE, 2018*).

O Programa Nacional para as Doenças Oncológicas 2017 aponta os Açores como a região geográfica com maior mortalidade (é também a região com maior consumo de tabaco), destacando as regiões do Algarve, área metropolitana do Porto e Lisboa, Alto Minho e Alentejo Litoral como regiões com mortalidades acima da média (*Miranda e Andrade, 2017*).

## **1.2. Breve descrição do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca**

O HFF é um hospital distrital (*Dec. Lei 282/81 de 9 de outubro*), funcionando com estatuto de gestão privada desde a sua fundação em 1995, passando em janeiro de 2009 a entidade público-empresarial (*Dec. Lei 203/2008 de 10 de outubro*). Está inserido na nomenclatura de Unidade Territorial III Grande Lisboa, concelho de Amadora, sendo a sua área de influência correspondente aos concelhos de Sintra e Amadora, com uma população estimada de aproximadamente 550 000 habitantes, a maioria residente no concelho de Sintra (68%). Este hospital dedica-se à atividade assistencial e clínica, investigação, ensino e formação pré e pós-graduada. Possui 823 camas, disponibiliza 22 Especialidades Médicas

e/ou Cirúrgicas e 4 Unidades de Cuidados Intensivos. Desde 2002 que é um Hospital acreditado pelo *Caspe Healthcare Knowledge System (Relatório anual sobre o acesso a cuidados de saúde HFF, 2017)*.

O Serviço de Pneumologia (SP), núcleo do estudo da presente dissertação, iniciou a sua atividade em 1995 como unidade integrada no serviço de Medicina 1, tornando-se autónomo em 1996 (*Costa, 2015*). A equipa médica é constituída pelo diretor de serviço, 5 assistentes hospitalares graduados, 4 assistentes hospitalares e 10 internos da especialidade.

Entre 2016 e 2017 este serviço realizou cerca de 2000 primeiras consultas de pneumologia, sendo que parte destas consultas incluem estudo de suspeita de cancro do pulmão (*Plano de atividades e orçamento, 2017; Relatório anual sobre o acesso a cuidados de saúde HFF, 2017*). As suspeitas de cancro do pulmão acompanhadas no SP do HFF podem surgir dentro do hospital, na consulta ou no internamento de pneumologia, noutro Serviço hospitalar, mas também podem ser externas, mais frequentemente em doentes referenciados a partir dos centros de saúde da área de influência do hospital, ou diretamente admitidos no Serviço de Urgência.

### 1.3. Contextualização da dissertação

A dissertação decorre no âmbito de um projeto de investigação entre o Centro de Investigação de Física e Investigação Tecnológica (CEFITEC) do Departamento de Física (DF) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa e o SP do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca (HFF).

A equipa é liderada pelo Prof. Doutor Filipe Ferreira da Silva (CEFITEC FCT - DF), contando com o estudante de engenharia biomédica, Bernardo Nascimento Teixeira (CEFITEC FCT – DF), os médicos pneumologistas Dr. José Pedro Boléo-Tomé (SP HFF), coorientador de dissertação de mestrado e a Dr<sup>a</sup>. Telma Sequeira (SP HFF) e ainda com a Prof. Doutora Maria Isabel Gomes (Centro de Matemática e Aplicações (CMA) do Departamento de Matemática), coorientadora de dissertação. O projeto encontra-se dividido em cinco fases:

- *Fase 1* – Análise do contexto atual no SP do HFF e revisão bibliográfica.
- *Fase 2* – Monitorização do processo de doentes com suspeita de cancro do pulmão no HFF e caracterização da Fase 1.
- *Fase 3* – Proposta de otimização do processo e simulação de cenários.
- *Fase 4* – Análise dos custos de implementação da proposta.
- *Fase 5* – Desenvolvimento de Ferramenta eletrónica de monitorização.

A dissertação de mestrado engloba as três primeiras fases do projeto. Reforça-se, com a descrição das fases, que o termo *otimização* não se refere necessariamente à procura da solução que minimiza funcionalmente o tempo, mas que após uma análise detalhada de todas as frentes do sistema é proposta uma melhoria que garante a sustentabilidade e a eficiência do processo, destacando todos os intervenientes.

A **1ª Fase** do projeto iniciou-se com a revisão bibliográfica através da identificação, em estudos de matéria homóloga, de regiões críticas e oportunidades de melhoria já

implementadas. O estudo do sistema atual do SP do HFF foi realizado a partir da colheita de uma amostra com dados reais de doentes admitidos no Serviço para estudo de uma provável neoplasia do pulmão. Este estudo visou a descrição do fluxo atual dos diversos percursos dos doentes sustentados nos dados colhidos nos processos clínicos dos doentes, constantes no sistema de informação do hospital (*Sorian*<sup>®</sup>). Este estudo inicial foi fundamental para a construção da base de dados e de um fluxograma que representa as várias etapas do processo. A compreensão do problema com dados históricos centrou o problema até ao presente, sendo proposta uma previsão (em cenários) para a mortalidade deste cancro no período 2019-2050, apresentando a presente proposta de otimização como resposta a um problema com gravidade crescente a longo prazo.

A **2ª Fase** consistiu na análise sistemática das etapas definidas para o estudo na fase anterior, tendo em vista a apresentação de melhorias localizadas. Desta forma foram analisados os tempos de espera para cada etapa do fluxo desenhado e simulados vários cenários. Foi realizada uma análise detalhada das regiões principais complementadas com a análise da proveniência dos doentes, o número e tipo de exames realizados e as respetivas rentabilidades. O estadiamento e a terapêutica foram matéria de análise estatística, dividindo-se em três momentos principais – aquisição de dados, manipulação dos dados probabilísticos e de tempos e a formulação das distribuições empíricas desses tempos.

Na **3ª Fase** simulou-se um conjunto de doentes, em diversos cenários, o protocolo proposto, discutindo em paralelo com a análise da realidade atual. A simulação teve em conta os vários cenários possíveis, partindo da amostra de dados, tomando como função objetivo a redução dos tempos de espera totais e a integração do processo de forma eficiente, orientado pelas recomendações publicadas, tendo com finalidade a justificação da proposta enquanto melhoria ao cenário histórico observado.

Seguem-se, sumariamente, os objetivos da simulação.

#### ***Simulação da realidade atual***

- Extensão do estudo estatístico sobre a amostra inicial, tomando o SP como um sistema. Apresentação dos resultados de todos os cenários possíveis, não observados, do histórico do SP.
- Identificação das regiões de críticas e de oportunidade.
- Avaliação do desempenho do sistema segundo as normas publicadas.

#### ***Simulação de um protocolo otimizado (Reino Unido)***

- Avaliação do desempenho da amostra num protocolo otimizado e publicado.
- Análise das alterações estruturais no contexto do SP.
- Avaliação do desempenho do sistema segundo as normas publicadas.

#### ***Simulação da proposta de um protocolo otimizado***

- Avaliação individualizada do desempenho da amostra no protocolo proposto.
- Análise da pertinência face às simulações anteriores, enquadradas nas recomendações publicadas.
- Estudo da proposta enquanto implementação de um Serviço hospitalar (SP HFF)

## 1.4. Estrutura do documento

Esta dissertação encontra-se dividida em nove capítulos organizados da seguinte forma:

---

### **Capítulo 1: *Introdução***

Apresenta sucintamente a problemática do presente trabalho bem como a contextualização através da descrição do hospital e do projeto no qual se insere a dissertação.

---

### **Capítulo 2: *Fundamentos teóricos***

Expõe de forma concisa os conceitos necessários à compreensão do trabalho das três áreas de aplicação. Os conceitos de epidemiologia permitem a compreensão do problema e da linguagem comum às políticas de saúde pública, o estudo de previsões e dos modelos aplicados para a compreensão da previsão do dimensionamento do problema, dos conceitos de pneumologia oncológica e os princípios de modelação, em particular, simulação de eventos discretos. É ainda complementado com a revisão bibliográfica da evidência científica e das principais recomendações publicadas relativas ao processo em estudo.

---

### **Capítulo 3: *Materiais e métodos***

Descreve detalhadamente os métodos utilizados relativos ao tratamento de dados, dos quais são destacados os modelos de alisamento exponencial para o estudo de previsões, a modelação discreta, mas também a análise estatística e ainda o ajustamento de funções teóricas num conjunto de dados.

---

### **Capítulo 4: *Estudo de previsões***

Este capítulo afere a previsão do problema que motivou este trabalho, isto é, o agravamento do problema a longo prazo. Desta forma é previsto até 2050 o crescimento esperado da mortalidade perante vários cenários, classificando o cancro do pulmão como uma doença com mortalidade crescente.

---

### **Capítulo 5: *Análise do sistema atual***

Descreve o estado atual do serviço no período de 2016-2017. É descrita de forma completa um conjunto de dados representativo que surgirá enquanto suporte das próximas etapas. Este estudo apresenta apenas uma configuração do sistema que se pretende otimizar. Os dados são confrontados com as principais recomendações internacionais, tendo em vista uma avaliação da *performance* do serviço segundo as normas propostas por instituições reconhecidas na área.

---

**Capítulo 6: *Simulação do serviço atual***

---

Surge na extensão do capítulo anterior, contemplando todos os cenários possíveis através da simulação de eventos discretos. Desta forma são estudadas todas as limitações e debilidades do sistema, mesmo que não observadas. São avaliados de acordo com as normas e são ajustados a uma distribuição teórica. É simulada a amostra num protocolo otimizado e avaliados os principais pontos de divergência face ao observado no protocolo praticado. Desta forma é avaliada a aplicação de melhorias propostas no Reino Unido num protocolo otimizado.

---

**Capítulo 7: *O doente como agente interventivo***

---

A dissertação é apresentada como um trabalho no âmbito da gestão hospitalar e análise de sistemas de saúde. São identificados pontos de análise de gestão necessários ao cumprimento das melhorias propostas no capítulo seguinte. São abordados pontos reflexivos relativos aos agentes de intervenção – o doente, o contexto político, social e económico, o sistema de gestão, o papel do enfermeiro na coordenação do processo, a gestão do processo, profissionais de saúde, cuidadores e familiares.

---

**Capítulo 8: *Proposta do protocolo otimizado***

---

Apresenta o protocolo analisado com melhorias concretas (otimizado) avaliadas através de simulação e enquadradas nas recomendações internacionais.

---

**Capítulo 9: *Conclusão e trabalho futuro***

---

Resume as principais conclusões do trabalho, propostas de melhoria e possibilidade de aprofundamento enquanto trabalho futuro da presente dissertação, mas também, da metodologia transversal proposta enquanto análise de sistemas hospitalares complexos e especializados.

## 2. Fundamentos Teóricos

Este capítulo encontra-se subdividido nas três áreas essenciais deste trabalho. O **primeiro subcapítulo** consiste na definição de conceitos de epidemiologia essenciais à compreensão da dimensão do problema identificado e os métodos analíticos de previsões sob suporte dos conceitos epidemiológicos, quando aplicados no estudo de previsão da mortalidade – modelos de alisamento exponencial.

O **segundo e o terceiro** expõem de forma sucinta os conceitos fundamentais de pneumologia oncológica e os de simulação de eventos discretos, respetivamente.

O **último subcapítulo** agrega vários resultados de estudos de revisão de literatura que permitirão uma análise orientada quer na metodologia, quer na análise dos resultados.

### 2.1. Conceitos fundamentais de Epidemiologia

#### 2.1.1. Incidência, prevalência e mortalidade

Os estudos epidemiológicos, inseridos em políticas de saúde pública, fornecem informações que permitem identificar os riscos e o impacto associados em variáveis de interesse. São definidos por indicadores próprios que permitem a caracterização da realidade. Os dados utilizados na construção da *Tabela 1.1.* foram recolhidos da base de dados *Cancer Today (Cancer mortality database, n.d.)* da Organização Mundial de Saúde, bem como os dados que deram origem aos gráficos das *Figuras 1.1. e 1.2.* Os conceitos de prevalência e de incidência são classificados como medidas de ocorrência, isto é, a contagem de casos numa população específica (*Bonita et al., 2006*).

A **incidência** refere-se ao número de novos casos de doença que se despoletaram durante um determinado período numa população específica (*Miranda e Portugal, 2015*). A incidência distingue-se pela dinâmica representativa, isto é, refere-se à «velocidade» da manifestação de novos casos, atendendo ao período de tempo que os indivíduos estão em risco de desenvolver a doença (*Bonita et al., 2006*).

A **prevalência** refere-se à ocorrência da doença num período específico, ou seja, ao número total de indivíduos que têm determinada doença numa janela temporal de interesse. É de acrescentar que uma vez que a prevalência não está necessariamente relacionada com a causa da doença, não proporciona um indicador com evidências de causalidade. Por outro lado, as medidas resultantes do impacto são fundamentais quanto à avaliação do cenário e ao planeamento dos serviços (*Ibidem*). Este conceito apresenta importância acrescida uma vez que permite avaliar as mudanças ocorrentes no tempo pela doença em estudo, ou seja, os epidemiologistas utilizam este indicador com o objetivo de «avaliar a carga da doença nas populações» (*Ibidem., sic*).

A **mortalidade** refere-se aos dados de morte, geralmente recolhidos a partir da informação contida em certificados de óbito que são publicadas em intervalos regulares (*Miranda e Portugal, 2015*). Os dados de mortalidade são influenciados por diversas fontes de erros uma vez que apresentam diferentes origens e formas de aquisição dos mesmos. Ainda assim, fornecem «dados valiosos sobre o estado de saúde das populações» (*Bonita et al., 2006*,

cit). O conhecimento dos valores da mortalidade é fundamental para os serviços de saúde (Shibuya, 2006). Geralmente são diferenciados em variáveis de interesse como o sexo, a idade e outras, aplicando-se também à incidência.

## 2.1.2. Estudo de previsões

O prognóstico é definido como a «predição do curso de uma doença» (Ibidem., cit). São estudadas variáveis preditivas baseadas em grupos definidos (Ibidem; Mak e Kum, 2005) com o objetivo de avaliar a influência no resultado de uma doença ou de um indicador epidemiológico, conhecendo *a priori* um historial considerável. Estes estudos envolvem uma validação interna do desenho do estudo e a avaliação da sistematização do desvio resultado da modelação imposta (Mak e Kum, 2005; Rothman et al., 2008) uma vez que o objetivo é a previsão da realidade.

A abordagem metodológica de estudos desta natureza baseia-se nas tendências anteriores ao período de previsão. Geralmente subestimam-se as ocorrências projetadas por duas razões – por os dados estarem subestimados à partida e pela própria incerteza associada à natureza do estudo (Shibuya et al., 2005). Por outro lado, o modelo de previsão deve ser justificado consoante o contexto do estudo.

As previsões baseiam-se na estimação, associada à tendência e comportamento observados, propondo através de múltiplos cenários (Luo et al., 2018) possíveis comportamentos nos períodos considerados. São assim considerados cenários díspares, desde a visão otimista à pessimista.

### Modelos de previsão - Alisamento Exponencial

As previsões realizadas através do método de alisamento exponencial consistem em médias ponderadas de observações correspondendo, sucessivamente, a pesos com decaimento exponencial como função do tempo, isto é, as observações mais recentes têm maior contribuição (peso).

O primeiro modelo é a alisamento exponencial simples (Gardner e McKenzie, 1985; Hyndman e Athanasopoulos, 2018; Wickham, 2016), preferencialmente utilizado em dados sem tendência. As previsões são baseadas na última observação. Contudo, não será um método utilizado neste estudo pelo desenquadramento.

Os modelos de tendência linear de Holt (Ibidem; Holt, 1957) evoluem a partir do anterior. A equação de previsão (1) para cada instante  $t$  é dada por

$$Y_{t+h|t} = l_t + h \cdot b_t \quad (1)$$

a equação de nível (2) é dada por

$$l_t = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot (l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

e a de tendência (3) é dada por

$$b_t = \beta^* \cdot (l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*) \cdot b_{t-1} \quad (3)$$

Em (2) está apresentada a relação de nível no instante  $t$  e em (3) a estimação da tendência no mesmo instante. Os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta^*$  apresentam como domínio  $[0, 1]$ , correspondendo aos parâmetros de alisamento e nível, respetivamente. Ainda em (2) traduz-se a média ponderada da observação  $y_t$  e a previsão de treino é dada por  $l_{t-1} + b_{t-1}$ . A tendência  $b_t$  é a média ponderada da tendência estimada no instante  $t$  baseado em  $l_t - l_{t-1}$  e  $b_{t-1}$  no instante precedente. Neste método as funções são lineares e os parâmetros de alisamento e valores iniciais são estimados com base na minimização do método anterior, relativamente aos erros no treino de uma etapa. Este procedimento encontra-se incluído na função do *RStudio*<sup>®</sup> indicada no *subcapítulo 2.6*. As equações apresentadas demonstram uma tendência constante e indefinida para tempos elevados. Este método tende a subestimar os valores para tempos mais elevados, surgindo como uma limitação à aplicação. A introdução de um novo parâmetro de atenuação introduz uma melhoria representativa – Modelo de *Holt* com tendência amortecida (*Ibidem*).

Desta forma, surgem os parâmetros de alisamento similares aos anteriores, acrescentado do parâmetro de amortecimento  $\phi$ , no mesmo domínio. O intervalo temporal para previsão é dado por  $h$ . Seguem-se as equações pela mesma ordem. A equação de previsão para cada instante  $t$  é dada por

$$Y_{t+h|t} = l_t + \sum_{k=1}^h \phi^k \cdot b_t \quad (4)$$

a equação de nível é

$$l_t = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot (l_{t-1} + \phi \cdot b_{t-1}) \quad (5)$$

e a de tendência é

$$b_t = \beta^* \cdot (l_t - l_{t-1}) + \phi \cdot (1 - \beta^*) \cdot b_{t-1} \quad (6)$$

É de notar que o modelo de *Holt* é um caso particular do modelo amortecido ( $\phi = 1$ ). Por outro lado, é garantida a convergência de  $l_t + \phi \cdot b_t(1 - \phi)$ , sabendo que  $h \rightarrow \infty$  e  $\phi$  é limitado.

O modelo deve ser selecionado com base numa validação cruzada das séries temporais em estudo, comparando o erro quadrático médio (MSE) e o erro absoluto médio (MAE) dos métodos em decisão. O parâmetro de alisamento próximo do limite inferior indica invariância da resposta do modelo preditivo como função do tempo, invertendo o significado quando à medida que converge para unitário, reagindo de forma expressiva a cada nova observação. A seleção dos modelos propostos tem como objetivo maximizar a função máxima verosimilhança e carece da análise dos respetivos critérios de Aikake (AIC) e Bayiano (BIC) (*Akaike, 1998*) e contexto de previsão.

## 2.2. Conceitos de pneumologia oncológica

### 2.2.1. Tipos de cancro do pulmão

O cancro do pulmão inicia-se quando ocorre crescimento e multiplicação anormal e descontrolada das células da árvore traqueobrônquica ou do parênquima pulmonar, fruto da acumulação de mutações genéticas irreparáveis. O desenvolvimento destas células pode originar um tumor que irá primeiro sofrer crescimento e invasão local, atingindo os gânglios linfáticos loco-regionais e depois disseminando-se por outras áreas do corpo, metastizando (Alteri e Klidas, 2016; Pass et al., 2012).

A sua génese resulta da interação entre fatores de risco individuais como a predisposição genética, o historial de doenças broncopulmonares e fatores ambientais como a exposição a fumo de tabaco (de longe o mais preponderante) ou outros pneumopolutentes carcinogéneos ambientais ou ocupacionais, entre outros (Pope et al., 2002; Vaoircuyan et al., 2003). O cancro de pulmão divide-se em duas classes principais, conforme se apresenta de forma resumida na Tabela 2.1. (Travis, 2011).

**Tabela 2.1.** Incidência por tipos histológicos de neoplasias do pulmão.

Tipos histológicos de neoplasias do pulmão				
Carcinoma de Pequenas Células (CPPC)	Carcinoma de Não Pequenas Células (CPNCP)			
	Adenocarcinoma	Pavimento Celular	Indiferenciado	Grandes Células
10 – 15 %	40%	20-30%	15%	10-15%

O adenocarcinoma é atualmente o tipo de cancro mais frequente (40%). É comum aparecer em fumadores e é o tipo histológico mais frequente nos não fumadores e nas mulheres (Travis, 2014). Manifesta-se geralmente por nódulos periféricos com dimensão inferior a 4,0 cm e frequentemente assintomáticos. Metastiza precocemente para os gânglios linfáticos e outros órgãos. O adenocarcinoma invasivo pode apresentar um padrão acinar, papilar, lepidico ou combinações destes, sendo que o primeiro é o que apresenta pior prognóstico e o último não apresenta invasão durante o crescimento ao longo dos alvéolos (Fraser et al. 1999; Jain, n.d.; Kleihues e Cavenee, 2000; Wistuba e Gazdar, 2006)

O segundo tipo mais expressivo apresentado na Tabela 2.1. é o carcinoma pavimento-celular (20-30%), também designado epidermóide ou escamoso, que se encontra predominantemente associado ao tabagismo (mais de 90%) (Travis, 2011). Surge geralmente em localização central, nos brônquios principais ou lobares, mas pode também ter incidência periférica, designados como nódulos (< 3 cm) e massas (> 3 cm) com crescimento e metastização lentos (Jain, n.d.; Travis, 2014). A produção de mucina pode indicar uma combinação de dois tipos, o carcinoma adenoescamoso (Robbinson e Cotran, 2005).

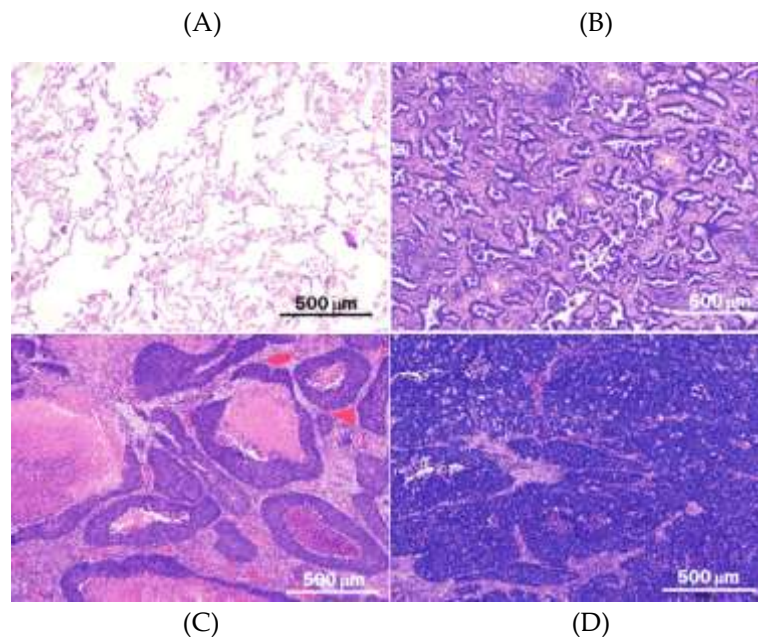
O carcinoma indiferenciado (15%) é uma neoplasia epitelial maligna mal diferenciada do pulmão constituída por elevado número de células atípicas. Estes tumores carecem de evidências morfológicas e imunohistoquímicas diferenciativas (glandular,

escamosas e neuroendócrina) (Wu, *n.d.*). A maioria dos casos não possui características citológicas discriminatórias. É frequente apresentarem agregados celulares e raramente situações dispersivas (Teixeira e Nogueira, 2006; Travis, 2014).

O último carcinoma de não pequenas células é o carcinoma de grandes células (10 - 15%) que é caracterizado por ser pouco diferenciado (Brambilla *et al.*, 2004), podendo ser central ou periférico. Normalmente está associado a hábitos tabágicos (Muscat *et al.*, 1997). Apresenta rápida metastização com elevada atividade mitótica e está associado a pior prognóstico (Hiroshima e Mino-Kenudson, 2017).

Do outro lado da Tabela 2.1. está o carcinoma de pequenas células (10-15%) que é um tumor neuro-endócrino pouco diferenciado constituído por células com citoplasma escasso, bordas celulares indefinidas, cromatina nuclear finamente granular (sal e pimenta) e nucléolos ausentes (Agrawal e Randarajan, 2018; Hammerschmidt e Wirtz, 2009). As células podem ser arredondadas, ovais e fusiformes com moldagem nuclear proeminente, verificando-se elevada contagem mitótica (superior a 60 mitoses/mm<sup>2</sup>). São originários de células epiteliais. Localiza-se dentro do pulmão, espalhando-se de forma rápida, tipicamente, ao longo dos brônquios. Pode envolver os vasos linfáticos e metastizar rapidamente e, tal como o anterior, está fortemente associado a hábitos tabágicos (Muscat *et al.*, 1997; Sturgis *et al.*, 2000; Travis, 2014).

Ilustrando as descrições, apresenta-se a Figura 2.1. com diferentes tipos histológicos de cancro do pulmão.



**Figura 2.1.** Tipos histológicos de neoplasias do pulmão (coloração hematoxilina-eosina) (A) Tecido pulmonar não patológico - Controlo (B) Adenocarcinoma (C) Carcinoma de Grandes Células (D) Carcinoma de Pequenas Células (Lennon *et al.*, 2015, adaptado).

Pode-se concluir que o cancro do pulmão é uma doença heterogénea do ponto de vista histológico que pode ser classificado em diversos subtipos. Contudo, este tipo de cancro pode ser altamente agressivo relativamente ao crescimento tumoral primário e metastização

para os gânglios linfáticos e demais órgãos. A biologia diversificada e a complexa interpretação precoce requerem ferramentas tecnologicamente avançadas com respostas «versáteis e sensíveis» (*Lennon et al., 2015, cit*) para a correta compreensão do desenvolvimento, progressão e heterogeneidade histológica.

## 2.2.2. Etapas do processo

Segundo as *Recomendações Nacionais para diagnóstico cancro do pulmão (2012)* o diagnóstico e o estadiamento são etapas fundamentais do estudo de suspeita de neoplasia no pulmão, permitindo a compreensão do tipo de cancro e da extensão da própria doença. Os objetivos destas etapas centram-se na estratificação do prognóstico e na decisão terapêutica.

### Diagnóstico

*Ball et al. (2015)* apresenta uma noção alargada do processo de diagnóstico que servirá de mote para este subcapítulo. O conceito de diagnóstico é apresentado como um processo complexo e iterativo que inclui adquirir e tratar informações de forma contínua, reduzindo a incerteza em relação ao caso em estudo através da restrição de possibilidades. Assim, há um estudo abrangente de investigação de forma precisa e completa do problema de um doente com uma suspeita específica. Depois de colocada a hipótese diagnóstica de tumor do pulmão inicia-se o estudo e a caracterização do tipo de células que constituem o tumor e a sua descrição anatómica precisa. Fazem parte desta etapa um conjunto de exames complementares que incluem a citologia da expetoração, broncofibroscopia, punção e biópsia transtorácica, ultrassonografia endobrônquica e/ou endoesofágica, toracocentese, biópsia pleural e toracoscopia, cirurgia torácica vídeo-assistida, mediastinoscopia e mediastinotomia, toracotomia exploradora, broncoscopia virtual e outros meios (*Recomendações Nacionais para diagnóstico cancro do pulmão, 2012*). A obtenção de material citológico e/ou histológico é central nesta etapa.

### Estadiamento

O estadiamento baseia-se no sistema internacional TNM, uma classificação que descreve o tumor original (T - *tumour*), a invasão ganglionar (N - *node*) e a metastização à distância (M - *metastasis*). Pode ser clínico, cirúrgico, patológico ou de retratamento, baseados respetivamente, na extensão da doença pré-tratamento, na informação cirúrgica, nos achados histológicos e nos dados pós terapêuticos. Procura-se, nesta etapa, a determinação da extensão do cancro, a decisão da terapêutica adequada à situação do doente, e a avaliação do prognóstico e da sobrevida esperada.

O estadiamento anatómico torácico requer uma metodologia de avaliação própria. Inicia-se com a histórica clínica e o exame objetivo do doente, fundamentais para uma «orientação da investigação e na sugestão do estadio», conforme indicam as normas nacionais (*Recomendações Nacionais para diagnóstico cancro do pulmão, 2012, cit*).

É fundamental o recurso a exames imagiológicos para o estadiamento do cancro do pulmão. A tomografia computadorizada (TC) é um exame básico de estadiamento, o que torna

imprescindível a sua realização (*Ibidem*). A TC fornece informações com detalhe sobre o tumor primário, da relação anatômica com as outras estruturas torácicas, da presença de outras lesões parenquimatosas, pleurais, costais e da localização e tamanho dos gânglios mediastínicos (*Landreneay e Hazelrigg, 1996*). A TC orienta os clínicos para as técnicas complementares. A broncoscopia apresenta um papel de relevo nas duas etapas do processo. A broncoscopia flexível ou rígida permite a obtenção de material para biópsia na árvore traqueobrônquica (sobretudo nos casos dos tumores centrais), avaliação da extensão tumoral e, se necessário, intervenções terapêuticas.

O processo poderá incluir um estudo de ressonância magnética (RM), embora não haja evidência do benefício sobre a TC. O estadiamento anatômico extratorácico pode envolver a avaliação do envolvimento hepático através da TC abdominal, ecografia ou RM. O estudo do envolvimento das suprarrenais realiza-se através da TC torácica, podendo ser necessária a biópsia por agulha ou cirúrgica. O estadiamento do sistema nervoso central (SNC - é frequente a metastização para o encéfalo) é feito com TC craniana ou RM cerebral; na suspeita de envolvimento ósseo a detecção de metástases pode ser através da cintigrafia óssea, recorrendo como método complementar à RM ou mesmo a biópsias dirigidas (*Recomendações Nacionais para diagnóstico cancro do pulmão, 2012*).

O advento da tomografia de emissão de positrões (PET) veio revolucionar o estudo das neoplasias, permitindo a diferenciação de lesões benignas e malignas, a identificação gânglios suspeitos e de outras lesões à distância, mesmo em doentes assintomáticos. A PET baseia-se na avaliação de lesões metabolicamente ativas, permitindo identificar lesões potencialmente malignas, quer primitivas, quer secundárias – metastização noutros órgãos, sendo por isso atualmente o exame mais útil no estadiamento dos tumores potencialmente curáveis.

O estadiamento fisiológico permite avaliar a capacidade de submissão a terapêuticas oncológicas, que são potencialmente agressivas, como a cirurgia ou a radioterapia. Nesta fase é crucial o estudo funcional respiratório, a avaliação cardiológica através de um eletrocardiograma e ecocardiograma, uma prova de esforço cardiopulmonar e adicionalmente, se necessário, estudo hemodinâmico, cintigrafia ou angiografia coronária (*Ibidem*).

A avaliação do CPNPC tem como referência o sistema de classificação TNM 8ª Edição (*Kay et al., 2017*), baseando-se nos três descritores já apresentados. Atualmente utiliza-se este sistema também para o estadiamento do CPPC, apesar das diferenças no seu comportamento biológico. A *Tabela 2.2.* apresenta uma descrição breve sobre cada descritor, bem como a tabela de classificação utilizada para o conhecimento do estadio (*Goldstraw et al., 2016; Kay et al., 2017*).

**Tabela 2.2.** Estadiamento de Cancro no Pulmão (8ª Edição) e descrição dos subscritores T, M e N.

Descritor T	Descritor N	Descritor M
<p><b>Tx</b> – Tumor não identificado com clareza</p> <p><b>T1</b> – Invasão tecidos internos do pulmão</p> <p><b>T1a</b> ≤ 1 cm   <b>T1b</b> ≤ 2cm   <b>T1c</b> ≤ 3cm.</p> <p><b>T2</b> – Envolvimento brônquios centrais</p> <p><b>T2a</b> ≤ 4 cm   <b>T2b</b> ≤ 5 cm .</p> <p><b>T3</b> – Envolvimento outras regiões e pelo menos 2 nódulos no mesmo lobo. ≤ 7 cm.</p> <p><b>T4</b> – Envolvimento de regiões adicionais com pelo menos 2 nódulos no mesmo pulmão num lobo diferente. &gt; 7 cm.</p>	<p><i>Em relação aos gânglios</i></p> <p><b>N1</b> – peribrônquicos ou hilares ipsilaterais, intrapulmonares.</p> <p><b>N2</b> – Linfáticos mediastínicos ipsilaterais ou subcarinais.</p> <p><b>N3</b> – linfáticos mediastínicos ou hilares contralaterais ou supraclaviculares.</p>	<p><b>M0</b> – Sem evidência de metastização</p> <p><b>M1a</b> – Nódulo contralateral, pleural maligno ou pericardial.</p> <p><i>Metástases extratorácicas</i></p> <p><b>M1a</b> – única</p> <p><b>M1b</b> – múltiplas</p>

T/M		N0 (60%)	N1 (37%)	N2 (23%)	N3 (9%)	
M0	T1	T1a (92%)	IA1 (92%)	IIB (53%)	IIIA (36%)	IIIB (26%)
		T1b (83% - 86%)	IA2 (83%)			
		T1c (76% - 81%)	IA3 (77%)			
	T2	T2a (67% - 74%)	IB (68%)	IIIA (36%)	IIIB (26%)	IIIC (13%)
		T2b (60% - 65%)	IIA (60%)			
		T3 (52% - 57%)	IIB (53%)			
	T4 (38% - 47%)	IIIA (36%)				
M1	Tx	M1a (11,4) <sup>a</sup>	IVA (10%)			
		M1b (11,4) <sup>a</sup>				
		M1c (6,3) <sup>a</sup>	IVB (0%)			

**Esclarecimento da Tabela 2.2.**

Nos descritores T e N estão indicados, adicionalmente à subclasse da tabela, a taxa de sobrevivida a 5 anos. O descritor M contém a informação (a) da mediana de sobrevivência em meses. Na região não sombreada apresenta-se a classificação em estadios e a respetiva sobrevivência a 5 anos (%).

A neoplasia pode ser considerada localizada (IA1, IA2, IA3, IB, IIA, IIB), localmente avançada (IIIA, IIIB, IIIC) e metastizada (IVA, IVB) (Goldstraw et al., 2016). Esta edição é utilizada como classificação padrão desde 2017 (Detterbeck, 2017). As características fundamentais desta edição são a precisão e a consistência informativa do tamanho tumoral, informação ganglionar e a quantificação de metástases extratorácicas, suportadas pela evolução nas técnicas imagiológicas e na descrição biológica da doença (Lim et al., 2018).

Sublinha-se, ainda assim que a RM não é um exame de primeira linha, mas sim complementar, exceto no caso do estudo do SNC (Teixeira, 2009).

Como se pode concluir pela Tabela 2.2., o aumento do índice dos descritores confere maior vulnerabilidade patológica, refletindo-se num estadio mais avançado da doença. Assim, quanto mais avançado for este estadio, menor a possibilidade curativa (Detterbeck, 2017).

A progressão da nomina adotada é reflexo das revisões periódicas e do avanço na capacidade tecnológica e da descrição pormenorizada do tumor (Ibidem).

As taxas de sobrevivência para cada estadio permitem a exploração da sua importância. Goldstraw et al. (2016) no seu trabalho, através do Método de Kaplan-Meier e da análise da regressão de Cox ajustada ao tipo histopatológico, sexo, idade e região geográfica, analisa a taxa de sobrevivência como função dos descritores analisados anteriormente (Gail et al., 2007). A Figura 2.2. resume os resultados do trabalho enunciado relativo às taxas de sobrevivência para N0, N1, N2 e N3 agrupados em T1, T2, T3 e T4 em função dos anos após o diagnóstico.

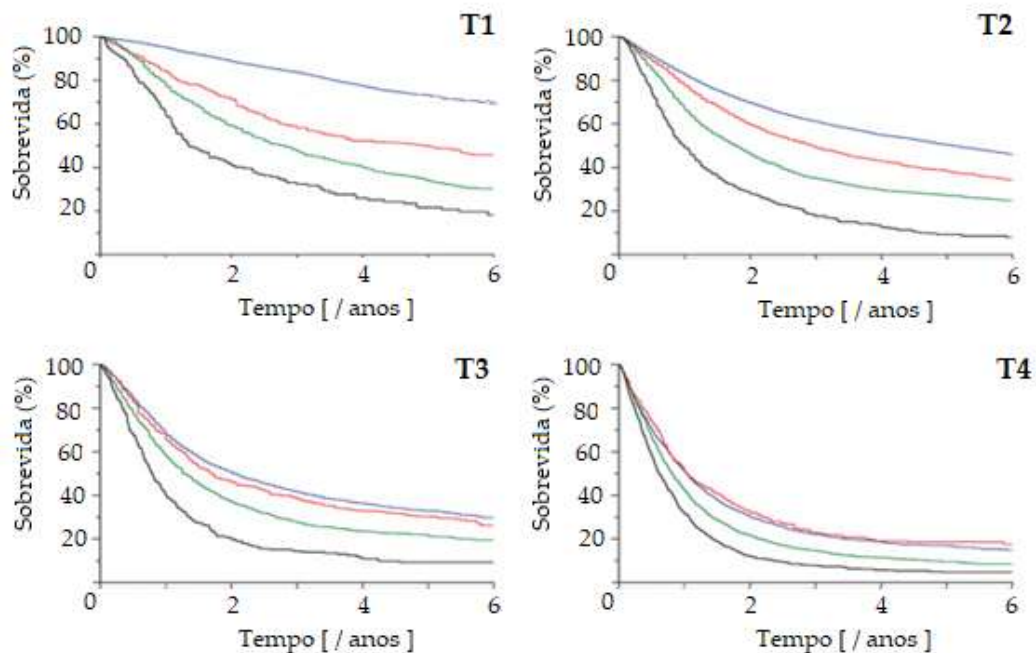


Figura 2.2. Taxas de Sobrevivência diferenciadas pelo subscritor N e agrupadas pelo subscritor T (Goldstraw et al., 2016, adaptado).

### Legenda da Figura 2.2.

Cada cor apresentada nos gráficos tem a seguinte correspondência ao subscritor N.



Apresenta-se pela ordem de cima para baixo (em cada gráfico).

Conclui-se, assim, que o descritor N, enfatizado (8ª Edição) apresenta resultados que permitem um estadiamento mais preciso e com diferenças consideráveis conforme apresentado na *Figura 2.2*. Esta etapa constitui o passo basilar do prognóstico que assegura a personalização da decisão terapêutica ao paciente (*Eberhardt et al., 2015; Goldstraw et al., 2016*).

*Hespanhol et al. (2013)* publicaram num estudo com 9267 doentes no norte de Portugal que permite perceber a distribuição, com uma amostra significativa, do estadiamento: IA (3,6%), IB (5,7%), IIA (1,1%), IIB (3,0%), IIIA (8,9%), IIIB (26,5%) e IV A/B (51,2%). Em contraste, um estudo da *Japanese Association for Thoracic Surgery* (n = 31 313) indica-nos uma realidade mais distribuída entre os estadios iniciais e tardios: I (35%), II (10%), III (20%) e IV (30%). O estadiamento é crucial para a decisão de terapêuticas com intenção curativas ou radicais, como é o caso da cirurgia; os doentes com estadio I constituem 76% dos doentes admitidos a cirurgia, seguindo-se de 13% com estadio II, 3% com estadio III e uma minoria com estadio IV (1%). Os estadios avançados são consideravelmente superiores aos estadios iniciais, o que compromete a decisão terapêutica e agrava significativamente o prognóstico e sobrevida globais.

## Decisão terapêutica

Após a confirmação do diagnóstico e conclusão do estadiamento, a decisão terapêutica é discutida em reunião multidisciplinar em que é avaliada, com o auxílio dos resultados dos exames, o estadiamento da doença. São, ponderados em cada situação de acordo com o tipo e extensão do tumor, a sua citologia/histologia e o grau de diferenciação, a história clínica do doente, a existência de outras doenças, a toma de medicação habitual e o *status* fisiológico. Por último, é necessário o consentimento esclarecido do doente para iniciar a terapêutica (*Goldstraw et al., 2016*).

A decisão terapêutica pode contemplar várias modalidades como a cirurgia, quimioterapia, radioterapia, uma terapêutica combinada sequencial, com o intuito curativo ou paliativo, ou terapêutica de suporte de cuidados paliativos. Esclarece-se que este capítulo é meramente informativo das possibilidades, fora do âmbito da presente dissertação.

*Miller et al. (2016)* apresentam a distribuição para uma amostra de doentes com cancro do pulmão de pequenas células com relevância estatística formal (n = 177), dos quais se excluíram os de cirurgia combinada (*Tabela 2.3., Miller et al., 2016*).

**Tabela 2.3.** Decisão terapêutica por estadio (Cancro do pulmão de não pequenas células).

	I e II	III e IV
Cirurgia	64%	2%
Radioterapia	18%	16%
Quimioterapia	1%	19%
Quimioterapia e radioterapia (combinadas)	7%	37%
Terapêutica de suporte	9%	26%

Através da normalização dos valores do estudo de *Miller et al.* (2016) e respetiva conversão percentual, verificar-se com os resultados do estudo anunciado que em doentes com estadio I e II há uma admissão maioritária (64%), na distribuição das terapêuticas administradas, à cirurgia. Em contraste, a admissão cirúrgica para doentes com estadio avançado (III e IV) é reduzida (2%). Esta decida de 62 pontos percentuais, justificam a relação estadio versus decisão terapêutica reforçam os resultados de *Hespanhol et al.* (2013).

A quimioterapia e radioterapia concomitantes têm expressão (37%) em estadio avançado, sendo que a constituição individual ou conjugada (72%) face à cirurgia (2%). A terapêutica de suporte é frequente (26%) nos estadios III e IV, com 17 pontos percentuais face aos estadios mais precoces, desqualificando a sua relevância contextual.

No caso dos doentes com cancro do pulmão de pequenas células, cerca de 70% é diagnosticado em estadio avançado (*Miller et al.*, 2016), o que justifica que cerca de 80% realize quimioterapia.

## 2.3. Modelação matemática

Importa advertir algumas considerações que servirão de base, tais como a assunção da chegada aleatória dos doentes ao hospital (*Barros, 2013*). Assim faz-se a segunda consideração, por causalidade da anterior, admitindo os tempos de espera como variáveis independentes.

Como tempo de espera entende-se o «número de dias consecutivos (incluindo sábados, domingos e feriados) que medeia(m) entre a requisição de um evento em saúde e a sua realização ou cancelamento» (*Martins e Nogueira, 2017*).

### 2.3.1. Distribuições empíricas

A representação através de um histograma facilita a compreensão da distribuição estatística subjacente aos dados. Para dados discretos, como é o caso, o histograma está associado à função de massa de probabilidade (*f.m.p*). A descrição da distribuição através de uma distribuição teórica, próxima à forma original, envolve um desvio (erro) em relação à distribuição real (*Sheskin, 2000*).

Nas distribuições empíricas, ao contrário das famílias de distribuições paramétricas teóricas, os parâmetros são dados pelos valores observados numa amostra de dados. O contexto de utilização é justificado pela impossibilidade de associação a parâmetros descritores e à desnecessária associação no contexto do problema a uma variável aleatória com distribuição paramétrica teórica. Uma desvantagem na utilização desta distribuição é a descontinuidade na abrangência de todos os valores no intervalo considerado (*Ibidem; Castro, 2015*). Segue-se o tratamento formal (*Castro, 2015; Van de Geer, 2000*) desta distribuição.

Considere-se  $X_1, X_2, \dots, X_n$  o conjunto de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com a função distribuição

$$F(x) = P(X_i \leq x) \quad (7)$$

define-se a função empírica acumulada (estimador centrado) por

$$\widehat{F}_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1\{X_i \leq x\}, n \in \mathbb{N} \text{ com } 1\{X_i \leq x\} = \begin{cases} 1, & X_i \leq x \\ 0, & X_i > x \end{cases} \quad (8)$$

Em (8) define-se um estimador para a função de distribuição subjacente. É de notar que as probabilidades associadas são definidas pela amostra (conjunto de dados reais).

## 2.3.2. Simulação de eventos discretos

Em simulação de eventos discretos (SED), as entradas do modelo designam-se variáveis de controlo enquanto que as saídas são as variáveis medidas. O termo experiência refere-se a cada iteração realizada, sendo o seu desempenho dependente do impacto na função objetivo no contexto do problema (Amaran et al., 2016; Fishman, 2013; Fu, 1994; Wainer e Mosterman, 2016).

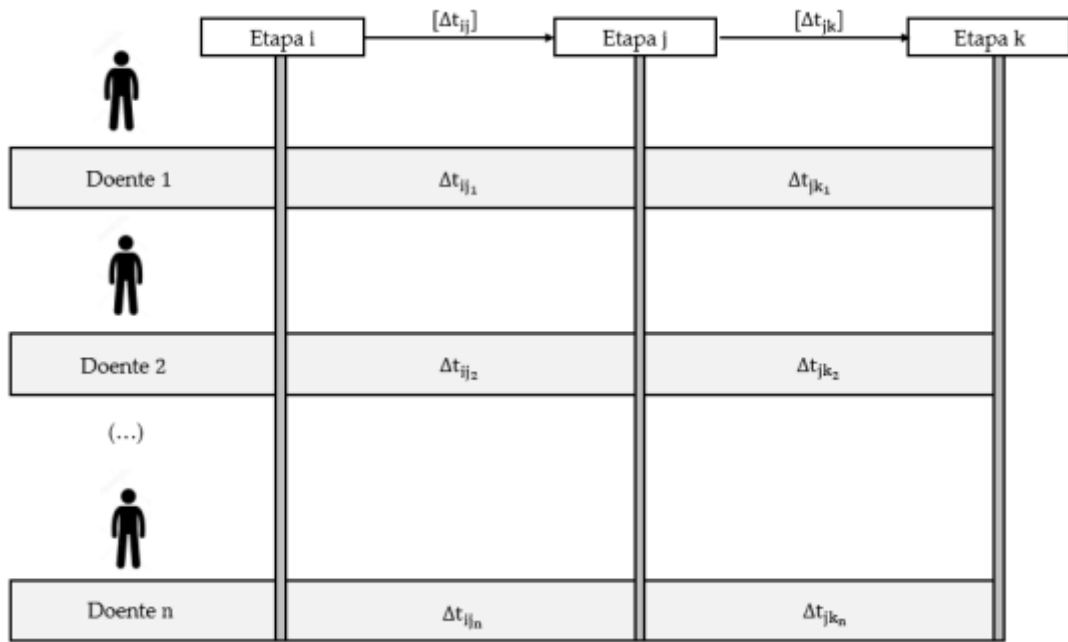
Tome-se a definição de Banks et al. (2004):

«Simulação é a imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real ao longo do tempo (...), fazendo inferências sobre as características operacionais do sistema real».

A realidade do processo em estudo dá-se em tempo contínuo; no entanto, a discretização do problema é válida, uma vez que os dados correspondem a intervalos de tempo entre etapas. Neste caso, estamos perante uma SED que é a técnica de investigação operacional mais utilizada em estudos por simulação (Brailsford e Hilton, 2001; Günal e Pidd, 2010) com destaque nos serviços de gestão de saúde (Jun, 1999). É uma ferramenta intuitiva e flexível (Karnon et al., 2012) vocacionada para modelar atividades organizacionais e respostas do sistema a eventos discretos (Watson et al., 2014). Esta técnica garante a sua reprodutibilidade e replicabilidade em cada iteração de cada cenário, permitindo múltiplas gerações (Sandve et al., 2013).

SED é utilizada para modelar sistemas complexos, interpretando-os como redes de filas de espera e atividades (Semini et al., 2006). A cada objeto está associado um conjunto de atributos próprios característicos que lhe conferem identidade, determinando o comportamento do sistema cujas durações são amostradas por funções de distribuição de probabilidade (Brailsford e Hilton, 2001). Por outro lado, o conjunto das entidades está associado às diversas atividades (etapas), responsáveis por mudanças sistemáticas associadas às transições de estados. O conjunto de intervalos de tempo de cada etapa, entre atividades, é representado através de distribuições empíricas  $[\Delta t_{ab}]$  que são matrizes compostas pelos valores observados no período de tempo de estudo (Mielczarek, 2016; Weinstein et al., 2001). Nestas matrizes estão os valores obtidos nas transições de etapas para todos os doentes.

Na *Figura 2.3.*, apresenta-se um esquema que sistematiza a construção das funções empíricas.



*Figura 2.3.* Esquema resumo da construção das distribuições empíricas.

Para o doente 1, representado na *Figura 2.3.*, considere-se  $\Delta t_{ij_1}$  o intervalo de tempo da transição da etapa i para a etapa j. Da mesma forma  $\Delta t_{jk_1}$  é o intervalo entre a etapa j e a etapa k para o mesmo doente, destacado em índice. Repetindo o racional para o doente n, tem-se  $\Delta t_{ij_n}$  bem como para quaisquer outras sequências possíveis. Temos assim

$$\Delta t_{ij} = [\Delta t_{ij_1}, \Delta t_{ij_2}, \Delta t_{ij_3}, \dots, \Delta t_{ij_n}] \quad (9)$$

Por último, é necessária a verificação e validação do modelo atendendo à natureza do problema, uma vez suportado por fatores observados (*Menner, 1995; Weinstein et al., 2001*). Os objetivos destes modelos centram-se na comparação de diversos cenários, previsão ou otimização de critérios de desempenho (*Brailsford e Hilton, 2001*). Permite ainda comparar alternativas de implementação aos sistemas atuais.

Apresenta-se, na *Figura 2.4.* (*Banks et al., 2004*) um fluxograma das etapas fundamentais de um estudo de simulação.

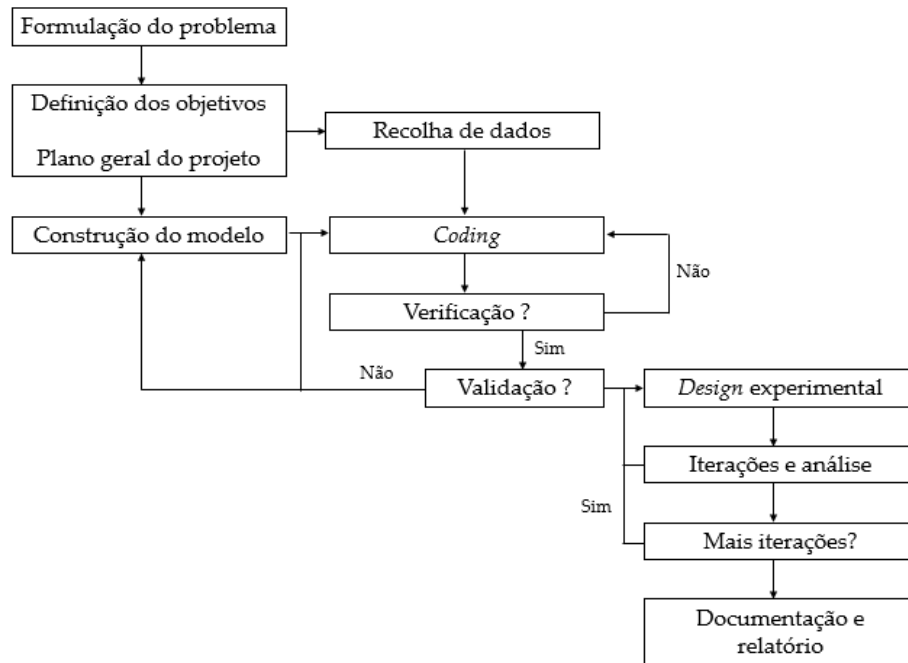


Figura 2.4. Etapas de um estudo de simulação.

A base de todo o estudo enquadra-se num problema concreto, progredindo de acordo com o método científico próprio. Segue-se a definição dos objetivos do trabalho bem como o plano global e articulado de todas as etapas quer do processo a simular quer do estudo em que a simulação é integrada.

A base de qualquer estudo de simulação é a recolha de dados em paralelo com a construção do modelo. A conceptualização do modelo numa perspetiva computacional requer duas etapas fundamentais – verificação e a validação. Desta forma são garantidas as condições de adequabilidade do modelo computacional à realidade que se propõe simular. O número de iterações é definido de acordo com avaliações consecutivas de forma a aproximar o modelo à realidade. A comparação dos dados de simulação com a amostra inicial (recolha de dados) surge como uma mais-valia à validação do modelo.

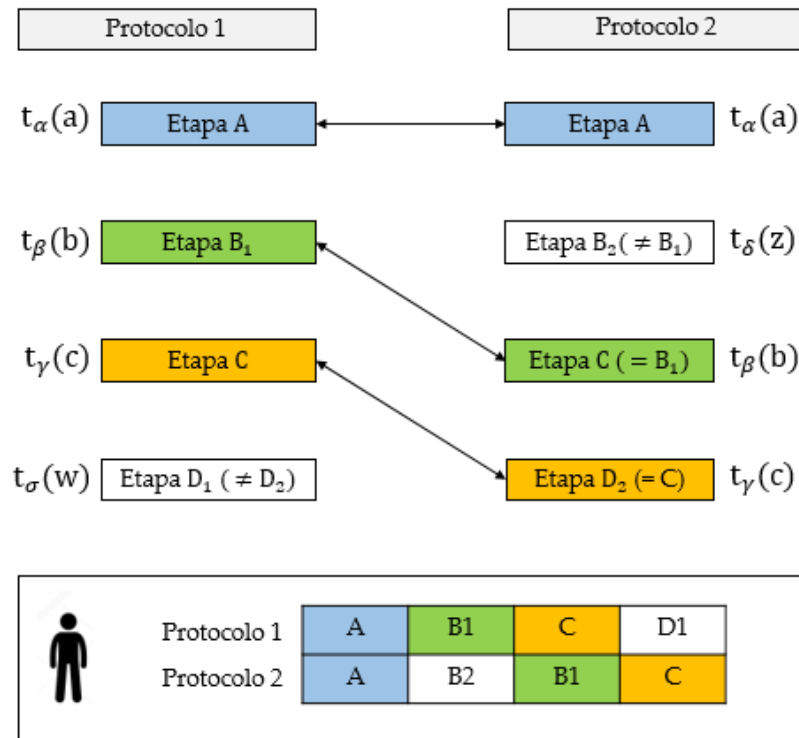
O estudo termina com um relatório de análise estatística de dados. Há dificuldades acrescidas à conceptualização da realidade na modelação, destacando-se os percursos não lineares do processo em que é necessário incluir a definição de probabilidades *a priori*.

### 2.3.3. Comparação do desempenho de dois sistemas de simulação de eventos discretos

*Banks et al. (2004)* apresentam a comparação do desempenho de dois sistemas, sublinhando a importância do *princípio comum* na geração de números aleatórios (**números aleatórios comuns** – NAC).

Os NAC permitem uma amostragem correlacionada entre os dois sistemas. As réplicas destes números nos sistemas simulados evidenciam correlação aparente. Contudo não há garantias formais de que esta correlação seja positiva, uma vez que se sustenta na

intuição do crescimento direcional comum a cada variável aleatória de entrada e isto conduza à correlação positiva. A *Figura 2.5.* esclarece a utilização dos NAC na construção dos doentes fictícios e, ainda, na possibilidade de comparação de doentes. Este recurso garante que a o doente fictício construído é o mesmo a percorrer o Protocolo 1 e o Protocolo 2. Desta forma a variação é função exclusiva das etapas distintas entre os protocolos percorridos.



*Figura 2.5. Utilização dos números aleatórios comuns.*

Os valores  $\{a, b, c, w, z\}$  são resultados de uma variável aleatória discreta e os vetores de dados  $t_\alpha, t_\beta, t_\gamma, t_\sigma$  e  $t_\delta$  são tempos observados na análise do sistema. Na construção dos dois Protocolos representados, a utilização de NAC garante que o doente fictício 1 percorre os dois protocolos, garantindo a fiabilidade na avaliação comparativa de ambos. Desta forma, é notório que as alterações verificadas no tempo do doente são reflexo, não da aleatoriedade do valor associado, mas da variabilidade estrutural na construção dos protocolos.

A diferença no caso do «Doente Fictício» entre a transição nos dois trechos exemplificados são as etapas distintas, isto é,  $t_\delta$  no percurso 1 e  $t_\sigma$  no percurso 2 (B2 e D1, representados).

## 2.4. Revisão bibliográfica

Os dados da literatura de estudos dos tempos de espera do processo de diagnóstico, estadiamento e decisão terapêutica de suspeitas de cancro de pulmão são reduzidos. Ainda, assim, há alguns estudos internacionais e nacionais com resultados que nos servirão de pontos de análise, possivelmente transpostos para a realidade em estudo neste trabalho. Através da análise de problemas já identificados e melhorias já implementadas com resultados estimados ou comprovados, cria-se um substrato metodológico à análise dos resultados obtidos e do objetivo fundamental desta dissertação, direcionando-a, sem desvirtuar a criatividade e o sentido crítico.

### 2.4.1. Efeitos dos tempos de espera

*Ettinger et al. (2017)* demonstraram que atrasos no diagnóstico e no tempo de espera até ao início da terapêutica são possíveis potenciadores do aumento no tamanho do tumor e estadio. Vários estudos (*Ibidem*) demonstram que elevados tempos de espera até ao tratamento podem constituir um fator prognóstico negativo significativo em doentes com doença em estadio III.

*Anggodowati et al. (2016)*, num trabalho com 693 554 doentes diagnosticados com cancro do pulmão de não pequenas células nos E.U.A., mostraram que tempos de espera mais curtos estavam associados à diminuição do risco de morte em doentes em estadio inicial, mas com pior impacto na sobrevivência em doentes com doença avançada.

*Buccheri et al. (2004)*, *Bjerager et al. (2006)* e *Hamilton et al. (2005)* analisaram com maior detalhe os atrasos no diagnóstico do cancro do pulmão nos cuidados primários ou hospitalares, convergindo nas conclusões. Contudo, são estudos retrospectivos e com amostras pouco representativas.

*Schultz et al. (2009)* mostraram, com uma amostra de 2 3727 doentes, que os tempos de espera desde a identificação da suspeita até ao início do tratamento variavam de 45 a 90 dias – com uma média de 90 dias para doentes com estadios I e II e 52 dias para estadios mais avançados. Estes valores estão fora do intervalo recomendado.

*Ellis et al. (2011)* num estudo com 52 doentes, aferiram que a mediana do tempo de espera é de 21 dias (IQR 7-51 dias) antes da consulta de especialidade e 22 dias (IQR: 0 – 37 dias) até à conclusão da investigação. Da distribuição de tempos verificaram um valor mediano de 27 dias e mais 23,5 dias até completar a investigação e ainda 10 dias (mediana) até ao início da terapêutica. O tempo total desde os primeiros sintomas até ao início do tratamento compreende o intervalo de 79 a 175 dias, uma vez mais fora das recomendações.

Várias outras publicações (*Benn et al., 2019*) encontraram tempos de espera globais frequentemente longos. *Liberian et al. (2006)*, com 256 doentes, concluiu que a média do tempo de espera foi 208 dias. *Van de Vosse et al. (2015)*, com 231 doentes, concluíram que a média do tempo de espera foi 66 dias. *Ellis et al. (2011)*, com 52 doentes, obtiveram um tempo de espera médio de 138 dias. *Koyi et al. (2002)* com 134 doentes, concluíram que a mediana do tempo médio de espera foi 189 dias. *Gould et al. (2008)* com 129 pacientes concluiu que o tempo médio de espera foi 84 dias. A revisão de *Olsson et al. (2009)* incluiu 49 estudos, maioritariamente da União Europeia, apontando para um intervalo de tempo de diagnóstico

de 8-60 dias e de tratamento de 30-84 dias, excedendo frequentemente as recomendações publicadas. A estratégia canadiana para o controlo de cancro recomenda que o tempo máximo para diagnosticar a maioria dos cancros não deve exceder as 4 semanas (Ellis e Vandermeer, 2011), assim como outras recomendações reforçam este limiar.

Olsson et al (2009) e Dransfield et al (2006) realçaram as recomendações da *British Thoracic Society* que aponta para um máximo de 56 dias. O *National Health Service* (England) (*NHS cancer plan, 2000*) reforça que o tempo do diagnóstico ao tratamento não deve exceder as 4 semanas. Asch et al. (2000) reforçam o máximo de 6 semanas definido pela *Research and development corporation*.

Benn et al. (2019) discutem relativamente aos países nórdicos como a Suécia, Dinamarca, Finlândia e a Noruega, que o regulamento de tempo até à conclusão do estudo deve ser de 26-30 dias, acrescentando 7 a 15 dias para o início da terapêutica. *Ibidem* e Gould et al. (2008) reforçam as quatro semanas da estratégia canadiana como regime temporal aconselhado, sublinhando a influência na taxa de sobrevida.

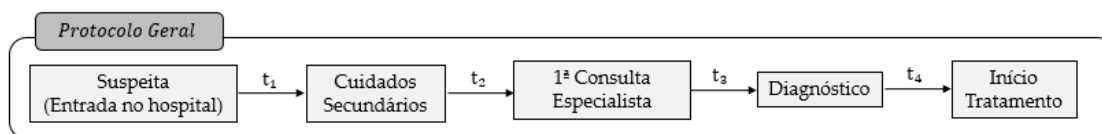
Kanashiki et al (2003), num estudo com 517 doentes verificaram que este tempo não limita o tempo praticado, ultrapassando os quatro meses.

Yorio et al (2009) num estudo com 2 372 doentes concluíram que o tempo de espera entre a suspeita, a primeira consulta, o diagnóstico e o início da terapêutica é de 18, 33 e 63 dias, respetivamente.

Quarterman et al (2003) assinalaram as recomendações sobre tempos de espera como estratégias empíricas dada a falta de evidências sólidas devido às diferenças nos resultados dos estudos atuais, verificando-se casos de doentes com CPNPC de estadios precoces (I e II) que enquanto aguardam cirurgia não apresentaram progressão de estadios devido ao atraso.

Labbé et al. (2017), num estudo com 379 doentes, demonstraram que o sucesso do tratamento apresenta maior dependência ( $p\text{-value} = 0,87$ ) do estadios no momento do diagnóstico face ao tempo de espera até iniciar a terapêutica. Além disso, a maioria dos doentes estava dentro dos tempos recomendados à exceção dos doentes encaminhados para radioterapia, em comparação com a cirurgia e quimioterapia.

Na *Figura 2.6.* reúnem-se as transições que estão por base nas indicações descritas na bibliografia relativamente aos tempos de espera máximos recomendados entre etapas do processo em estudo. A literatura de base à construção da *Tabela 2.4.* (Malalasekera et al., 2018) engloba as normas e recomendações de várias instituições para controlo do tempo de espera do estudo conforme o racional da *Figura 2.6.*



*Figura 2.6.* Etapas globalizantes do processo em estudo (da admissão ao início da terapêutica).

**Tabela 2.4.** *Símula de recomendações internacionais de tempos máximos entre etapas*

		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>		
E.U.A	IOM <sup>(b)</sup>	10 dias					
	ACCP <sup>(c)</sup>	3-5 dias					
Reino Unido	NOLCP <sup>(d)</sup>	49 dias					
					28 dias		
	NHS <sup>(e)</sup>	14 dias					
		62 dias					
					31 dias		
BTS <sup>(f)</sup>	7 dias						
Escócia	SEHD <sup>(g)</sup>	62 dias					
					31 dias		
Dinamarca	DLCG <sup>(h)</sup>	3-5 dias					
		14 dias					
		42 dias					
					14 dias		
Suécia	SLCG <sup>(i)</sup>	42 dias					
					14 dias		
Holanda	IKNL <sup>(j)</sup>	5 dias					
					21 dias		
Canadá	CSSO <sup>(k)</sup>	28 dias					
					14 dias		
Austrália	COAG <sup>(l)</sup>	14 dias					
		42 dias					
					14 dias		
Normas Nacionais	Portugal <sup>(m)</sup>	15 dias					
					23 dias		

*Esclarecimento sobre a Tabela 2.4. na página seguinte (v.s.f.f.)*

#### Informações da Tabela 2.4.

##### Lista de Siglas:

(b) IOM – Institute of medicine (USA); (c) ACCP – American College of Chest Physicians; (d) NOLCP – National optimal lung cancer pathway; (e) NHS – National Health Service; (f) BTS – British Thoracic Society; (g) SEHD- Scottish Government Health and Social Care Directorates (h) DLCC – Danish lung cancer group; (i) SLCG – Swedish lung cancer group; (j) IKNL – Netherlands comprehensive cancer organisation; (k) CSSO – Canadian Society for surgical oncology (l) COAG - Council of Australian Governments

##### Referenciação Bibliográfica:

(b) McGinnis et al., 2015; (c) Alberts et al., 2003; (d) Lung Cancer Clinical Expert Group, 2017; (e) NHS Cancer plan, 2000; (f) BTS recommendations, 1998; (g) Cancer in Schotland, 2001; (h) Hillerdal, 1999; (i) Van der Drift et al., 2012; (j) Simunovic, et al., 2001; (k) Thomas, 2016; (l) Stirling et al., 2014; (m) Norma 032/2013 Direção-Geral da Saúde, 2013;

Os resultados coligidos na *Tabela 2.4.* são indicações de diversas instituições internacionais. Os tempos não são concordantes, existindo margens entre indicações, mesmo dentro do mesmo país, como é o caso dos E.U.A. A proposta Dinamarquesa apresenta insistência no processo do estudo e obtenção de resultados, isto é, propõe um máximo de 14 dias até à reunião multidisciplinar, porém, os 42 dias propostos até ao início da terapêutica de primeira linha são menos conservadores face às indicações mais exigentes registadas, 14 dias, concordantes na Austrália, Suécia, Inglaterra e Canadá. Relativamente a Portugal há algumas indicações claras a serem consideradas, embora insuficientes para abranger todo o processo.

A *Norma da DGS 032/2013* para o diagnóstico e tratamento do carcinoma de não pequenas células do pulmão orienta, relativamente aos tempos máximos aconselhados que:

1. **Testes de Biologia Molecular** estejam disponíveis em 10 dias após a sua realização;
2. **Reunião Multidisciplinar** se deva realizar no máximo 8 dias após a obtenção de diagnóstico, onde se decidirá a terapêutica a realizar;
3. **Início do Tratamento** deverá ser 15 dias após a decisão clínica em reunião multidisciplinar;

Na *Tabela 2.4*, a recomendação nacional considera 23 dias (8 dias + 15 dias) na última etapa. Por outro lado, os tempos máximos de resposta propostos pela *Entidade Reguladora da Saúde* (TMRG, 2017; Portaria 153/2017 de 4 de maio), no caso do Cancro do Pulmão são:

1. **Primeira consulta de especialidade hospitalar** em situação de doença oncológica suspeita ou confirmada deverá ser até 7 dias (Nível 3) ou 15 dias (Nível 2), tomados desde a receção do pedido de consulta.
2. **Meios complementares de diagnóstico e terapêutica:** 15 dias (Radioterapia) e 30 dias (Medicina Nuclear).
3. **Cirurgia Programada na doença oncológica** até 15 dias (Nível 3) ou 45 dias (Nível 2), contados após a decisão terapêutica.

As indicações nacionais apresentam discrepâncias relativamente à visão dos tempos de espera no contexto da *Tabela 2.4.*, uma vez, que sendo a PET, exame de Medicina Nuclear, frequente no estadiamento de suspeita de cancro do pulmão, proposto um máximo de 45 dias e, cumulativamente de forma precedente 7 a 15 dias até à consulta de especialidade e posterior de 23 dias até ao início da terapêutica supõe-se um máximo de 43 dias, numa análise otimista de que o tempo dos exames anatomopatológicos são realizados e emitidos os respetivos relatórios em tempo inferior e paralelo à realização da PET, totalizando 83 dias.

Confrontando este resultado com as indicações finais, totalizadas pelos tempos registados, o resultado é evidentemente superior aos propostos homólogos 69 dias pela Inglaterra, aos 62 da Escócia e aos 42 dias pela Suécia e pelo Canadá, respetivamente 16,9%, 25,3% e 49,4% inferiores.

## **2.4.2. Existência de oportunidades de melhoria no protocolo em estudo**

Numa revisão sistemática sobre os atrasos no processo de estudo de suspeita de cancro do pulmão, *Malalasekera et al. (2018)* destacaram a «heterogeneidade acentuada na prática de encaminhamento, (que leva) a atrasos evitáveis». Desta forma pretendeu-se explorar estas oportunidades de melhoria já identificadas na bibliografia. Os fatores organizacionais e a variabilidade dos doentes enquanto hipóteses do problema em estudo são equiparáveis.

*Singh et al. (2010)* identificaram oportunidades na abordagem do processo de diagnóstico, identificando atrasos evitáveis associados à emissão dos relatórios dos exames imagiológicos, impossibilitando de concluir o diagnóstico no tempo ótimo.

Na sequência do estudo anterior, *Lyratzopoulos et al. (2015)* identificaram possíveis intervenções em três fases diferentes do processo com impacto direto no tempo de espera. A primeira surge na avaliação inicial, ou seja, o encaminhamento para o especialista, incluindo o desempenho dos mesmos e a interpretação do diagnóstico (exames de imagem – TC e PET, biópsias e estudo de estadiamento), seguindo-se os tempos associados ao seguimento do processo e finalmente a coordenação do mesmo.

*Verma et al. (2015)* defenderam que é crucial identificar todas as etapas do processo, encontrando os principais fatores que atrasam o fluxo desde a sua entrada até ao início da terapêutica.

No Reino Unido surgem novos padrões para o diagnóstico com vias de avaliação mais eficazes que permitem a conclusão do processo de diagnóstico em 28 dias (*Gill, 2017; Lung Cancer Clinical Expert Group, 2017*).

*Aasebø et al. (2017)* demonstraram que os processos otimizados aplicáveis na indústria podem ser utilizados como molde estrutural na clínica, tendo em vista melhorar o processo de diagnóstico, o que permitiu a redução do tempo médio de 64 para 16 dias, indicando que as metodologias de engenharia podem ser aplicadas aos serviços médicos como métodos de análise objetivos e com resultados comprovados.

*Kanashiki et al. (2003)*, num estudo com 482 doentes, identificaram uma diferença nos tempos de espera entre o serviço público e serviço privado com tempos de espera de 76 e 45 dias, respetivamente e ainda *Yorio et al. (2009)* reforçaram esta diferença. Identificaram,

também, que o tempo de espera de imagens para diagnóstico como um ponto-chave para a otimização do processo, com uma mediana de 59 dias.

*Fung-Kee et al. (2018)*, num trabalho realizado no Hospital de Ottawa, apontaram para os problemas organizacionais como a principal causa do atraso nos tempos regulamentados, alertando para a necessidade do **redesenho dos processos**. Destacam duas necessidades – alinhamento dinâmico das diversas valências e a educação para uma jornada integrada. O grupo verificou uma melhoria nos resultados (47%), diminuindo de 92 dias de espera desde a suspeita até ao início do tratamento para 47 dias. Neste estudo está sublinhada a importância do alargamento da visão da necessidade de melhoria focada não apenas no aumento do volume de doentes no sistema por unidade de tempo, mas na sensibilização do equilíbrio do acesso aos serviços e cuidados prestados contextualizados na disponibilidade de recursos com restrição de custos de forma a melhorar a eficiência do processo.

O *Ottawa Health Transformation Model (Ibidem)* aponta para o alinhamento de interconexão dos seguintes domínios – Pessoas (atitudes e normas), Processos (redesenho do protocolo e revisão dos padrões de desempenho) e Tecnologia (medição e automação de processos). Estes três domínios fundamentais no processo de diagnóstico, estadiamento e tomada de decisão terapêutica fluem num ciclo de *feedback* iterativo. Além do domínio interno, há uma extensão até ao doente e respetivos cuidadores, no sentido de os integrar no progresso do estudo. Apontam ainda para a urgência das coordenações de serviços multidisciplinares, apontando para um tempo de diagnóstico máximo de 49 dias. Embora já referido, sublinha-se que a melhoria substancial para 47 dias se devendo à mudança de paradigma protocolar com mudanças na filosofia de gestão do processo. Aponta o grupo que há mudanças substanciais com influência direta nos tempos de espera. Destacam-se, sumariamente as mais expressivas:

1. **Reunião multidisciplinar**

Na primeira reunião estão presentes o médico pneumologista, cirurgião torácico e radiologista e após o estudo estão presentes o oncologista e o pneumologista.

2. **Dia de navegação**

Em apenas um dia os doentes devem realizar os exames de PET, Provas de função pulmonar e RM, caso aplicável;

3. **Registos eletrónicos**

A disponibilização dos exames e informações numa plataforma de imediato acesso a todos os intervenientes no processo, promoverá melhorias no tempo de espera.

4. **Marcação de consultas**

É necessário um sistema de informação que permita a gestão da oferta e da procura, isto é, que conjugue o escalonamento do corpo clínico e dos prestadores de cuidados com a necessidade de cada doente no seguimento do processo.

Este estudo alerta-nos que a análise do tempo de espera deve ser abrangente em todos os parâmetros estatísticos e não reduzidos aos valores médios, ou seja, é necessário analisar os percentis de ordem superior e ainda os valores máximos e mínimos de cada conjunto observado ou simulado. Por outro lado, reforça que as intervenções isoladas não melhoram o tempo total de espera, alertando para a integração entre intervenientes,

promovendo o diálogo e a informatização de dados. A reunião multidisciplinar final, para decisão terapêutica deve ser realizada no tempo mais reduzido possível. *Leary e Carrigan. (2005)* apontaram que esta reunião deve ser realizada no máximo em 3 dias. *Fung-Kee et al. (2018)* reforçaram três pontos basilares à gestão de Serviços hospitalares:

1. Coordenação de cuidados;
2. Automatização de tarefas e dados;
3. Reestruturação organizacional;

Os pontos enunciados são estruturais na redefinição de protocolos médicos. A abordagem deste estudo permitiu sensibilizar que o sucesso verificado (47% de melhoria nos tempos de espera) deve-se, também, à inclusão do paciente melhorando a sua experiência no sistema de forma integrada. É de notar que é necessário um alinhamento na vertente do processo e na vertente humana. O **redesenho do processo** implica uma visão global de inovação, sendo necessária a imaginação e criatividade sustentadas na realidade observada.

*Coory et al. (2008)* demonstraram a influência positiva da interação em equipas multidisciplinares e o impacto na decisão e discussão sobre o diagnóstico e terapêutica. Esta relação é dificilmente demonstrada, ainda que empírica. Ainda assim, nesta revisão são relacionadas, embora de forma limitada, as melhorias dos resultados de sobrevivência com a intervenção de uma equipa multidisciplinar no processo. Esta demonstração empírica aflora a intuição demonstrada e já evidenciada nos pontos descritivos precedentes.

*Rankin et al. (2018)* identificaram sete lacunas práticas, reforçando os pontos anteriormente citados. O trabalho começa por evidenciar os atrasos no diagnóstico e encaminhamento, os atrasos nos tratamentos curativos e paliativos bem como a evidência da idade avançada e co-morbilidade enquanto influência direta no tratamento. Continuam a enumeração focando a inacessibilidade a equipas multidisciplinares, incapacidades psicossociais e o encaminhamento precoce aos serviços de cuidados paliativos. Este trabalho contempla ainda a correlação destas variações temporais com fatores não patológicos, ou seja, características do doente e práticas da organização dos serviços.

### 2.4.3. Estudos de simulação em gestão hospitalar

Uma revisão sistemática de *Zhang (2018)* apresentou a evolução das publicações científicas relativas à modelação por simulação de eventos discretos na gestão de cuidados de saúde, frisando que antes de 2010 as publicações não excederam os 10 artigos publicados por ano enquanto que em 2016 houve um crescendo para 35 artigos. Desta forma é evidenciada a popularidade crescente desta técnica com o evoluir do tempo.

*Nuñez-Perez et al. (2017)* aborda os tempos de espera enquanto uma métrica de desempenho dos serviços médicos associados, quanto mais longos, à baixa satisfação do paciente, altas taxas de mortalidade e complicações de saúde associadas à doença em trato. *Ibidem* para a análise do fluxo de pacientes nesses departamentos, a simulação de eventos discretos surge como uma abordagem apropriada.

Não foram encontrados quaisquer estudos de simulação de eventos discretos similares ao apresentado nesta dissertação com o objetivo de reestruturar e apresentar um novo protocolo clínico. Contudo, há diversos estudos de simulação de eventos discretos em áreas de aplicação muito diversificadas.

## 3. Materiais e métodos

### 3.1. Recolha de dados da amostra

Foram disponibilizadas 419 referências de consultas com referência a neoplasia do pulmão no período de estudo (janeiro 2016 a dezembro 2017) nos registos clínicos informáticos do HFF, completando 161 após a remoção dos doentes repetidos. Para a seleção da amostra foram definidos como critérios de inclusão:

1. Período entre admissão ao serviço e início da terapêutica: 2016 – 2017;
2. Registo do processo clínico (parcialmente) completo;
3. Suspeita de neoplasia do pulmão confirmada;
4. Maiores de 18 anos;

Foram estudados os processos clínicos dos 161 doentes e, prefigurados os critérios, a amostra foi constituída com 77 doentes. Foram excluídos os doentes repetidos, perdidos para *follow-up* ou transferidos para outros hospitais, ou cujos registos eram insuficientes para preenchimento da base de dados. Em reunião do grupo de investigação foram definidos com base na experiência clínica os percursos possíveis dos doentes com suspeita de cancro do pulmão. Esta informação foi complementada pela observação e análise dos processos dos doentes selecionados.

Os dados dos tempos de espera foram calculados através da diferença das datas de para cada etapa do processo, isto é, foram consultadas no *software* do HFF *Sorian*<sup>®</sup> e registados numa folha de cálculo, *Excel*<sup>®</sup> as datas e calculados os tempos de espera.

A base de dados foi construída por etapas e, agrupada em regiões (*Figura 5.1.*) de modo a possibilitar a análise estatística dos tempos de espera e análises posteriores próprias por etapas, mas também por regiões de modo a encontrar pontos críticos de oportunidade.

O projeto DIASTOPT, onde está inserida a presente Tese de Mestrado, foi proposto pelo CEFITEC e aprovado pela comissão de Ética para a Saúde do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca (registo 63/2018) a 28 de setembro de 2018 pela Dr<sup>a</sup> Teresa Brandão (presidente).

A confidencialidade de dados foi assegurada em todo o estudo sem comprometer a identificação do doente. Os dados apresentados são referentes a indivíduos codificados e inseridos numa base de dados anonimizada fora do HFF, a que apenas a equipa de investigação teve acesso através de *password*.

Segue-se um esquema na *Figura 3.1.* do processo subjacente à modelação e da sequência de passos percorridos.



em que estão dispostos por colunas os dados dos  $n$  doentes pelas  $\{a_1, \dots, a_k\}$  etapas, dispostas por linhas. Estes dados são independentes entre si (Ju et al., 2015). Por outro lado, tome-se como condição de validação *a priori* a condição (11)

$$\det(\mathcal{D}) \neq 0 \quad (11)$$

isto é, não há doentes com tempo de espera nulo em todo o processo e não há etapas com um tempo esperado nulo, assegurando que todos os tempos de espera são não negativos.

No caso em estudo foram considerados 77 doentes e uma sequência de 16 etapas dispostas em três regiões distintas. O protocolo é apresentado na *Figura 5.1*.

### Amostra de Dados

A análise dos dados depreende a análise estatística através de medidas numéricas descritivas de tendência central (média, mediana e moda), de dispersão (desvio-padrão), de posição (análise de quartis e extremos) e de forma (coeficiente de assimetria e curtose). Considerou-se a existência de *outliers* em casos devidamente justificados e foram feitas análises diferenciadas para compreender os comportamentos em distribuição.

A matriz  $\mathcal{D}$  contém os dados de uma configuração possível do sistema em estudo. Tomando o pressuposto de independência dos dados, assumiu-se que muitas outras configurações serão possíveis a partir da amostra observada.

### Análise do Sistema Atual

Para estudar o sistema integralmente foi necessário recorrer a técnicas de simulação uma vez que o problema em estudo é complexo e envolve elevado número de dados. Para simular, dentro do mesmo protocolo as várias configurações é necessário recorrer a números pseudoaleatórios já explorados no *Capítulo 2.3*.

Considere-se a matriz  $\mathcal{S}$  com estrutura homóloga à da matriz  $\mathcal{D}$  na qual serão armazenados os valores da simulação do sistema atual. Para tal, segue-se o racional próprio à simulação de eventos discretos.

A filosofia adjacente ao processo consistiu em simular doentes fictícios sob determinada sequência de etapas. A primeira análise foi a correspondência à sequência da matriz  $\mathcal{D}$ . No caso do sistema atual é a mesma. Os doentes fictícios foram construídos com base na variável aleatória em que são atribuídos, dentro dos dados coligidos em  $\mathcal{D}$ , os dados segundo a sequência de etapas selecionados segundo os dados observados regidos pela variável aleatória.

Considere-se então

$$X \sim \text{Unif}(1, n) \Leftrightarrow f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{n}, & x \in \mathcal{D}, n \in \mathbb{N} \\ 0, & x \notin \mathcal{D} \end{cases} \quad (12)$$

em que  $n$  é o número de doentes ( $n = 77$ ). Cada entrada da matriz  $\mathcal{S}$  é preenchida da seguinte forma (Anexo A)

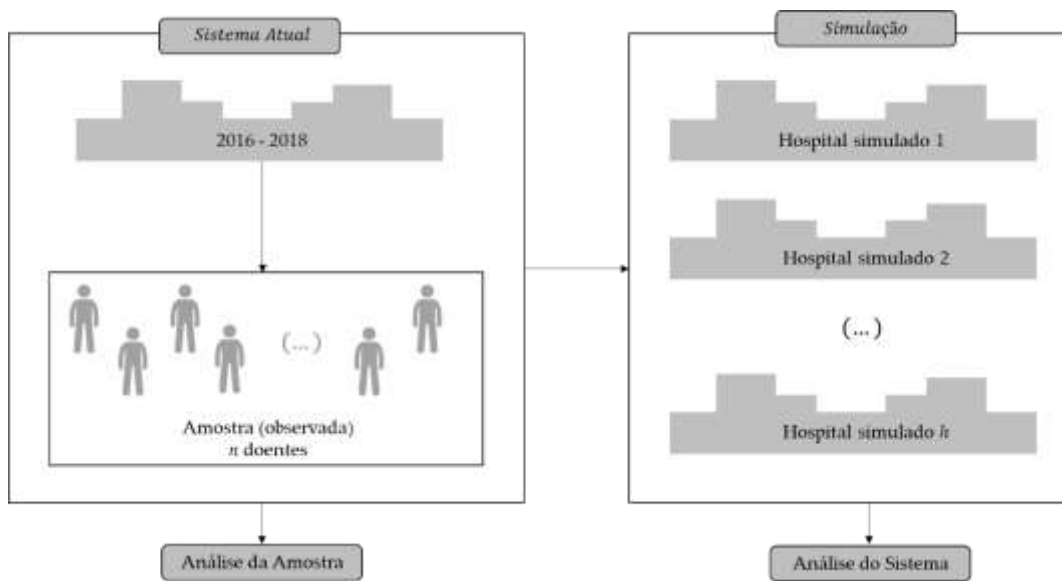
$$\mathcal{S}_{ia_k} = \mathcal{D}_{xa_k} \quad (13)$$

em que os domínios dos índices  $\{i, n\}$  são iguais, temos também que

$$X \sim \text{Unif}(1, 77). \quad (14)$$

A interpretação da condição em (13) é a chave da compreensão da simulação de eventos discretos no contexto desta dissertação. O preenchimento iterativo da matriz  $S$  é dado por etapas. Fixe-se uma determinada etapa. Para a etapa  $a_k$  será atribuído a cada doente fictício um valor distribuído de acordo com a variável aleatória  $X$ . Para a etapa seguinte, a cada doente será atribuído de acordo com a variável  $X$ . Desta forma há uma reorganização dos dados, permitindo a análise de uma nova configuração.

A análise do sistema, é dada pela geração de vários hospitais conforme está evidenciado na *Figura 3.2*.



*Figura 3.2. Esquema resumo da simulação (doentes fictícios e hospitais).*

A validação da modelação dá-se através da condição

$$H_0 : X \sim \text{Unif}(1, 77) \quad \text{vs} \quad H_1 : X \not\sim \text{Unif}(1, 77)$$

em que a estatística de teste a utilizar é

$$T = \sum_{i=1}^{77} \frac{(o_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi_{(k-\beta-1)}^2 \quad (15)$$

em que  $o_i$  designa a frequência absoluta,  $E_i$  a frequência absoluta observada (sob  $H_0$ ) e  $\beta$  o número de parâmetros a estimar. Considerou-se um nível de significância  $\alpha_0 = 5\%$  enquanto critério para a construção da região de rejeição da hipótese  $H_0$ .

### Percursos Não Lineares

O processo apresentado é complexo, isto é, embora apresente troços lineares, não se descreve enquanto linear integralmente. Desta forma, foi necessário considerar uma visão probabilística *a priori* sobre a amostra armazenada em  $\mathcal{D}$  em que são conhecidas as probabilidades dos troços do processo em estudo sobre as quais se desenvolverão todo o modelo computacional.

Considere-se a transição da Etapa A para as Etapas B, C e D que se apresentam segundo o mesmo grau de importância de decisão na transição após a Etapa A, isto é, ao mesmo nível. Após a análise da amostra é possível escrever a representatividade de cada transição. Através das respetivas normalizações foram descritas as probabilidades das transições. Descreveram-se as matrizes com as informações dos tempos de espera observados nas etapas B, C e D. Considerem-se as matrizes abaixo.

$$\mathcal{M}_{AB} = [b_1 \quad (\dots) \quad b_n]$$

$$\mathcal{M}_{AC} = [c_1 \quad (\dots) \quad c_n]$$

$$\mathcal{M}_{AD} = [d_1 \quad (\dots) \quad d_n]$$

Desta forma obtêm-se as probabilidades de transição

$$P(A \rightarrow B) = \dim(a_k) \times \frac{\dim(\mathcal{M}_{AB})}{\dim(\mathcal{D})}$$

Repetindo o racional para as restantes matrizes, obtiveram-se todas as probabilidades de transição.

Considere-se a seguinte variável aleatória com distribuição Bernoulli para cada transição T em troço não linear. Tem-se que

$$W \sim \text{Bern}(P(T))$$

Desta forma, com recurso a X, variável aleatória distribuída uniformemente, temos que para uma transição T o valor a atribuir na etapa j do doente i da matriz  $\mathcal{D}^*$  é dada por

$$\mathcal{D}_{ij}^* = W \times \mathcal{D}_{ij}$$

Desta forma modelaram-se os percursos não lineares. Note-se, que P(T) deve ser entendido como P(T| $\mathcal{D}$ ). Para mais detalhe consultar o Anexo B em que estão exploradas algumas situações de não linearidade e comparação de percursos e da abordagem necessária.

### Condição de Finalização

É de esclarecer a condição de finalização da simulação. Tome-se o sucessivo valor esperado das médias de uma sequência de  $h$  iterações.

*Tabela 3.1. Definição assintótica da modelação (condição de finalização do ciclo).*

Iteração	Média	Condição Atual
$h = 1$	$\bar{x}_1$	$\bar{m}_1 = \bar{x}_1$
$h = 2$	$\bar{x}_2$	$\bar{m}_2 = \frac{1}{2}(\bar{m}_1 + \bar{x}_2)$
$h = 3$	$\bar{x}_3$	$\bar{m}_3 = \frac{1}{2}(\bar{m}_2 + \bar{x}_3)$
(...)	(...)	(...)
$h = h$	$\bar{x}_h$	$\bar{m}_h = \frac{1}{2}(\bar{m}_{h-1} + \bar{x}_h)$

Tome-se como unidade significativa, em dias,  $\delta$  (16). Desta forma a condição de finalização da simulação deve assegurar o enquadramento da representação de  $\bar{m}_h$  em torno do intervalo  $[-\delta, \delta]$ , garantindo um sistema num estado estacionário,

$$\delta = 0,1 \text{ dias} \quad (16)$$

Empiricamente, tomou-se  $h = 1\ 000$  após algumas simulações de teste. Considerou-se, assim, que o sistema se encontrava em convergência, isto é, definiu-se assintoticamente o sistema como estável.

### Análise de Resultados

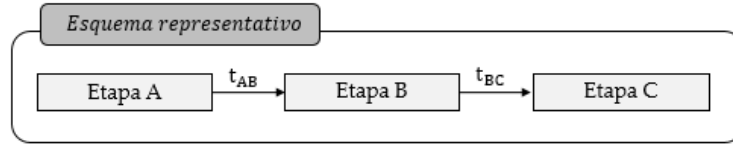
A análise de resultados de cada simulação foi apresentada sobre os momentos estatísticos definidos. A *performance* de cada estudo de simulação foi feita com base no enquadramento das recomendações da *Tabela 2.4.* do capítulo anterior, avaliando qual a representatividade de cumprimento dos 1 000 hospitais simulados em cada estudo nas recomendações coligidas.

### Simulação com inclusão de etapas não observadas

Os dados de  $\mathcal{D}$  foram a base dos estudos de simulação desta dissertação. Tomando a sequência de etapas como independentes, as mesmas transições são associadas com recurso ao racional já explorado. Contudo, no caso de inclusão de etapas não observadas, será necessária a inclusão de uma função teórica. Os tempos foram discutidos em equipa de investigação e introduzida essa mesma função.

## Relações sinérgicas e erros previstos

Tome-se como ponto de partida a *Figura 3.3.*:



*Figura 3.3.* Esquema genérico para explicação de relações sinérgicas.

A *Figura 3.3.* representa uma sucessão de três etapas caracterizados pelos respectivos dois tempos de espera. Ainda assim, o acesso aos tempos de espera não permite afirmar que

$$t_{AB} + t_{BC} := t_{AC} \quad (17)$$

Em todo o processo ( $n$  etapas), sabe-se que

$$\sum_{i=1}^n (t_{i+1} - t_i) \neq t_{Total}. \quad (18)$$

Ainda assim, não é possível afirmar que, no conjunto  $T$  dos tempos observados,

$$\sum_{i=1}^n (t_{i+1} - t_i) \leq t_{Total}, \forall t_i \in T \quad (19)$$

nem mesmo que

$$\sum_{i=1}^n (t_{i+1} - t_i) \geq t_{Total}, \forall t_i \in T. \quad (20)$$

A assunção de modulação pressupõe o presente erro. Assume-se, então (17) como evidência moduladora da construção cumulativa na transição de etapas, assumindo (18).

## Ajustamento a funções de distribuição teóricas

O estudo foi realizado com base na metodologia de trabalho explorada por *Delignette-Muller e Dutang (2015)*. Com o objetivo de ajustar um conjunto de dados a uma distribuição teórica, utilizou-se o *package 'MASS'* do *RStudio*<sup>®</sup>, com recurso à função *fitdist*. Foram analisados, em paralelo os gráficos de PP e QQ, comparando as funções cumulativa da distribuição empírica e a distribuição cumulativa teórica que se pretendeu ajustar e os quartis das distribuições empírica e teórica a ajustar, respetivamente. Os ajustamentos foram feitos com base na função máxima verosimilhança, incorporados na função de chamada.

## Estudo de Previsões

Os modelos de previsões basearam-se no histórico redesenhado na *Figura 1.1*. Para o estudo das projeções foi utilizado o *package 'forecast'* do *software RStudio*® e a apresentação de cenários possíveis, segundo várias visões (otimista à pessimista) foi construída pela representação dos intervalos de confiança associado às projeções (80% e 95%) baseadas no histórico. Foram utilizados modelos de *Exponential smoothing* através dos métodos simples, *Holt* linear e o *Holt* amortecido.

O método foi selecionado num contexto em que são discutidos os parâmetros de avaliação (erros), mas também centrado no contexto simulado. O balanço entre estes é a forma de seleção do modelo.

## 4. Estudo de previsões

Na *Figura 1.1.* está apresentado o histórico de mortalidade por cancro do pulmão. Importa, então, caracterizar cada uma das curvas e elaborar conjeturas em relação às previsões da doença a nível nacional. Este capítulo surge no intuito de aferir diversos cenários relativos ao comportamento da mortalidade por cancro do pulmão num horizonte futuro até 2050. Desta forma, o problema é apresentado a longo prazo, apresentando a proposta como uma medida urgente uma vez perpetuado o problema no período em estudo.

### 4.1. Caracterização do histórico da mortalidade em Portugal

Apresentam-se ajustes teóricos, sobre a *Figura 1.1.*, com níveis de coeficiente de correlação justificáveis (tome-se  $R^2 > 0,95$ ). Há casos em que as funções são representadas por ramos uma vez preservado o perfil de progressão da doença ao longo do tempo. Seguem-se então as expressões designatórias das funções  $h(t)$  e  $m(t)$ , representando respetivamente a mortalidade nos homens e nas mulheres e a função  $p(t)$  em ambos os sexos. Tome-se  $t$  como a medida temporal, em anos, correspondente ao ano civil.

#### Homens

$$h(t) = \begin{cases} 1 \times 10^{-46} e^{0,0569t}, & 1955 \leq t \leq 1985 \\ 53,853t - 10536, & 1985 < t \leq 2018 \end{cases} \quad (21)$$

$$\{R^2 = 0,991, R^2 = 0,963\}$$

#### Mulheres

$$m(t) = 3 \times 10^{-29} \cdot e^{0,036t}, \quad 1955 \leq t \leq 2018 \quad (22)$$

$$\{R^2 = 0,988\}$$

#### Ambos

$$p(t) = \begin{cases} 5 \times 10^{-43} \cdot e^{0,0528t}, & 1955 \leq t \leq 1987 \\ 2 \times 10^{-18} \cdot e^{0,0243t}, & 1987 < t \leq 2018 \end{cases} \quad (23)$$

$$\{R^2 = 0,993, R^2 = 0,982\}$$

Todas as funções apresentadas descrevem-se como crescentes monotonamente e, prefiguram-se variacionalmente na *Figura 1.2*. Por outro lado, a mortalidade nos homens apresenta um crescimento mais pronunciado em relação às mulheres, dando forma à curva descritiva da mortalidade indiferenciada pelo sexo, uma vez que a representatividade nos homens é superior à das mulheres, conforme se consegue analisar pela majoração das funções.

## 4.2. Previsão da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal até 2050

Foram aplicados três modelos à série temporal (1955-2018) representada na *Figura 1.1*, com os dados de mortalidade por cancro do pulmão. Segue-se uma tabela onde se apresentam os erros relativos à aplicação dos modelos. As previsões apresentadas são enquadradas em Portugal diferenciadas por sexos e apresentado o contexto conjunto nos capítulos seguintes.

### 4.2.1. Previsão da mortalidade (Homens)

A *Tabela 4.1*, apresenta os erros associados à aplicação de cada modelo exponencial aos dados dos homens relativos à mortalidade por cancro do pulmão em Portugal no período descrito.

*Tabela 4.1. Critérios de avaliação da precisão dos modelos propostos (homens).*

	Modelo 1 <sup>+</sup>	Modelo 2 <sup>+</sup>	Modelo 3 <sup>+</sup>
MSE	956477,6	243578,9	266304,0
MAE	807,9	350,9	362,5

*Legenda da Tabela 4.1. <sup>+</sup>*

Modelo 1 (Alisamento Exponencial Simples)

Modelo 2 (Método de Holt)

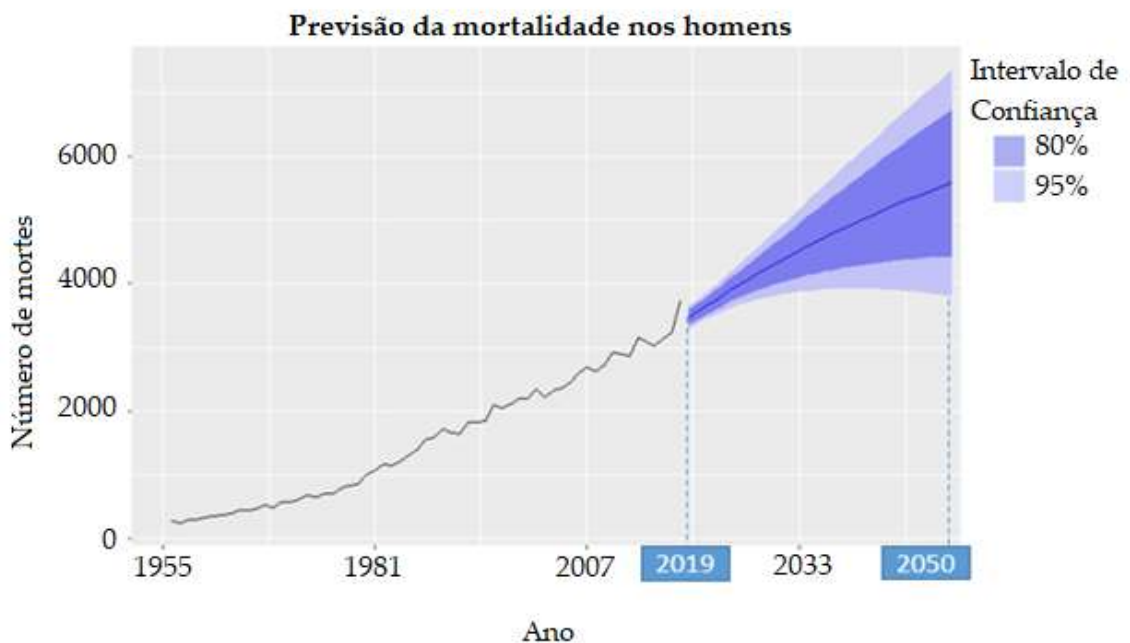
Modelo 3 (Método de Holt com amortecimento)

Comparando os valores dos critérios apresentados na *Tabela 4.1*, o Método de Holt (simples) é o mais indicado. Contudo, conforme explicitado nas primeiras linhas desta seção prevê-se um amortecimento dadas as iniciativas de políticas de saúde pública promovidas por entidades de relevância com impacto crescente esperado. Desta forma, a proximidade dos erros entre os Modelos 2 e 3 nos critérios MSE (2,4%) e MAE (0,5%) relativiza a valorização do Modelo 3 face ao Modelo 2. Segue-se a *Tabela 4.2*, com os valores dos parâmetros do modelo selecionado.

**Tabela 4.2.** Parâmetros de caracterização do modelo de Holt amortecido (homens).

Parâmetros	Estado Inicial	Critérios
$\alpha = 0,20$	$l = 231,88$	AIC = 811,24
$\beta = 0,11$	$b = 29,62$	AAICc = 812,80
$\phi = 0,98$	$(\sigma = 93,5)$	BIC = 823,91

Selecionado o Método 3 (Tabela 4.1.) apresenta-se, na Figura 4.1. a previsão através do Método de Holt com amortecimento ( $\phi = 0,98$ ) e com parâmetros de alisamento e tendência de respetivamente 0,20 e 0,11 (Tabela 4.2.). O valor do amortecimento, é relativamente baixo ( $\approx 1$ ) aproximando-se do Método de Holt simples, isto é, sem amortecimento.



**Figura 4.1.** Previsão da mortalidade por cancro do pulmão nos homens em Portugal até 2050 (método de Holt amortecido)

Na previsão apresentada estima um cenário de crescimento expresso pela linha central projetada pelo método como a mais provável

$$p_H(t)^+ = -0,682t^2 + 90,171t + 3389,1 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (24)$$

A taxa de crescimento é dada por

$$\frac{dp_H(t)^+}{dt} = -1,364t + 90,171 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (25)$$

Por último a taxa de celeridade da evolução da mortalidade dá-se por

$$\frac{d^2 p_H(t)^+}{dt^2} = -1,364 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (26)$$

Esta descrição, deve ser enquadrada na região de confiança apresentada na *Figura 4.1*. A previsão apresenta um crescimento nos 32 anos de perspetiva, entre 98% e 2%, respetivamente pessimista e otimista em relação ao intervalo de confiança de 95%.

## 4.2.2. Previsão da mortalidade (Mulheres)

À semelhança do anterior, seguiu-se pelo mesmo procedimento, a previsão para as mulheres. Segue-se a *Tabela 4.3*. com os erros verificados na aplicação dos três modelos.

*Tabela 4.3. Critérios de avaliação da precisão dos modelos propostos (mulheres).*

	Modelo 1 <sup>+</sup>	Modelo 2 <sup>+</sup>	Modelo 3 <sup>+</sup>
MSE	69202,06	27115,38	35290,29
MAE	208,14	118,25	137,53

*Legenda da Tabela 4.3. <sup>+</sup>*

Modelo 1 (Alisamento Exponencial Simples)

Modelo 2 (Método de Holt)

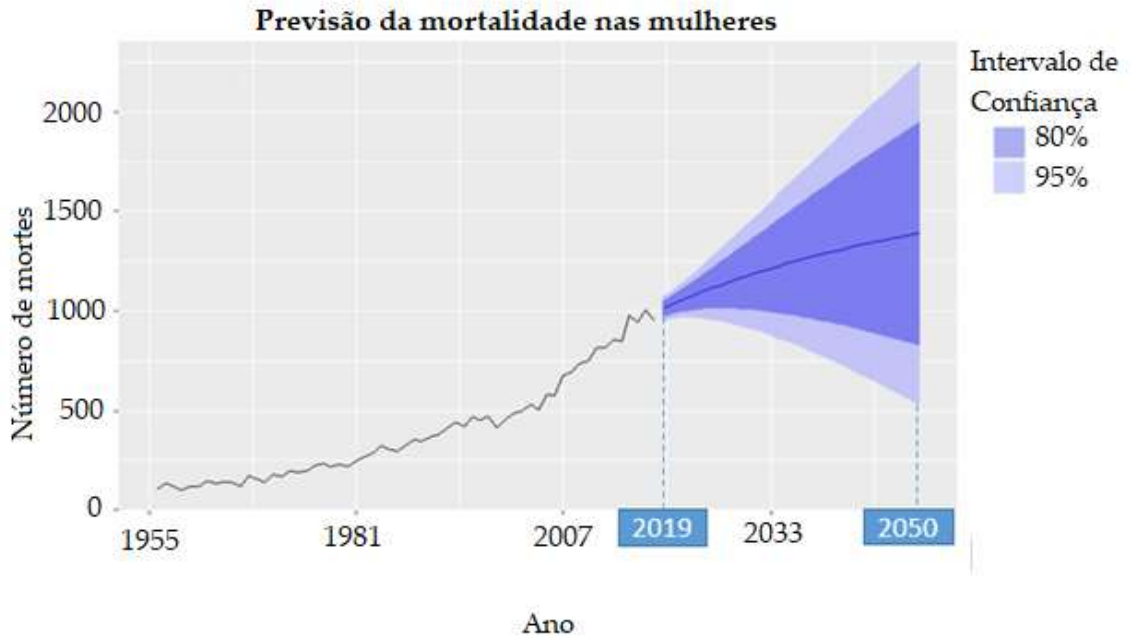
Modelo 3 (Método de Holt com amortecimento)

Do mesmo modo, é selecionado o Modelo 3, embora a diferença tomando o MSE como critério seja saliente (77%). Ainda assim, reforça-se a perseverança do argumento apresentado face ao critério. O segundo, MAE, é menos significativa (16%). Segue-se a *Tabela 4.4*. com os parâmetros da previsão pelo Modelo 3.

*Tabela 4.4. Parâmetros de caracterização do modelo de Holt amortecido (Mulheres).*

Parâmetros	Estado Inicial	Critérios
$\alpha = 0,43$	$l = 107,88$	AIC = 675,98
$\beta = 0,16$	$b = 2,43$	AAICc = 677,54
$\phi = 0,97$	$(\sigma = 30,87)$	BIC = 688,65

O aumento do parâmetro de alisamento do nível médio ( $\alpha$ ) duplicou no caso da mortalidade projetada nas mulheres face aos homens. Por outro lado, o parâmetro de alisamento da tendência da série temporal alterou-se cerca de 48%.



**Figura 4.2.** Previsão da mortalidade por cancro do pulmão nas mulheres em Portugal até 2050 (método de Holt amortecido)

A previsão central, da linha reforçada no centro da região de confiança é descrita por

$$p_M(t)^+ = -0,1754t^2 + 17,809t + 997,63 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (27)$$

A taxa de crescimento é dada por

$$\frac{dp_M(t)^+}{dt} = -0,351t + 17,809 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (28)$$

Por último a taxa de celeridade da evolução da mortalidade dá-se por

$$\frac{d^2p_M(t)^+}{dt^2} = -0,351 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (29)$$

A variação do crescimento da previsão é cerca de quatro vezes mais elevada em valor absoluto nos homens, face às mulheres. Nos cenários apresentados, projeta-se um aumento de cerca de 140% face ao valor observado nos 32 anos projetados e, num cenário de redução face a 2018 de 45%, aproximadamente. O valor projetado pelo algoritmo de *Holt* amortecido estima um aumento de cerca de 47%.

### 4.2.3. Previsão da mortalidade (Homens e Mulheres)

Apresenta-se uma análise global do cancro do pulmão no geral em Portugal, projetado no mesmo intervalo, isto é, entre 2019-2050. Conforme apresentado anteriormente, segue-se a tabela com os erros.

*Tabela 4.5. Critérios de avaliação da precisão dos modelos propostos (homens e mulheres)*

	Modelo 1 <sup>+</sup>	Modelo 2 <sup>+</sup>	Modelo 3 <sup>+</sup>
MSE	69202,06	27115,38	35290,29
MAE	208,14	118,25	137,53

*Legenda da Tabela 4.5. <sup>+</sup>*

Modelo 1 (Alisamento Exponencial Simples)

Modelo 2 (Método de Holt)

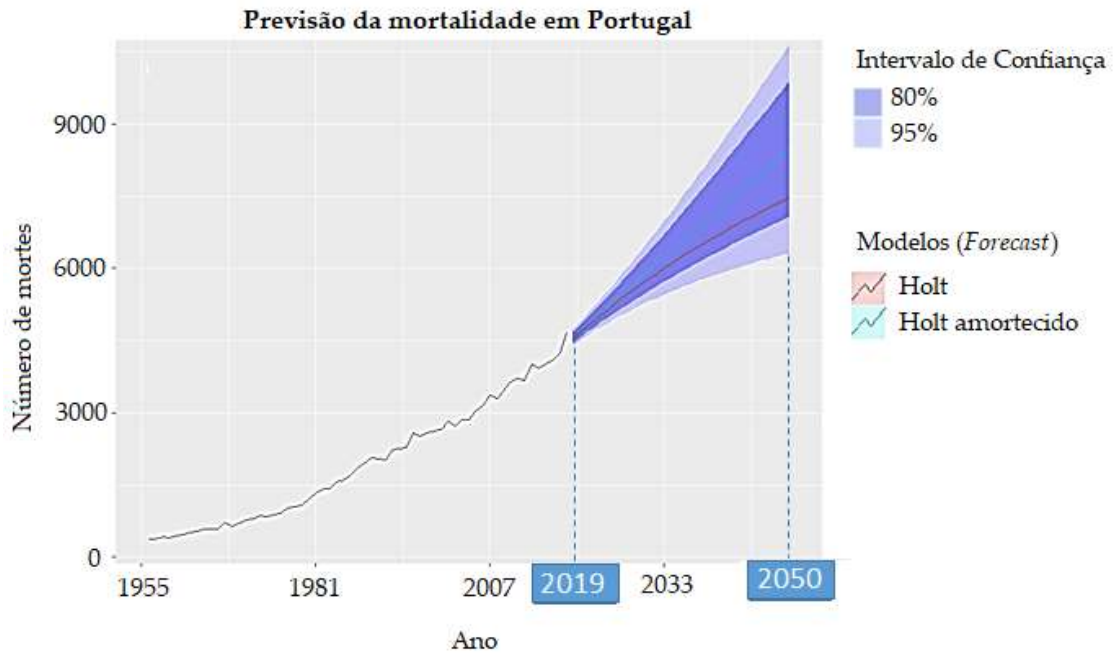
Modelo 3 (Método de Holt com amortecimento)

Do mesmo que nos capítulos anteriores, segue-se a *Tabela 4.6.* com os parâmetros do Modelo 3 selecionado pelas mesmas razões.

*Tabela 4.6. Parâmetros de caracterização do Modelo de Holt amortecido (homens e mulheres)*

Parâmetros	Estado Inicial	Critérios
$\alpha = 0,38$	$l = 399,38$	AIC = 811,49
$\beta = 0,13$	$b = 34,99$	AAICc = 813,04
$\phi = 0,98$	$(\sigma = 93,74)$	BIC = 824,15

Apresenta-se na *Figura 4.3.* a previsão da mortalidade em Portugal no período de 32 anos pelos dois métodos uma vez que considerado o amortecido, surge o método de Holt simples enquanto uma perspetiva pessimista.



**Figura 4.3.** Previsão da mortalidade por cancro do pulmão em Portugal até 2050 (homens e mulheres) (método de Holt amortecido).

Pela Figura 4.3., tem-se a previsão da mortalidade para ambos os sexos. A estimação da mortalidade na previsão rege-se pela função designatória  $p(t)^+$ , apresentada em baixo,  $t$  corresponde ao ano civil.

$$p(t)^+ = -0,9363t^2 + 123t + 4449,4 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (30)$$

A taxa de crescimento da mortalidade é avaliada pelo respetivo coeficiente de crescimento (-1,9), indicando que há um decréscimo, antecipado na escolha do modelo face ao proposto. Por outro lado, há um decréscimo dado pela taxa constante, de -1,9. Os parâmetros de amortecimento mantiveram-se praticamente invariáveis ao longo das projeções, individualizadas por sexo.

Formaliza-se nas equações correspondentes

$$\frac{dp(t)^+}{dt} = -1,872t + 123 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (31)$$

A variação da taxa de crescimento é de

$$\frac{d^2p(t)^+}{dt^2} = -1,872 \quad \wedge \quad 2019 \leq t \leq 2050 \quad (32)$$

É de notar a variação da taxa de crescimento está ponderada pelos homens, mas a variação influenciada pelas mulheres, conforme se consegue concluir por comparação da constância na segunda derivada das equações apresentadas.

Na previsão apresentada contrabalançam-se os dois métodos de *Holt*, para 2050 estima-se que o número de mortes esteja compreendido na gama de [6050, 9753] com um

intervalo de confiança de 95%, reconhecido o amortecimento. O valor estimado e pelo Método de *Holt* amortecido é de 7482 ao fim dos 32 anos estimados, isto é, um crescimento de 65%, aproximadamente face ao último ano observado, 2018. O extremo surge com um aumento de 111% face a 2018. O valor mínimo, correspondente ao intervalo inferior de 95%, estima um crescimento de 29% face ao último valor. Prioriza-se o método de *Holt* (amortecido) face ao Método de *Holt* (simples) uma vez abrangido pelo comportamento de amortecimento que representa ações externas possíveis e não contempladas na modelação da previsão.

### 4.3. Considerações finais

O estudo de previsões da mortalidade de cancro do pulmão baseia-se em dados recolhidos e apresentados no *Capítulo 1* desta dissertação. Assim, projeta-se até 2050 a mortalidade. Pela análise detalhada exposta neste capítulo, conclui-se que a mortalidade apresenta-se como um prognóstico incidente a longo prazo, sublinhando a importância do desenvolvimento de estudos de otimização do processo.

De notar que estas previsões não entram em linha de conta com a evolução de outros fatores confundentes, como o controlo de fatores de risco, nomeadamente a redução espectável das taxas de consumo tabágico, nem com a implementação de programas de rastreio populacional que podem vir a ter influência positiva na mortalidade a médio e longo prazo. Ainda assim, há cenários que apontam para um crescimento evidente das taxas de mortalidade, reforçando a motivação e interesse deste trabalho.

Em suma, o prognóstico é agravado como função do tempo e é necessária uma resposta eficiente quanto à gestão de serviços hospitalares desta natureza, prevendo-se um aumento das necessidades e uma maior pressão sobre os serviços.

## 5. Análise do sistema atual

O presente capítulo encontra-se dividido em duas partes. A **primeira parte** consiste na apresentação do fluxo do processo efetuado pelos doentes da amostra estudada desde a admissão até ao início da terapêutica de primeira linha. Este passo do trabalho foi conseguido através do estudo dos processos de todos os doentes e discussão dos trajetos mais frequentes de modo a desenhar o percurso efetuado (protocolo atual). A **segunda** apresenta a análise completa do Serviço conforme foi observado. Esta amostra foi a base das simulações apresentadas nos capítulos posteriores, pelo que o conhecimento claro quer do fluxo, dos passos caracterizantes de cada etapa e dos tempos de espera entre etapas foram fundamentais para a identificação das regiões críticas e para a concretização da proposta de um novo protocolo clínico.

### 5.1. Esquema do fluxo atual do processo

Na *Figura 5.1.* encontra-se o fluxo do processo que os doentes observados dentro do SP pela amostra em estudo. Segue-se, também, a *Tabela 5.1.* para auxiliar a leitura. As Regiões A, B e C são explicadas e analisadas nos subcapítulos próprios.

### Fluxograma praticado no presente (SP do HFF)

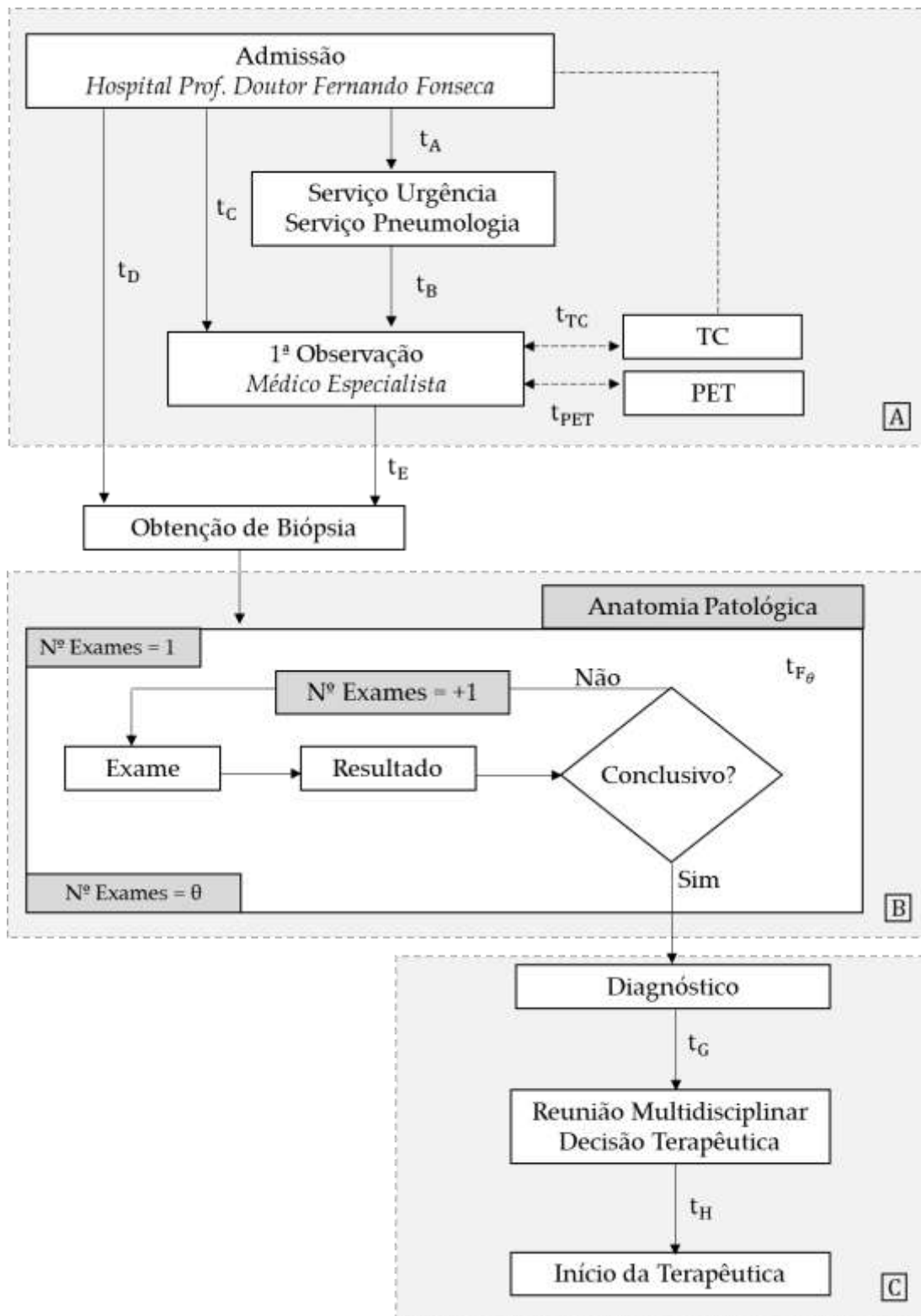


Figura 5.1. Sequência de etapas do estudo de suspeita de cancro do pulmão.

**Tabela 5.1.** Esclarecimento da notação utilizada na Figura 5.1.

$t_A$	<input type="checkbox"/> Admissão ao Hospital <input type="checkbox"/> Entrada no Serviço
$t_B$	<input type="checkbox"/> 1ª Observação (Especialista) <input type="checkbox"/> Obtenção 1ª Biópsia
$t_C$	<input type="checkbox"/> Admissão ao Hospital <input type="checkbox"/> 1ª Observação do Especialista
$t_D$	<input type="checkbox"/> Admissão ao Hospital <input type="checkbox"/> Obtenção 1ª Biópsia
$t_E$	<input type="checkbox"/> 1ª Observação (Especialista) <input type="checkbox"/> Obtenção 1ª Biópsia
$t_{F_1}$	<input type="checkbox"/> Obtenção da 1ª Biópsia <input type="checkbox"/> Resultado da 1ª Biópsia
$t_{F_2}$	<input type="checkbox"/> Obtenção da 2ª Biópsia <input type="checkbox"/> Resultado da 2ª Biópsia
$t_{F_3}$	<input type="checkbox"/> Obtenção da 3ª Biópsia <input type="checkbox"/> Resultado da 3ª Biópsia
$t_{TC}$	<input type="checkbox"/> 1ª Observação (Especialista) <input type="checkbox"/> Realização da TC
$t_{PET}$	<input type="checkbox"/> 1ª Observação (Especialista) <input type="checkbox"/> Realização da PET
$t_G$	<input type="checkbox"/> Diagnóstico <input type="checkbox"/> Reunião Multidisciplinar (Decisão Terapêutica)
$t_H$	<input type="checkbox"/> Reunião Multidisciplinar <input type="checkbox"/> Início da Terapêutica (Decisão Terapêutica)
$t_{TOTAL}$	<input type="checkbox"/> Admissão ao Hospital <input type="checkbox"/> Pré-Início da Terapêutica

*Legenda da Tabela 5.1.*

Início da etapa  
 Fim da etapa

## 5.2. Características da amostra

Na sequência dos critérios apresentados em 3.1. a análise destes dados permitiu a compreensão do sistema numa amostra estatisticamente sustentada ( $> 30$ ), bem como a representatividade temporal do período temporal ao qual correspondem os dados. Uma vez não incluídos todos os doentes e configurados de acordo com critérios de inclusão, denomina-se a este conjunto amostra e não população. Segue-se a análise sob o termo *amostra*, nas circunstâncias descritas do conceito de uma *população condicionada*. A amostra contempla 77 doentes de acordo com os requisitos enumerados, cujas idades compreendem dos 39 aos 91 anos. Segue-se a *Tabela 5.2.* diferenciada por sexos.

*Tabela 5.2. Representatividade e idade por sexos da amostra em estudo*

	Dimensão Amostral	Idade (anos) Média $\pm$ Desvio Padrão
Homens	56	67 $\pm$ 12
Mulheres	21	63 $\pm$ 10
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>66 <math>\pm</math> 12</b>

Através da *Tabela 5.2.* verifica-se que 72,7% da amostra é do sexo masculino o que se aproxima da realidade e outros países, conforme observado na *Tabela 1.1.*

Relativamente à *Figura 5.1.*, importa salientar que a **Região A** inicia-se com a **admissão** do doente após a suspeita de cancro do pulmão. A proveniência de cada doente pode ser interna ou externa ao hospital. Segue-se a *Tabela 5.3.* com caracterização da origem dos doentes da amostra em estudo.

*Tabela 5.3. Proveniência dos doentes constituintes da amostra em estudo.*

	Proveniência dos doentes	Representatividade n(%)
Exterior ao HFF	Centro de Diagnóstico Pneumológico	2 (2,6)
	Centro de Saúde	21 (27,3)
	Outros Hospitais	3 (3,9)
Interior ao HFF	Consulta de Pneumologia	25 (32,5)
	Serviço de Urgência	11 (14,3)
	Internamento	6 (7,8)
	Outras consultas	9 (11,6)

Pela *Tabela 5.3.* é possível verificar que a suspeita surge maioritariamente em serviços internos ao hospital (66,2%). Por outro lado, cerca de 1/3 dos doentes já eram seguidos na consulta de pneumologia por outros motivos.

Todos os doentes realizaram TC (100%). Contudo, 24,7% não tinha TC prévia à admissão, tendo sido realizada durante o estudo. Dos doentes com proveniência «Exterior ao HFF», cerca de 15% não trazia TC feita. A PET foi realizada em praticamente metade dos doentes (49%). Este exame é utilizado para estadiamento em doentes em que se pretende fazer uma terapêutica curativa e a apresentação de um estadio avançado, não justifica, por vezes, a sua realização.

A prescrição da biópsia (por facilidade, chamaremos «biópsia» à obtenção de material citológico ou histológico que permita concluir um diagnóstico de malignidade), introduz a **Região B**, sob o domínio da Anatomia Patológica. O estadiamento contempla o estudo paralelo destes resultados com as imagens de TC e sempre que necessário, PET ou outros exames de imagem. Nesta região evidencia-se um ciclo conforme apresentado na *Figura 5.1.*, isto é, é uma porção não linear do fluxo descrito que apresenta complexidade à modelação dos capítulos posteriores. Cada doente pode realizar uma ou mais biópsias poderá, em que cada biópsia poderá ter um resultado conclusivo (terminando o ciclo) ou inconclusivo. Nesta região importa esclarecer a contabilização de doentes por exame, bem como o número de iterações realizadas. Segue-se a *Tabela 5.4.* que sintetiza esta informação.

Na *Tabela 5.4.* encontra-se a contagem dos exames anatomopatológicos realizados discriminados pela sua natureza. O exame mais prescrito foi a Broncofibroscopia (BFO) (71,4%) seguido da Biópsia aspirativa transtorácica (BATT) (13,0%), contudo, apenas 54,6% das BFO realizadas foram conclusivas e 70,0% das BATT. No segundo exame, a BATT foi prescrita em igual número relativamente à BFO, seguindo-se da Endoscopia Endobrônquica (EBUS). No caso dos doentes que realizaram o terceiro exame, a BATT foi predominante, seguindo-se da BFO e EBUS. A necessidade de novo exame é decrescente.

O momento do diagnóstico, após conhecidos os resultados dos exames descritos, introduz a Região C. Nesta região é conhecido o diagnóstico definitivo, caracterizado o estadio da doença e definido o plano terapêutico.

**Tabela 5.4.** Descrição da Amostra (Exames de Anatomia Patológica realizados).

		1 Exame		2 Exames		3 Exames	
		Realizado		Realizados		Realizados	
		n(%)	Conclusivo %	n(%)	Conclusivo %	n(%)	Conclusivo %
Exames Broncoscópicos	BFO	55 (71.4)	54.6	13 (33.3)	85.6	3 (21.4)	33.3
	BFO + EBUS	2 (2.6)	0	0	---	0	---
	EBUS	5 (6.5)	60.0	8 (20.5)	50.0	3 (21.4)	0.0
	BATT	10 (13.0)	70.0	13 (33.3)	92.3	5 (35.7)	80.0
Exames Pleurais	Toracocentese	1 (1.3)	100.0	0	---	0	---
	Biópsia Pleural	2 (2.6)	0	3 (7.7)	0	2 (14.3)	---
Cirurgia	Mediastinoscopia	0	---	1 (2.6)	---	1 (7.1)	---
	Cirurgia	2 (2.6)	100	0	---	0	---
Outros Exames	Tecidos Moles	0	---	1 (2.6)	0	0	---
	<b>Total</b>	<b>77</b>		<b>39</b>		<b>14</b>	

O diagnóstico apresenta-se na *Tabela 5.5.* diferenciado por sexos.

*Tabela 5.5.* Descrição da Amostra (Diagnóstico).

	Homens n(%)	Mulheres n(%)	Total n(%)
Adenocarcinoma	23 (41.8)	13 (61.9)	36 (46.8)
Carcinoma Pavimento Celular	19 (34.5)	4 (19.1)	23 (29.9)
Carcinoma de Pequenas Células	9 (16.0)	2 (9.5)	11 (14.3)
Carcinoma de Não Pequenas Células	1 (1.8)	2 (9.5)	3 (3.9)
Carcinoma Pouco Diferenciado/Indiferenciado	3 (5.5)	0	3 (3.9)
Indeterminado	1 (1.8)	0	1 (1.3)

Conclui-se que o adenocarcinoma é o mais frequente (46.8%), seguido do carcinoma pavimentocelular (29.9%) e do carcinoma de pequenas células (14,3%). A última coluna da tabela é um caso classificado como *indeterminado* por ter ocorrido o óbito antes de obter o diagnóstico histológico definitivo. No seguimento do raciocínio da *Figura 5.1.* segue-se o estadiamento da doença com os resultados na *Tabela 5.6.*

**Tabela 5.6.** Descrição da População (Estadiamento).

	IA n (%)	IB n (%)	IIA n (%)	IIB n (%)	IIIA n (%)	IIIB n (%)	IV n (%)	X n (%)
Homens	2 (3.6)	2 (3.6)	1 (1.8)	1 (1.8)	8 (14.3)	10 (17.9)	30 (53.6)	2 (3.6)
Mulheres	3 (14.3)	5 (23.8)	0	1 (4.8)	1 (4.8)	2 (9.5)	7 (33.3)	2 (9.5)
<b>Total</b>	<b>5 (6.5)</b>	<b>7 (9.1)</b>	<b>1 (1.3)</b>	<b>2 (2.6)</b>	<b>9 (11.7)</b>	<b>12 (15.6)</b>	<b>37 (48.1)</b>	<b>4 (5.2)</b>

Na amostra em estudo os doentes apresentam um estadio avançado em 63,7% (IIIB 15,6% e IV 48,1%). Segue-se o estadio IIIA (11,7%), IB (9,1%), IA (6,5%), IIB (2,6%) e o IIA (1,3%). Há 4 casos não estadiados onde se incluem um doente sem condições para admissão a tratamento, dois doentes transferidos para outros hospitais antes de iniciarem tratamento e um caso de óbito.

Recorde-se o trabalho de *Hespanhol et al. (2013)* uma vez que foi o único estudo português encontrado, segue-se uma leitura comparativa da constituição da amostra na *Tabela 5.7.* e análise dos desvios relativos.

*Tabela 5.7. Comparação da amostra do HFF e do grupo de V. Hespanhol et. al. (2013).*

Estadio	HFF	V. Hespanhol	Desvio Absoluto
I	16,4	9,3	7,1
II	4,1	4,1	0
III	28,8	35,4	6,6
IV	50,7	51,2	0,5

A *Tabela 5.7.* demonstra que a amostra estudada não se afasta muito dos dados portugueses publicados.

Por último, o fim do processo estudado dá-se com a determinação da decisão terapêutica que ocorre após discussão em reunião multidisciplinar. A *Tabela 5.8.* mostra os dados relativos à terapêutica realizada em primeira linha.

*Tabela 5.8. Dados da decisão terapêutica da amostra em estudo.*

Terapêutica	Representatividade
	n(%)
Quimioterapia	36 (46,7)
Cirurgia	14 (18,2)
Terapêutica de suporte	11 (14,3)
Quimio-radioterapia	10 (13,0)
Radioterapia	2 (2,6)
Outros casos*	4 (5,2)

A terapêutica mais frequente na amostra em estudo foi a quimioterapia (46,7%), conforme é de esperar em doença localmente avançada ou metastizada, seguida de cirurgia (18,2%). Os outros casos\* (5,2%) referem-se a casos de desistência do processo de tratamento ou de não indicação por mudança de unidade hospitalar no fim do processo e um caso de morte antes de iniciar o tratamento. É relevante o elevado número de casos admitidos a terapêutica paliativa (14,3%). Embora não representado, importa salientar que 78,6% dos casos admitidos a cirurgia tinham estadio I, e o restante II e IIIA.

### 5.3. Análise dos tempos de espera

Segue-se uma apresentação, configurada pelas regiões delimitantes da *Figura 5.1.*, dos tempos de espera entre etapas, procurando, antes da análise global do processo fazer uma análise regional individualizada. Os capítulos seguintes apresentam uma análise dos tempos de espera para cada região destacada.

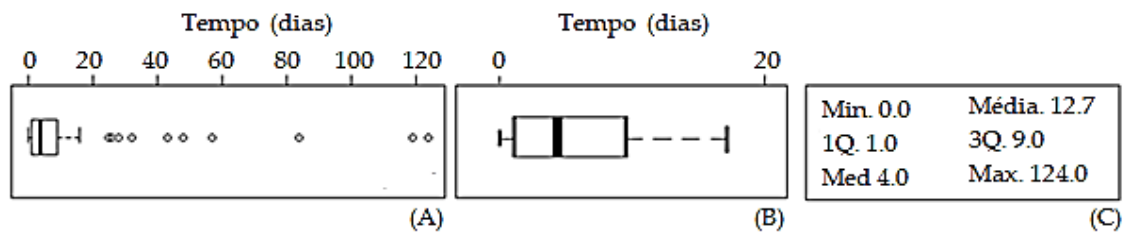
#### 5.3.1. Análise dos tempos de espera da Região A

A região A é delimitada desde a admissão no HFF até à data da realização da primeira biópsia. Segue-se a *Tabela 5.9.* com a análise estatística dos tempos desta região.

*Tabela 5.9. Análise Estatística dos tempos de espera da Região A ( $t_A$  a  $t_E$ ).*

			$t_A$ (dias)	$t_B$ (dias)	$t_C$ (dias)	$t_D$ (dias)	$t_E$ (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	1,9	0,2	2,1	12,7	12,0
		Mediana	0	0	0	4,0	4,0
		Moda	0	0	0	0	0
	Dispersão	Desvio-Padrão	5,9	1,4	6,0	24,2	23,7
	Posição	Mínimo	0	0	0	0	0
		Q1	0	0	0	1,0	1,0
		Q2	0	0	0	4,0	4,0
		Q3	0	0	0	9,0	9,0
		Máximo	26,0	12,0	26,0	124,0	124,0
	Forma	Coeficiente de Assimetria	3,1	8,3	2,9	3,2	3,4
Curtose (k)		8,6	72,8	7,6	10,7	12,2	

Na *Figura 5.2.*, em baixo, apresenta-se o diagrama de extremos e quartis (DEQ) para a distribuição de tempos de espera desta região.



*Figura 5.2.* Diagrama de extremos e quartis dos tempos de espera da Região A

*Legenda da Figura 5.2.*

- (A) Análise total da Região A
- (B) Remoção dos outliers
- (C) Configuração estatística da Região A

Min (mínimo) 1Q (1º quartil) Med (mediana) 3Q (3º quartil) Max (máximo)

A *Tabela 5.9.* define a «resistência à entrada» deste sistema. Os valores médios são significativamente elevados. Tendo em conta que o trajeto se inicia, efetivamente a partir da consulta com o pneumologista o  $t_C$ , suportado pelos  $t_A$  e  $t_B$ , indica que sob um valor esperado de 2,1 dias, que a primeira observação pelo especialista desde a admissão ao hospital não é imediata. Um enquadramento dispersivo, com um desvio-padrão de 6,0 dias admite-nos numa realidade alargada, bem como numa amplitude de [0, 26] dias, ou seja, *in extremis* [0, 32] dias.

Na *Figura 5.2.*, em suplemento da *Tabela 5.9.*, os tempos de espera da Região A são distribuídos de acordo com uma função de probabilidade denotada *leptocúrtica*, notório pelo peso da sua cauda ( $k = 10,7$ ), bem como pelo valor da moda e dos respetivos quartis (*c.f.* *Tabela 5.8.*) O peso dos outliers é substancial, conforme é notado no primeiro DEQ apresentado na *Figura 5.2.* (B). A remoção destes valores depreende a média num valor de  $(4,1 \pm 4,4)$  dias, redução de 67,7% do valor apresentado na *Figura 5.2.* (C).

### 5.3.2. Análise dos tempos de espera da Região B

A Região B pode ser linearizada e reescrita de acordo com as probabilidades associadas. Segue-se a Figura 5.3. correspondente à região B.

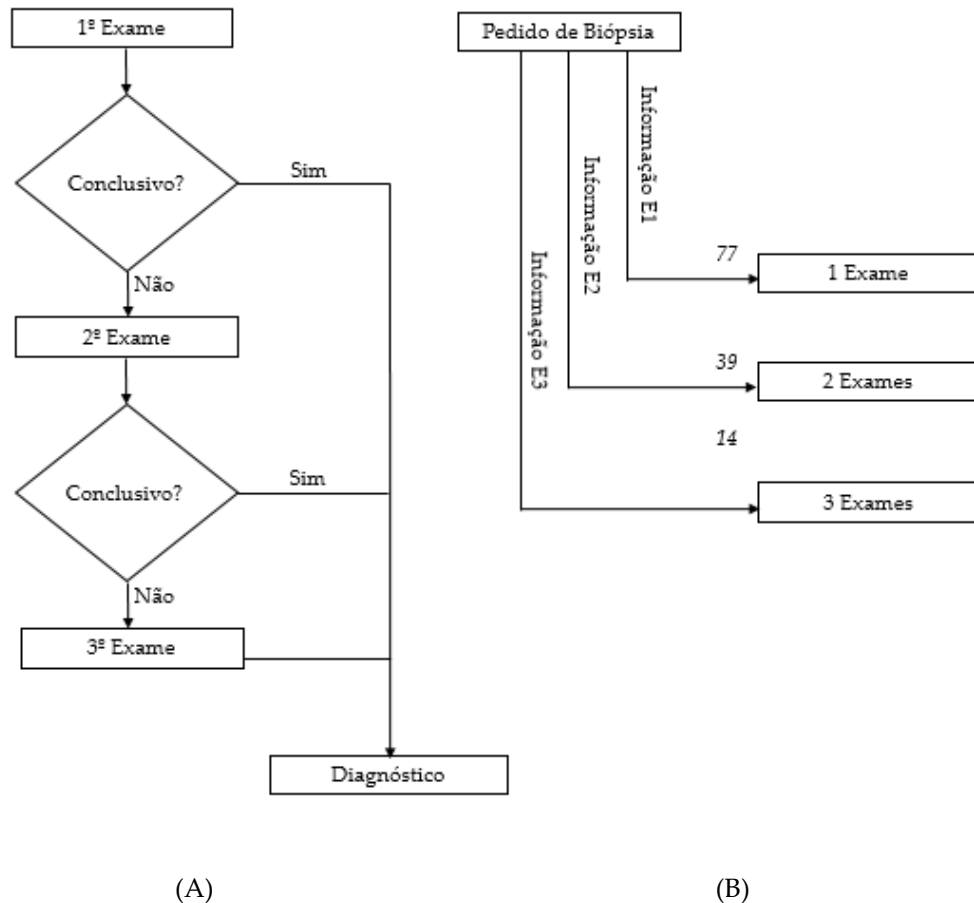


Figura 5.3. Descrição da Região B (A) Fluxograma cíclico da região da Anatomia Patológica em ciclo (B) Linearização do ciclo da Anatomia Patológica.

Na Figura 5.3. (A) apresenta-se o ciclo completo do processo na Região B e na Figura 5.3. (B) a correspondente linearização como base da modelação deste troço do processo em estudo. Assim, é possível uma análise mais detalhada por seção, delineando estas subamostras. Será, assim, necessário dentro da seção  $n^{\text{ésimo}}$  Exame, na Figura 5.3. (A), diferenciar em três momentos. Tome-se a Figura 5.4. que esquematiza esta segmentação.

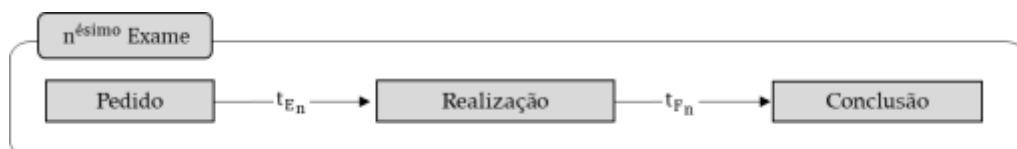


Figura 5.4. Exploração da secção «Exame» da Figura 5.3.

Importa, nesta análise, diferenciar os dois intervalos de tempo de espera, entre o pedido do exame e o início da realização, bem como entre o fim da realização e a sua conclusão, que corresponde à disponibilização do relatório final do exame (*Tabela 5.10.*).

*Tabela 5.10. Análise Estatística dos tempos de espera da Região B (Anatomia Patológica)*

			1º Exame		2º Exame		3º Exame		
			t <sub>E1</sub> (dias)	t <sub>F1</sub> (dias)	t <sub>E2</sub> (dias)	t <sub>F2</sub> (dias)	t <sub>E3</sub> (dias)	t <sub>F3</sub> (dias)	
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	12,0	8,25	19,2	11,45	21,3	12,3	
		Mediana	4,0	7	5,5	10	20	11	
		Moda	0	6	0	8	25	11	
	Dispersão	Desvio-Padrão	23,7	5,0	43,5	7,4	19,2	6,7	
	Posição	Mínimo	0	0	0	0	0	4	
		Q1	1,0	5	0	6	7	7,5	
		Q2	4,0	7	5,5	10	20	11	
		Q3	9,0	12	21	14,3	28,5	14	
		Máximo	124,0	22	264	42	73	31	
	Forma	Coeficiente de Assimetria	3,4	0,7	4,7	6,0	1,2	1,3	
		Curtose (k)	12,2	-0,1	27,1	4,4	2,3	2,7	
	Dimensão			77		39		14	

Pela *Tabela 5.10.* verifica-se que os valores médios de tempos de espera são todos superiores a uma semana, que equivale a cerca de 25% do tempo de espera recomendado (*c.f. Tabela 2.4*). Por outro lado, com mais detalhe constata-se que desde a prescrição do primeiro exame, realizado por 100% dos doentes, até à realização o tempo de espera médio é de  $12 \pm 24$  dias. O intervalo de tempo desde a realização desse exame ao termino (conclusivo) do mesmo temo, adicionalmente,  $9 \pm 5$  dias. Contudo, nas duas primeiras colunas, com valores, da *Tabela 5.10.* verificamos que a diferença entre o máximo e o 3º Quartil (3Q) é elevada, ou seja, de 1 ordem de grandeza superior à média, revelando uma clara heterogeneidade na distribuição dos tempos.

Assim, é necessário um enquadramento, separando os *outliers* da amostra como mostra a *Figura 5.5.*

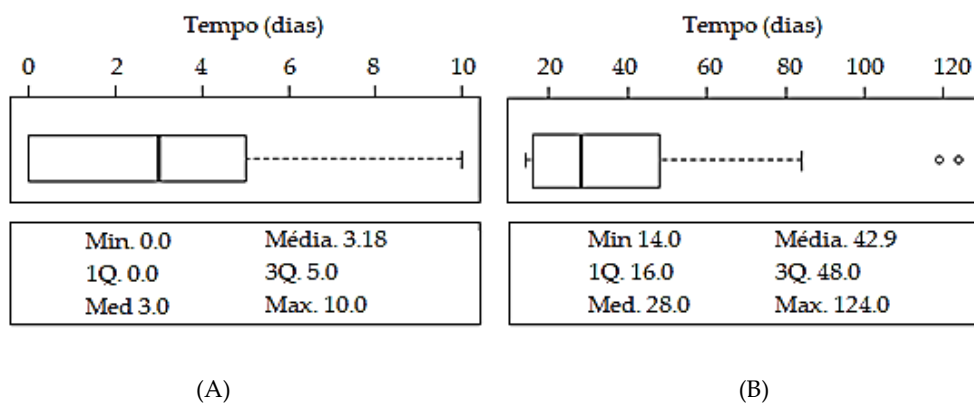
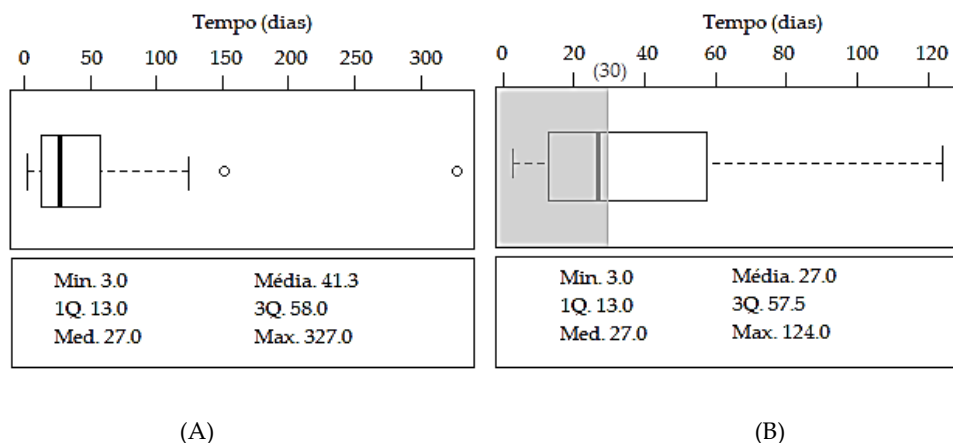


Figura 5.5. Diagrama de extremos e quartis dos tempos de espera da região E1 (A) sem contabilização de outliers (B) representação dos outliers removidos.

Pelas Figura 5.5. (A) e Figura 5.5. (B) é notável o desvio causado pelos outliers. O tempo médio desde a prescrição do primeiro exame anatomopatológico até à realização do mesmo, com a remoção dos outliers foi de  $4 \pm 3$  dias enquanto que a análise exclusiva dos tempos removidos foi de  $43 \pm 37$  dias. Note-se que o máximo apresentado na Tabela 5.10. é um outlier dentro do conjunto dos outliers, em que a respetiva remoção centra este valor em  $33 \pm 24$  dias. Os outliers representados na Figura 5.5. (B) apresentam uma representatividade de 22,1%. Na extensão desta etapa, após a realização do exame até ao conhecimento do resultado a distribuição apresenta dois outliers pelo que não é significativo (2,6%), apresentando um tempo de espera médio de  $t_{F_1}$  é de  $12 \pm 8$  dias.

Na primeira iteração, 50,6% da amostra necessitou de realizar o segundo exame. Excluindo os outliers representados em 17,9% ( $n = 7$ ) o tempo médio de espera,  $t_{E_2}$ , foi de  $6 \pm 9$  dias. O confronto deste valor com os  $19 \pm 43$  dias apresentado na Tabela 5.10., reforça o peso das caudas ( $k = 28,4$ ) uma vez que o conjunto dos outliers é representativo (17,9%) e localizado num tempo médio de próximo, contudo com grande variabilidade, sendo  $7 \pm 40$  dias. O mesmo sucede com o máximo apresentado na Tabela 5.9., que dentro do grupo dos outliers aparece como outlier.

Por último, com menor representatividade em relação à anterior, 18,2% ( $n = 19$ ), no terceiro exame os tempos médios de espera foram, respetivamente,  $22 \pm 19$  dias e  $13 \pm 7$  dias. A remoção dos outliers, centra os valores, respetivamente em  $18 \pm 14$  dias e  $11 \pm 5$  dias. A distribuição de tempo desde o primeiro exame até à conclusão do último exame realizado representa-se na Figura 5.6. na página seguinte.



*Figura 5.6. Diagrama de extremos e quartis dos tempos desde a consulta de especialidade até ao último exame de Anatomia Patológica (A) representação da amostra original (B) representação sem outliers com destaque da região de aceitação de um mês de acordo com as recomendações.*

A Figura 5.6. mostram-nos, respetivamente, um tempo de espera de  $(42 \pm 39)$  dias e  $(27 \pm 18)$  dias. Escrevendo, o último resultado, na forma de intervalo obteve-se  $[6, 42]$  dias. Na Figura 5.6. (B) encontra-se sombreada a região temporal aconselhada para o estudo completo na maioria das recomendações coligidas, verificando que cerca de 29,0% está fora da região sombreada apenas nesta etapa.

Além de analisarmos os tempos de espera dos exames anatomopatológicos, é necessário o estudo dos tempos de espera dos exames de TC e PET que são respetivamente  $16 \pm 14$  dias e de  $41 \pm 34$  dias. Não é possível fazer qualquer comparação sequencial uma vez que ocorrem em simultâneo com outras etapas.

### 5.3.3. Análise dos tempos de espera da Região C

Após conhecidos os resultados dos exames para diagnóstico e estadiamento dá-se, efetivamente, a entrada na Região C. O tempo médio de espera desde a obtenção de todos os resultados até à reunião onde se decide a terapêutica foi de  $12 \pm 19$  dias e até ao início de tratamento  $7 \pm 22$  dias. Na Tabela 5.11. encontram-se os valores analisados com detalhe.

*Tabela 5.11. Análise Estatística dos tempos de espera da Região C.*

			$t_G$ (dias)	$t_H$ (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	11,2	7,0
		Mediana	0	0
		Moda	5	2
	Dispersão	Desvio-Padrão	18,3	21,5
	Posição	Mínimo	0	0
		Q1	0	0
		Q2	0	0
		Q3	17	2
		Máximo	74	131
	Forma	Coefficiente de Assimetria	1,8	4,0
		Curtose (k)	5,4	19,9

A *Tabela 5.8* já apresentada deve ser enquadrada, novamente, nesta análise uma vez que apresenta as terapêuticas realizadas, ou em realização, pelos doentes da amostra. O tempo de espera para iniciar o tratamento,  $t_H$  foi analisado globalmente, contabilizando todas as terapêuticas da *Tabela 5.8*, totalizando  $7 \pm 22$  dias. É necessário diferenciar os tempos de espera por modalidades terapêuticas, que representam práticas muito diferentes. Relativamente à cirurgia, excluindo 4 doentes por falta de dados, o tempo médio de espera foi de  $50 \pm 39$  dias, enquanto que nos tratamentos de quimioterapia e de radioterapia foi de apenas  $6 \pm 8$  dias.

### 5.3.4. Análise global dos tempos de espera

Após a análise individualizada de cada etapa, apresenta-se a distribuição de tempos de todo o percurso. Nas Figuras 5.7. e 5.8. apresentam-se o histograma da distribuição dos tempos total de espera e do respetivo DEQ correlacionado (Figura 5.7.) e da densidade (Figura 5.8.)

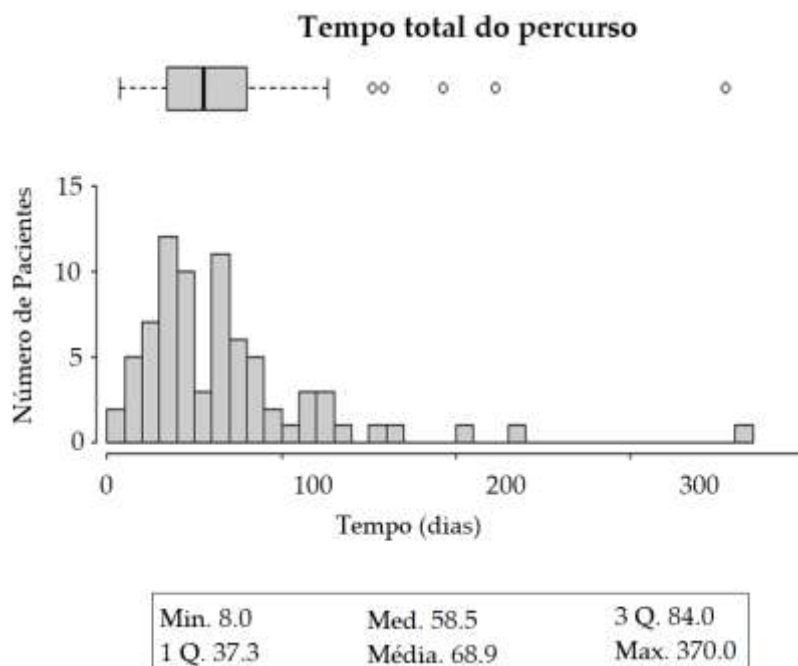


Figura 5.7. Histograma e diagrama de extremos e quartis do tempo total de espera do processo.

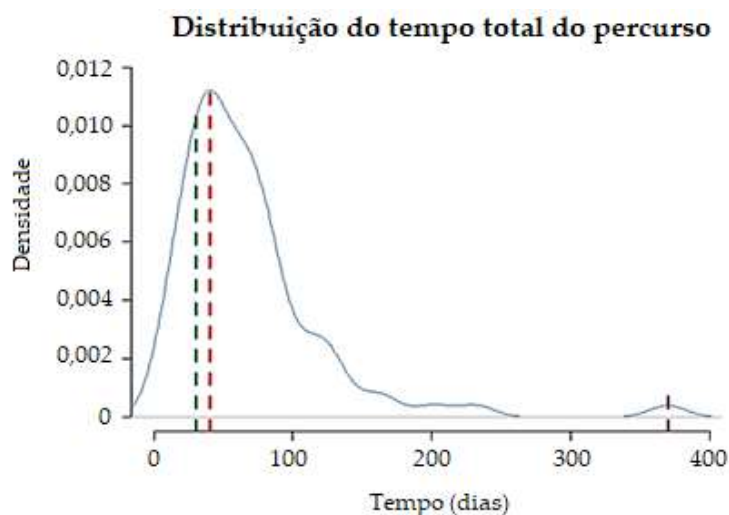


Figura 5.8. Distribuição de densidade do tempo total de espera do processo

Nota explicativa da Figura 5.8.

- - - tempo máximo aconselhado - - - tempo mais provável - - - tempo máximo observado  
(Pela ordem apresentada nas retas verticais do gráfico da esquerda para a direita)

Para complementar as informações das Figuras 5.7. e 5.8., segue-se a Tabela 5.12. com a análise estatística detalhada dos tempos de espera totais de todos os doentes da amostra.

**Tabela 5.12.** Análise Estatística dos tempos de espera total.

			$t_{Total}$ (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	68,6
		Mediana	58,5
		Moda	39
	Dispersão	Desvio-Padrão	55,2
	Posição	Mínimo	8,0
		Q1	37,3
		Q2	58,5
		Q3	84,0
		Máximo	370,0
	Forma	Coefficiente de Assimetria	2,7
		Curtose (k)	11,5

O tempo total de todo o percurso, conforme identificado no esquema do processo da Figura 5.1. foi de  $(69 \pm 56)$  dias compreendido no intervalo [13, 125] dias. Reorganizando os tempos em três intervalos [0, 30[, [30, 50[ e superior a 50 obtemos os intervalos correspondentes ao tempo recomendado, uma vizinhança próxima do recomendado, e fora do período recomendado.

A amostra distribui-se pelos intervalos sob a representatividade de 18,2%, 28,6% e 53,2%. Esta cauda com grande representatividade, desviada significativamente do valor médio 69 dias é expressa no valor da curtose ( $k = 11,5$ ). Por outro lado, a amostra em estudo apresenta um desvio padrão de 55,2 dias, sob o coeficiente de variação de 0,8 temos, assim, que a dispersão dos tempos de espera totais da amostra é heterogénea, uma vez muito superior a 0,25. Há uma clara assimetria expressa pela desigualdade entre a média e a mediana conforme está expresso na Tabela 5.12.

Importa ainda, apresentar o erro amostral da média apresentada que foi de 13 dias. Desta forma, o intervalo de confiança (95%) é [56, 82] dias, que está integralmente desviado do tempo máximo previsto até o início do tratamento. Está totalmente contido no terceiro intervalo apresentado acima.

A influência do peso dos largos tempos de espera dos doentes cuja decisão terapêutica foi a cirurgia, já discutidos na seção anterior, devem ser diferenciados também nesta análise final.

Os intervalos de confiança encontrados para o valor esperado (95%) para os doentes submetidos a cirurgia foram [70, 160] dias, para doentes submetidos a terapêutica de quimioterapia e/ou radioterapia [52, 70] dias e para os doentes em terapêutica de suporte [24, 93] dias. Note-se, ainda que os coeficientes de variação, respetivamente 0,7; 0,5 e 1, apresentam um elevado desvio padrão. Por outro lado, é possível intervalar os valores pela média e desvio-padrão, obtendo pela mesma ordem [30, 201] dias, [30, 93] dias e [0, 117] dias. Contabilizam-se os intervalos anteriores [0, 30[ dias, [30, 50[ dias e superior a 50 dias, obtendo assim 7,1%; 7,1% e 85,8% (cirurgia), 12,5%; 35,4%; 52,1% (quimioterapia ou radioterapia) e 36,4%; 36,4% e 27,3% (suporte) de representatividade intervalar nas respetivas subamostras. Os doentes sujeitos a cirurgia apresentam um tempo total de espera de  $(116 \pm 85)$  dias com uma mediana de 88 dias. Apresenta um claro *outlier* de 370 dias evidenciado no extremo das *Figuras* 5.6. e 5.7. Com a sua exclusão, o tempo de espera passou a ser  $(97 \pm 52)$  dias com uma mediana de 85 dias. Por outro lado, o tempo de espera desde a decisão até à cirurgia foi de  $(63 \pm 33)$  dias com uma mediana de 52 dias. Para quimioterapia e quimio-radioterapia concomitantes o tempo foi de  $61 \pm 33$  dias com uma mediana de 59 dias, sem outliers, e o tempo de espera desde o diagnóstico até ao início da terapêutica foi de  $(6 \pm 8)$  dias com uma mediana de 3 dias. Para a radioterapia isolada, embora a representatividade seja reduzida (3%) os valores foram de  $(44 \pm 6)$  dias com uma mediana de 44 dias e de  $(5 \pm 2)$  dias com uma mediana de 5 dias pela mesma ordem dos anteriores.

Após remover os *outliers* dos valores totais dos tempos de espera do percurso, o cenário distingue-se do anterior, deslocado para  $(58 \pm 32)$  dias, ainda assim, o intervalo [26, 90] dias. Sem os *outliers* nos intervalos utilizados para classificar distribuem-se em 19,7%; 29,6% e 50,7%.

Na *Tabela* 2.4. foram coligidos tempos de espera publicados por entidades relevantes, acreditadas que permitirão, objetivamente, contextualizar os resultados nacionais comparativamente ao enquadramento internacional. As normas nacionais orientam no sentido do tempo máximo até à consulta de especialidade ser de 7 a 15 dias, consoante o nível de urgência. Nos doentes analisados, verificou-se o cumprimento de 89,6% em ambos. O resultado da PET surge em recomendação num prazo até 30 dias após a prescrição, verificado em 50% dos casos em que o exame foi realizado. Após o conhecimento dos resultados do estudo, o tempo máximo do último exame até à reunião multidisciplinar e do diagnóstico ao início da primeira terapêutica é, respetivamente de 15 e 8 dias, verificado em 67,5% e 89,6%, correspondentemente. Posto isto, enquadremos o panorama observado nas perspetivas internacionais. Desde a admissão do doente ao hospital com a suspeita de cancro do pulmão até à consulta de especialidade, a IOM propõe 10 dias (89,6%), a ACCP, a Dinamarca e a Holanda diminui para metade (89,6%) e a Inglaterra propõe um máximo de 7 dias (89,6%).

Ainda assim, há partições do processo com tempos definidos que importa relacionar. No caso do intervalo de tempo máximo recomendado pela Escócia que compreende a admissão do doente até ao diagnóstico em 31 dias (41,6%), no Canadá em 28 dias (33,8%) e na Holanda em 14 dias (11,7%). Alargando o intervalo, compreendendo

a admissão ao início da terapêutica, isto é, a totalidade do processo em estudo a Holanda e a Suécia propõem um tempo máximo de 42 dias (32,7%) e a Escócia de 62 dias (45,5%). Por último o enquadramento desde o diagnóstico até ao início da terapêutica é proposto um máximo de 14 dias pela Dinamarca, Canadá, Austrália e Suécia verificado em 77,6% dos casos, em 21 dias pela Holanda (79,6%) e 28 pela Inglaterra (85,7%). Por fim a Escócia com 31 dias (87,8%).

## 6. Simulação computacional

Conhecida a amostra apresentada no *Capítulo 5*, pretendeu-se analisar o Serviço de Pneumologia como um sistema. A análise anterior forneceu uma configuração possível para o sistema em estudo. Através da simulação foi possível estudar o Serviço como um sistema, alocando na amostra todas as configurações possíveis, embora não observadas.

*Allen et al. (2015)* explorou relativamente à realidade da obstetrícia (neonatal) o impacto dos modelos de simulação, refletindo que a simulação permite muitos cenários “*e se?*” (...) permitindo que os decisores testem e entendam melhor as formas alternativas em que uma nova política pode ser uma melhoria.

### 6.1. Simulação do Serviço atual

Neste capítulo, apresenta-se a simulação de uma série de 1 000 hospitais com base na informação da amostra já estudada no *Capítulo 5*. A *Figura 5.1.* do *Capítulo 5* esquematiza o protocolo simulado. A simulação apresenta cada serviço de pneumologia sob composição de 77 doentes, enraizado nas características observadas.

Com o mesmo racional da análise do capítulo anterior, segue-se a análise por regiões e, no final uma análise dos tempos totais da realidade observada, com 77 000 doentes.

## 6.1.1. Análise dos tempos de espera da Região A

Segue-se, na *Tabela 6.1.*, a análise dos tempos de espera da Região A, em concordância com a análise, já apresentada, no *Capítulo 5.*

*Tabela 6.1.* Análise Estatística dos tempos de espera da Região A ( $t_A$  a  $t_E$ ).

			$t_A$	$t_B$	$t_C$	$t_D$	$t_E$
			(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	2,0	0,4	2,4	14,0	11,6
		Mediana	0	0	0	5	4
		Moda	0	0	0	0	0
	Dispersão	Desvio-Padrão	5,9	1,9	6,2	25,1	24,2
	Posição	Mínimo	0	0	0	0	0
		Q1	0	0	0	1	1
		Q2	0	0	0	5	4
		Q3	0	0	0	14	7
		Máximo	26	12	38	160	124
	Forma	Coeficiente de Assimetria	3,0	5,0	2,8	3,0	3,3
		Curtose (k)	7,9	24,1	6,9	9,2	10,5

O tempo médio da *Região A* foi de  $14 \pm 26$  dias. Comparativamente, ao tempo observado na amostra de base, foi  $13 \pm 25$  dias. O intervalo de confiança (95%) para a média observada é de [7,4 ; 18,6] dias que inclui o valor médio da simulação. Verifica-se 84,9% de interseção dos intervalos de confiança observado e simulado. O valor do coeficiente de assimetria,  $t_D$  é positivo em todas as etapas desta região, evidenciando os valores à esquerda preponderantemente distribuídos. O máximo é de 160 dias face aos 124 dias observados, dilatando o horizonte de análise do sistema. Desta forma, pela configuração observada, o máximo de 124 dias não é o máximo do Serviço como um sistema, mas sim de uma configuração possível que foi a observada. Desta forma, o máximo do sistema é de 160 dias detetado através da simulação.

## 6.1.2. Análise dos tempos de espera da Região B

Tome-se a *Figura 5.4.* para análise da *Tabela 6.2.* com a análise estatística dos resultados da simulação.

*Tabela 6.2. Análise Estatística dos tempos de espera da Região B (Anatomia Patológica).*

			1º Exame		2º Exame		3º Exame		
			$t_{E_1}$	$t_{F_1}$	$t_{E_2}$	$t_{F_2}$	$t_{E_3}$	$t_{F_3}$	
			(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)	
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	11,6	8,5	13,1	11,6	25,3	12,2	
		Mediana	4	7	13	10	25	11	
		Moda	0	6	0	8	25	11	
	Dispersão	Desvio- -Padrão	24,2	4,8	11,3	7,1	18,2	6,7	
	Posição	Mínimo	0	1	1	2	5	4	
		Q1	1	5	4	6	8	7	
		Q2	4	7	13	10	25	11	
		Q3	7	12	15	14	29	14	
		Máximo	124	22	42	264	73	31	
	Forma	Coefficiente de Assimetria	3,3	2,8	3,3	8,9	4,2	4,9	
		Curtose (k)	10,5	0,7	1,0	1,9	1,3	1,4	
	Representatividade (%)			100		50,6		10,6	

Os exames anatomopatológicos apresentam um pedido decrescente, isto é, todos os doentes realizaram o primeiro exame, seguindo-se de 50,6% dos doentes que realizaram dois exames e 10,6% realizaram três exames, com um tempo médio de espera de 31 dias, atendendo aos tempos médios e às probabilidades associadas (representatividade). Pela *Tabela 5.4.* consideramos para o grupo de doentes com dois e três exames neste *loop* os respetivos intervalos de confiança para a média a 95%,  $I_1$  e  $I_2$  são

$$I_1 = [0,412; 0,608] \quad \text{e} \quad I_2 = [0,105; 0,258]$$

Os valores obtidos por simulação, das proporções associadas às iterações deste ciclo, estão contidos nos intervalos de confiança.

Os tempos de espera, comparativamente aos observados oscilam. As sobreposições das realidades observada e simulada encontram-se no *Anexo C*. Os gráficos apresentados mostram, a sobreposição das densidades simuladas e observadas, tendo em vista a validação da simulação em estudo. Segue-se uma tabela com os valores do *p-value* para cada uma das situações do *Anexo C* que constituíram esta parte da simulação.

**Tabela 6.3.** Descrição do Teste de Kolmogorov-Smirnov entre as distribuições observada e simulada.

Situação	E	H <sub>1</sub>	H <sub>1</sub> E <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
<i>p-value</i>	0,997	0,970	0,729	1,000	1,000	1,000
D	0,046	0,060	0,113	0,035	0,033	0,066

Pela *Tabela 6.3* conclui-se que não há evidências para invalidar os resultados de simulação. Desta forma, os sucessivos testes de hipóteses realizados são unânimes nesta diretriz de validação, bem como através da inclusão dos valores das proporções nos respetivos intervalos de confiança, são asseguradas todas as condições de adequabilidade da modelação à realidade observada.

Recorde-se que a PET acontece em simultâneo com este ciclo, realizada em 47% dos doentes. A metodologia adotada neste desafio sinérgico à concretização do modelo deu-se pela escolha do máximo dos dois valores para cada doente, assumindo que causaria um desvio parcial comparativamente aos valores calculados. É naturalmente, uma limitação da modelação realizada.

O tempo esperado da PET centrou-se em  $(53 \pm 37)$  dias. Os valores dos tempos de espera da TC observados no *Capítulo 5* foram sempre inferiores quer aos da Anatomia Patológica quer aos da PET e incluídos de forma não simultânea não convergiram para a situação real, observada. A realização da TC não foi considerada no modelo dado que na amostra inicial os tempos deste exame foram interiores a qualquer outra atividade ocorrente em simultâneo. Na simulação da PET, os dados da mediana e moda foram, respetivamente, 42 e 36 dias, apresentando um máximo de 138 dias.

### 6.1.3. Análise dos tempos de espera da Região C

Após o conhecimento integral do doente, a reunião multidisciplinar é o momento em que é definida a terapêutica e correspondente ao instante precedente ao início da terapêutica de primeira linha. Segue-se a *Tabela 6.4*. com a descrição destes tempos.

**Tabela 6.4.** Análise Estatística dos tempos de espera da Região C ( $t_G$  a  $t_H$ ).

			$t_G$ (dias)	$t_H$ (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	10,2	7,1
		Mediana	0	0
		Moda	2	1
	Dispersão	Desvio-Padrão	17,8	21,6
	Posição	Mínimo	0	0
		Q1	0	0
		Q2	0	0
		Q3	14	2
		Máximo	74	131
	Forma	Coefficiente de Assimetria	2,0	3,9
		Curtose (k)	3,2	16,4

O tempo de espera simulado desde a obtenção dos resultados até à comunicação da decisão terapêutica foi de  $(11 \pm 18)$  dias e até ao início de terapêutica foi de  $(8 \pm 22)$  dias. Os intervalos de confiança para estes valores relativos à amostra inicial,  $I_3$  e  $I_4$  são respetivamente

$$I_3 = [7,104; 16,160] \quad \text{e} \quad I_4 = [2,198; 11,802]$$

verificando-se inclusão dos dois valores simulados nos respetivos intervalos de confiança. A amplitude justifica-se pelos elevados valores de desvio padrão. Uma vez tratando-se de etapas únicas os máximos da *Tabela 5.10.* e da *Tabela 6.4.* coincidem.

A análise interquartis mostra que o tempo de espera após a orientação clínica de terapêutica até ao início da mesma está deslocado pelos casos de cirurgia, já discutidos no capítulo anterior. A elevada variabilidade apresentada deve-se à dispersão de tempos em função da decisão terapêutica.

## 6.1.4. Análise dos tempos totais de espera da simulação

Segue-se, a *Tabela 6.5.* com a análise estatística dos tempos simulados em todos os doentes e a análise da oscilação dos valores entre hospitais simulados.

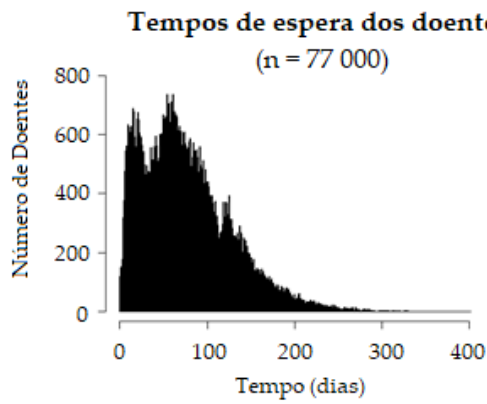
*Tabela 6.5. Análise Estatística dos tempos de espera do processo (77 000 doentes e dos 1000 hospitais simulados)*

			Doentes	Hospitais
			$t_{TOTAL}$ (dias)	$\bar{t}_{TOTAL}$ (dias)
Características da Simulação		Nº Hospitais	1 000	
		Nº Doentes / Hospital	77	
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	<b>75,8</b>	75,8
		Mediana	67	76
		Moda	61	77
	Dispersão	Desvio-Padrão	<b>51,6</b>	6,0
	Posição	Mínimo	2	58
		Q1	36	72
		Q2	67	76
		Q3	105	79
		Máximo	420	99
	Forma	Coeficiente de Assimetria	1,0	0,2
Curtose (k)		1,1	0,2	
Dimensão Amostral			77 000	1 000

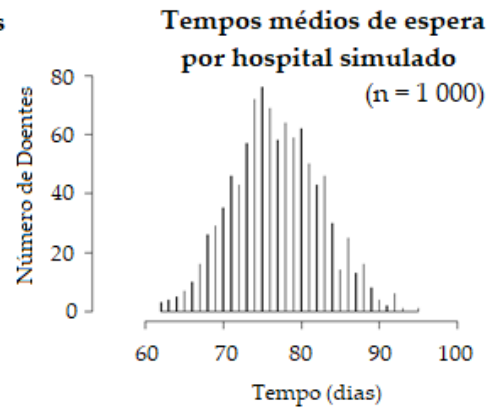
A visão representada em cima apresenta o Serviço como um sistema através das diversas configurações às quais chamamos hospitais simulados. O tempo médio esperado de todo o processo é de 76 dias, com um desvio padrão de 52 dias. Cerca de 25% dos doentes são tratados em aproximadamente um mês (tempo recomendado).

Na coluna «Hospitais» são descortinados os diversos cenários possíveis no mais otimista com um tempo de espera de 58 dias e o mais pessimista de 99 dias. Pela análise dos quartis verifica-se que no intervalo [70, 80] dias se encontra cerca de 50% dos valores, pelo que a média está de forma inclusiva neste intervalo.

Na coluna «Doentes» reforça-se o valor da moda e da mediana que são inferiores à média, respetivamente 61 e 67 dias. Segue-se, na *Figura 6.1.* a representação das distribuições empíricas dos tempos caracterizados na *Tabela 6.2.*

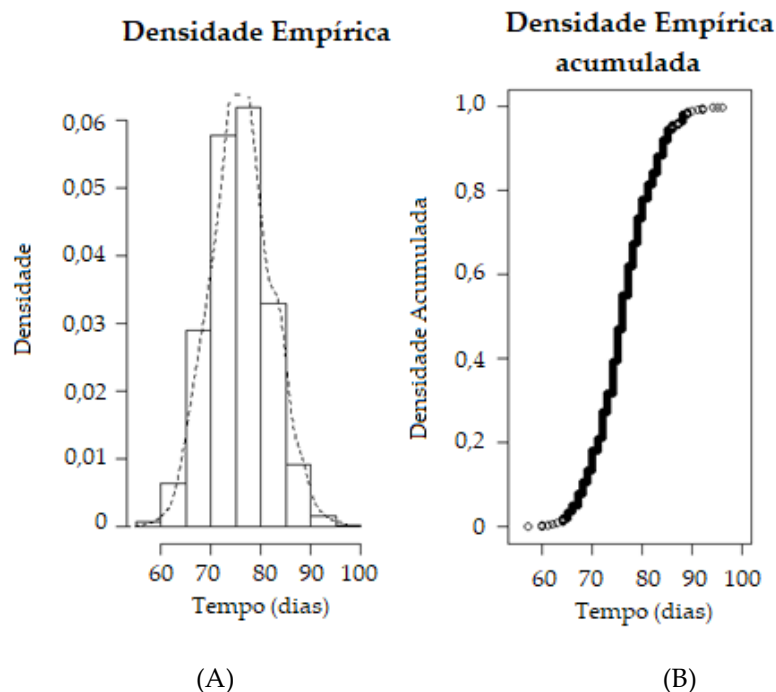


*Figura 6.1.* Tempos de espera totais dos doentes simulados



*Figura 6.2.* Tempos de espera Totais médios dos hospitais simulados

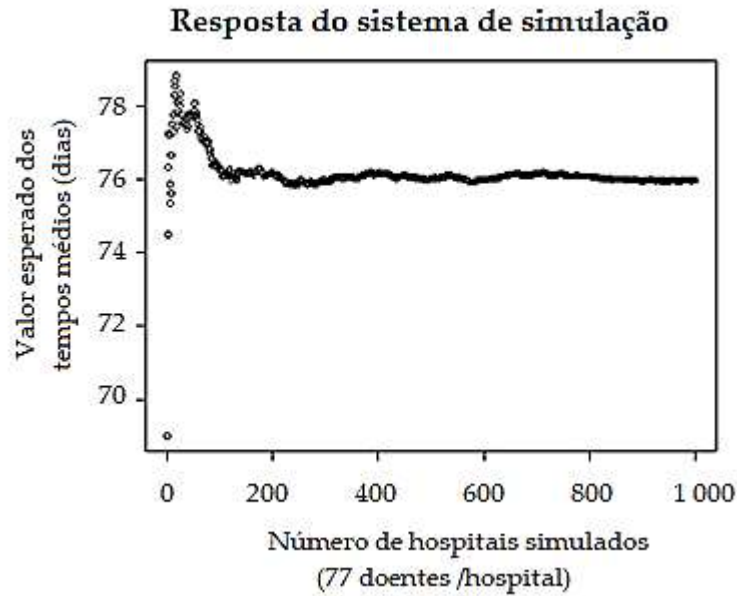
A curtose e o coeficiente de assimetria unitários, previa a forma da curva correspondentes aos 77 000 doentes, com um desnível e predominância para a região de tempos inferiores na gama de distribuição apresentada. Na *Figura 6.2.*, há uma clara distribuição em torno da média mais homogênea, embora não normal ( $p\text{-value} < 0.001$ ). Apresenta-se, em baixo a distribuição empírica e a respetiva distribuição cumulativa das médias dos hospitais simulados.



*Figura 6.3.* Representação das distribuições empíricas (A) das médias dos hospitais simulados (B) acumuladas das médias dos hospitais simulados.

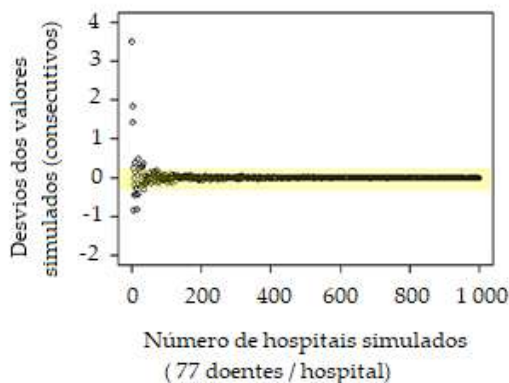
As médias sucessivas, dos hospitais gerados, descrevem o comportamento do sistema a simular (1 000 hospitais, 77 000 doentes). Pela *Figura 6.3. (A)* constata-se que os valores concentram-se entre [65, 90] dias, reforçando as informações anteriores. Contudo, a forma da distribuição acumulada com um crescimento claro até ao valor esperado, 76 dias, e um decréscimo a partir desse ponto justifica a forma sinodal ainda que não normal, a forma é esclarecida na *Figura 6.3. (A)* a tracejado.

Segue-se a *Figura 6.4.* com a descrição clara do comportamento da simulação tendo o tempo médio como função do número de simulações.

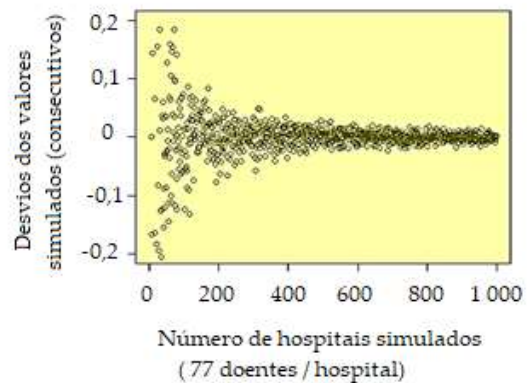


*Figura 6.4.* Comportamento da simulação do cenário com 1 000 hospitais.

O racional de construção da *Figura 6.6.* está descrito na *Tabela 3.1.* A definição da assintota horizontal justifica-se com a análise dos desvios pela condição (16). Considerou-se a janela de  $[-0,1 ; 0,1]$  como a limitação correspondente ao comportamento assintótico. Segue-se, como análise complementar à *Figura 6.5.*, a análise dos desvios de médias consecutivas em cada iteração.



*Figura 6.5.* Análise dos desvios consecutivos das médias na simulação dos hospitais.



*Figura 6.6.* Representação do comportamento assintótico com base nos desvios das médias dos hospitais simulados

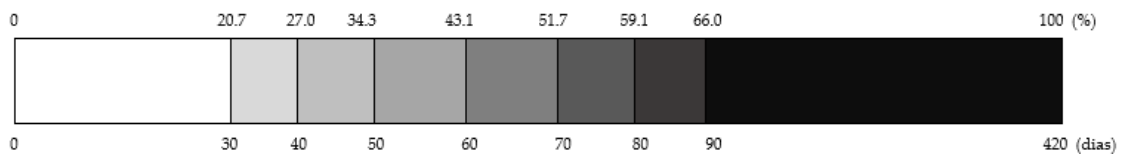
Pela faixa amarela denotada *Figura 6.6.* compreendeu-se a limitação em torno de 0 numa vizinhança na ordem de grandeza de 1 décima, conclui-se que o tempo esperado como resultado da simulação é de

$$T_{\text{Total Simulado}} = (75,8 \pm 51,6) \text{ dias.}$$

Desta forma o sistema é estudado numa perspetiva mais conservadora, propondo uma visão integrante de várias situações possíveis. Reforça-se que a análise do sistema em estudo não é apenas a apresentação do cenário observado e retratado no *Capítulo 5*, mas os cenários possíveis e espelhados nesta análise. Há um desvio absoluto de 9,2 % do valor apresentado em cima face à média apresentada no *Capítulo 5*. Contudo, o valor de 76 dias refere-se à média do sistema, enquanto o valor de 69 dias é referente à média da amostra, isto é, um cenário possível do sistema em estudo.

### 6.1.5. Discussão dos resultados da simulação e enquadramento nas recomendações internacionais

Os tempos de espera resultantes da simulação foram organizados num cronograma colorimétrico de forma a compreender, à escala, a realidade simulada (*Figura 6.7*).



*Figura 6.7.* Diagrama colorimétrico com a distribuição dos tempos de espera da totalidade dos doentes simulados

Tome-se como referência os tempos denotados no *Capítulo 2* na *Figura 2.11.* com as etapas globalizantes do processo em estudo e no *Capítulo 5* o fluxo representado na *Figura 5.1.* escreve-se o seguinte sistema

$$\begin{cases} \text{máx}\{t_C\} = t_1 + t_2 \\ \text{máx}\{t_E + \text{Região B}\} = t_3 \\ \text{máx}\{t_4\} = \text{Região C} \end{cases}$$

Importa assim, enquadrar os tempos simulados com as orientações sugeridas pelas instituições elencadas na *Tabela 2.11.*

Na *Tabela 6.6.*, adiante apresentada, com a análise percentual dos valores que estão dentro dos intervalos regulamentados pelas instituições nomeadas.

Desde a admissão até à consulta de especialidade o tempo mais reduzido é de 5 dias, ainda assim há uma resposta positiva de cerca de 85,7% dos casos simulados. Desta forma pode-se enquadrar a amostra de simulação, relativamente à *performance* como favorável às recomendações internacionais. De acordo com o descrito, relativamente à

Portaria 153/2017 de 4 de maio conclui-se que 93,1% teve acesso à 1ª consulta de especialidade num máximo de 15 dias (Nível 2) e 85,7% em 7 dias (Nível 3). Relativamente à PET verifica-se um diminuído cumprimento da recomendação dos 30 dias (35,7%).

Os tempos propostos mais prolongados, como é o caso do processo completo sugerido num tempo inferior a 42 dias pela Dinamarca e pela Suécia (28,4%), e os 62 dias sugeridos pela Escócia (45,0%). Por outro lado, embora alargados são parciais, carecendo de análise pormenorizada. Seguem-se os 28 dias propostos pelo Canadá desde a admissão até ao diagnóstico (30,6%), a redução para 14 dias proposta pela Dinamarca (16,0%) e ainda desde a consulta de especialidade até ao início da terapêutica de primeira linha propostos num intervalo não superior a 42 dias pela Austrália (27,3%) e 62 dias pelo Reino Unido (42,4%).

Verifica-se, assim, uma resposta favorável ao início do protocolo face a tempos decorrentes mais alargados e, mesmo, face aos parciais após a consulta de especialidade.

Por último, resume-se que o tempo total do sistema analisado foi de 76 dias ( $\pm 51,6$ ) face aos 68 dias ( $\pm 51,2$ ) observados. Por outro lado, a moda aumentou 56% de 39 para 61 dias. O tempo mínimo foi reduzido de 8 para 2 dias, enquanto o máximo aumentou de 370 para 420 dias. O terceiro quartil corresponde aos valores [105, 420] face aos [84, 370] observados. Desta forma conseguimos ter uma visão totalizante de todo o serviço, sublinhando o agravamento da situação em estudo.

**Tabela 6.6.** Avaliação dos valores simulados nos tempos recomendados.

		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>		
E.U.A	IOM <sup>(b)</sup>	10 dias (90,5%)					
	ACCP <sup>(c)</sup>	5 dias (85,7%)					
Reino Unido	NOLCP <sup>(d)</sup>	49 dias (32,0%)					
					28 dias (75,1%)		
	NHS <sup>(e)</sup>	14 dias (91,8%)					
		62 dias (42,4%)					
					31 dias (76,2%)		
	BTS <sup>(f)</sup>	7 dias (85,7%)					
Escócia	SEHD <sup>(g)</sup>	62 dias (45,0%)					
					31 dias (76,2%)		
Dinamarca	DLCG <sup>(h)</sup>	5 dias (85,7%)					
		14 dias (16,0%)					
		42 dias (28,4%)					
					14 dias (65,3%)		
Suécia	SLCG <sup>(i)</sup>	42 dias (28,4%)					
					14 dias (65,3%)		
Holanda	IKNL <sup>(j)</sup>	5 dias (85,7%)					
					21 dias (70,3%)		
Canadá	CSSO <sup>(k)</sup>	28 dias (30,6%)					
					14 dias (65,3%)		
Austrália	COAG <sup>(l)</sup>	14 dias (91,8%)					
		42 dias (27,3%)					
					14 dias (65,3%)		
Normas Nacionais	Portugal <sup>(m)</sup>	15 dias (91,8%)					
					23 dias (71,5%)		

Informações da Tabela 6.6. na página seguinte (v.s.f.f.)

Informações da Tabela 6.6.

Lista de Siglas:

(b) IOM – Institute of medicine (USA); (c) ACCP – American College of Chest Physicians; (d) NOLCP – National optimal lung cancer pathway; (e) NHS – National Health Service; (f) BTS – British Thoracic Society; (g) SEHD- Scottish Government Health and Social Care Directorates (h) DLCCG – Danish lung cancer group; (i) SLCG – Swedish lung cancer group; (j) IKNL – Netherlands comprehensive cancer organisation; (k) CSSO – Canadian Society for surgical oncology (l) COAG - Council of Australian Governments

Referenciação Bibliográfica:

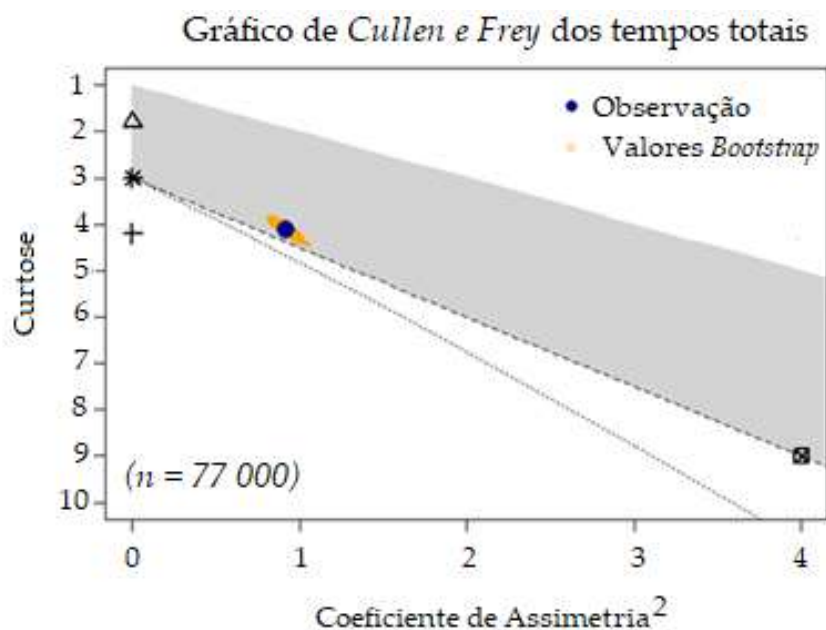
(b)McGinnis et al., 2015; (c) Alberts et al., 2003; (d) Lung Cancer Clinical Expert Group, 2017; (e) NHS Cancer plan, 2000; (f) BTS recommendations, 1998; (g) Cancer in Schotland, 2001; (h) Hillerdal, 1999; (i) Van der Drift et al., 2012; (j) Simunovic, et al., 2001; (k) Thomas, 2016; (l) Stirling et al., 2014; (m) Norma 032/2013 Direção-Geral da Saúde, 2013;

Apresentação dos resultados:

Valor recomendado (% de cumprimento nos valores simulados)

## 6.1.6. Ajustamento teórico da distribuição dos tempos totais

A distribuição caracterizada no subcapítulo anterior é a conclusão do estudo de simulação uma vez descritos os tempos totais de espera. Contudo, é interessante estudar o comportamento da curva, ajustando a uma distribuição conhecida. Na orientação da escolha da melhor distribuição que se ajusta aos dados recorre-se, apresentando na *Figura 6.8*, o *Gráfico de Cullen e Frey* dos dados de todos os doentes simulados que relaciona os momentos estatísticos de curtose e do quadrado do coeficiente de assimetria (*c.f. Capítulo 3.5.*).



**Figura 6.8.** Gráfico de Cullen e Frey com amostras Bootstrap para todos os doentes simulados.

Esclarecimento adicional relativo à Figura 6.8. na página seguinte v.s.f.f.

Informações da Figura 6.8.

Legenda das distribuições

\* Normal  $\Delta$  Uniforme  $\boxtimes$  Exponencial + Logística  $\square$  Beta --- Log Normal ... Gama

Considerações

Weibull é similar a Gama e a Log Normal.

Reforça-se que o coeficiente de assimetria encontra-se sob potência quadrática.

A análise do gráfico da *Figura 6.8.* sugere, à primeira vista, uma aproximação do comportamento observado e verificado pelas amostras das distribuições Log Normal, Gama ou mesmo Weibull.

Segue-se a *Tabela 6.7.* com a análise das distribuições mencionadas na legenda e resultantes do gráfico da *Figura 6.8.* Analisam-se, ainda, os ajustes às distribuições de Cauchy e Geométrico dada a disposição da distribuição empírica dos dados (*Figura 6.8.*).

Na *Tabela 6.7.* apresentam-se as distribuições ajustadas com a estimação dos respectivos parâmetros e do erro associado bem como os valores da função de máxima verosimilhança e os critérios de Informação de *Akaike* (AIC) e de Informação *Baysiano* (BIC). Os critérios anteriores, sucintamente, são responsáveis pela minimização da divergência de *Kullback-Leibler* (*Seghouane e Amari, 2007*) e da avaliação da probabilidade da correspondência ao modelo ajustado, respetivamente. A matriz de correlação é também apresentada e construída pela ordem de apresentação dos parâmetros (*Akaike, 1998; Brewer et al., 2016*).

**Tabela 6.7.** Parâmetros e indicadores de ajustes a distribuições teóricas.

Distribuição	Estimação Parâmetro (erro)	Função Máxima Verosimilhança			Matriz Correlação*	
		Log likelihood	AIC	BIC		
Normal	<i>Média:</i> 75,800 (0,232)	-263644	527332	527350	1,000	0,000
	<i>Desvio Padrão:</i> 51,418 (0,164)					
Exponencial	<i>Parâmetro:</i> 0,013 (<0,001)	-262148	524298	524307	-	-
Logística	<i>Localização:</i> 71,324 (0,226)	-263261	526525	526543	1,000	0,062
	<i>Escala:</i> 28,700 (0,107)					
Weibull	<i>Forma:</i> 1,334 (0,116)	-397	798	802	1,000	0,324
	<i>Escala:</i> 73,984 (6,682)					
Log normal	<i>Log (média):</i> 3,892 (0,098)	-397	798	803	1,000	0,000
	<i>Log (Desvio Padrão):</i> 0,857 (0,069)					
Gama	<i>Forma:</i> 1,694 (0,250)	-396	796	801	1,000	0,860
	<i>Escala:</i> 0,025 (0,004)					
Cauchy	<i>Localização:</i> 64,393 (0,220)	-270753	541509	541527	1,000	0,095
	<i>Escala:</i> 29,8166 (0,171)					
Geométrica	<i>Probabilidade:</i> 0,013 (<0,001)	-262417	524944	524953	-	-

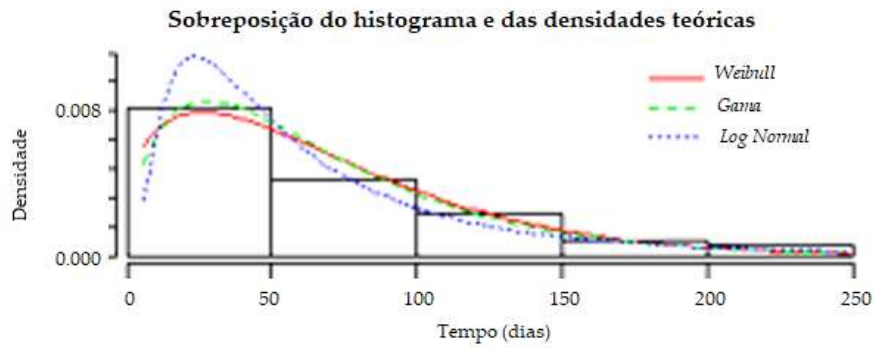
Nota explicativa da Tabela 6.7.

A matriz de correlação H é construída pela ordem de apresentação dos parâmetros, suponha-se  $P_1$  e  $P_2$ .

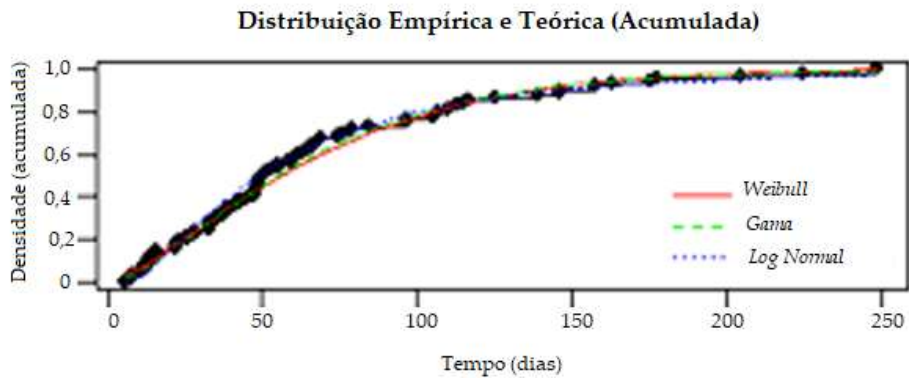
As entradas são  $H_{11} = H_{22} = P_1$  e  $H_{12} = H_{21} = P_2$  (\*).

Os valores da Tabela foram significativamente valorizados às centésimas (por opção).

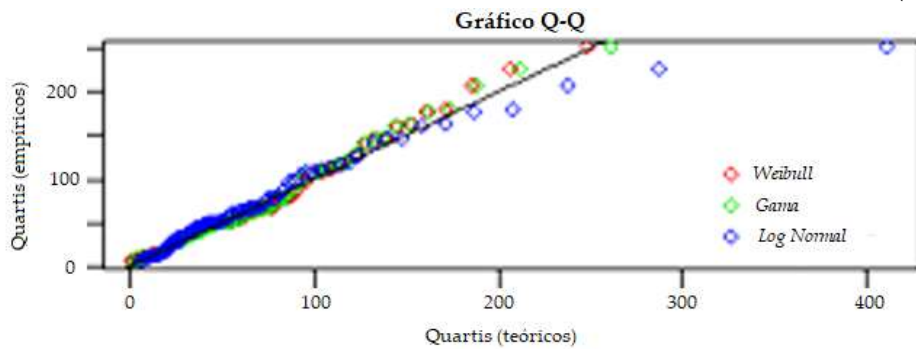
Pelos critérios apresentados AIC e BIC e, ponderando os erros associados aos parâmetros estimados bem como o valor da função máxima verosimilhança, os valores que demonstraram, relativos aos apresentados, melhor prestação foram os ajustes às distribuições Weibull, Log Normal e Gama. Estudando de forma mais detalhada as funções selecionadas, segue-se a Figura 6.9.



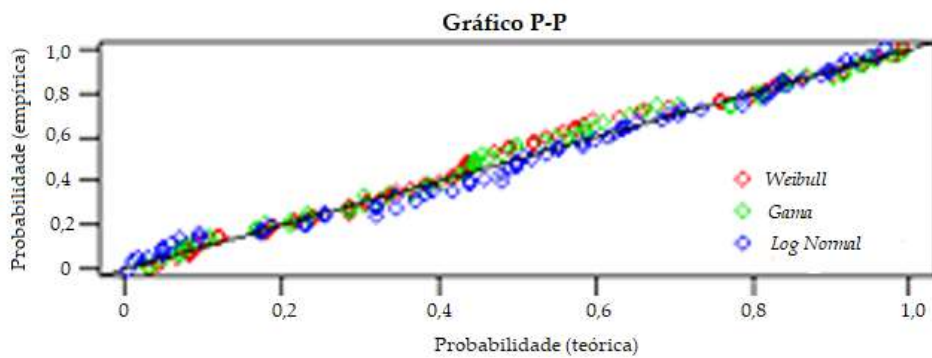
(A)



(B)



(C)



(D)

**Figura 6.9.** Gráficos da adequação do ajuste das distribuições empíricas e teóricas (A) sobreposição do histograma dos dados e das densidades teóricas (B) distribuição empírica e teórica acumulada (C) Gráfico QQ dos quartis empíricos e teóricos (D) Gráfico PP das probabilidades empírica e teórica.

Pela análise da *Figura 6.9.*, o perfil descritivo representativo dos ajustes adequa-se à forma observada pela distribuição de tempos de espera. Conjugados, com os valores obtidos pelos valores dos critérios AIC e BIC, da *Tabela 6.6.* é necessária a seleção de um modelo. É de notar que as três representações apresentadas na *Figura 6.9 (A)* descrevem de forma aceitável, com o respetivo erro apresentado na *Tabela 6.6.*, a natureza comportamental da distribuição dos tempos de espera dos 77 000 doentes simulados. Além disso, o ajuste através da distribuição Gama apresentou melhor desempenho nos critérios apresentados na respetiva tabela e o perfil não dispersivo, comparativamente à Log Normal no gráfico Q-Q (*Figura 6.9 (C)*) e o contorno inicial sobre o histograma dos dados simulados sustentam a opção da distribuição Gama para a descrição dos tempos de espera dos doentes simulados.

A distribuição que melhor descreve os tempos simulados é  $\Gamma(1.694, 0.025)$ . Escreve-se, assim a função densidade  $f$  com o parâmetro  $t$  em dias.

$$f(t; 1.694, 0.025) = \frac{t^{0.694} e^{-40t}}{\Gamma(1.694)0.025^{1.694}}.$$



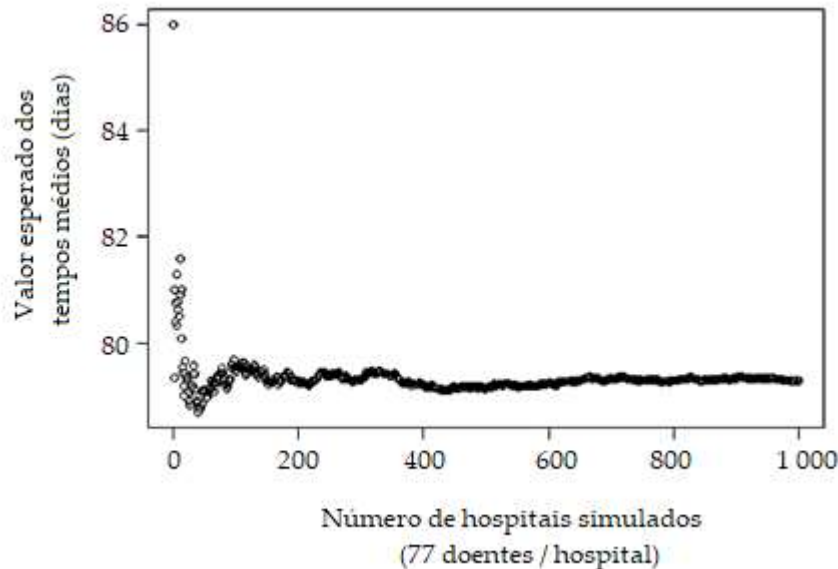
## 6.2.2. Análise dos resultados da simulação

Por associação direta da contagem dos intervalos dos tempos de espera, vem que a diferença clara é o  $t_B$  do Protocolo do Reino Unido corresponde, na arquitetura do HFF ao  $t_{TC}$ . A diferença dá-se pela inclusão da TC previamente à triagem. Segue-se a análise dos tempos do  $t_B$ . Na *Tabela 6.7.* seguinte apresenta-se, a inclusão deste tempo e a comparação, conjunta, dos tempos totais na ótica média dos hospitais e na totalidade dos doentes gerados.

*Tabela 6.8. Análise dos tempos de espera da Simulação do Protocolo do Reino Unido.*

			Doentes		Hospitais
			$t_B$ (dias)	$t_{TOTAL}$ (dias)	$\bar{t}_{TOTAL}$ (dias)
Características da Simulação		Nº Hospitais	1 000		
		Nº Doentes / Hospital	77		
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	3,9	79,3	79,3
		Mediana	0	71	79
		Moda	3	61	61
	Dispersão	Desvio-Padrão	9,6	52,1	5,8
	Posição	Mínimo	0	0	0
		Q1	0	40	75
		Q2	0	71	79
		Q3	0	109	83
		Máximo	53	420	100
	Forma	Coefficiente de Assimetria	3,2	0,9	0
Curtose (k)		14,0	3,9	2,8	
Dimensão amostral			18627	77 000	1 000

Pela análise da *Tabela 6.8*, o tempo relativo à realização da TC antes da triagem é de  $4 \pm 10$  dias, observando-se um máximo de 53 dias. Desta forma, na simulação 24,2% dos doentes realizaram TC após a admissão, isto significa que não traziam já feita. O comportamento da simulação é evidenciado na figura em baixo.



*Figura 6.11. Comportamento evolutivo da simulação do Protocolo do Reino Unido.*

Verifica-se na figura anterior uma configuração assintótica que permite concluir que o valor esperado do tempo total de espera da simulação é de  $(79,3 \pm 21,1)$  dias, definidos pelo mesmo critério. Nas primeiras cerca de 400 iterações o comportamento era oscilante, estabilizando posteriormente. Mantem-se como válida a condição (18).

### **6.2.3. Comparação da simulação do protocolo do Reino Unido com o protocolo do HFF**

A arquitetura dos protocolos reside numa alteração significativa nas Regiões A e B. Assim, é evidenciado que, comparativamente ao modelo seguido no HFF em que a TC seria realizada após a triagem, considerando como etapa equivalente a consulta de especialidade, a simultaneidade com PET e exames anatomopatológicos é influente no tempo total.

A substituição do tempo  $t_B$  de  $(0,4 \pm 1,9)$  dias no Protocolo do HFF pelo  $t_{TC}$ , constituindo o  $t_B$  da simulação atual, com um tempo médio simulado de  $(3,9 \pm 9,4)$  dias, isto é o aumento de uma ordem de grandeza no tempo médio de espera e o aumento numa proporção de cerca de 5 vezes da variabilidade, justifica a alteração do valor esperado de 75,8 dias para 79,3 dias, sob um desvio absoluto de 4 dias, numa perspetiva conservadora.

## 7. O doente como agente interventivo

*“O cancro e o seu tratamento podem provocar diversas alterações físicas, psicológicas e emocionais que constituem obstáculos a uma gestão eficaz da doença.”*

*Sociedade Portuguesa de Oncologia (Barroso, 2007)*

Para uma análise de «gestão eficaz da doença» é necessário a extensão do modelo aos diversos vértices integrantes do problema. Todo o processo é necessariamente centrado no doente desde a gestão do processo, tratamento e estudo da suspeita anunciada e no cumprimento efetivo dos passos necessários para garantir a sustentabilidade à qual o Serviço hospitalar se propõe servir.

Neste capítulo, analisa-se o processo na *ótica do doente*, agente principal e para o qual todo o processo se direciona. Este capítulo permite a avaliação integrada enquanto inclusão do conhecimento das partes e dimensões envolvidas no processo de estudo (*Pahl-Wostl, 2003*).

### 7.1. Distress no doente oncológico

O texto inicial deste capítulo alerta para o impacto que este processo tem na vida do doente. Não é um processo indiferente, uma vez que no intervalo entre «tem suspeita de cancro» até «tem cancro», dois momentos que marcam indelevelmente o doente, é necessária uma análise distinta. No processo estão envolvidas pessoas em toda as suas dimensões - com sentimentos, expectativas, sonhos, projetos e demais considerações pessoais que a caracterizam. Há diversas questões impostas pela situação, tais como, a incerteza acerca do futuro, a procura de significado, a perda de controlo ou mesmo a necessidade de diálogo (*Cardoso et al., 2009*). Este processo marcará de forma drástica todas as considerações sobre a vida, arrebatará existencialmente, provocando sentimentos tão díspares que é necessário acompanhar como ferramenta integrante do processo. Conforme já foi aprofundado no *Capítulo 2* a maioria dos doentes diagnosticados com cancro do pulmão já se encontram num estadio avançado. Este prognóstico desfavorável influencia psicologicamente os resultados de progressão dos estudos de diagnóstico e estadiamento (*Tishelman et al., 2007*) uma vez que tendo autonomia, é necessário o esforço e o empenho do doente.

*Graves et al. (2007)*, num estudo com 333 doentes, concluíram que cerca de 62% apresentam nível clinicamente significativo de sofrimento. Noutro estudo com 304 doentes com cancro da mama, *Wenzel et al. (1999)*, afirmaram que os níveis de angústia e sofrimento nas mulheres e em jovens (< 50 anos) são significativos. *Chambers et al. (2015)* num outro estudo, com 295 doente com cancro do pulmão, 49% relataram ansiedade elevada durante o processo clínico de estudo e tratamento. Acrescentam os autores que o estigma associado ao sofrimento psicológico global e às implicações na qualidade de vida são a causa deste estado psíquico: associados à vergonha do desfecho desfavorável, bem como ao processo associado de tratamento e restrições sociais.

Os doentes com cancro do pulmão são altamente vulneráveis à morbilidade psicossocial após o processo de diagnóstico (*Stuber et al., 2008*). O aumento do sentimento subjetivo influencia negativamente os comportamentos de empenho nos resultados de forma a completar o estudo (*Chamberts et al., 2012*). O sofrimento psicológico, o estado de vulnerabilidade e a angústia associado aos momentos de mudança causados pela doença, pelo prognóstico de todo o processo, a experiência dos sintomas e da dor associada e mesmo pela expectativa do tratamento prejudicam a qualidade de vida dos doentes. Deste modo, este aglomerado emocional cria mudanças na forma de estar e agir, uma vez que influenciam diretamente o decorrer da vida pessoal – emprego, objetivos de vida, estabilidade entre outros (*National Comprehensive Cancer Network, 2003*).

As diretrizes da NCCN para a gestão do *distress* apontam no sentido da avaliação continuada do sofrimento associado ao doente e a todos os intervenientes. No documento anterior encontram-se definidas as estratégias de avaliação (*Ibidem*). Ainda assim, são categorizadas as causas dos problemas em diversas matérias – sociais, emocionais e psicológicas. Os membros clínicos e técnicos de oncologia são essenciais, mas ainda assim, é apontado o reforço geral (não clínico) pela mudança imposta na rotina de vida do doente, reforçando o contacto com o assistente social se necessário dadas as preocupações acrescidas (*Leung et al., 2019*), bem como aos serviços necessários e apoios associados, mas também a importância da assistência religiosa como forma de acompanhamento integral do doente e dos prestadores de cuidados e familiares próximos.

## **7.2. Autonomia e a participação ativa do doente no processo**

A autonomia do doente durante o processo pode revelar-se perante dois cenários – o empenho e a responsabilização, estando envolvido em todo o processo de forma integrada, crítica, ativa, empenhada e continuada ou o reverso, o desinteresse ou mesmo a incapacidade associada à tomada de decisão, a gestão das emoções e o cumprimento das tarefas designadas. O reforço familiar não deve ser entendido como garantido, uma vez não asseguradas essas condições como universais. Um exemplo que ilustra esta situação é a marcação da PET, após a consulta de especialidade. A PET é realizada numa instituição externa ao hospital, que obriga a que o doente espere vários dias por um documento burocrático (o termo de responsabilidade), leve ele próprio a prescrição, proceda à marcação sozinho e realize o exame noutro Serviço, aguardando depois que o respetivo relatório e imagens sejam enviadas ao hospital de origem, para constituírem matéria da reunião multidisciplinar.

É necessário o enquadramento social, cultural, financeiro e psíquico do doente enquanto agente ativo do processo. Algumas partes fundamentais deste estão dependentes do próprio doente, tal como foi descrito o exemplo da prescrição da PET, mas também a assiduidade às consultas, a colaboração na disponibilidade de agenda ou a aceitação da realização de exames invasivos.

*Beauchamp e Childress (2001)* enunciam os princípios fundamentais da bioética entre os quais emerge o respeito pela **autonomia**, bem como os princípios da maleficência, beneficência e justiça. Este princípio está sustentado na vida moral e o corpo clínico corporiza este direito do doente através de uma prática alicerçada («*prima facie*») em

- Comunicar a verdade;
- Respeitar a intimidade;
- Assegurar a confidencialidade;
- Garantir o consentimento;
- Apoiar a tomada de decisões;

Por outro lado, é necessário outra metodologia sobre os doentes que por «imaturidade, incapacidade, ignorância, coação ou exploração» (*Ibidem, cit*) não são capazes de agir de forma autónoma. Assim, o corpo clínico deverá tomar a regência decisiva uma vez não reunidas as condições de autonomia. Segundo *Bessa (2013)* aos princípios enunciados devem ser associados o «princípio da vulnerabilidade, da responsabilidade, solidariedade e da confidencialidade». Ainda assim, a inclusão antropológica, centrada no paciente na relação médico-doente, afirma que o doente deve «ser dotado de razão, consciente da sua dignidade, livre e responsável sobre todos os procedimentos de diagnóstico ou terapêuticos que lhe sejam propostos» (*Ibidem, cit*).

O *Belmont Report (1979)* onde estão reunidos os princípios éticos fundamentais para a proteção de sujeitos humanos assume que todos os doentes têm o direito a ter a sua autonomia respeitada, protegendo aqueles que a têm diminuída, destacando os efeitos da doença e envolvimento no processo de investigação enquanto matéria. Ainda assim, no caso de incapacidade de decisões deve ser garantida a proteção, assegurando em todos os casos o respeito pelo doente, isto é, pela sua dignidade da pessoa humana (*Beauchamp e Childress, 2001*).

Dado isto, é legítimo afirmar que cada doente rege-se pelo direito à autonomia, o médico pelo dever de beneficência e a sociedade pela justiça, respeitando em tudo a solidariedade. A família ou os cuidadores na relação estreita com o doente, devem seguir o princípio da beneficência, salvaguardando o princípio da justiça. Porém, é necessário pesar cada princípio contextualizado na situação concreta (*Rodriguez Arce, 2008*).

A autonomia e o acesso à informação integram de forma ativa o doente na tomada de decisão e na responsabilização acrescida de ambas as partes, propondo maior clareza na explicação da parte do corpo clínico e da acrescida responsabilidade imposta ao doente.

Por último, o consentimento informado pode ser entendido como a aceitação livre pelo doente de qualquer intervenção médica ou decisão terapêutica uma vez devidamente informado da natureza, riscos e benefícios dessa prática. O médico deve, então, informar o doente da forma mais completa possível a respeito do procedimento, bem como das consequências possíveis e o prognóstico ou a esperança provável de sucesso (*Jonsen et al., 1999; Simões, 2009*).

## 7.3. Necessidade de acompanhamento continuado

O processo do doente deve ser controlado uma vez que a autonomia responsabiliza o doente em diversas frentes do processo – desde a realização de exames externos ao hospital, na fidelidade às consultas e à proposta de seguimento, mas também nas decisões de terapêutica e no próprio consentimento. O doente oncológico deve ser acompanhado desde a suspeita dando continuidade até aos cuidados de fim de vida. Este acompanhamento próximo do doente por um profissional de saúde melhorará a confiança, a comunicação com o doente e o serviço, garantirá a explicação continuada dos acontecimentos e mesmo dos procedimentos clínicos a realizar, bem como a gestão eficaz dos tempos de espera dependentes do doente.

Por outro lado, o *feedback* do doente é fundamental para a assistência necessária integrando o doente e o respeito integral pela sua dignidade. O acompanhamento dos cuidadores ou dos familiares também é crucial, de forma a sentirem-se apoiados e ajudados ao longo do processo.

Este *elo* de ligação encaixa formativamente nas competências do enfermeiro, que será apresentado como *Enfermeiro-Gestor*.

### 7.3.1. Gestão do doente numa entidade pública empresarial (E.P.E.)

Uma visão frequente dos cuidados de gestão de doentes (*Bernardino, 2017*) propõe a integração do secretariado de admissão, da consulta externa e urgência, mas também o secretariado clínico do internamento e dos meios de diagnóstico complementares e terapêutica. Promove, nestas atividades, o agendamento dos atos médicos de acordo com as orientações estabelecidas, a articulação do processo com os prestadores de cuidados para eventuais consultas, mas também a organização do sistema de atendimento personalizado para informações sobre marcações e alterações de atos médicos, exames ou terapêuticas. Contempla, também, a orientação do doente e dos familiares, o registo às entidades financeiramente responsáveis pela faturação e assegura os registos administrativos e contabilísticos no procedimento de cobrança.

A conversão dos Hospitais SA em E.P.E. viabiliza uma gestão mais adaptada «às necessidades do cidadão» (*Ibidem, cit*). A descentralização do lucro, promovendo a maximização da equidade no acesso e a não discriminação negativa dos doentes constituem o objetivo desta medida, apoiado no objetivo de António Correia de Campos, então ministro da saúde, que promove ganhos em saúde e não nos custos da produção. Desta forma, surgiria um modelo de gestão de acordo com uma visão integrada do sistema (*Ibidem; Fonseca e Carapeto, 2014*). Os princípios adotados neste novo modelo de gestão proposto foram inspirados no *New Public Management* caracterizado pela «profissionalização e autonomia de gestão, liberdade de escolha do consumidor, pela competição entre unidades, pela adoção de medidas de avaliação e desempenho e pela ênfase nos resultados e na eficiência» (*Bernardino, 2017, cit*).

### 7.3.2. Definição do sistema de gestão centrado no doente

O sistema de gestão é «um conjunto de elementos integrados, interligados a funcionarem de forma sistémica» (Fonseca e Carapeto, 2014). É necessária uma interpretação em rede que promova uma *linguagem comum* a todos os intervenientes do processo – doente, familiares, cuidadores, médicos e demais intervenientes. Além deste processo, o sistema de gestão deve sustentar-se na relação interinstitucional, uma vez não assegurados todas as etapas no serviço – no caso em estudo a realização da PET é externa ao hospital. Por outro lado, deve ser proposto um sistema em *feedback* permanente, permitindo que os desempenhos individual e coletivo (Fonseca e Carapeto, 2014) sejam alimentados por um objetivo comum, sustentando a vitalidade corretiva de forma permanente do serviço, com vista nos resultados e satisfação dos doentes.

A orientação para os resultados viabiliza-se numa estrutura rígida, isto é, formalmente definida, liderada e orientada, embora tenha uma matriz de resposta flexível, promovendo melhorias continuadas. Desta forma dá-se a constituição da flexibilidade orgânica de melhoria continuada. A transparência *ao segundo* dos objetivos propostos contempla a avaliação em equipa dos resultados obtidos, com permanente busca de superação consciente (Fonseca e Carapeto, 2014).

### 7.3.3. O enfermeiro como resposta à gestão e coordenação do processo

No código deontológico dos enfermeiros, encontra-se na Seção II do Artigo 78º

*“As intervenções de enfermagem são realizadas com a preocupação e defesa da liberdade e da dignidade da pessoa humana.”*

*Código Deontológico do Enfermeiro (Art. 78º)*

A citação anterior surge como mote de apresentação do enfermeiro como gestor do processo. Alguns doentes e familiares revelam falta de conhecimento e informações insuficientes sobre os tratamentos disponíveis. Durante o processo apresentam dificuldades em acompanhar a comunicação médica e a movimentação no hospital (Cohen et al., 2010). É necessário olhar para o doente numa conjuntura social, cultural, mas também económica. Esta necessidade de acompanhamento deve ser continuada ao longo do processo (Ibidem; Kufe et al., 2003; Monas et al., 2017; Lee et al., 1998).

O acompanhamento contínuo no decurso processo facilitará a vinculação de qualidades de apoio nas diferenças enunciadas (Lee et al., 1998). Por outro lado, há evidências do papel benéfico dos gestores que coordenam o processo (Wulff et al., 2008).

A participação integrativa do doente na comunicação acesa quer com a família, quer com a equipa de prestação de cuidados de saúde, necessita de uma figura que articule a gestão do processo à gestão pessoal (Wagner et al., 2001) das expectativas, dos receios, das dúvidas, até de auxílio como ligação de questões práticas do ponto de vista caritativo.

Pode haver alguma dúvida na atribuição deste agente do processo à figura do enfermeiro, uma vez que *grosso modo* o papel é administrativo. Contudo, a administração carece de *linguagem comum* entre todos os intervenientes (Monas et al., 2017). Neste binómio é necessário a integração da formação em ciências da saúde, pelo que será aconselhado um enfermeiro dada a formação integrante quer no contacto, quer na prestação de cuidados, quer na integração da equipa clínica multidisciplinar. É necessária a transversalidade de conhecimentos para ser uma coordenação efetiva.

O Enfermeiro-Gestor configura-se no sistema com um «papel vital na coordenação» (Kufe et al., 2003). Os objetivos principais centram-se na avaliação contínua do doente (Wagner et al., 2001), na educação do doente, cuidadores e familiares, na coordenação de cuidados e intervenientes do processo, nos tratamentos de suporte se aplicáveis (Kufe et al., 2003) e no apoio emocional (Monas et al., 2017). O enfermeiro deve ocupar exclusivamente esta tarefa, não acumulada com a prestação de cuidados. Caso seja necessária a conjugação por questões de organização interna de horários e preenchimento de horas de serviço deve ser uma transição clara. Por outro lado, deve haver espaço e oportunidade para o paciente se sentir à vontade com o enfermeiro-gestor (Kufe et al., 2003) uma vez que é o elo de ligação. Por último, é necessária a avaliação do enfermeiro-gestor na sua contratação uma vez avaliado não só a formação prática (académica), mas também o perfil psicológico dado que será o coordenador de doentes vulneráveis e terá como objetivo colmatar as lacunas existentes, procurando agilizar o processo de forma mais eficiente, próxima do doente e dos familiares de forma continuada, diminuindo o *distress* no doente que se viria a acumular na sua ausência.

No contexto do HFF seria uma mais-valia a implementação deste profissional, surgindo não só como auxílio do doente, mas também do corpo clínico. O foco no acompanhamento é preponderante, não obstante de que o perfil educacional para a saúde é fundamental na inclusão autónoma de que o doente se faz por direito. Esta proximidade, a educação constante e a articulação nesta trindade *doente – médico – família* é a chave da gestão emocional do doente e dos familiares preservando, como no início do capítulo, «a dignidade da pessoa humana» (Código Deontológico do Enfermeiro (Art. 78º)).

### 7.3.4. O serviço ao doente oncológico

É necessário descontextualizar o serviço hospitalar da «prestação de serviços» e centrar numa ótica de «prestação de cuidados». Centrar o doente no processo é o início e a meta de todos os intervenientes. Durante o estudo da suspeita o doente pretende encontrar resposta à suspeita, o corpo clínico quer dar a resposta que o doente e os familiares procuram e os familiares querem encontrar a conclusão da suspeita por solidariedade ao doente. Por outro lado, quando há uma confirmação o doente, principal interessado do estudo, quer encontrar forma de resposta ao cancro e, em colaboração com o corpo clínico e com os familiares, desenharem as possibilidades, medindo os riscos e benefícios.

Assim, o médico surge no processo não como um «prestador de serviços», mas como um agente em missão. No *Juramento de Hipócrates*, ressalva-se que:

«[...] Exercerei a minha arte com consciência e dignidade.  
Considerarei a saúde do meu doente como meu primeiro cuidado. [...]  
Guardarei respeito absoluto pela vida humana desde o início, mesmo sob ameaça.[...]  
Faço este juramento solenemente, livremente e pela minha honra.»

Por último, é necessário um cuidado acrescido com os profissionais de saúde enquanto manutenção do serviço: a análise da Gestão dos Benefícios, associada à gestão de *stakeholders*. Desta forma é possível a garantia da sustentabilidade da implementação de medidas que permitem a manutenção do processo. A gestão orientada aos objetivos é necessária nestes serviços através da monitorização permanente.

A variável crítica no processo é o tempo de espera entre etapas. Para serem regulados todos os movimentos internos e, em consequência, alvo de análise de melhoria constante é necessário um *software* que permita a monitorização de todos os passos do doente. O objetivo primeiro não contempla quaisquer medidas punitivas, pelo contrário, o objetivo é a orientação por excelência à melhoria permanente através dos resultados.

A reformulação *taylorista* do redesenho do processo de negócios inclui no *design* do processo o uso de tecnologias de informação. Desta forma os problemas de gestão estão concentrados numa plataforma de informação, permitindo conforme pretendido a «análise e o design de fluxos e processos de trabalho dentro das organizações» (Davenport e Short, 1990). Esta visão industrial do processo, permite centrar as ferramentas de TI no redesenho do serviço. Desta forma pode ser introduzido um software que integre todos os membros envolvidos com áreas explicitamente diferenciadas que permita a gestão integrada de todas as frentes. Assim, seria uma plataforma informática que integre todos os exames médicos, mas também que permita o controlo dos tempos de espera com um gestor inteligente que envie mensagens de alerta ao *Enfermeiro-Gestor* de forma a dar apoio aos doentes, avisando a próxima consulta e outros casos possíveis em que a intervenção surgiria como reforço. Relativamente à área dos doentes, é fundamental a indicação dos agendamentos das consultas com aviso direto e o registo dos principais resultados, promovendo um reforço de acompanhamento. Não foi alvo da dissertação a exploração desta ferramenta, contudo é descortinado como medida complementar à sua existência.

Na *Figura 7.1.*, na página seguinte, o *Software* é o centro da articulação de todos os intervenientes no serviço. Servirá numa dualidade de propósitos – armazenamento dos dados de forma comummente, isto é, de exames realizados, dos diários das consultas, anotações necessárias, em resumo, trata-se da vertente do programa hospitalar habitual. Contudo, a vertente inovadora é o módulo integrante de monitorização dos tempos, correlacionado com um *Gestor-Inteligente*. Neste gestor está incorporado um algoritmo que relaciona a evolução temporal de cada doente com os tempos recomendados. Estes dados são acessíveis numa plataforma *online* pelos profissionais de saúde, mas também pelos cuidadores, contudo com acesso a informações diferenciadas. Entenda-se, como esclarecimento, a área dos cuidadores comum ao doente.

O acesso restrito aos cuidadores destina-se ao processo exclusivo do doente correspondente. Desta forma terá acesso aos dados do historial do doente e à marcação de consultas. Por outro lado, dispõe de um *chat* com o *Enfermeiro-Gestor* onde poderá colocar obter quaisquer esclarecimentos que considere necessários. O *Enfermeiro-Gestor* tem acesso

ao registo completo de todos os doentes que lhe estão confiados, bem como, acesso ao *Chat* onde prestará todos os esclarecimentos em tempos úteis.

A autossustentabilidade do projeto é garantida à custa da integração do Enfermeiro-Gestor que surge como *elo* de ligação entre os intervenientes, mas também do *Gestor-Inteligente* que envia alertas continuados, permitindo que os tempos recomendados sejam cumpridos. A integração da ferramenta computacional como auxílio do trabalho pessoal surge como uma mais valia uma vez tratando-se de gestão de pessoas com vulnerabilidade aumentada. A Gestão do Serviço é a *pedra de toque* desta proposta de gestão hospitalar. Com periodicidade fixa (*e.g.* uma vez por mês) a equipa deverá reunir-se a analisar os dados obtidos, orientando o horizonte futuro numa ótica integrativa de melhoria continuada.

## Rede de interações e conexões: Projeto do sistema informático

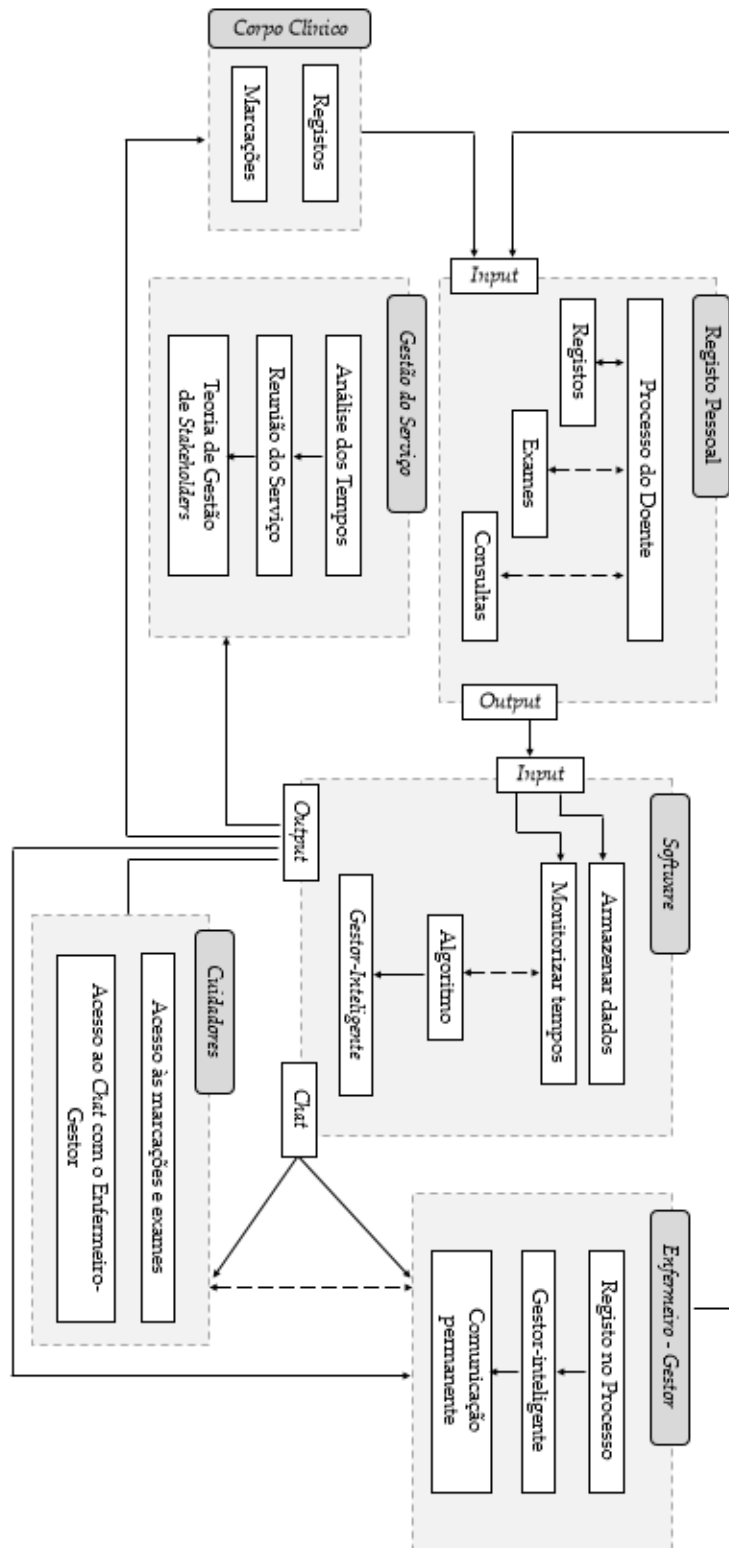


Figura 7.1. Rede de informação e conexões do sistema informático proposto.

Gomes (2011) apresenta na sua obra de psicologia das organizações que numa organização pública é necessário ter em conta «(...) questões de planeamento e gestão estratégica (...)», envolvendo os *stakeholders*. Freeman et al. (2010) redesenham a importância do *stakeholder* na gestão das organizações, na integração dos projetos e ainda o impacto de valor acrescentado provocado no projeto. Desta forma apresentam uma nova filosofia na preocupação dos principais desafios de uma empresa, no caso deste trabalho do SP no diagnóstico de doentes oncológicos. A interligação de matéria económica e de gestão numa organização deve associar-se ao contexto social, apresentando-se esta teoria como uma visão estratégica de interligação das partes, categorizando o processo na sua totalidade (Ibidem). Opus citatum, está transcrita uma frase crucial para o desenvolvimento desta teoria no contexto da dissertação

«Os únicos ativos que gerenciam sobem e descem os elevadores» (Ibidem, cit)

Desta forma humorística, refere-se ao essencial, acrescentando que «as empresas são instituições humanas» e ainda que «as partes interessadas têm nomes e rostos» (Ibidem, cit). A definição de Freeman (2010) estende-se a qualquer indivíduo envolvido, afetando ou afetado em relação aos objetivos da organização. Lato sensu, o doente, o corpo clínico, o enfermeiro-gestor e os cuidadores tornam-se *stakeholder* do processo em estudo. Integrados ainda na definição expressa o corpo clínico e os familiares constituem o grupo dos interessados. Segue-se um esquema adaptado de Henriques (2019).

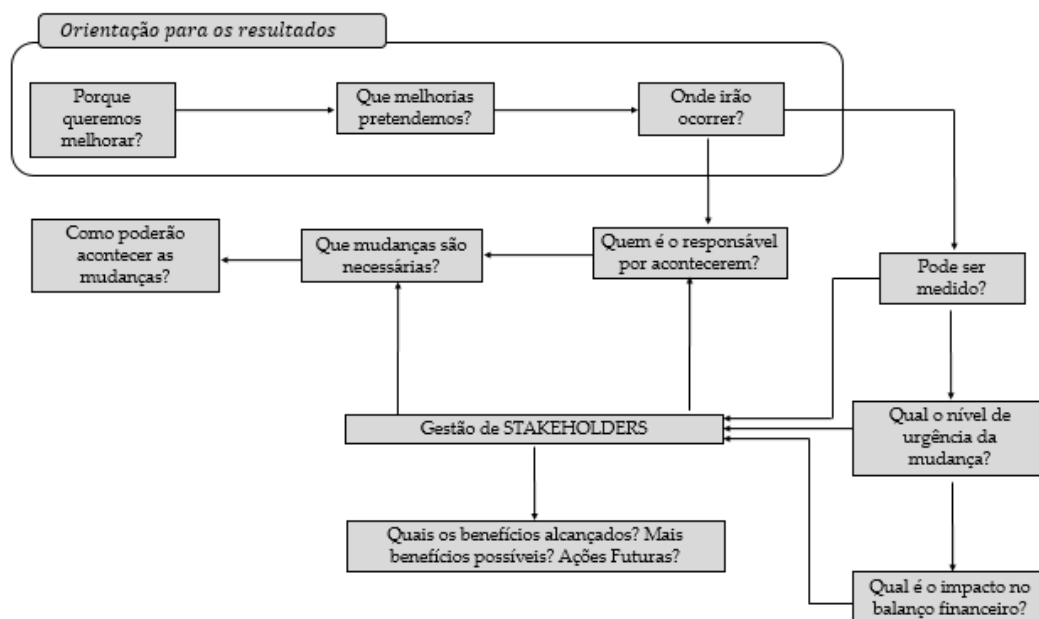


Figura 7.2. Gestão de benefícios aplicado à gestão do serviço.

A integração das melhorias orientadas aos resultados, por outras palavras, a gestão dos benefícios aplicado à gestão do Serviço sustenta-se na visão apresentada na Figura 7.2. A orientação aos resultados procura descortinar a motivação, a localização, a forma, os intervenientes das alterações necessárias, bem como, as mudanças concretas. Ainda assim, inserido num domínio de EPE está associado à análise de custos, balanceada *a priori* pela integração no tempo da urgência/pertinência da mudança a efetuar.

A gestão dos *Stakeholders* é a chave desta visão integradora de todas as questões que conduzirão ao porto da melhoria. Deve ser sustentada a longo prazo após a análise dos intervenientes e do impacto global, conforme explicitado na *Figura 7.2*.

### 7.3.5. Gestão dos profissionais de saúde

Num sistema especializado, o empregador procura a especialização. Mas o empregado procura mais do que isso... estabilidade, condições de trabalho e progressão, mas acima de tudo bem-estar e realização pessoal e profissional. É fundamental acompanhar também os profissionais de saúde!

*Kontodimopoulos et al.* (2009), num estudo realizado na Grécia com uma amostra de 1353 indivíduos, defendem que os gestores podem motivar os funcionários através de incentivos financeiros, mas não só. Esclareça-se os conceitos: *Satisfação* é entendida como a «resposta emocional à condição de trabalho» enquanto que *motivação* é «a força motriz para buscar e satisfazer necessidades» (*Smith, 1994*).

*Ibidem* foi identificado que o salário é um fator motivador significativo, sendo referidos a apreciação pela comunidade e o louvor pelos responsáveis do serviço. Adicionalmente, as condições de trabalho e a progressão na carreira, entre outros constituem um fator fundamental na motivação dos colaboradores do serviço, levando que a satisfação dos funcionários motivados se traduza em resultados na produtividade do serviço.

A gestão motivacional dos colaboradores partirá de condições propostas, tais como, propor um cesto de fruta no serviço, uma máquina de café ou até um bule de chá disponível aos funcionários. Por outro lado, a sustentabilidade contratual de forma a que haja estabilidade na carreira, promovendo a progressão pessoal convertida em sucesso do grupo a nível de resultados. A promoção do «funcionário do mês» avaliado pelos doentes, ou até, um questionário de satisfação proposto no final de cada consulta pelo *software* de modo a incluir como matéria de discussão na reunião interna do serviço (*c.f. Figura 7.1.*, gestão do serviço). Caso haja a possibilidade de infraestruturas propor um ginásio ou até uma piscina para os funcionários poderem usufruir após o trabalho seriam mais valias que teriam melhoria dos resultados. É evidente que, humanamente, a possibilidade de atribuição de prémios financeiros seria eficaz, promovendo a competitividade através da avaliação, desde que de forma objetiva e justa, orientada aos objetivos e resultados claros traduzidos pela análise dos tempos de espera podendo, por ventura, ser implementado num algoritmo próprio num sistema de «atribuição de pontos», por exemplo.

## 8. Proposta do protocolo otimizado

Com base no estudo anterior, é proposto um protocolo otimizado e avaliada a performance através das recomendações nacionais e internacionais. O tratamento de resultados segue o padrão já apresentado anteriormente. O problema identificado é respondido de forma sistematizada neste capítulo.

### 8.1. Implementação das oportunidades e resposta aos benefícios identificados

A mortalidade por cancro do pulmão apresenta um historial crescente e marcadamente dramático (*Tabela 1.1.* e *Figura 1.1.*), ao qual serve de motivação acrescida a previsão num cenário agravado até 2050 (*Figura 4.1.*, *Figura 4.2.* e *Figura 4.3.*).

A revisão bibliográfica (*Capítulo 2.4*) permitiu referir problemas identificados por outros autores tais como os atrasos na emissão dos relatórios, a necessidade de multidisciplinidade de especialidades nas reuniões de diagnóstico, estadiamento e decisão e ainda a celeridade na realização dos diversos exames. Reforça-se a necessidade de interpretar todo o processo como uma «jornada integrada» (*Fung. et al., 2018*), sendo esta a principal lacuna de análise nos Serviços hospitalares à qual foi considerada nesta dissertação como foco motivacional.

Através de métodos de simulação de eventos discretos e análise estatística dos resultados obtidos nos tempos de espera observados e obtidos por simulação foi possível identificar as áreas de intervenção urgente.

A **Região A** classificada como «resistência à entrada» necessita de fluidez, quer isto dizer que o valor de  $(12,7 \pm 24,2)$  dias, apresenta um consumo de cerca de 40% do tempo total recomendado para todo o processo (cerca de 1 mês). Contudo, a análise da performance dos dados com exceção de *outliers* é positiva, centrando-se em  $(4,1 \pm 4,4)$  dias. Cerca de 90% apresenta um tempo conforme recomendado. Ainda assim, é uma região de melhoria.

A **Região B** (Exames de Anatomia Patológica) é uma região que necessita de mudança urgente dado o tempo consumido no número de iterações que por vezes são necessárias. O tempo de espera no tempo nesta região é de  $(42 \pm 39)$  dias, acrescentando que apenas 71% tem um tempo inferior ao tempo máximo para todo o processo (1 mês). Desta forma surgem duas oportunidades – redução do tempo de espera e o encurtamento do *loop*. A realização simultânea de PET e exterior ao HFF surge como uma debilidade, devido ao valor elevado, comparativamente às recomendações. Apenas 50% apresenta um tempo conforme recomendado.

A **Região C** carece de celeridade. Após o acesso aos resultados que permitem esclarecer a decisão terapêutica é necessário encurtar o tempo de espera uma vez que estão reunidas as condições técnicas para que o doente inicie a terapêutica, finalizando o estudo da suspeita. O tempo de espera de cirurgia é esperado que seja superior. No entanto, excede largamente as recomendações, conforme analisado.

É necessário a contribuição dos intervenientes em todo o processo (*Capítulo 7*) do qual se assentam os pilares de autonomia e responsabilidade. Por outro lado, é necessário

reavaliar as condições de trabalho das equipas médicas e das condições técnicas, propondo como ferramenta de gestão e de qualidade, isto é, enquanto proposta de valor o desenvolvimento de uma ferramenta informática que permite a monitorização do problema (tempos de espera). É necessário, aliado à ferramenta, uma estrutura de controlo e acompanhamento, na qual se integra o *enfermeiro-gestor* (*Capítulo 7.3.3.*).

Com base na identificação destes pontos de fragilidade foi redesenhado em equipa multidisciplinar do projeto no qual se insere esta tese de mestrado o fluxograma apresentado na *Figura 8.1.* na página seguinte.

O protocolo apresenta várias novidades relativamente ao apresentado no *Capítulo 5.* A primeira dá-se com a realização da TC *a priori* enquanto medida obrigatória de admissão. Uma vez realizada por 100% dos doentes é um exame que o doente tem de se fazer acompanhar quando entra no Serviço, tomando por critério o médico de família, como exemplo, prescrever e garantir que é realizada previamente à admissão. A segunda depara-se nas reuniões multidisciplinares: na primeira reunião, triagem, propõe-se a presença do pneumologista acompanhado do radiologista, confirmando em concordância a presença de uma suspeita de neoplasia e decidindo a primeira abordagem. A alteração proposta motivava-se na localização da biópsia a realizar pós reunião, sendo decidido qual o método de obtenção de biópsia mais adequado e eficiente e imediatamente marcado. O estudo do processo enquanto etapa de triagem deve ser realizado por dois médicos conforme é sugerido no protocolo do Reino Unido (*c.f. Capítulo 6.2*). Na reunião multidisciplinar em que se discute a terapêutica é proposta a inclusão do imagiologista, cirurgião, radioterapeuta e do oncologista além do pneumologista e do enfermeiro-gestor que acompanharam todo o processo.

Após a triagem, o enfermeiro-gestor tomará conta da ocorrência, acompanhando conforme descrito no *Capítulo 7.3.3*, todo o processo.

O tempo de realização da PET, uma vez externa ao HFF, não é possível controlar o tempo de espera e seria necessário estudo adicional da pertinência económica da construção de um Serviço de Medicina Nuclear. No entanto, é possível melhorar o procedimento burocrático e retirar do doente o ónus de agendamento e deslocação.

A introdução do Enfermeiro-Gestor permitirá um controlo individualizado do doente, acompanhado pela ferramenta informática que permitirá a análise global e continuada dos tempos de espera e dos processos dos doentes ao seu cargo.

## Proposta de fluxograma otimizado

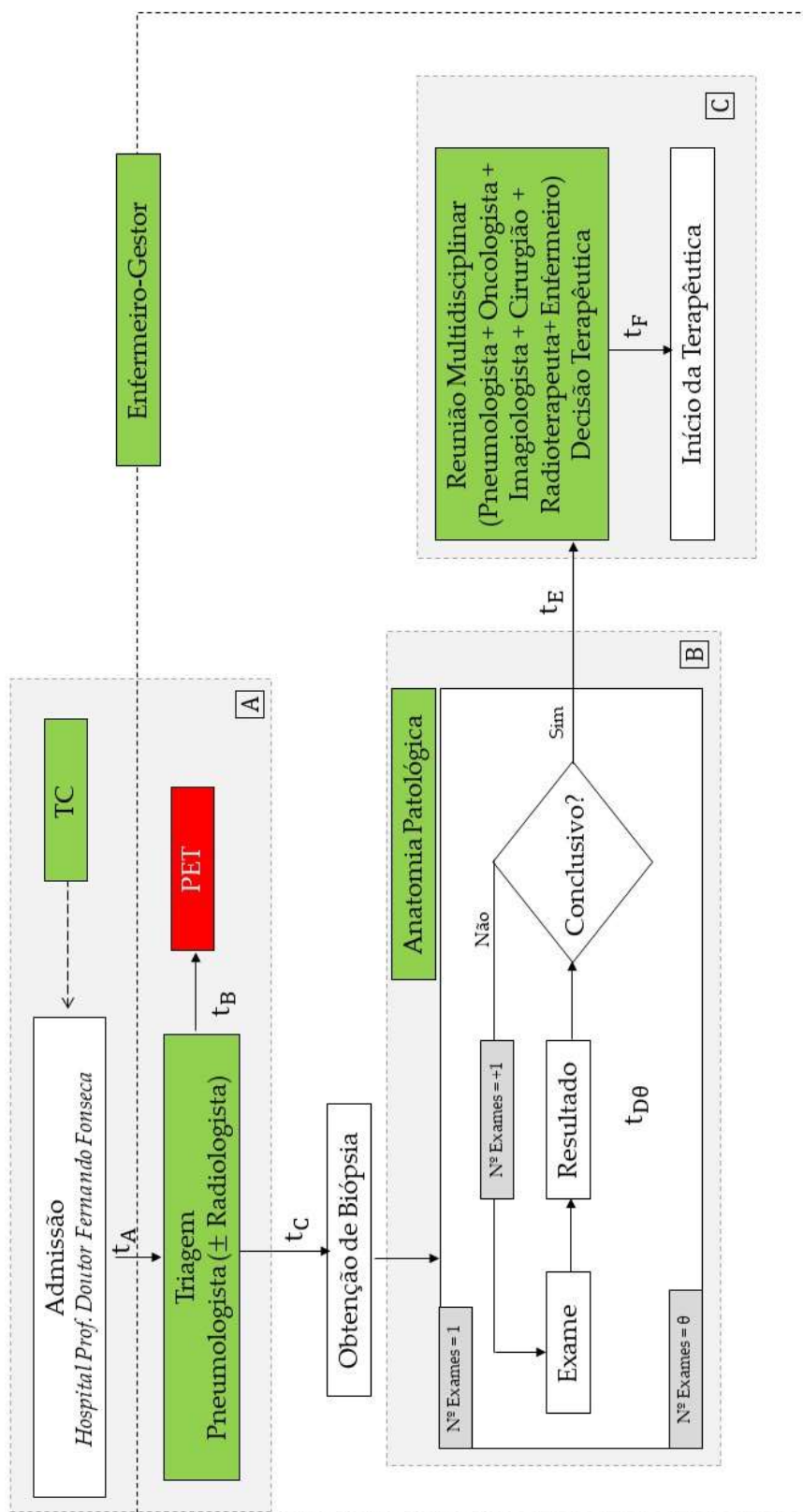


Figura 8.1. Proposta de protocolo otimizado para o processo em estudo.

## 8.2. Simulação da proposta do protocolo otimizado

No presente capítulo, contrariamente anteriores de matérias de simulação, analisa-se primeiro a visão geral das melhorias implementadas e, posteriormente, a análise pormenorizada dos efeitos surtidos em cada fase intervencionada. Desta forma far-se-á análise do geral para o particular.

### 8.2.1. Construção e pressupostos da simulação

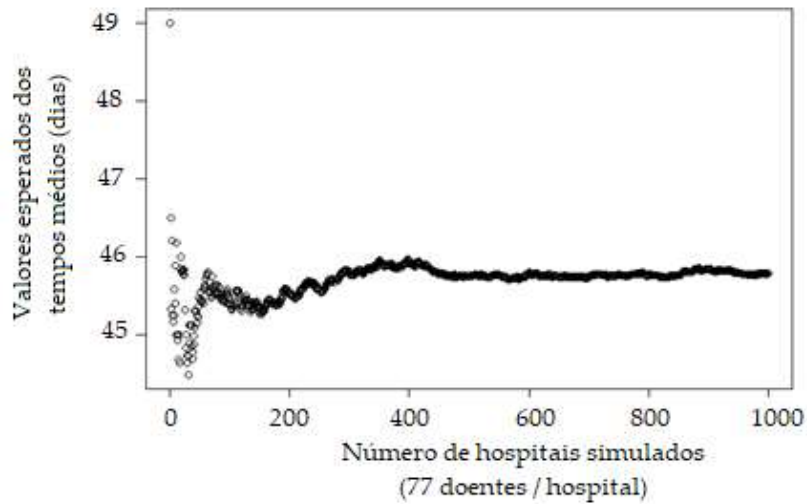
A primeira alteração enunciada nesta proposta de protocolo reside na recolocação da TC como dado adquirido à partida. A reestruturação, contemplando a exclusão de uma etapa, apresentada na *Figura 2.8.* do *Capítulo 2.3.2.* (Percurso 2), refere-se a uma aproximação, assumindo a independência entre etapas conforme descrito no capítulo referenciado.

Mantém-se todos os pressupostos de independência múltipla entre eventos e objetos. Resumem-se, em baixo, as condições de atribuição a cada evento ( $t_\gamma, \gamma \in \text{IN}$ ) em conformidade com a notação apresentada no *Capítulo 2.3.* e a referência às distribuições empíricas construídas no *Capítulo 5* diferenciada em índice com a indicação “+”.

- $t_A \sim \text{Unif}(0,3)$
- $t_B \sim \text{Emp}(t_{B(+)})$
- $t_C \sim \text{Emp}(t_{E(+)})$
- $t_D \sim \beta \times \text{Emp}(t_{F(+)})$
- $t_E \sim \text{Unif}(0,3)$
- $t_F \sim \text{Emp}(t_{H(+)})$

Nesta proposta de melhoria considera-se  $\beta = \frac{1}{2}$  e considera-se  $Emp(arg)$  como denominação de função empírica para os dados correspondentes na amostra original como argumento,  $arg$  da distribuição.

Prevalece ainda a assunção que o tempo de espera entre a triagem e a reunião multidisciplinar é dado, para o doente  $\gamma$ , por  $\max\{t_{B\gamma}, t_{D\gamma}\}$ . Em que  $t_{D\gamma}$  corresponde a toda a região da anatomia patológica.



**Figura 8.2.** Comportamento evolutivo da simulação da proposta de protocolo  
(Prevalece a definição de comportamento assintótico)

A média, assintótica, é de 46 dias, correspondendo a um decréscimo de cerca de 40% comparativamente ao valor da simulação apresentada na *Figura 6.6.* do *Capítulo 6.1.4.* A nível global a melhoria é substancial, cumprindo as recomendações delineadas na *Tabela 2.4.* para o global do processo. Segue-se uma tabela com a análise por doente e por hospital conforme já foi feito em capítulos homólogos. Segue-se a *Tabela 8.1.* com os resultados totais da simulação, para todo o processo.

**Tabela 8.1.** Análise Estatística dos tempos de espera do processo (77 000 doentes e dos 1000 hospitais simulados)

			Doentes	Hospitais
			$t_{TOTAL}$ (dias)	$\overline{t_{TOTAL}}$ (dias)
Características da Simulação		Nº Hospitais	1 000	
		Nº Doentes / Hospital	77	
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	<b>45,8</b>	45,8
		Mediana	45	46
		Moda	12	42
	Dispersão	Desvio-Padrão	<b>43,0</b>	5,0
	Posição	Mínimo	2	30
		Q1	45	42
		Q2	46	46
		Q3	46	49
		Máximo	373	63
	Forma	Coeficiente de Assimetria	1,7	0,2
		Curtose (k)	3,1	3,0
Dimensão Amostral			77 000	1 000

Comparativamente aos resultados do sistema atual, o impacto do protocolo apresenta uma melhoria nos resultados quer por doente quer na média dos hospitais simulados. Note-se que a média, embora apresente um valor elevado (63 dias) de máximo, encontra-se em 75% dos valores localizada abaixo dos 49 dias conforme se centrava o protocolo simulado no *Capítulo 6.2.3*. Por outro lado, os doentes, apresentam um tempo de espera, 75% dos simulados, abaixo dos 46 dias. O máximo apresentado de 373 dias refere-se aos *outliers* da amostra não removidos numa primeira análise, embora um valor menor comparativamente aos 420 dias iniciais (*Tabela 6.4.*).

## 8.3. Análise de resultados – proposta otimizada

### 8.3.1. Análise de resultados: Região A

Segue-se a *Tabela 8.2.* com informação descritiva da região A.

*Tabela 8.2. Análise Estatística dos tempos de espera da Região A*

			t <sub>A</sub> (dias)	t <sub>B</sub> (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	1,5	41,0
		Mediana	2	36
		Moda	2	36
	Dispersão	Desvio-Padrão	1,0	33,3
		Mínimo	0	1
	Posição	Q1	1	20
		Q2	2	36
		Q3	2	55
		Máximo	3	138
	Forma	Coefficiente de Assimetria	0	2,1
		Curtose (k)	-0,9	4,1

Uma leitura comparativa com o *Capítulo 6.1.* permite concluir que o tempo de espera nesta fase inicial reduziu de  $14 \pm 26$  dias para  $2 \pm 1$  dias, isto é, uma redução de 86%. Esta alteração significativa deve-se à formulação do grupo de triagem inicial na presença do pneumologista e do radiologista. Esta facilitação à entrada torna-se uma mais valia, uma vez que, considerada como «resistência à entrada» no *Capítulo 6.1.*, passa a ser um compasso de tempo reduzido de início do processo.

Pela utilização dos NAC, o tempo da PET permanece como um obstáculo uma vez que em nada alterado da configuração inicial. Contudo, o auxílio e acompanhamento do Enfermeiro-Gestor poderá reduzir em parte o tempo de espera, com estimativa não significativa dadas as condições expostas.

## 8.3.2. Análise de resultados: Região B

Segue-se a *Tabela 8.3.* com informação descritiva da região B.

*Tabela 8.3. Análise Estatística dos tempos de espera da Região B*

			1º Exame		2º Exame		
			$t_c$ (dias)	$t_{D_1}$ (dias)	$t_{C_2}$ (dias)	$t_{D_2}$ (dias)	
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	15,7	3,8	3,8	2,7	
		Mediana	5	3	0	0	
		Moda	1	2	0	0	
	Dispersão	Desvio-Padrão	27,2	2,7	5,4	3,8	
	Posição	Mínimo	1	0	0	0	
		Q1	3	2	0	0	
		Q2	5	3	0	0	
		Q3	11	6	5	6	
		Máximo	124	11	21	21	
	Forma	Coefficiente de Assimetria	2,7	0,5	1,5	1,6	
		Curtose (k)	9,9	2,7	4,7	6,2	
	Representatividade (%)			100		50,6	

*Considere  $t_{C_i}$  e  $t_{D_i}$  o tempo de espera e realização do exame anatomopatológico*

Os tempos da Anatomia Patológica representam um desafio no processo. Propomos a redução em 50% dos tempos de espera com o reforço da equipa de Anatomopatologistas. É urgente a redução dos tempos de espera, ainda que, a longo prazo seria uma região de investimento.

A redução do número de *loops* nesta fase justifica-se à multidisciplinaridade proposta na triagem da etapa anterior. Desta forma, há um encurtamento substancial de cerca de  $4 \pm 12$  dias relativos aos 10% dos doentes simulados que realizaram o 3º Exame. Este valor é substancial, reduzindo em cerca de 30 dias o tempo dos doentes, condicionando numa subamostra de realização de três exames.

### 8.3.3. Análise de resultados: Região C

Segue-se a *Tabela 8.4.* com informação descritiva da região C.

*Tabela 8.4. Análise Estatística dos tempos de espera da Região C.*

			t <sub>E</sub> (dias)	t <sub>F</sub> (dias)
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	1,5	7,1
		Mediana	2	0
		Moda	2	0
	Dispersão	Desvio-Padrão	1,0	21,6
	Posição	Mínimo	0	0
		Q1	1	0
		Q2	2	0
		Q3	2	2
		Máximo	3	131
	Forma	Coeficiente de Assimetria	0	3,9
		Curtose (k)	-0,9	16,4

Os tempos relativos à reunião multidisciplinar apresentam-se da mesma forma que a primeira análise, uma vez que as reuniões coincidem no tempo, o padrão estatístico repete-se. Por último, os tempos de cirurgia, não houve intervenção substancial. Contudo, o reforço da multidisciplinaridade conforme é apresentado na *Figura 8.1*, poderá ter efeitos benéficos neste tempo precedente à terapêutica. Ainda assim, não foi contemplado no modelo de simulação dado que não há medidas interventivas, propostas a nível de reestruturação dos outros serviços, envolvidos neste trabalho.

Salienta-se a condensação à reunião terapêutica das duas etapas destacadas na Região C no *Capítulo 6.1*, reduzindo em 10 dias o tempo de espera, isto é, a redução de 41% do tempo desta região.

## 8.4. Visão sumária do impacto nos tempos de espera

A reestruturação do serviço, conforme foi apresentada, reduz para 60% o tempo praticado. Desta forma, retomando as *guidelines* do *Capítulo 2*, apresenta-se novamente de forma a transparecer pelo crivo desta classificação. Acrescentam-se, na *Tabela 8.5.*, os desvios relativamente à *Tabela 2.11* do *Capítulo 2* em relação à representatividade do cumprimento proposto por cada instituição.

**Tabela 8.5.** Avaliação dos valores simulados nos tempos regulamentados (Proposta).

		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	
E.U.A	IOM <sup>(b)</sup>	100% (↑ 9,5 pp)				
	ACCP <sup>(c)</sup>	100% (↑ 14,3 pp)				
Reino Unido	NOLCP <sup>(d)</sup>	64,9% (↑ 32,9 pp)				
					90,7% (↑ 15,6 pp)	
	NHS <sup>(e)</sup>	100% (↑ 9,5 pp)				
		73,5% (↑ 31,3 pp)				
					91,9% (↑ 15,7 pp)	
	BTS <sup>(f)</sup>	100% (↑ 9,5 pp)				
Escócia	SEHD <sup>(g)</sup>	72,5% (↑ 27,5 pp)				
					91,9% (↑ 15,7 pp)	
Dinamarca	DLCG <sup>(h)</sup>	100% (↑ 14,3 pp)				
		49,0% (↑ 33,0 pp)				
		59,1% (↑ 43,1 pp)				
					89,4% (↑ 24,1 pp)	
Suécia	SLCG <sup>(i)</sup>	59,1% (↑ 30,7 pp)				
					89,7% (↑ 24,4 pp)	
Holanda	IKNL <sup>(j)</sup>	100% (↑ 14,3 pp)				
					89,4% (↑ 19,1 pp)	
Canadá	CSSO <sup>(k)</sup>	43,3% (↑ 12,7 pp)				
					89,4% (↑ 24,1 pp)	
Austrália	COAG <sup>(l)</sup>	100% (↑ 8,2 pp)				
		60,3% (↑ 33,0 pp)				
					89,7% (↑ 24,4 pp)	
Normas Nacionais	Portugal <sup>(m)</sup>	100% (↑ 8,2 pp)				
					89,4% (↑ 24,1 pp)	

*Informações complementares na página seguinte (v.s.f.f.)*

---

**Informações da Tabela 8.5.**

---

Lista de Siglas:

(b) IOM – Institute of medicine (USA); (c) ACCP – American College of Chest Physicians; (d) NOLCP – National optimal lung cancer pathway; (e) NHS – National Health Service; (f) BTS – British Thoracic Society; (g) SEHD- Scottish Government Health and Social Care Directorates (h) DLCCG – Danish lung cancer group; (i) SLCG – Swedish lung cancer group; (j) IKNL – Netherlands comprehensive cancer organisation; (k) CSSO – Canadian Society for surgical oncology (l) COAG - Council of Australian Governments

Referenciação Bibliográfica:

(b) McGinnis et al., 2015; (c) Alberts et al., 2003; (d) Lung Cancer Clinical Expert Group, 2017; (e) NHS Cancer plan, 2000; (f) BTS recommendations, 1998; (g) Cancer in Schotland, 2001; (h) Hillerdal, 1999; (i) Van der Drift et al., 2012; (j) Simunovic, et al., 2001; (k) Thomas, 2016; (l) Stirling et al., 2014; (n) Norma 032/2013 Direção-Geral da Saúde, 2013;

Legenda:

pp (pontos percentuais)

↑ (aumentou relativamente à performance da análise da amostra inicial, observada)

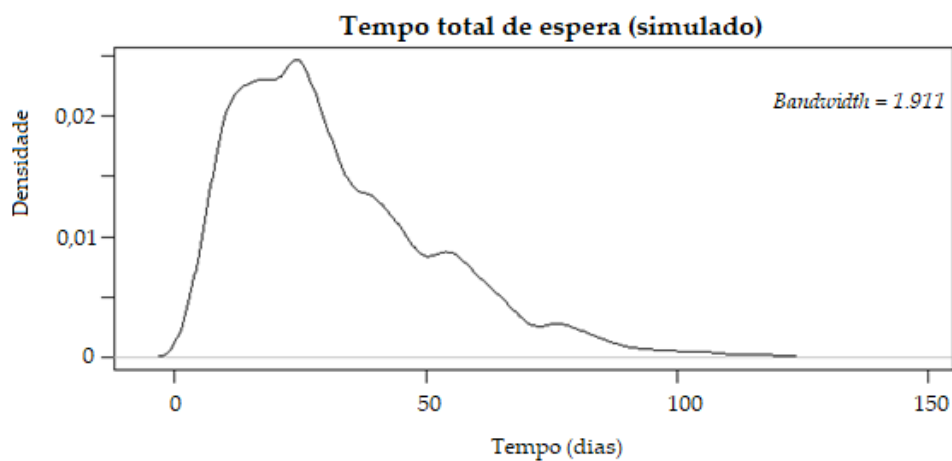
---

Pela tabela anterior, é possível concluir que todos os tempos tiveram uma melhoria substancial, entre os 7,8 e os 43,1 pp percentuais de diferença aos dados da simulação do sistema atual, revelando uma melhoria em todos os valores de tempo, aproximando-se do recomendado. O protocolo otimizado do Reino Unido, proposto para ser cumprido em 49 dias foi satisfeito em cerca de 65% dos doentes simulados. A remoção dos *outliers* surgirá como a validação do modelo, uma vez que não seria um critério viável o ajuste aos valores atípicos. O valor esperado do tempo total é de  $33 \pm 21$  dias. Segue-se a Tabela 8.5. e a Figura 8.3. da mesma forma que nos outros capítulos de simulação sem *outliers*.

**Tabela 8.6.** Avaliação dos valores simulados da proposta otimizada (doentes e hospitais) sem outliers.

Características da Simulação		Nº Hospitais	Doentes	
			Hospitais	
		Nº Doentes / Hospital	$t_{TOTAL}$ (dias)	$\bar{t}_{TOTAL}$ (dias)
		1 000		
		77		
Medidas Estatísticas	Tendência Central	Média	32,3	32,3
		Mediana	27	32
		Moda	24	32
	Dispersão	Desvio-Padrão	20,3	2,4
	Posição	Mínimo	2	24
		Q1	17	31
		Q2	27	32
		Q3	43	34
		Máximo	132	40
	Forma	Coeficiente de Assimetria	1,1	0,1
Curtose (k)		1,2	3,1	
Dimensão amostral			77 000	1 000

**Figura 8.3.** Densidade dos tempos totais de espera simulados sem outliers



A distribuição revela que o cenário proposto é favorável e responde à melhoria necessária no Serviço. De acordo com as normas do Reino Unido, em que o tempo total não deve ultrapassar os 62 dias o protocolo proposto simulou cerca de 90% (↑ 16,5 pp) dos doentes que cumpre o valor sugerido.

De acordo com as normas nacionais, o tempo até à primeira consulta não deve ultrapassar os 14 dias, a realização da PET até 30 dias após a triagem, satisfeito em 100% e 50% dos casos, respetivamente. Por último, invocadas as normas canadianas em que até ao diagnóstico o tempo máximo é de 28 dias em 60% dos casos (↑ 16,7 pp relativamente à análise da amostra original) e até ao início da terapêutica de 14 dias, unânime com as recomendações da Dinamarca e da Austrália, satisfeita em 100% dos casos simulados. Comparativamente ao cenário apresentado no *Capítulo 6.1*. é interessante ver que a melhoria é notória, quer no tempo máximo quer no tempo médio de espera comparativamente ao estudo realizado nos *Capítulos 5 e 6*.

## 9. Conclusão e trabalho futuro

A presente dissertação surge como contributo científico em duas vertentes. A primeira consiste na resposta prática ao problema identificado e a segunda numa proposta de metodologia de investigação de Serviços hospitalares complexos através de simulação.

A identificação do problema e a previsão, através de algoritmos próprios, da mortalidade a longo prazo permitiu enquadrar o problema enquanto motivação ao trabalho. A revisão bibliográfica permitiu identificar diversos problemas em Serviços hospitalares, mas a escassez de trabalhos de simulação publicados e propostas desta natureza permitem a apresentação desta tese com carácter de novidade científica.

Desta forma, o desenho do fluxograma da sequência de etapas percorridas pelos doentes no SP e a análise do histórico próximo deste Serviço permitiu uma avaliação da realidade, apresentando um estudo de simulação que envergou um horizonte mais abrangente desta realidade apresentando a análise de resultados possíveis, embora não observados resultantes do estudo de simulação.

A dificultada acessibilidade às recomendações nacionais e a apresentação das normas internacionais coligidas e utilizadas ao longo desta dissertação, surge como um trabalho necessário de orientação aos Serviços especializados proposto como trabalho futuro às entidades reguladoras.

A proposta de um novo protocolo permitirá a resolução dos problemas identificados, apresentando-se o presente trabalho como um estudo globalizante deste Serviço médico em particular, extensível a qualquer Serviço enquanto metodologia transversal de análise.

Por outro lado, como trabalho futuro, antevê-se o desenvolvimento de uma ferramenta informática projetada nesta dissertação e um estudo de economia da saúde com avaliação custo-benefício. Estes constituem o desfecho do projeto neste Serviço particular, contudo há necessidade de uma avaliação permanente através de uma gestão eficiente. A avaliação de custos não foi matéria desta dissertação, contudo as medidas propostas são perfeitamente implementáveis no enquadramento atual do HFF.

Concluindo, o cancro do pulmão deve ser considerado uma doença altamente letal, muitas vezes silenciosa na sua fase inicial, em que o combate contra o tempo pode ser crucial para o desfecho final. Desta forma, o presente protocolo visa encurtar o tempo de espera, possibilitando que o período de estudo da suspeita seja mais reduzido na esperança de que os cuidados propostos permitam melhor qualidade ao doente, criando condições para um Serviço de excelência e para uma melhor prestação de cuidados integrados. O Serviço é analisado como um todo, propondo as ferramentas necessárias para as implementações que respondam de forma eficiente aos desafios identificados.

## 10. Referências Bibliográficas

- Aasebø, U., Strøm, H. H., & Postmyr, M. (2012). The Lean method as a clinical pathway facilitator in patients with lung cancer. *The clinical respiratory journal*, 6(3), 169-174.
- Agrawal, V. Rangarajan (2018.), PET/CT in Lung Cancer, Clinicians' Guides to Radionuclide Hybrid Imaging, Disponível a partir de [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72661-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72661-8_2)
- Akaike, H. (1998). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In *Selected papers of hirotugu akaike* (pp. 199-213). Springer, New York, NY.
- Alberts, W. M., Bepler, G., Hazelton, T., Ruckdeschel, J. C., & Williams Jr, J. H. (2003). Practice organization. *Chest*, 123(1), 332S-337S.
- Allen, M., Spencer, A., Gibson, A., Matthews, J., Allwood, A., Prosser, S., & Pitt, M. (2015). Right cot, right place, right time: improving the design and organisation of neonatal care networks—a computer simulation study.
- Alteri, R., Kalidas, M. (2016) American Cancer Society - What Is Non-Small Cell Lung Cancer? Disponível a partir de <https://www.cancer.org/cancer/non-small-cell-lung-cancer/about/what-is-non-small-cell-lung-cancer.html> (consultado em janeiro 2019)
- Amaran, S., Sahinidis, N. V., Sharda, B., & Bury, S. J. (2016). Simulation optimization: a review of algorithms and applications. *Annals of Operations Research*, 240(1), 351-380.
- Anggondowati, T., Ganti, A. K., Watanabe-Galloway, S., Haynatzki, G., & Islam, K. M. (2016). Effect of time to treatment on survival in non-small cell lung cancer.
- Asch, S. M., Kerr, E. A., Hamilton, E. G., Reifel, J. L., & McGlynn, E. A. (2000). *Quality of care for oncologic conditions and HIV: a review of the literature and quality indicators*.
- Baldwin, D., (2019) National Optimal Lung Cancer Pathway and Implementation Guide NOLCP. Cancer Research UK, Disponível a partir de [https://www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/lung\\_cancer\\_implementation\\_guide\\_august\\_2017.pdf](https://www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/lung_cancer_implementation_guide_august_2017.pdf) (consultado em maio de 2019)
- Ball, J., Balogh, E., & Miller, B. T. (Eds.). (2015). Improving diagnosis in health care. National Academies Press.
- Banks, J., Carson, I. I., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2005). Discrete-event system simulation. Pearson.
- Barros, P. P. (2013). Economia da saúde, Coimbra, Leya (p. 23)
- Barroso, S., (2007) A Pessoa com Cancro, Conhecer para vencer, Volume 2, Sociedade Portuguesa de Oncologia. Disponível a partir de [https://www.sponcologia.pt/fotos/editor2/publicacoes/vol.2\\_a\\_pessoa\\_com\\_cancro.pdf](https://www.sponcologia.pt/fotos/editor2/publicacoes/vol.2_a_pessoa_com_cancro.pdf) (Consultado em abril 2019)
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2001). *Principles of biomedical ethics*. Oxford University Press, USA.

- Belmont report (1979) Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. The national commission for the protection of human subjects of biomedical and behavioral research. Department of Health, Education and Welfare. Disponível a partir de [https://www.hhs.gov/ohrp/sites/default/files/the-belmont-report-508c\\_FINAL.pdf](https://www.hhs.gov/ohrp/sites/default/files/the-belmont-report-508c_FINAL.pdf) (consultado em maio 2019)
- Benn, B. S., Parikh, M., Tsau, P. H., Seeley, E., & Krishna, G. (2019). Using a Dedicated Interventional Pulmonology Practice Decreases Wait Time Before Treatment Initiation for New Lung Cancer Diagnoses. *Lung*, 1-7.
- Bernardino, M. (2017) Gestão em Saúde. Organização interna dos serviços. Almedina.
- Bessa, M. R. R. (2013). A densificação dos princípios da bioética em Portugal. Estudo de caso: a atuação do CNECV.
- Bjerager, M., Palshof, T., Dahl, R., Vedsted, P., & Olesen, F. (2006). Delay in diagnosis of lung cancer in general practice. *Br J Gen Pract*, 56(532), 863-868.
- Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellström, T. (2006). Basic epidemiology. World Health Organization.
- Brailsford, S. C., & Hilton, N. A. (2001). A comparison of discrete event simulation and system dynamics for modelling health care systems.
- Brambilla, E., Pugatch, B., Geisinger, K., Gal, A., Sheppard, M. N., & Guinee, D. G. (2004). Large cell carcinoma. *World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Tumours of the Lung, Pleura, Thymus and Heart*, 48.
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 68(6), 394-424.
- Brewer, M. J., Butler, A., & Cooksley, S. L. (2016). The relative performance of AIC, AICc and BIC in the presence of unobserved heterogeneity. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(6), 679-692.
- BTS recommendations (1998) Lung Cancer Working Party of the British Thoracic Society Standards of Care Committee. BTS recommendations to respiratory physicians for organising the care of patients with lung cancer. *Thorax*, 53(suppl 1), S1-S8.
- Buccheri, G., & Ferrigno, D. (2004). Lung cancer: clinical presentation and specialist referral time. *European Respiratory Journal*, 24(6), 898-904.
- Canada - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization. Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/124-canada-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Cancer in Scotland. (2001) Action for change. Edinburgh, Scottish Executive.
- Cancer mortality database, World Health organization – International agency for research on cancer. Disponível a partir de <http://www-dep.iarc.fr/WHOdb/WHOdb.htm>. (consultado em janeiro 2019)

- Cardoso, G., Luengo, A., Trancas, B., Vieira, C., & Reis, D. (2009). Aspectos psicológicos do doente oncológico. *Psilogos: Revista do Serviço de Psiquiatria do Hospital Prof. Dr. Fernando Fonseca, EPE*, 8-18.
- Castro, R., (2015) The Empirical Distribution Function and the Histogram, Eindhoven University of Technology, Disponível a partir de [https://www.win.tue.nl/~rmcastro/2WS17/files/ecdf\\_hist.pdf](https://www.win.tue.nl/~rmcastro/2WS17/files/ecdf_hist.pdf) (Consultado em dezembro 2018)
- Chambers, S. K., Baade, P., Youl, P., Aitken, J., Occhipinti, S., Vinod, S., & Zorbas, H. (2015). Psychological distress and quality of life in lung cancer: the role of health-related stigma, illness appraisals and social constraints. *Psycho-Oncology*, 24(11), 1569-1577.
- Chambers, S. K., Dunn, J., Occhipinti, S., Hughes, S., Baade, P., Sinclair, S., & O'Connell, D. L. (2012). A systematic review of the impact of stigma and nihilism on lung cancer outcomes. *BMC cancer*, 12(1), 184.
- Clinical Guidelines London. (2011). National Institute for Healthcare and Health Excellence. Lung cancer: diagnosis and management. Disponível a partir de <https://nice.org.uk/guidance/cg121> (Consultado em dezembro 2018)
- Código Deontológico Ordem dos Enfermeiros (2009). Código deontológico do enfermeiro. *Estatuto da OE*. (Inserido no Estatuto da OE republicado como anexo pela Lei n.º 111/2009 de 16 de Setembro) Disponível a partir de <https://www.enfermagem.edu.pt/images/stories/CodigoDeontologico.pdf> (Consultado em maio de 2019)
- Cohen, M. Z., Ferrell, B. R., Vrabel, M., Visovsky, C., & Schaefer, B. (2010, September). What does it mean to be an oncology nurse? Reexamining the life cycle concepts. In *Oncology Nursing Forum* (Vol. 37, No. 5).
- Coory, M., Gkolia, P., Yang, I. A., Bowman, R. V., & Fong, K. M. (2008). Systematic review of multidisciplinary teams in the management of lung cancer. *Lung cancer*, 60(1), 14-21.
- Costa, C. (2015). Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca, EPE (HFF): 20 anos de existência. *Revista Clínica do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca*, 3, 40-43.
- Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The new industrial engineering: information technology and business process redesign.
- Decreto Lei 203/2008, de 10 de Outubro - Diário da República n.º 197/2008, Série I de 2008-10-10, Ministério da Saúde. Disponível a partir de <https://dre.pt/application/conteudo/452762> (Consultado em dezembro de 2018)
- Decreto Lei 382/91, de 9 de Outubro - Diário da República n.º 232/1991, Série I-A de 1991-10-09, Ministério da Saúde. Disponível a partir de <https://dre.pt/application/conteudo/288234> (Consultado em dezembro de 2018)
- Delignette-Muller, M. L., & Dutang, C. (2015). fitdistrplus: An R package for fitting distributions. *Journal of Statistical Software*, 64(4), 1-34.

- Detterbeck, F. C., Boffa, D. J., Kim, A. W., & Tanoue, L. T. (2017). The eighth edition lung cancer stage classification. *Chest*, 151(1), 193-203.
- E.U.A - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization. Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/620-portugal-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Eberhardt, W. E., Mitchell, A., Crowley, J., Kondo, H., Kim, Y. T., Turrisi III, A., & Rami-Porta, R. (2015). The IASLC lung cancer staging project: proposals for the revision of the M descriptors in the forthcoming eighth edition of the TNM classification of lung cancer. *Journal of thoracic oncology*, 10(11), 1515-1522.
- Ellis, P. M., & Vandermeer, R. (2011). Delays in the diagnosis of lung cancer. *Journal of thoracic disease*, 3(3), 183.
- Entidade Reguladora da Saúde, Tempos Máximos de Resposta Garantidos (TMRG) (2017). Disponível a partir de <https://www.ers.pt/pages/509> (Consultado em março 2019)
- Ettinger DS, Wood DE, Aisner DL, et al. Non–Small Cell Lung Cancer, Version 5.2017, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw* (2017); 15:504-535
- Europe - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization. Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/908-europe-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Fishman, G. S. (2013). *Discrete-event simulation: modeling, programming, and analysis*. Springer Science & Business Media.
- Fonseca, F., Carapeto, C., (2014) *Administração Pública – Modernização, qualidade e inovação*. Edições Sílabo.
- Fraser RS, Müller NL, Colman N, Pare PD (1999). Pulmonary carcinoma. In: Fraser's and Pare's Diagnosis of Diseases of the Chest, Fraser RS, Müller NL, Colman N, Pare PD, eds., WB Saunders: Philadelphia , pp. 1069-1228.
- Freeman, R. E. (2010). *Strategic management: A stakeholder approach*. Cambridge university press.
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & De Colle, S. (2010). *Stakeholder theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fu, M. C. (1994). Optimization via simulation: A review. *Annals of Operations Research*, 53, 199–247.
- Fung-Kee-Fung, M., Maziak, D. E., Pantarotto, J. R., Smylie, J., Taylor, L., Timlin, T., & Madore, S. (2018). Regional process redesign of lung cancer care: a learning health system pilot project. *Current Oncology*, 25(1), 59.
- Gail, M., Krickeberg, K., Samet, J., Tsiatis, A., & Wong, W. (2007). Statistics for biology and health - Kaplan–Meier Survival Curves and the Log–Rank Test.
- Gardner, ES e McKenzie, E. (1985). Tendências de previsão em séries temporais. *Management Science* , 31 (10), 1237–1246. <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.10.1237>

- Gill B, (2017). ACE - Accelerate, Coordinate, Evaluate Programme. Improving diagnostic pathways for patients with suspected lung cancer. Disponível a partir de [https://www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/ace\\_lung\\_pathways\\_exec\\_summary\\_v1.pdf](https://www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/ace_lung_pathways_exec_summary_v1.pdf) (Consultado em janeiro 2019)
- Goldstraw, P., Chansky, K., Crowley, J., Rami-Porta, R., Asamura, H., Eberhardt, W. E., & Rami-Porta, R. (2016). The IASLC lung cancer staging project: proposals for revision of the TNM stage groupings in the forthcoming (eighth) edition of the TNM classification for lung cancer. *Journal of Thoracic Oncology*, 11(1), 39-51.
- Gomes, A. D. (2011). *Psicologia das organizações, do trabalho e dos recursos humanos*. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press.
- Gould, M. K., Ghaus, S. J., Olsson, J. K., & Schultz, E. M. (2008). Timeliness of care in veterans with non-small cell lung cancer. *Chest*, 133(5), 1167-1173.
- Graves, K. D., Arnold, S. M., Love, C. L., Kirsh, K. L., Moore, P. G., & Passik, S. D. (2007). Distress screening in a multidisciplinary lung cancer clinic: prevalence and predictors of clinically significant distress. *Lung cancer*, 55(2), 215-224.
- Günel, M. M., & Pidd, M. (2010). Discrete event simulation for performance modelling in health care: A review of the literature. *Journal of Simulation*, 4(1), 42-51.
- Hamilton, W., Peters, T. J., Round, A., & Sharp, D. (2005). What are the clinical features of lung cancer before the diagnosis is made? A population based case-control study. *Thorax*, 60(12), 1059-1065.
- Hammerschmidt, S., & Wirtz, H. (2009). Lung cancer: current diagnosis and treatment. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106(49), 809.
- Henriques, T. (2019). *Gestão de Sistemas de Informação. Frameworks, Modelos e Processos*. FCA. Teoria da Gestão de Benefício. (Adaptação da Figura 3.25 da p. 108)
- Hespanhol, V., Parente, B., Araujo, A., Cunha, J., Fernandes, A., Figueiredo, M. M., & Queiroga, H. (2013). Lung cancer in Northern Portugal: A hospital-based study. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*, 19(6), 245-251.
- Hillerdal, G. (1999). Recommendations from the Swedish Lung Cancer Study Group: Shorter waiting times are demanded for quality in diagnostic work-ups for lung care. *Swedish Med J*, 96, 4691.
- Hiroshima, K., & Mino-Kenudson, M. (2017). Update on large cell neuroendocrine carcinoma. *Translational lung cancer research*, 6(5), 530.
- Holt, CE (1957). Previsão de sazonais e tendências por médias exponencialmente ponderadas. Instituto Carnegie de Tecnologia, Pittsburgh, EUA. (pp. 20 - 41) <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015>
- Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018) *Forecasting: principles and practice*, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. Disponível a partir de <https://otexts.com/fpp2/> (Consultado em junho 2019)
- INE (2018), Instituto Nacional de Estatística, Estatísticas oficiais – Causas de morte 2016, Statistics Portugal.

- INE (2019), Instituto Nacional de Estatística, Estatísticas oficiais – Causas de morte 2017, Statistics Portugal.
- Jain, D. Squamous cell carcinoma. PathologyOutlines.com website. Disponível a partir de <http://www.pathologyoutlines.com/topic/lungtumorscc.html> (Consultado em janeiro 2019)
- Jonsen, A. R., Siegler, M., & Winslade, W. J. (1999). *Ética Clínica*. Lisboa: McGraw-Hill, p. 53-65
- Jun, J. B., Jacobson, S. H., & Swisher, J. R. (1999). Application of discrete-event simulation in health care clinics: A survey. *Journal of the operational research society*, 50(2), 109-123.
- Juramento de Hipócrates. Sociedade Portuguesa de Urologia. Disponível a partir de <https://apurologia.pt/wp-content/uploads/2018/10/jur-hip.pdf> (Consultado em abril 2019).
- Karnon, J., Stahl, J., Brennan, A., Caro, J. J., Mar, J., & Möller, J. (2012). Modeling using discrete event simulation: a report of the ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force–4. *Medical decision making*, 32(5), 701-711.
- Kay, F. U., Kandathil, A., Batra, K., Saboo, S. S., Abbara, S., & Rajiah, P. (2017). Revisions to the Tumor, Node, Metastasis staging of lung cancer: Rationale, radiologic findings and clinical implications. *World journal of radiology*, 9(6), 269.
- Kleihues, P. C. W. K., & Cavenee, W. (2000). World Health Organization classification of tumours. *Cancer*, 88(2887), 1097-0142.
- Kontodimopoulos, N., Paleologou, V., & Niakas, D. (2009). Identifying important motivational factors for professionals in Greek hospitals. *BMC health services research*, 9(1), 164.
- Koyi, H., Hillerdal, G., & Brandén, E. (2002). Patient's and doctors' delays in the diagnosis of chest tumors. *Lung cancer*, 35(1), 53-57.
- Kufe DW, Pollock RE, Weichselbaum RR, et al. (2003). *Holland-Frei Cancer Medicine*. 6th edition. Role of the Oncology Nurse. Hamilton (ON): BC Decker.
- Landreneau RJ, Hazelrigg SR (1996) – Video-Assisted Thoracic Surgery – In *Comprehensive Textbook of Thoracic Oncology* edited by Aisner J, Arriagada R, et al., p.965-979
- Leary, A., & Corrigan, P. (2005). Redesign of thoracic surgical services within a cancer network-using an oncology focus to inform change. *European Journal of Oncology Nursing*, 9(1), 74-78.
- Lee, D. T., Mackenzie, A. E., Dudley-Brown, S., & Chin, T. M. (1998). Case management: a review of the definitions and practices. *Journal of advanced nursing*, 27(5), 933-939.
- Lennon, F. E., Cianci, G. C., Cipriani, N. A., Hensing, T. A., Zhang, H. J., Chen, C. T. & Salgia, R. (2015). Lung cancer: a fractal viewpoint. *Nature reviews Clinical oncology*, 12(11), 664.
- Leung, B., Laskin, J., Wu, J., Bates, A., & Ho, C. (2019). Assessing the Psychosocial Needs of Newly Diagnosed Patients with Non-Small Cell Lung Cancer: Identifying Factors Associated with Distress. *Psycho-Oncology*.
- Lieberman, M., Lieberman, D., Sampalis, J. S., & Mulder, D. S. (2006). Delays to surgery in non-small-cell lung cancer. *Canadian journal of surgery*, 49(1), 31.

- Lim, W., Ridge, C. A., Nicholson, A. G., & Mirsadraee, S. (2018). The 8th lung cancer TNM classification and clinical staging system: review of the changes and clinical implications. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 8(7), 709.
- Lung Cancer Clinical Expert Group (2017). National Optimal Lung Cancer Pathway and Implementation Guide. Version 2.0. Disponível a partir de [www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/national\\_optimal\\_lung\\_pathway\\_aug\\_2017.pdf](http://www.cancerresearchuk.org/sites/default/files/national_optimal_lung_pathway_aug_2017.pdf) (consultado em abril 2019)
- Luo, Q., Yu, X. Q., Wade, S., Caruana, M., Pesola, F., Canfell, K., & O'Connell, D. L. (2018). Lung cancer mortality in Australia: Projected outcomes to 2040. *Lung Cancer*, 125, 68-76.
- Lyratzopoulos, G., Vedsted, P., & Singh, H. (2015). Understanding missed opportunities for more timely diagnosis of cancer in symptomatic patients after presentation. *British journal of cancer*, 112(s1), S84.
- Mak, K., & Kum, C. K. (2005). How to appraise a prognostic study. *World journal of surgery*, 29(5), 567-569.
- Malalasekera, A., Nahm, S., Blinman, P. L., Kao, S. C., Dhillon, H. M., & Vardy, J. L. (2018). How long is too long? A scoping review of health system delays in lung cancer. *European Respiratory Review*, 27(149), 180045.
- Martins J, Nogueira P (2017). Semântica em saúde, Semântica da informação em saúde 2017 ISSN: 2183-9387
- McGinnis, J. M., Lopez, M. H., & Kaplan, G. (Eds.). (2015). Transforming health care scheduling and access: Getting to now. National Academies Press.
- Menner, W. A. (1995). Introduction to modeling and simulation. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 16(1), 6-17.
- Mielczarek, B. (2016). Review of modelling approaches for healthcare simulation. *Operations Research and Decisions*, 26.
- Miller, K. D., Siegel, R. L., Lin, C. C., Mariotto, A. B., Kramer, J. L., Rowland, J. H., & Jemal, A. (2016). Cancer treatment and survivorship statistics, 2016. *CA: a cancer journal for clinicians*, 66(4), 271-289.
- Miranda M, Portugal C, (2015) Direção-Geral da Saúde, Portugal – Doenças oncológicas em números – 2015. Programa Nacional para as doenças oncológicas. Disponível a partir de <https://www.dgs.pt/estatisticas-de-saude/estatisticas-de-saude/publicacoes/portugal-doencas-oncologicas-em-numeros-2015-pdf.aspx> (consultado em janeiro 2019)
- Miranda, N., Gonçalves, M., Andrade, C., & Santos, G (2017). Programa Nacional para as doenças oncológicas. Direção Geral de Saúde.
- Monas, L., Toren, O., Uziely, B., & Chinitz, D. (2017). The oncology nurse coordinator: role perceptions of staff members and nurse coordinators. *Israel journal of health policy research*, 6(1), 66.

- Muscat, J. E., Stellman, S. D., Zhang, Z. F., Neugut, A. I., & Wynder, E. L. (1997). Cigarette smoking and large cell carcinoma of the lung. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 6(7), 477-480.
- National Comprehensive Cancer Network. (2003). Distress management. Clinical practice guidelines. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network: JNCCN*, 1(3), 344.
- NHS cancer plan, (2000). Department of Health. London: Department of Health.
- Norma da DGS 032/2013 - Diagnóstico e Tratamento do Carcinoma de Não Pequenas Células do Pulmão (nº 2 do artigo 2º do Decreto Regulamentar nº 14/2012)
- North America - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/905-north-america-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Norway - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/578-norway-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Nuñez-Perez, N., Ortíz-Barrios, M., McClean, S., Salas-Navarro, K., Jimenez-Delgado, G., & Castillo-Zea, A. (2017, November). Discrete-event simulation to reduce waiting time in accident and emergency departments: a case study in a district general clinic. In International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence (pp. 352-363). Springer, Cham.
- Olsson, J. K., Schultz, E. M., & Gould, M. K. (2009). Timeliness of care in patients with lung cancer: a systematic review. *Thorax*, 64(9), 749-756.
- Ost DE, Yeung SJ, Tanoue LT, Gould MK. Clinical and Organizational Factors in the Initial Evaluation of Patients With Lung Cancer. *Diagnosis and Management of Lung Cancer*, 3rd ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* (2013); 143(5)(Suppl):e121S–e141S.
- Pahl-Wostl, C. (2003). The importance of the human dimension in integrated assessment models and processes: actor based analysis and modeling approaches. In *Proceedings of the modelling and simulation society of Australia and New Zealand, MODSIM* (pp. 465-472).
- Pass, H. I., Carbone, D. P., Johnson, D. H., Minna, J. D., Scagliotti, G. V., & Turrisi, A. T. (2012). *Principles and Practice of Lung Cancer: the official reference text of the International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Pathways NICE (2019) - Diagnosis and staging of lung cancer, National Institute for Health and Care Excellence. Disponível a partir de: <https://pathways.nice.org.uk/pathways/lung-cancer/diagnosis-and-staging-of-lung-cancer.pdf> (consultado em dezembro 2018)
- Plano de Atividades e orçamento de 2017 – Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca (2017), Disponível a partir de <http://hff.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/06/HFF-Plano-de-Atividades-e-Or%C3%A7amento-2017-1.pdf> (consultado em dezembro 2018)

- Pope III, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., & Thurston, G. D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama*, 287(9), 1132-1141.
- Portaria 153/2017 - Diário da República, 1.ª série — N.º 86 — 4 de maio de 2017. Disponível a partir de <https://dre.pt/application/conteudo/106970981> (Consultado em março 2019)
- Portugal - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization. Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/620-portugal-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Postmus PE, Kerr KM, Oudkerk M, et al. Early and locally advanced nonsmall-cell lung cancer (NSCLC): ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* (2017); 28 (4): iv1–iv21
- Programa Nacional para as Doenças Oncológicas 2017. Direção-Geral da Saúde, (2017) Disponível a partir de <https://www.dgs.pt/em-destaque/relatorio-do-programa-nacional-para-as-doencas-oncologicas-2017.aspx> (consultado em dezembro 2018)
- Rankin, N. M., McGregor, D., Stone, E., Butow, P. N., Young, J. M., White, K., & Shaw, T. (2018). Evidence-practice gaps in lung cancer: A scoping review. *European journal of cancer care*, 27(2), e12588.
- Recomendações nacionais para diagnóstico e tratamento do cancro do pulmão. Direção-Geral da Saúde 2012. (2012) Disponível a partir de <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/recomendacoes-nacionais-para-diagnostico-e-tratamento-do-cancro-do-pulmao.aspx> (Consultado em dezembro 2018)
- Relatório anual sobre o acesso a cuidados de saúde HFF – Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca, E.P.E. (2017). Disponível a partir de [http://hff.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/06/UGA-MV-20180309-Template-Relat%C3%B3rio-Acesso-HFF\\_20180426.pdf](http://hff.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/06/UGA-MV-20180309-Template-Relat%C3%B3rio-Acesso-HFF_20180426.pdf) (Consultado em dezembro 2018)
- Robbinson, S., Cotran, R. – Patologia: Bases Patológicas das Doenças. 7ª edição, Elsevier Ltd, 2005
- Rodríguez Arce, M. A. (2008). Relación médico-paciente. *La Habana: Editorial Ciencias Médicas*, 13, 33-34.
- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern epidemiology* (Vol. 3). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Sandve, G., Nekrutenko, A., Taylor, J., & Hovig, E. (2013). Ten simple rules for reproducible computational research. *PLoS Computational Biology*, 9(10), 1–4.
- Schultz, E. M., Powell, A. A., McMillan, A., Olsson, J. K., Enderle, M. A., Graham, B. A., ... & Gould, M. K. (2009). Hospital characteristics associated with timeliness of care in veterans with lung cancer. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 179(7), 595-600.
- Seghouane, A. K., & Amari, S. I. (2007). The AIC criterion and symmetrizing the Kullback–Leibler divergence. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 18(1), 97-106.

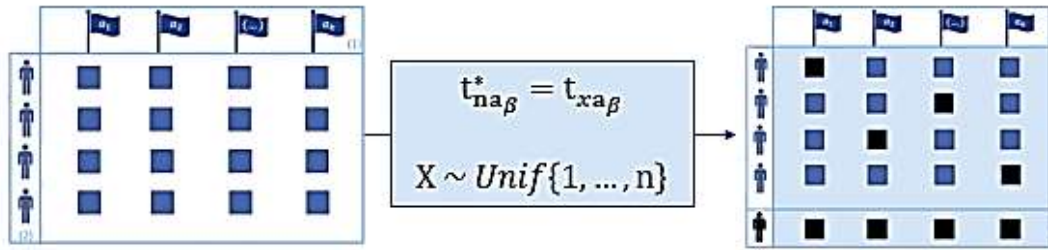
- Semini, M., Fauske, H., & Strandhagen, J. O. (2006). Applications of discrete-event simulation to support manufacturing logistics decision-making: a survey. In Proceedings of the 38th conference on Winter simulation (pp. 1946-1953). Winter Simulation Conference.
- Sheskin, D. J. (2000). Parametric and nonparametric statistical procedures. Chapman & Hall/CRC: Raton.
- Shibuya, K. (2006). Counting the dead is essential for health. *Bulletin of the World Health Organization*, 84(3).
- Shibuya, K., Inoue, M., & Lopez, A. D. (2005). Statistical modeling and projections of lung cancer mortality in 4 industrialized countries. *International journal of cancer*, 117(3), 476-485.
- Simões, J. A. (2009). Consentimento informado. *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, 25(5), 522-3.
- Simunovic, M., Gagliardi, A., McCready, D., Coates, A., Levine, M., & DePetrillo, D. (2001). A snapshot of waiting times for cancer surgery provided by surgeons affiliated with regional cancer centres in Ontario. *Cmaj*, 165(4), 421-425.
- Singh, H., Hirani, K., Kadiyala, H., Rudomiotov, O., Davis, T., Khan, M. M., & Wahls, T. L. (2010). Characteristics and predictors of missed opportunities in lung cancer diagnosis: an electronic health record-based study. *Journal of Clinical Oncology*, 28(20), 3307.
- Smith, G. P. (1994). *Human Resources Management and Development Handbook*.
- Stirling, R. G., Evans, S. M., McLaughlin, P., Senthuren, M., Millar, J., Gooi, J., ... & Conron, M. (2014). The Victorian Lung Cancer Registry pilot: improving the quality of lung cancer care through the use of a disease quality registry. *Lung*, 192(5), 749-758.
- Stuber, J., Galea, S., & Link, B. G. (2008). Smoking and the emergence of a stigmatized social status. *Social science & medicine*, 67(3), 420-430.
- Sturgis, C. D., Nassar, D. L., D'antonio, J. A., & Raab, S. S. (2000). Cytologic features useful for distinguishing small cell from non-small cell carcinoma in bronchial brush and wash specimens. *American journal of clinical pathology*, 114(2), 197-202.
- Teixeira, E., Nogueira, F. (2006) Perguntas Frequentes do Doente com Cancro do Pulmão. Sociedade portuguesa de pneumologia, Disponível a partir de <http://www.sppneumologia.pt/uploads/files/spp/PDF21.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Teixeira, L. (2009), Estadiamento do Cancro do Pulmão, *Acta Radiológica Portuguesa*, Vol.XXI, nº 84, pág. 35-38, Out.-Dez., 2009.
- The Japanese Association for Thoracic Surgery, The main diseases – Lung Cancer, Disponível ea partir de [http://jats-e.umin.jp/column/1\\_the\\_main\\_diseases.html](http://jats-e.umin.jp/column/1_the_main_diseases.html) (Consultado março 2019)
- Thomas R. (2016) Optimal Care Pathway for People with Lung Cancer. Australia: Cancer Council Australia and Cancer Australia (Australian Government) Disponível a partir de <https://www.cancer.org.au/content/ocp/health/optimal-care-pathway-for-people-with-lung-cancer-june-2016.pdf> (Consultado em abril 2019)

- Tishelman, C., Petersson, L. M., Degner, L. F., & Sprangers, M. A. (2007). Symptom prevalence, intensity, and distress in patients with inoperable lung cancer in relation to time of death. *Journal of Clinical Oncology*, 25(34), 5381-5389.
- Travis W.D., Brambilla E., Muller-Hermelink H.K., Harris C.C. (Eds.): World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Tumours of the Lung (2014), Pleura, Thymus and Heart. IARC Press: Lyon 2004
- Travis, W. D. (2011). Pathology of lung cancer. *Clinics in chest medicine*, 32(4), 669-692.
- United Kingdom - Globocan 2018, The Global Cancer Observatory – World Health Organization Disponível a partir de <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/826-united-kingdom-fact-sheets.pdf> (Consultado em janeiro 2019)
- Van de Geer, S. A. (2000). Applications of empirical process theory, volume 6 of Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics.
- Van de Vosse, D., Chowdhury, R., Boyce, A., & Halperin, R. (2015). Wait times experienced by lung cancer patients in the BC Southern Interior to obtain oncologic care: exploration of the intervals from first abnormal imaging to oncologic treatment. *Cureus*, 7(9).
- Van der Drift, M. A., Karim-Kos, H. E., Siesling, S., Groen, H. J., Wouters, M. W., Coebergh, & Janssen-Heijnen, M. L. (2012). Progress in standard of care therapy and modest survival benefits in the treatment of non-small cell lung cancer patients in the Netherlands in the last 20 years. *Journal of thoracic oncology*, 7(2), 291-298.
- Vaporciyan AA, Kies MS, Stevens CW, et al. Factors associated with the development of lung cancer. In: Kufe DW, Pollock RE, Weichselbaum RR, et al., editors. *Holland-Frei Cancer Medicine*. 6th edition. Hamilton (ON): BC Decker; (2003). Disponível a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK13329/> (Consultado em janeiro 2019)
- Verma, A., Lim, A. Y., Tai, D. Y., Goh, S. K., Kor, A. C., AA, D. B., Abisheganaden, J. (2015). Timeliness of diagnosing lung cancer: number of procedures and time needed to establish diagnosis: being right the first time. *Medicine*, 94(29).
- Wagner, E. H., Austin, B. T., Davis, C., Hindmarsh, M., Schaefer, J., & Bonomi, A. (2001). Improving chronic illness care: translating evidence into action. *Health affairs*, 20(6), 64-78.
- Wainer, G. A., & Mosterman, P. J. (2016). Discrete-event modeling and simulation: theory and applications. CRC press.
- Watson, M. D., Staton, E., Cates, G., Finn, R., Altino, K., & Burns, K. L. (2014). Use of DES Modeling for Determining Launch Availability for SLS. In *SpaceOps 2014 Conference* (p. 1607).
- Weinstein, M. C., Toy, E. L., Sandberg, E. A., Neumann, P. J., Evans, J. S., Kuntz, K. M., & Hammitt, J. K. (2001). Modeling for health care and other policy decisions: uses, roles, and validity. *Value in Health*, 4(5), 348-361.
- Wenzel, L. B., Fairclough, D. L., Brady, M. J., Cella, D., Garrett, K. M., Kluhsman, B. C., & Marcus, A. C. (1999). Age-related differences in the quality of life of breast carcinoma patients after treatment. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, 86(9), 1768-1774.

- West London Cancer Alliance (2018), National Optimal Lung Cancer Pathway Pilot, RM Partners. Disponível a partir de <http://rmpartners.nhs.uk/wp-content/uploads/2018/11/NOLCP-pathway-posters.pdf> (Consultado em maio de 2019)
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2nd ed). Springer.
- Wistuba, I. I., & Gazdar, A. F. (2006). Lung cancer preneoplasia. *Annu. Rev. Pathol. Mech. Dis.*, 1, 331-348.
- Wu, R. Large cell undifferentiated carcinoma. PathologyOutlines.com website. Disponível a partir de <http://www.pathologyoutlines.com/topic/lungtumorlargecell.html>. (Consultado em janeiro 2019)
- Wulff, C. N., Thygesen, M., Søndergaard, J., & Vedsted, P. (2008). Case management used to optimize cancer care pathways: a systematic review. *BMC health services research*, 8(1), 227.
- Yorio, J. T., Xie, Y., Yan, J., & Gerber, D. E. (2009). Lung cancer diagnostic and treatment intervals in the United States: a health care disparity?. *Journal of Thoracic Oncology*, 4(11), 1322-1330.
- Yorio, J. T., Xie, Y., Yan, J., & Gerber, D. E. (2009). Lung cancer diagnostic and treatment intervals in the United States: a health care disparity?. *Journal of Thoracic Oncology*, 4(11), 1322-1330.
- Zhang, X. (2018). Application of discrete event simulation in health care: a systematic review. *BMC health services research*, 18(1), 687.

## ANEXO A

### Construção de doentes fictícios



*Figura A Construção de Doentes Fictícios*

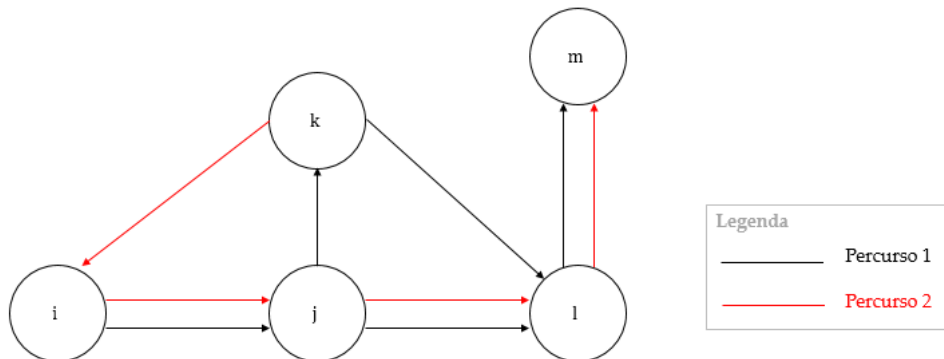
O doente fictício é construído com base numa variável aleatória  $X$  que indica para a mesma etapa qual o valor observado que constituirá o respetivo valor do doente fictício nessa etapa.

Observe-se o esquema de cores que ilustra a construção, sendo que a cor (preta) é selecionada com base na variável aleatória  $X$ .

## ANEXO B

### Modelação de percursos não lineares

Tome-se a *Figura B.1.* com a representação do grafo genérico relativo ao mesmo fenómeno, isto é, como proposta de percursos alternativos.



*Figura B.1. Representação de percursos alternativos*

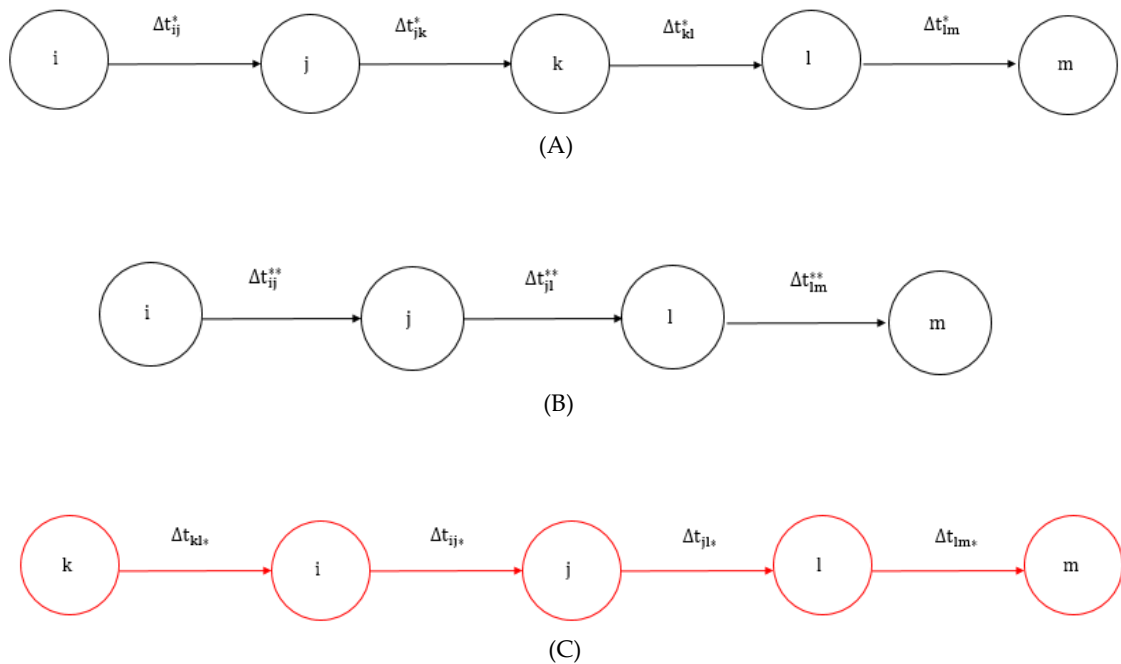
Apresentam-se dois cenários (Percurso 1 e Percurso 2). Considere-se o Percurso 1 como o percurso observado e o Percurso 2 como o percurso proposto (proposta de melhoria). É necessária a justificação de diversos pontos de alteração da arquitetura observada dos quais: a alteração do ponto inicial, isto é, a exclusão da etapa  $k$  para um instante *a priori* ao início do processo, tomando a etapa  $i$  como instante inicial, balançando o binómio benefício/prejuízo.

Por outro lado, a adaptação reformulou a ambiguidade transaccional da etapa  $j$ . Desta forma, supondo que a transição  $j \rightarrow l$ , via  $k$ , apresenta maior tempo de transação, conclui-se que será, por suposto, uma melhoria substancial no tempo final. Por outro lado, é importante a compreensão da geração do Percurso 2 a partir do Percurso 1.

Considere-se o vetor de dados (9). Considerando como  $P$  a probabilidade de ocorrência, dada pela distribuição Bernoulli, representada pela variável aleatória discreta  $P \sim \text{Bern}(p)$  onde  $p$  é a probabilidade associada  $P: \mathcal{D} \rightarrow \{0,1\}$ , em que  $\mathcal{D}$  são todos os valores da base de dados correspondente (c.f. (9) )

É de notar que, nos percursos divergentes, como representado no Percurso 1 na etapa  $j$ . A variável aleatória  $P$  é uma variável de *desempate* do percurso escolhido. Reforça-se, ainda que para casos cíclicos esta variável é fundamental, assegurada a sequencialidade do mesmo. Desta forma, o percurso simulado aproxima-se do percurso real na distribuição em etapas com divergência.

Retomando a *Figura B.1.*, a reunião multidisciplinar assegura a validação da proposta do modelo e de alterações necessárias de modo à construção de um protocolo viável. Desta forma, o Percurso 2, apresentado como resposta de melhoria face ao Percurso 1, deve passar por esta reunião. Por outro lado, é de notar que há uma alteração do decurso normal. A *Figura 3* pode ser apresentada como dois percursos lineares. Segue-se a *Figura B.2.* que descreve a ramificação com os conceitos de probabilidade de sucesso em três situações.



**Figura B2.** – Linearização de processos ramificados

**Legenda**

- (a) Representação esquemática (linear) da primeira ramificação do Percurso 1 (da Figura B.1)
- (b) Representação esquemática (linear) da segunda ramificação do Percurso 1 (da Figura B.1)
- (c) Representação esquemática (linear) do Percurso 2 (da Figura B.1)

A *Figura B.2. (b)* surge como ponto de partida para perceber a pertinência da etapa  $k$ . Através do conhecimento da ocorrência na ramificação, é possível estudar a influência desta etapa nas restantes, bem como a pertinência da sua remoção. Estes pontos de divergência surgem assim como oportunidades de melhoria. É de acrescentar que nestes pontos é necessário, através da sua representatividade e expressão compreender a sua

influência nas etapas (anteriores e posteriores) dos tempos de espera. Por vezes, a alteração do local de uma etapa pode influenciar os tempos observados, incapacitando a sua utilização na simulação de um percurso alternativo.

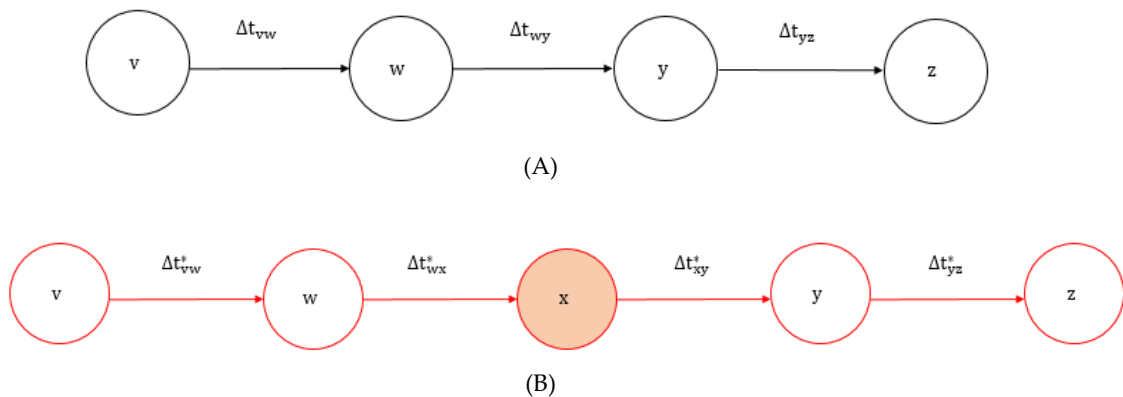
Para tal, use-se as Figuras B.2. (a) e (b) como observadas e suporte da Figura B.2. (c) que surge como proposta à primeira, constituindo respetivamente Percurso 1 e Percurso 2, clarificado na legenda (c.f. Figura 2.8.). Esclarece-se então que a ramificação apresentada nas Figura B.2. (a) e (b) permitem escrever

$$\Delta t_{ij}[n] = \Delta t_{ij}^*[n_1] + \Delta t_{ij}^{**}[n_2], n_1 \neq n_2, k = \dim\{\Delta t_{ij}[n]\}, n \in \{[1, k] \cap \mathbb{IN}\} \quad (1)$$

Por outro lado, é possível conhecer as distribuições de probabilidade de ocorrência associadas a  $\Delta t_{ij}^*$  e a  $\Delta t_{ij}^{**}$ . Reforça-se que a representatividade em pontos de divergência é fundamental para sustentar a pertinência de propostas que possam emergir destes pontos de oportunidade.

Por outro lado, observando a Figura B.2. (c) em confronto com a Figura B.2. (a), há uma clara alteração regional da etapa k. Assim, não é válido assumir que  $\Delta t_{ki_*} = \Delta t_{ki}^*$ . Desta forma, deve ser discutido em reunião um tempo que será possível executar esta etapa no contexto clínico em que se insere a melhoria, sustentado em dados bibliográficos e na experiência clínica da equipa. Esta validação torna o suporte de simulação mais robusto, credibilizando a honestidade das conclusões. Todas as associações devem ser justificadas no âmbito da simulação, uma vez que estas assunções são o suporte que levarão à validação do modelo.

A inclusão de uma etapa no percurso, não observada, associada a uma distribuição construída nos moldes da anterior, poderá ter impacto nas etapas seguintes, sendo necessário a ponderação das distribuições observadas. Tomemos como (outro) exemplo o percurso observado a representação da Figura B.3.



**Figura B.3.** Inclusão de etapas não evidenciadas no percurso inicial (A) Representação esquemática de um percurso observado possível (B) Representação esquemática de um percurso observado possível com inclusão de uma etapa

A *Figura B.3. (B)* difere pela etapa  $x$  em relação à *Figura B.3. (A)*. Contudo, a inclusão desta etapa adiciona entropia à representação inicial. É válida a associação de  $\Delta t_{vw} = \Delta t_{vw}^*$  uma vez não perturbado previamente, assuma-se como pressuposto.

A transição  $w \rightarrow y$ , *Figura A.3. (A)*, está agora subdividida sequencialmente em  $w \rightarrow x \rightarrow y$ . Separando, aditivamente, nas transições  $w \rightarrow x$  e  $x \rightarrow y$ , facilmente se poderão explorar possibilidades de análise no objetivo do trabalho.

É então necessária a atribuição de distribuições impostas, não observáveis para  $\Delta t_{wx}^*$  e  $\Delta t_{xy}^*$ , invalidando a noção de que  $\Delta t_{wy} = \Delta t_{wx}^* + \Delta t_{xy}^*$  uma vez que a inclusão da etapa  $x$  fará alterações na transição original,  $\Delta t_{wy}$ .

Por outro lado, é necessário que a desigualdade se verifique relativamente aos valores esperados das distribuições:  $E(\Delta t_{wy}) > E(\Delta t_{wx}^* + \Delta t_{xy}^*)$ , sob a condição suficiente

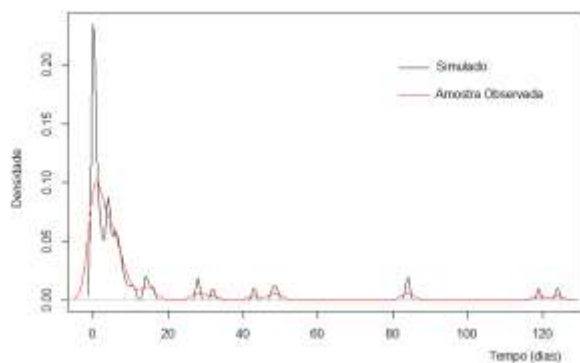
$$\sum_{i=1}^n \Delta t_{wy}[i] < \sum_{i=1}^n \{\Delta t_{wx}^* + \Delta t_{xy}^*\} \quad (2)$$

Ainda assim, a associação de  $\Delta t_{wx}^*$  e  $\Delta t_{xy}^*$  a valores teóricos, validados em reunião, deve ser realista.

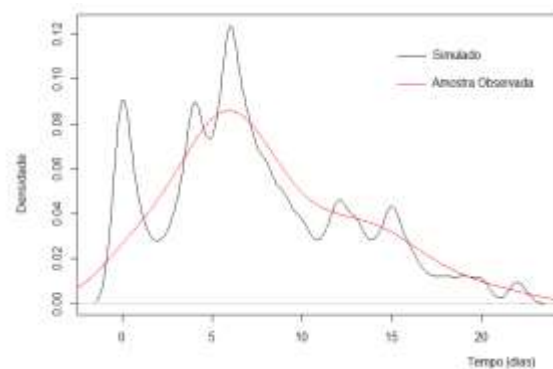
Por último, considere-se a transição  $y \rightarrow z$  na *Figura B.3.*. Porém, a inclusão da etapa  $x$  não nos garante que  $\Delta t_{yz} = \Delta t_{yz}^*$ , encontrando aqui uma oportunidade de melhoria. A etapa  $x$  é o suporte de otimização do processo, com influência direta na etapa descrita anteriormente e com repercussões nos tempos posteriores, minimizando-os. Desta forma afirma-se que  $\Delta t_{yz} = \beta \times \Delta t_{yz}^*$ ,  $\beta \in ]0, 1[$ . Um dos fatores que poderá estar associado a  $\beta$  pode ser a probabilidade de ocorrência não nula de tempo dessa etapa, ou ainda, o conhecimento teórico da sua influência, evidenciado na bibliografia.

Assim, conseguimos verificar que a remoção de uma etapa (etapa  $k$  da *Figura B.2. (A)*) e a inclusão de uma etapa (etapa  $x$  da *Figura B.3. (B)*) são formas de otimização do processo em estudo, garantindo as condições descritas. Desta forma a construção de um novo protocolo pode responder às perguntas decisivas deste trabalho «*Tem melhoras globais e realistas no tempo de espera final?*».

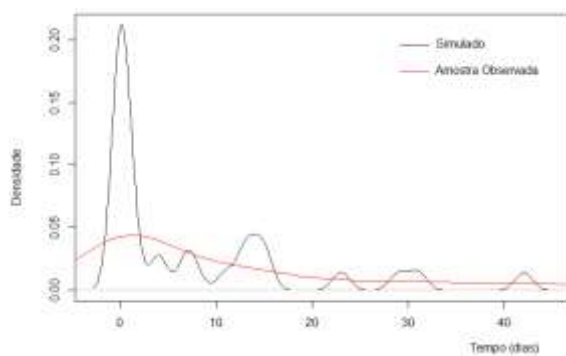
## ANEXO C



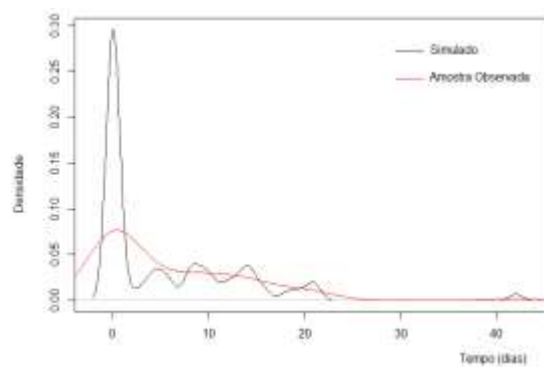
(A)



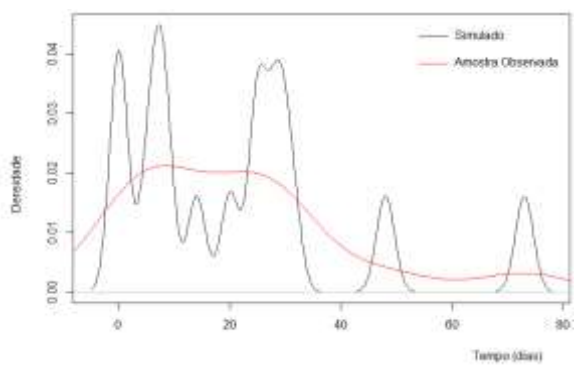
(B)



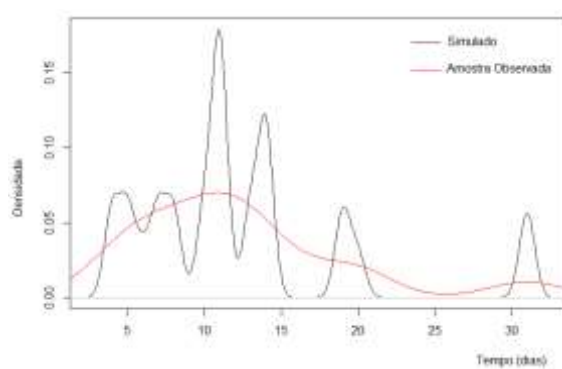
(C)



(D)



(E)



(F)

*Figura C. Averiguação da validade das distribuições simuladas na Anatomia Patológica (A), (C) e (E) referem-se aos tempos de espera até à realização dos 1º, 2º e 3º exames de anatomia patológica respetivamente. Pelo mesmo racional, relativamente aos tempos de espera do exame apresentam-se (B), (D) e (F)*