



Alexandra Ferreira do Carmo Martins

Licenciatura em Ciências de Engenharia Biomédica

**Modelação de pacientes num hospital do futuro:
Gestão de um centro de diagnóstico**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Biomédica

Orientador: Prof. Luís Miguel Velez Lapão, Professor Auxiliar com
Agregação Convidado da Faculdade de Ciências e Tec-
nologia, Universidade Nova de Lisboa

Júri

Presidente: Prof. Doutora Maria Isabel Simões Catarino
Arguente: Prof. Doutora Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes
Vogal: Prof. Doutor Luís Miguel Velez Lapão



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2018

Modelação de pacientes num hospital do futuro: Gestão de um centro de diagnóstico

Copyright © Alexandra Ferreira do Carmo Martins, 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 objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

In a World where you can be anything
BE KIND!

AGRADECIMENTOS

Aqui pretendo deixar os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que me acompanharam ao longo desta minha grande grande caminhada universitária.

Em primeiro lugar, à minha família, que apesar dos seus resmungos esteve sempre lá, para apoiar as minhas escolhas, que nem sempre foram as mais espertas, mas que me construíram e me fizeram chegar aqui. Um agradecimento muito especial à minha santa mãe, que para além de me aturar desde que nasci, e até antes disso... aguentou com todos meus humores bons e maus ao longo deste percurso. Inspirou-me todos os dias por ser um exemplo de mulher, lutadora, belíssima profissional e uma excelente companheira. Mãe quando for grande quero ser como tu!! Ao meu pai por me fazer lutar por aquilo que quero, ou na realidade, só para o contrariar, e que me deu aquilo que tenho de melhor, os meus irmãos! Aos meus lindos irmãos Mafalda, Rodrigo e David, de todas as idades e de todos os feitios mas acima de tudo, todos boas pessoas! Um obrigada honesto desta vossa irmã do meio.

Em segundo, aos meus amigos, meus queridos amigos que sem eles nada teria piada. Aos que me apoiaram, me puxaram para cima quando eu não tinha vontade, aos que me puseram no limite e me mostraram um mundo novo. Aos que me levaram a passear lá fora e cá dentro, os que me fizeram perder noites a estudar, a conversar, a dançar, ou simplesmente a ver carros a estacionar. Aos da escola, de Bioquímica a Biomédica, e das brincadeiras extracurriculares, algo vos une a todos o meu apreço por vocês e sem vocês a minha vida não tinha sentido. Como diz o senhor Raul Solnado "façam o favor de ser felizes!!"com muitos pontos de exclamação sim.

Por fim, um verdadeiro sentimento de gratidão por esta casa, que sempre me fez sentir muito bem recebida, e por toda a comunidade FCTense. Agora mais do que agradecimentos uma declaração de estima ao meu orientador prof. Luís Velez Lapão pela oportunidade de trabalhar em algo que realmente gosto, e por partilhar a sua paixão com os seus alunos, contagiando-os de novas ideias e de novos quereres para o futuro. E à minha coordenadora de curso, prof. Carla Quintão pela disponibilidade constante e pelo interesse nos seus alunos, por me guiar sempre que precisei, e acima de tudo pelo apoio dado no decorrer do curso.

RESUMO

Nos últimos anos, o sistema de saúde tem sofrido grandes mudanças. São vários os fatores que contribuíram para tal, sendo os mais fulcrais o envelhecimento populacional em Portugal associado ao aumento das multimorbilidades, tal como a carência no orçamento para este sector.

Esta situação vem causando cada vez maior fluxo de pacientes, muito superior ao que os hospitais conseguem suportar. Este aumento de procura de cuidados hospitalares, assim como as várias carências que existem nos serviços de saúde. Nomeadamente, a nível de equipamento técnico e de recursos humanos torna urgente a necessidade de capacitar os hospitais para estes conseguirem superar estas dificuldades, e darem resposta à procura atual e do futuro, melhorando a qualidade dos serviços prestados a todo o cidadão que deles necessitem.

Estudou-se a flexibilidade necessária numa instituição hospitalar, com o intuito de se perceber qual o impacto da Telemedicina, eHealth e mHealth nos centros de diagnóstico, através da modelação e simulação do futuro Hospital Lisboa Oriental. Estes processos constituem importantes ferramentas para os sistemas de suporte à decisão, e uma melhoria da gestão e do planeamento hospitalar.

Com a colaboração de profissionais de saúde qualificados com estas tecnologias espera-se diminuir as filas de espera, produzindo centros de diagnóstico mais eficazes, eficientes, produtivos, legítimos e equitativos.

Palavras-chave: Simulação, Centros de Diagnóstico, Telemedicina, eHealth, mHealth

ABSTRACT

In recent years, the health system has undergone major changes. There are several factors that contributed to this, with the most critical being the population aging in Portugal associated with the increase in multimorbidity, and the budget deficit for this sector.

This situation has caused an increasing patient flows, much more than hospitals can handle. This increased demand for hospital care, as well as the various shortcomings in health services, including technical equipment and human resources, is an urgent need to make hospitals able to overcome these difficulties in order to respond to current and future demand, improving the quality of services provided to all citizens who need them.

Flexibility was studied in the future Hospital Lisboa Oriental with the purpose of perceiving the impact of Telemedicine, eHealth and mHealth in diagnostic centers, through the modelling and simulation of patient flows in the Hospital of the Future: Managing a Modern Diagnosis Center. These processes provide important support for decision support systems and improve hospital management and planning.

The relationship of qualified healthcare experts with these technologies, is expected to provide reduced queues, and to produce more effective, efficient, productive, legitimate and equitable diagnosis centers.

Keywords: Simulation, Diagnosis Center, Telemedicine, eHealth, mHealth

ÍNDICE

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xix
Siglas	xxi
1 Introdução	1
1.1 Hospital Lisboa Oriental	1
1.2 Contextualização	2
1.2.1 Evolução Demográfica em Portugal	2
1.2.2 Evolução Demográfica de Lisboa correspondente ao CHLC	3
1.3 Objetivos	5
1.4 Estrutura da Dissertação	6
2 Estado Da Arte	7
2.1 Simulação	7
2.1.1 Definições e Simulação com FlexSim	9
2.1.2 Vantagens e Limitações da Simulação com FlexSim	10
2.1.3 Aplicações para Centros de Diagnóstico	11
2.2 Centros de Diagnóstico	12
3 Conceitos Fundamentais	15
3.1 Telemedicina	15
3.2 <i>eHealth</i> e <i>mHealth</i>	17
3.3 Simulação de Eventos Discretos	21
3.4 Imagiologia e Cardiologia em Centros de Diagnóstico	23
4 Identificação do problema	27
4.1 Hospitais Constituintes do CHLC	27
4.2 Encargos dos Centros de Diagnóstico	28
5 Desenvolvimento do Modelo	35
5.1 Cenário 1	43
5.2 Cenário 2	45

ÍNDICE

5.3 Cenário 3	46
6 Resultados	49
6.1 Resultados e Discussão	49
7 Conclusão	57
7.1 Conclusão	57
7.2 Perspetivas Futuras	58
8 Referências	61
A Tabelas dos tempos de espera no CHLC	67
B Layouts dos diversos cenários e anos	69

LISTA DE FIGURAS

1.1	Pirâmides etárias da população residente em Portugal, com dados retirados site www.populationpyramid.net/pt para os anos de 2010, 2023 e 2050	3
1.2	Gráfico da evolução demográfica da população portuguesa por faixa etária, gráfico adaptado[7].	4
1.3	Gráficos da evolução demográfica da população de Lisboa [7]	4
1.4	Gráfico da evolução da população do CHLC prevista, adaptado [7][8]	5
3.1	Simplificação da análise de um sistema, baseado [49]	22
3.2	Representação da classificação de modelos do sistemas a partir da sua natureza, (1) SED, simulação escolhida	22
3.3	RM 3T Skyra Instalada no HSJ [81]	24
3.4	Equipamento de TC 2 do HSJ [82]	25
3.5	Gráfico dos MCDT efetuados no CHLC e as suas respetivas projeções até ao ano de 2050	26
4.1	MCDT por linha de produção requisitante em 2017 [59]	28
4.2	Gráficos que demonstram o previsto crescimento das RM para o futuro hospital	30
4.3	Gráficos que demonstram o previsto crescimento das TC para o futuro hospital	31
4.4	Gráficos que demonstram o previsto crescimento na MN para o futuro hospital	32
4.5	Gráficos que demonstram o previsto crescimento nos procedimentos de Cardiologia para o futuro hospital	32
5.1	Diagrama das fases de um processo de simulação [84]	35
5.2	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de RM sem agentes de contraste	37
5.3	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de RM com agentes de contraste	37
5.4	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de TC com contraste	38
5.5	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de TC sem contraste	38
5.6	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar exame de PET	38
5.7	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um ECG	38

5.8	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar a prova de esforço	39
5.9	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai receber ou devolver o material necessário para o MAPA e o Holter	39
5.10	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar o Teste de Tilt	40
5.11	Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar o ECO	40
6.1	Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento das RM sem filas de espera	50
6.2	Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento das TC sem filas de espera	50
6.3	Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento da MN sem filas de espera	51
6.4	Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento da Unidade de Cardiologia sem filas de espera	52
6.5	Delineamento do trajeto para pacientes de mamografia	54
6.6	Delineamento do trajeto para pacientes de RX	55
A.1	Tabela retirada do "Relatório do Acesso 2017 CHLC"[58], os Tempos de Espera em dias apresentados são referentes a exames para Doentes Não Urgentes de Radiologia/ Neurorradiologia (ADULTOs)- Dezembro de 2017	68
B.1	layout do Cenário 1 para MN no ano 2025	69
B.2	layout do Cenário 1 para MN no ano 2035	70
B.3	layout do Cenário 1 para MN no ano 2045	70
B.4	layout do Cenário 2 para MN no ano 2025	71
B.5	layout do Cenário 2 para MN no ano 2035	71
B.6	layout do Cenário 2 para MN no ano 2045	72
B.7	layout do Cenário 3 para MN no ano 2025	72
B.8	layout do Cenário 3 para MN no ano 2035	73
B.9	layout do Cenário 3 para MN no ano 2045	73
B.10	layout do Cenário 1 para as RM no ano 2025	74
B.11	layout do Cenário 1 para as RM no ano 2035	74
B.12	layout do Cenário 1 para as RM no ano 2045	75
B.13	layout do Cenário 2 para as RM no ano 2025	75
B.14	layout do Cenário 2 para as RM no ano 2035	76
B.15	layout do Cenário 2 para as RM no ano 2045	76
B.16	layout do Cenário 3 para as RM no ano 2025	77
B.17	layout do Cenário 3 para as RM no ano 2035	77
B.18	layout do Cenário 3 para as RM no ano 2045	78
B.19	layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2025	78
B.20	layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2035	79

B.21 layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2045	79
B.22 layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2025	80
B.23 layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2035	80
B.24 layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2045	81
B.25 layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2025	81
B.26 layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2035	82
B.27 layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2045	82
B.28 layout do Cenário 2 para as TC	83

LISTA DE TABELAS

4.1	Dias de espera de doentes não urgentes para a realização de um exame de Ressonância Magnética de Radiologia e Neurorradiologia (adultos) no Hospital São José em Junho de 2018 [57]	27
5.1	Definição básica dos cenários definidos, *No caso da MN apenas 5% se faz fora, por ser um serviço relativamente recente e por ainda não ter tempos de espera muito elevados, não há necessidade de ser retirar a mesma quantidade que aos restantes.	36
5.2	Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1	43
5.3	Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1	44
5.4	Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1	44
5.5	Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1	45
5.6	Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2	45
5.7	Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2	46
5.8	Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2	46
5.9	Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2	46
5.10	Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3	47
5.11	Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3	47
5.12	Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3	47
5.13	Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3	47

6.1	Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento das RM sem filas de espera	49
6.2	Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento das TC sem filas de espera	49
6.3	Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento da MN sem filas de espera * scanner de PET	51
6.4	Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento da Unidade de Cardiologia sem filas de espera	52

SIGLAS

3D Três Dimensões.

4D Quatro Dimensões.

ACES Agrupamentos de Centros de Saúde.

apps do inglês *applications*.

ARSLVT Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo.

BD do inglês *Big Data*.

BITs do inglês *Behavioral Intervention Technologies*.

BYOD do inglês *Bring Your Own Device*.

CCEI do inglês *Continuous Evaluation of Intervention*.

CEEBIT do inglês *Continuous Evaluation of Evolving of Behavioral Intervention Technologies*.

CHLC Centro Hospital Lisboa Central.

DGS Direção Geral da Saúde.

DOE do inglês *Design of Experiments*.

ECG Eletrocardiograma.

ECO Ecocardiograma.

eHealth do inglês *Electronic health*.

EMRAM do inglês *Electronic Medical Record Adoption Model*.

GPS Global Positioning System.

HC do inglês *Healthcare*.

HCC Hospital Curry Cabral.

HDE Hospital Dona Estefânia.

HIMSS do inglês *Healthcare Information and Management Systems Society Analytic*.

HLO Hospital Lisboa Oriental.

HSAC Hospital Santo António dos Capuchos.

HSJ Hospital de São José.

HSM Hospital de Santa Marta.

IA Inteligência Artificial.

INE Instituto Nacional de Estatística.

IoT do inglês *Internet of Things*.

IPO Instituto Português de Oncologia.

MAC Maternidade Dr. Alfredo da Costa.

MAPA Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial.

MBA Modelação Baseada em Agentes.

MCDT Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica.

mHealth do inglês *Mobile health*.

ML do inglês *Machine Learning*.

MN Medicina Nuclear.

NLP do inglês *Natural Language Processing*.

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.

OMS Organização Mundial da Saúde.

PET do inglês *Positron-emission Tomography*.

PIB Produto Interno Bruto.

PoC do inglês *Point of Care*.

RH Recursos Humanos.

RM Ressonância Magnética.

RX raio-X.

SD Sistemas Dinâmicos.

SED Simulação de Eventos Discretos.

SI Sistemas de Informação.

SNS Serviço Nacional de Saúde.

SPECT do inglês *Single-photon Emission Computed Tomography*.

TC Tomografia Computadorizada.

TIC Tecnologias de Informação e da Comunicação.

UN do inglês *United Nations*.

US United States.

INTRODUÇÃO

A necessidade de converter os hospitais sucessivamente mais produtivos, de modo a dar resposta a todas as carências da sociedade é cada vez mais essencial. Tornando assim, a planificação de novos hospitais progressivamente mais complexa, forçando a métodos cada vez mais sofisticados que permitam uma melhor gestão e planeamento dos mesmos. Através do desenvolvimento de modelos de simulação para um conjunto de tendências importantes no Hospital identificando as áreas mais críticas para atuação próxima e averiguando o papel da *Electronic Health (eHealth)* na organização dos serviços de saúde. "Os hospitais querem reduzir os custos e melhorar os seus ativos financeiros, por um lado, enquanto querem maximizar o nível de satisfação dos seus pacientes, por outro lado"[1].

A saúde é uma das áreas com maior e mais rápida evolução tecnológica [72]. Nesta dissertação usou-se um dos métodos mais recorridos nos últimos tempos, a modelação, para prever o comportamento de um sistema hospitalar e antecipar alguns cenários de evolução no futuro Hospital Lisboa Oriental (HLO), neste caso modelando o fluxo de pacientes para o centro de diagnóstico deste hospital do futuro.

Modelos analíticos tais como os planos de saúde estão profundamente interconectados com planos de decisão, sem estas modelações institucionais, neste caso hospitalares, não seria possível criar planos para o futuro.

Avedis Donabedian, médico fundador do estudo da qualidade na pesquisa de saúde e resultados médicos, sustenta o conceito de qualidade na saúde sobre os pilares da eficácia, efetividade, eficiência, otimização, legitimidade e equidade [2].

1.1 Hospital Lisboa Oriental

Com este projeto pretende-se facilitar as tomadas de decisão perante a eventual criação do novo centro de diagnóstico, como parte integrante, no HLO, além disso, é objetivo

também entender qual a melhor forma de otimizar centros já estabelecidos, recorrendo à simulação de diferentes cenários. Antecipa-se que esta simulação sirva de modelo para ensaiar aquilo que será a flexibilidade imposta aos cuidados médicos.

Esta tese vai ter, portanto, como base o novo HLO, cuja abertura está prevista para 2023. Este novo hospital irá substituir (ou apoiar) os hospitais constituintes do Centro Hospitalar Lisboa Central: Hospital Santo António dos Capuchos, Curry Cabral, Dona Estefânia, Santa Marta, São José e a Maternidade Dr. Alfredo da Costa, com a adição dos serviços de Medicina Nuclear (MN), Reumatologia, Radioncologia, e de Psiquiatria e terá uma ligação revigorada à Universidade Nova de Lisboa [3].

1.2 Contextualização

Considerando que aquando da criação de novas instalações no presente as exigências futuras, no longo prazo, serão certamente distintas, nomeadamente a futura procura dos centros de diagnóstico deverá ser diferente da do presente, é fundamental preparar os dados de forma a se poder estimar esta nova procura.

Vários motivos concedem-nos estes efeitos na mudança da procura, como a melhoria das condições de vida, em especial o melhoramento contínuo dos cuidados de saúde, conduzindo ao contínuo aumento da esperança média de vida, decréscimo da mortalidade infantil, crescimento da migração, a queda na fertilidade e subsequente envelhecimento da população. Associados a um avanço tecnológico, que é colaborador dos avanços no âmbito da medicina.

Dado que a população mundial está em exponencial crescimento, “a UN projeta que população mundial chegue aos oito ponto cinco biliões em 2030, impulsionado pelo crescimento nos países em desenvolvimento” [4], é inevitável que mais pessoas irão necessitar requerer a cuidados médicos, acrescentando a isto um aumento significativo no número de indivíduos com idades superiores a sessenta e cinco anos, é claro o aumento de visitas aos serviços de saúde [5].

1.2.1 Evolução Demográfica em Portugal

Atendendo a isto, apresenta-se uma possível evolução demográfica portuguesa entre os anos 2010 e 2050, anos de interesse para este estudo.

Na figura 1.1 é possível ver-se a evolução da pirâmide etária da população residente em Portugal. Este gráfico apresenta em contraste com os dados mundiais que “a população residente em Portugal tenderá a diminuir até 2060, em qualquer dos cenários de projeção.... a população diminui de 10,5 milhões de pessoas, em 2012, para 8,6 milhões de pessoas, em 2060. Para além do declínio populacional esperam-se alterações da estrutura etária da população, resultando num continuado e forte envelhecimento demográfico. Assim, entre 2012 e 2060, o índice de envelhecimento aumenta de 131 para 307 idosos

por cada 100 jovens... Nesse mesmo período e cenário, o índice de sustentabilidade potencial passa de 340 para 149 pessoas em idade ativa por cada 100 idosos"[6]. Com isto, consegue-se prever uma grande mudança na procura de cuidados médicos, pois a pirâmide etária deixará de se assemelhar a uma pirâmide e terá uma aparência mais de barra, demonstrando o aumento da população mais idosa.

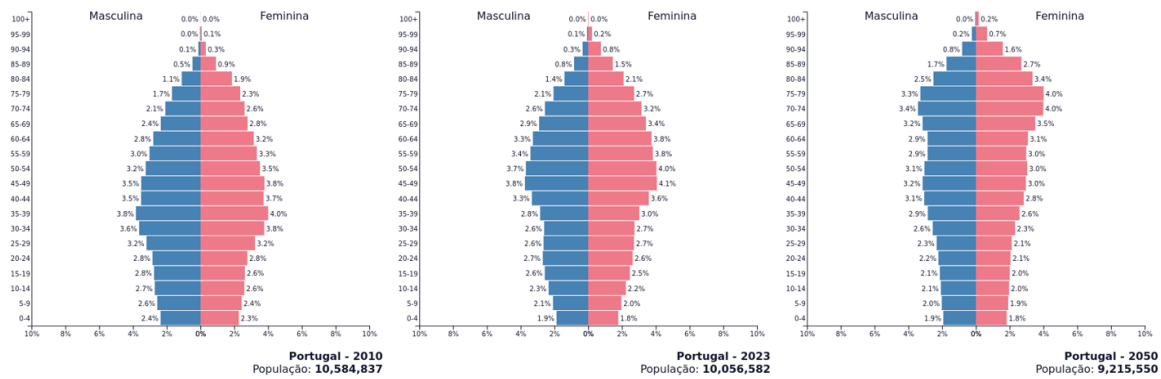


Figura 1.1: Pirâmides etárias da população residente em Portugal, com dados retirados site www.populationpyramid.net/pt para os anos de 2010, 2023 e 2050

O envelhecimento da população comporta o consequente aumento de pacientes, um aumento nas listas de espera para consultas, exames e cirurgias. Conteúdo a ser verificado nesta dissertação.

Reforçando com outros dados recolhidos, a partir do relatório “Projeções 2030 e o Futuro” da Fundação Francisco Manuel dos Santos é possível conjecturar-se com mais pormenor a evolução demográfica em Portugal.

Na imagem 1.2 é possível comprovar-se novamente que a população da última faixa etária está a aumentar, como referido anteriormente, comprovando os resultados obtidos. Também se pode compreender pelo gráfico que a população está a diminuir em Portugal.

1.2.2 Evolução Demográfica de Lisboa correspondente ao CHLC

“Atualmente, a área de influência direta do CHLC é composta por 13 das 24 freguesias do Concelho de Lisboa e por 3 das 10 freguesias do Concelho de Loures, tendo algumas especialidades uma área de influência mais alargada” [8]. Os dados retirados para os valores do CHLC foram retirados dos “Relatórios e Contas” de vários anos, comprovando-se, assim a fidedignidade dos dados. “Relatórios e Contas”, como o próprio nome indica, são documentos disponibilizados pelos centros hospitalares, de forma ao público ter acesso a dados não confidenciais dos mesmos.

Devido à falta de informações sobre ano de 2010 para o CHLC considerou-se a percentagem do ano 2011 como a do ano de 2010, dado que a variação entre o ano de 2001 e de 2010 nunca passou dos 0,8%, por isso utilizou-se as mesmas percentagens de 2011, exceto para a população de sessenta e cinco mais, uma vez que a variação dessa entre os mesmos 10 anos foi de 4,31%. Visto que é possível ter acesso aos dados da população residente

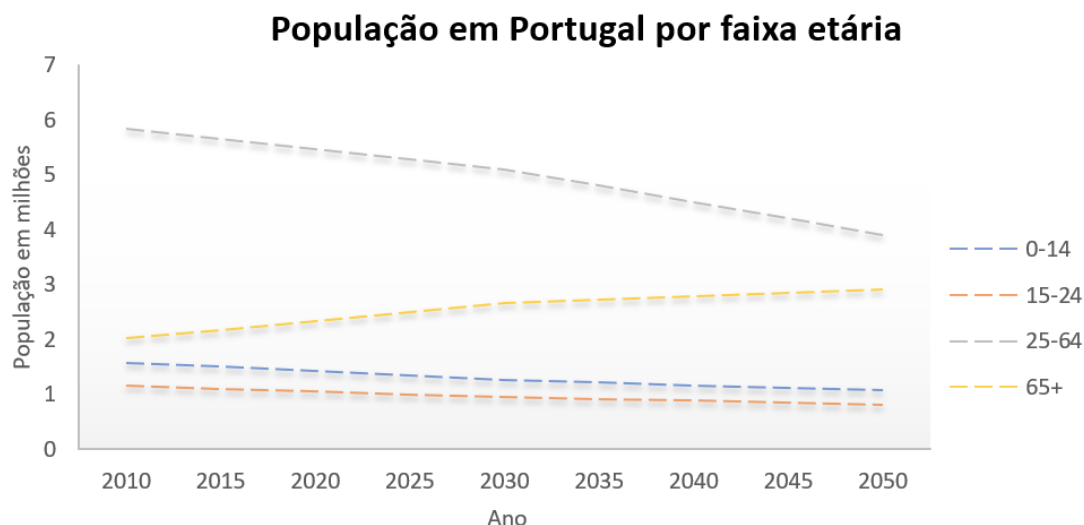


Figura 1.2: Gráfico da evolução demográfica da população portuguesa por faixa etária, gráfico adaptado[7].

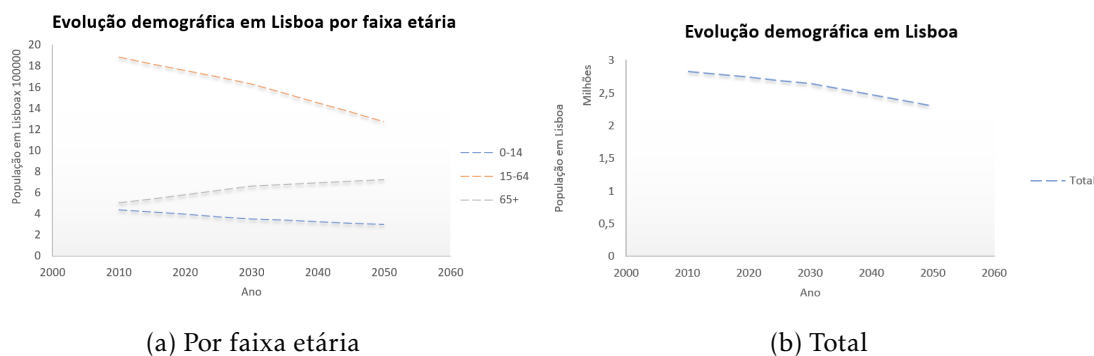


Figura 1.3: Gráficos da evolução demográfica da população de Lisboa [7]

em Lisboa em 2010. Assim obteve-se para a população do CHLC para 2010, em seguida utilizou-se os dados da Fundação Francisco Manuel dos Santos, viu-se que percentagem da população total do país pertencia a Lisboa para os anos de 2010,2020,2030,2040,2050 por faixa etária. Concluiu-se que da faixa etária 0-14, 28% da população portuguesa é residente em Lisboa, enquanto que para a faixa 15-64 é 27% e para 65+ é de apenas 25%, calculou-se através dos dados do relatório “Projeções 2030 e o Futuro” a população residente em Lisboa até o ano de 2050, representada na figura 1.3.

Em seguida, pelo “Relatório e Contas 2016” é possível ter-se acesso não só à população residente em 2001, 2011 e 2015 nos Concelhos de Lisboa e Loures, das freguesias da área de influência, tal como tem-se acesso à área de cobertura populacional de 1ª linha. No entanto, é também possível ler-se que a área de influência do CHLC a nível regional e nacional pode chegar a cobrir 1.8 milhões de habitantes [9], mas para efeitos de interesse desta tese só foram considerados dados de valor os números aproximados da população residente nas 13 freguesias de Agrupamento de Centros de Saúde de (ACES) Lisboa

Central e nas 3 freguesias de ACES Loures e Odivelas.

Pode-se então extrapolar que 48% da população de Lisboa poderá ser utilizadora do CHLC, adquirindo-se assim os utentes do CHLC. Visto ter-se o número de utentes do CHLC para 2015, conseguiu-se retirar qual a percentagem de cada faixa etária obtendo-se assim a figura 1.4. Se se fizer para toda a população do CHLC é possível ver pelo mesmo gráfico, que estes valores estão a descer muito, acrescentando ao facto da população lisboeta estar a diminuir tem-se que apesar de ser um dos centros hospitalares com mais importância a nível nacional, o CHLC tem sofrido nestes últimos anos muita degradação, quer por parte dos seus edifícios muito antigos quer pela falta de fundos recebidos.

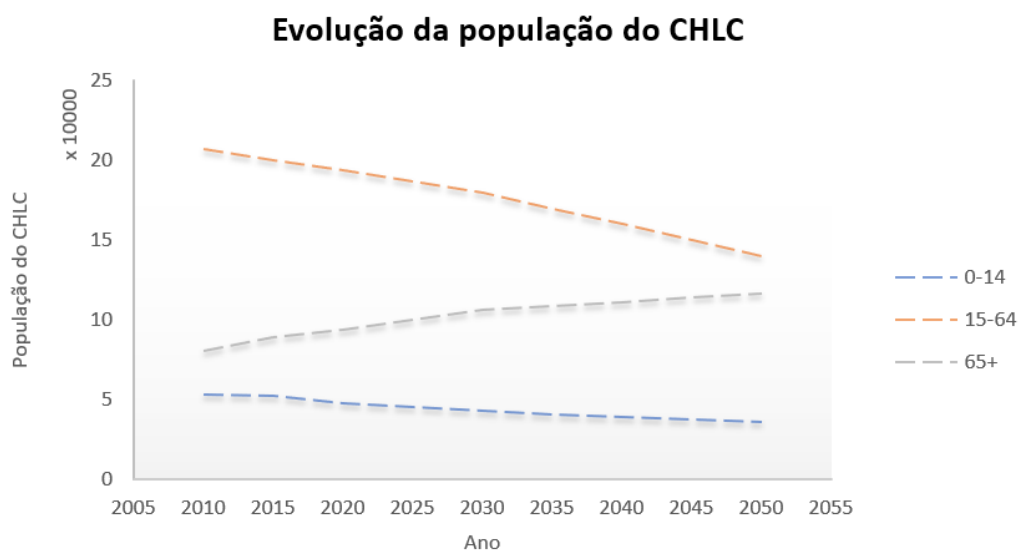


Figura 1.4: Gráfico da evolução da população do CHLC prevista, adaptado [7][8]

Após a análise dos gráficos conclui-se que a evolução demográfica da região de incidência do HLO terá um desenvolvimento equivalente ao previsto a nível nacional, estes resultados devem-se ao facto de se utilizar percentagens de valores pré-concebidos para a população geral de Portugal e só depois se obter os valores para os utentes do CHLC, que serão a maioria dos utentes do HLO, por motivos de simplificação consideram-se todos.

Todos estes dados vão de encontro ao esperado para a região de Lisboa, onde se espera que haja um aumento nas condições de vida que conduz à causa/efeito já descritos anteriormente.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta tese foi investigar através da modelação e simulação o comportamento de um centro de diagnósticos, a partir da diferença no fluxo de pacientes num futuro hospital, alicerçado no futuro HLO para se poder ter dados mais concretos. Pretendeu-se testar e validar a flexibilidade e produtividade deste centro de diagnóstico, a partir da criação de três cenários possíveis. Em especial atenção, de que maneira a

mudança na procura pode influenciar o centro de diagnóstico e o seu desempenho. A evolução vai ser diferente e é muito importante que os serviços se adaptem à procura dinâmica, em relação à tendência da população, e por isso é fundamental saber o que vai acontecer com a lista de espera para diagnóstico. Com isto pretendeu-se também perceber qual o impacto da aplicação da *eHealth*, entre outras variáveis.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta tese contempla um primeiro capítulo onde é feita uma introdução ao HLO e a contextualização do tema em estudo, bem como são traçados os objetivos a alcançar com este trabalho de investigação. No segundo capítulo aborda-se o Estado da Arte, tratando-se de uma parte mais teórica abrangendo de uma forma geral os procedimentos de simulação bem como os motivos para escolha do FlexSim, software de simulação de eventos discretos (SED) e a atual situação de centros de diagnóstico. No terceiro capítulo continua esta abordagem teórica e esclarecem-se alguns conceitos principais. No quarto capítulo expõe-se os problemas para a eficiência dos centros de diagnóstico do CHLC. O desenvolvimento do modelo, onde as metodologias genéricas de investigação subjacente a este trabalho serão descritas e os seus resultados obtidos com a abordagem proposta, são apresentados nos capítulos cinco e seis, respetivamente, tal como a respetiva discussão destes. Por último, apresenta-se as conclusões finais e as perspetivas futuras no capítulo sete.

ESTADO DA ARTE

2.1 Simulação

“A simulação é uma técnica - não uma tecnologia - para substituir ou amplificar experiências reais com experiências guiadas que evocam ou reproduzem aspectos substanciais do mundo real de uma maneira totalmente interativa” [10].

A simulação na saúde permite a replicação da realidade possibilitando a exploração de possíveis mudanças, experimentando situações que de outra forma não seriam possíveis. Isso pode ser feito sem altos investimentos no desenvolvimento de sistemas, treinos ou compra de equipamentos. É frequentemente usada na análise de sistemas de tempos de espera que são prevalentes em sistemas operacionais, este tipo de sistemas envolve a interação de determinados sistemas físicos e sistemas de atividade humana.

Esta pode ser organizada em algumas direções principais, formadas em torno de diferentes temas ou sub-temas. Cada direção pode ter seus próprios gradientes ou sub-direções também. Expõe-se uma classificação mais geral da simulação nos cuidados de saúde:

- Simulação Clínica: é principalmente utilizada para estudar, analisar e replicar o comportamento de determinadas doenças, incluindo processos biológicos no corpo humano;
- Simulação Operacional: é usada sobretudo para capturar, analisar e estudar as operações de saúde, prestação de serviços, agendamento, procedimentos de negócios de assistência médica e fluxo de pacientes;
- Simulação de Gestão: é usada maioritariamente como uma ferramenta para propósitos gerenciais, tomada de decisão, implementação de políticas e planejamento estratégico;

- Simulação Educacional: A simulação é usada para fins educativos e de preparação, em que são extensivamente usados ambientes virtuais e objetos virtuais e físicos para aumentar e enriquecer a experiência de simulação [11].

Um hospital é uma rede que combina sistemas "simples" de filas de espera, todos estes sistemas de espera têm algo em comum, dependência com outros componentes, apresentam variabilidade e são sistemas dinâmicos. O mesmo acontece com os centros de diagnóstico, porque são sistemas que envolvem alta complexidade, devido ao grande número de variáveis associadas aos processos a realizar.

As abordagens analíticas dos estudos incluem métodos de teoria das filas de espera e programação matemática. Uma vantagem da simulação de modelação sobre as abordagens analíticas é a capacidade de modelar sistemas complexos de filas ambulatoriais e representar variáveis ambientais, como atributos de servidor ou de paciente. Estudos conduzem experiências de simulação para avaliar o desempenho de estudos analíticos alternativos e / ou entender a relação entre vários fatores ambientais e várias medidas de desempenho. Além disso, vários pacotes genéricos de modelação de simulação são desenvolvidos para facilitar a gestão e administração de serviços de saúde a avaliarem a eficácia de estudos analíticos alternativos para sua instituição [12].

A grande maioria dos centros de diagnóstico do Serviço Nacional de Saúde (SNS) têm longas listas de espera para a realização dos exames pedidos. Por tal motivo não conseguem dar resposta atempadamente aos pedidos, podendo nalgumas situações comprometer a evolução da doença no seu diagnóstico ou tratamento [73]. Potencialmente conduzindo a consequências clínicas adversas, ou consequências menos graves como o desagrado do paciente e perda de credibilidade para o estabelecimento [13].

Ferramentas de modelação e técnicas de simulação são usadas na otimização de departamentos de diagnóstico por imagem médica. Documentam-se várias histórias de sucesso demonstrando os benefícios desta abordagem. Tanto no atendimento prestado como nos ambientes de pagamento por serviço, incluindo níveis mais altos de continuidade de atendimento, menos capacidade desperdiçada para a prática e consequente aumento da satisfação de pacientes, funcionários e médicos.

Os tempos de espera dos pacientes para atendimento e o congestionamento da sala de espera são dois dos poucos elementos de qualidade tangíveis [12]. Pesquisas indicam que o tempo excessivo de espera é muitas vezes a principal razão para a insatisfação dos pacientes em serviços ambulatoriais [14] e associa-se tempos de espera à competência clínica.

À medida que o tempo de permanência do paciente nas listas de espera aumenta, os gestores analisam estratégias para controlar o problema. Uma das soluções encontradas para o SNS, foi o acordo feito entre hospitais privados para diminuir a carga de trabalho no setor público. No entanto, o crescimento do setor privado não está a acompanhar a solicitação de atendimento [15].

Para esta simulação o modelo proposto é baseado na alocação dinâmica de recursos,

tendo-se em consideração a natureza estocástica dos tempos de processamento das tarefas. Constatou-se na revisão da literatura, artigos que apoiam as afirmações defendidas nesta dissertação “modelos de otimização, que são normalmente usados em modelação prescritiva, podem ser utilizados com grande eficácia na modelação descritiva. Em particular, mostrou-se como as técnicas de otimização podem ser usadas para avaliar decisões de programação, políticas de aquisição e dificuldade de exame de ressonância magnética” [16].

O fluxo de pacientes num centro de diagnóstico é muito flexível, porque o número de utentes com necessidades de exames diferentes varia diariamente. Sendo assim, os principais desafios são: gestão do plano de horário, estratégias de gerência e política de stocks.

Todas as simulações têm de passar por fases onde se faz a verificação (*debug*), ou seja, verifica-se a relação entre o modelo conceptual e o modelo computacional, consiste em assegurar que o modelo computacional funcione conforme se pretende, retira-se os problemas (*bugs*) do programa, e uma fase de validação, muito mais complexa e sofisticada do que a verificação, validar um modelo implica colocá-lo em prática e aumentar a confiança com que este representa a realidade [50].

2.1.1 Definições e Simulação com FlexSim

Efetou-se um estudo sobre a ferramenta FlexSim *Healthcare* (FlexSim HC), que incidiu principalmente na análise das simulações da própria biblioteca e nos recursos disponibilizados na página web, nomeadamente guias de programação, dicionário e vários tutoriais. Durante este estudo, desenvolveram-se várias simulações com o objetivo de explorar as várias funcionalidades disponíveis na ferramenta. O modelo baseia-se em SED para a simulação de um centro de diagnóstico.

O FlexSim HC é um software de modelação em três dimensões (3D) que facilita a análise e otimização dos processos centrados no paciente envolvido dos serviços de saúde. É um software vantajoso, ativo e de fácil utilização desenhado especificamente para as dificuldades únicas enfrentadas num serviço médico. Este software permite analisar as consequências das componentes do paciente e avaliar o impacto que este teve no sistema delineado. Encontram-se soluções práticas e precisas, que permitem uma coordenação mais eficiente sem o risco de experiências reais e sem sacrificar a capacidade de os intervenientes assistem os pacientes [17].

A SED tem sido amplamente utilizada na literatura na área da saúde encaminhando benefícios como redução dos riscos, redução de custos e aumenta a satisfação do utente, pois permite melhorar a compreensão da relação entre causa e efeito, compreensão do sistema, facilita a colocação de recursos [74].

Dado a rede complexa que é um serviço hospitalar, neste caso um centro de diagnóstico a principal utilização de simulação é em processos sujeitos a variabilidade e que são interligados.

2.1.2 Vantagens e Limitações da Simulação com FlexSim

A modelação baseada em eventos discretos tem-se mostrado como ferramenta fulcral para analisar e simular fenómenos socioeconómicos [5]. Esta modelação permite um fácil e rápido desenvolvimento de protótipos e provas de conceito, através da simulação de diferentes cenários.

Surtem então várias vantagens ao utilizar a simulação como um modelo de apoio à tomada de decisão:

- Ter a capacidade de comprimir e/ou expandir o tempo, em poucos minutos pode-se simular meses ou anos;
- Ter a capacidade de controlar variáveis, nos modelos de simulação é possível definir variáveis, podendo ser estas fixas ou de controlo;
- Poucos erros de medição, dado que as variáveis que atuam com a simulação são definidas pelo programador, logo não há erros devido a origens externas ou incontrolláveis;
- Capacidade de parar a simulação a qualquer altura e rever o que está a acontecer;
- Capacidade de reinserir/recomeçar um certo “estado de sistema”, isto é, se no final de uma simulação, a análise dos resultados mostrar uma situação causada por valores que não foram recolhidos, é possível repetir a simulação sob as mesmas condições iniciais, nada é alterado;
- Simples a replicar uma situação definida;
- O simulador consegue escolher o nível de pormenor, pode-se, por exemplo, simular um serviço de saúde completo ou apenas uma unidade de um Hospital [18]...

Neste software para se criar o modelo gera-se uma lista de atividades e processos designados para cada tipo de paciente, intitulada *Patient Track*. Esta imita a reação natural dos recursos humanos (médicos, enfermeiros, técnicos e rececionistas) que se aproximam do paciente para prestar serviços e orientá-los para o próximo passo apropriado durante o seu processo de atendimento prescrito. Lembra-se, uma vez mais, que o FlexSim HC é centrado no paciente, portanto são essencialmente definidas as suas ações.

Apesar de num centro diagnóstico se efetuarem muitos mais exames, como está descrito no subcapítulo Encargos dos Centros de Diagnóstico, foram apenas escolhidos estes exames não só pela sua importância, como também porque o FlexSim HC apresenta um limite de objetos. Neste caso de 100 objetos, porque foi concedida uma licença de estudante. Ou seja, partes do estudo ficaram limitadas, nomeadamente não houve separação de médicos por especialidade nem técnicos, e houve a necessidade de comprometer alguns aparelhos (itens de processamento, de filas, equipamento, etc).

Visto que, num centro de diagnóstico se tem tipos de exames muito diferentes a realizar, e que cada um deles tem o seu tempo pré-definido, mas que nem sempre é cumprido devido a problemas do aparelho ou atrasos por parte quer do doente quer do pessoal técnico responsável por este. O que torna a definição dos tempos um dos problemas na simulação desta unidade. Ou seja, pode definir-se distintos tempos neste simulador, como por exemplo, no vestiário nem toda a população demora o mesmo tempo, poder-se-ia ter optado por escolher uma distribuição estatística normal (com média 5 e um desvio padrão de 1, ou algo semelhante), mas optou-se por um valor discreto de 5 minutos. Noutro caso, como o tempo que demora desde a sala de espera até ir para a sala de vestir, poder-se-ia ter escolhido qualquer outro tipo de distribuição, mas escolheu-se um tempo certo de 2 minutos. No entanto, o programa permite a seleção de muitas outras distribuições e até mesmo de um tempo certo, baseado na posição do utente, ou então baseado em condições ou mesmo múltiplos casos e percentagens.

Desta forma, é possível ter uma boa simulação da realidade, pois pode-se usar vários tipos de tempos. Mesmo assim, isto não quer dizer que se siga a realidade, mas é uma boa aproximação da mesma.

A mesma lógica se aplica à duração dos exames, e dos tempos a chegar aos mesmos, e do staff necessário à realização deste. Por isso, ao longo do estudo foi-se alterando os tempos, dependendo do cenário e daquilo que se queria conjecturar.

No entanto, algo que não foi simulado em nenhum destes cenários o caso de um dos aparelhos não funcionar e precisar de tempo de reparação. Algo que é bastante recorrente no dia-a-dia destes centros, mas para simplificação desta simulação estas situações não foram contabilizadas.

É muito importante estar ciente de que o FlexSim HC não fornece cenários de procura, mas sim cenários simulados de oferta.

2.1.3 Aplicações para Centros de Diagnóstico

Foi escolhido este software acima de tudo por se poder alterar a procura (tempo de chegada entre pacientes, que é o inverso da taxa de chegada, que neste estudo se seguiu pelo número de pacientes a quem tem de ser dada resposta) sem alterar o normal funcionamento do programa. E devido a muitas das outras vantagens já descritas no subcapítulo Vantagens e Limitações da Simulação com FlexSim.

Permite analisar todos os constituintes para os resultados dos pacientes e avaliar o impacto que estes têm no nosso sistema de saúde. É personalizado, oferece suporte, possui gráficos e tabelas totalmente personalizáveis para fornecer dados precisos nos resultados de uma simulação, permite o rastreamento de muitos pontos de dados, incluindo tempos de espera do paciente, recursos disponíveis, recursos humanos (RH) e muito mais. Este concede mudanças rápidas em vários conjuntos de variáveis e os resultados de vários cenários sem interromper os valores anteriores.

Aliado a isto, este programa tinha todos os instrumentos fundamentais à simulação deste centro diagnóstico, com a superioridade de ser de fácil compreensão, uso e gratuito.

2.2 Centros de Diagnóstico

Um Centro de Diagnóstico é uma unidade hospitalar responsável por auxiliar o diagnóstico e a terapêutica, por isso se dá o nome de Meios Complementares e Diagnóstico e Terapêutica (MCDT). Quer-se com isto dizer, que é o local onde são efetuados os testes médicos necessários para se confirmar ou verificar o estado dos doentes. Um teste médico é um procedimento realizado para se detetar, diagnosticar e/ou monitorizar doença, o seu progresso, suscetibilidade e assim determinar o melhor tratamento.

No CHLC, os MCDT são compostos pelos serviços de Anatomia Patológica, Angiologia e Cirurgia Vascular, Cardiologia, Cardiologia Pediátrica, Dermatologia, Gastrenterologia, Ginecologia, Medicina Física e de Reabilitação, Neurociências, Neuropediatria, Obstetrícia, Oftalmologia, Otorrinolaringologia, Patologia Clínica, Pneumologia, Radiologia, e por fim, Urologia. Sendo que o novo hospital de Lisboa irá contar com os serviços de MN, Radioncologia e Reumatologia [19].

Esta dissertação ir-se-á debruçar mais sobre a imagem médica, do que nos restantes testes médicos. A imagem médica é a representação de uma pessoa ou objeto, na realidade, é uma representação a várias dimensões [20], o plano da imagem pode ser bidimensional, se a imagem for codificada em graus de cinzento, a intensidade pode ser vista como uma dimensão adicional, tornando-a num imagem tridimensional, se for codificada em cor, haverá mais uma dimensão, a frequência, formando-se uma imagem 4D (x,y, intensidade, frequência).

A imagem digital, cuja informação nela contida pode ser descrita numericamente, de forma discreta, enquanto numa imagem analógica a informação varia continuamente. Estas imagens são as tratadas nos equipamentos de imagiologia, presentes num centro diagnóstico, uma radiografia convencional (raio-X (RX)), é uma imagem analógica, enquanto que a ecografia, as TC e as imagens de RM provêm de imagens digitais [21] [22].

Com isto pode-se compreender que o avanço destas tecnologias implica conhecimentos tanto de matemática como de física. É preciso ter conhecimentos sobre funções exponenciais, funções trigonométricas, vetores e matrizes, convolução, número imaginários e Transformadas de Fourier. Bem como campos magnéticos, eletromagnetismo e eletricidade, radiação eletromagnética, suscetibilidade magnética e física atômica e nuclear, só para entender minimamente o processo. Contando este desde o momento em que o doente entra no equipamento, lhe é tirada a imagem, e depois os processos pelos quais esta passa até chegar aos computadores na forma em que o especialista a consiga avaliar [23].

Nos centros de diagnóstico são solicitadas várias profissões, como: médicos; enfermeiros; técnicos de MN, farmácia, radiologia, dosimetria; físicos ou engenheiros físicos;

engenheiros biomédicos, informáticos; gestores de doentes; assistentes operacionais; entre outras com papéis menos visíveis.

Assim, é possível compreender a importância e dimensão destas unidades. E por isso, o interesse em estudá-las e tentar geri-las de forma a serem o mais eficaz, eficiente, produtivas, legítimas e o mais imparciais possível.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

3.1 Telemedicina

A Telemedicina cresceu e expandiu-se ao longo dos anos devido ao desenvolvimento das tecnologias de telecomunicação. O estudo realizado pela Fundação Calouste Gulbenkian para compreender a capacidade da Telemedicina em Portugal apresenta que com esta evolução surgem mais conceitos taxonómicos a partir da Telemedicina, em função da natureza do ato clínico: Teleconsulta, Telecirurgia, Telediagnóstico, Tele-emergência, Teleformação ou Telemonitorização. Este projeto divulga que até ao ano de 2007 as atividades de Telemedicina mais empregues eram o Telediagnóstico pela especialidade de Imagiologia e a Neurorradiologia, e a Teleconsulta pela especialidade de Dermatologia e Cardiologia [24].

Conclusões do inquérito desenvolvido pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) sobre a Utilização das Tecnologias de Informação e da Comunicação (TIC) nos Hospitais demonstram que se mantém a tendência de aumento da informatização das atividades médicas, destacando-se a subida registada na extensão de “hospitais com processos clínicos eletrónicos: 83% em 2014 face a 42% em 2004. Em 2014, o acesso à internet nos hospitais é universal, 97% com acesso em banda larga. A disponibilização de pontos de acesso à internet (hotspots) aos utentes é assegurada por 45% dos hospitais, enquanto 35% disponibilizam computador com acesso à internet aos doentes internados. A grande maioria dos hospitais, 93%, referem estar presentes na internet, principalmente através de website próprio (87% daqueles com presença na internet) e/ou da presença no website integrado no site do Ministério da Saúde (19%). A percentagem de hospitais com marcação de consultas médicas online aumentou mais de 20 p.p. nos últimos anos (8% em 2010 e 30% em 2014)”. Este inquérito também refere que a percentagem de implementação da telemedicina é muito diferente em hospitais oficiais, que apresentam 51%,

enquanto hospitais privados apresentam apenas 15% [25]. De notar que o INE define a Telemedicina como “Utilização da informática e das telecomunicações aplicadas às três tarefas tradicionalmente executadas por médicos e outros profissionais de saúde como a assistência clínica, o ensino e a investigação biomédica e a prestação de cuidados de saúde quando os intervenientes se encontram física ou temporalmente afastados”.

Define-se, agora, Sistemas de Informação (SI) em saúde, percebe-se, nesta definição, não só uma ferramenta para as autoridades e profissionais de saúde, bem como, sistemas de saúde personalizados para os usuários, tais como, o registo eletrónico dos utentes, a Telemedicina, e todo um conjunto de instrumentos de base tecnológica desenhadas para a prevenção, diagnóstico, tratamento, monitorização e gestão da saúde do utente. São sistemas formais e tecnológicos empregues, ou a aproveitar, em contexto organizacional na área da saúde, “para fins de prestação de cuidados de saúde ou para fins administrativos ou de gestão, tanto em hospitais, públicos e privados, como em clínicas, consultórios, farmácias, prestadores de serviços relacionados com exames auxiliares de diagnóstico, serviços de enfermagem e de terapias de apoio aos tratamentos, entre outros não descritos” [26].

É imperativo ter uma boa capacidade de orientar e estruturar projetos de forma a satisfazer determinadas carências e suprimir a falta de médicos para se alcançar bons resultados com a Telemedicina [27]. "A avaliação da utilização das Tecnologias de Informação (TI) e SI nos hospitais é, assim, importante porque possibilita não só efetuar uma reflexão sobre a situação atual no que respeita ao aproveitamento das potencialidades das TI/SI, como também permite a realização de *benchmarkings* e, por conseguinte, um melhor planeamento da adoção deste tipo de sistemas"[28]. *Benchmarkings* é o processo de procurar as melhores práticas numa determinada indústria e que conduzem a um desempenho superior.

Transversalmente à análise aos custos e benefícios os SI de saúde podem melhorar a qualidade e gestão, contribuindo para a redução do erro humano. A avaliação deve ter um objetivo específico e adotar uma abordagem que garanta a qualidade da informação, a efetividade, os efeitos e impactos.

A Telemedicina potencializa o desenvolvimento dos serviços, a partir da implementação avançada de tecnologias, procurando um consenso entre dinamizadores e obstáculos, para a utilização ótima de novas tecnologias de comunicação e gestão, tal como as suas implicações para a educação de profissionais de saúde, gestão de serviços, formulação de políticas e investigação [76].

A internet, e as tecnologias associadas a esta, proporcionaram à Telemedicina uma nova oferta de serviços e informação relacionadas com a saúde, e assim surgiram novos conceitos como o *eHealth* e, associando a dispositivos, o *Mobile Health* (*mHealth*).

3.2 *eHealth e mHealth*

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define *eHealth* como o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), e é reconhecida como uma das áreas da saúde que está em mais veloz crescimento. Dada a sua importância a OMS fundou o Observatório Global para a *eHealth*, de forma a todos os estados membros poderem planejar de maneira mais correta os serviços de *eHealth* no seu país, e conseguindo-se, assim, obter dados sobre a evolução e o impacto da mesma.

Um dos principais objetivos destes programas é facilitar a integração da *eHealth* nos sistemas e serviços de saúde, incluindo a implantação de infraestruturas com suporte para Telemedicina, em países onde a cobertura médica é inadequada, quer na formação de profissionais de saúde quer nas suas capacidades, a fim de melhorar o acesso, a qualidade e a segurança nos cuidados médicos [29].

Em semelhança à *eHealth* a OMS define a *mHealth* como computação móvel, sensor médico e TIC para serviços de saúde [30]. Os fatores que apoiam ou dificultam a implementação de soluções *mHealth* incluem os seguintes: ambiente institucional, como cultura, políticas e disponibilidade para mudar; a disponibilidade de um plano de negócios abrangente; fatores pessoais dos diferentes utentes, incluindo o valor dado à *mHealth*; e fatores relacionados à solução em si, por exemplo, facilidade do uso pelos diferentes tipos de usuários finais [31], e acima de tudo a falta de segurança que ainda se pode sentir no uso destas tecnologias.

As despesas na saúde a nível global ultrapassam os cinco triliões de US dólares, com a maioria dos países desenvolvidos a gastar bastante mais do que 10% do seu Produto Interno Bruto (PIB), no caso de Portugal em 2014 o gasto era de 9,5% do PIB[11][32], tornando, por isso, a temática da eficiência na saúde uma discussão urgente. “Em Portugal, o Plano Nacional de Saúde reforça o objetivo do Ministério da Saúde em promover a introdução de novas tecnologias, com particular destaque para o setor do medicamento e dos dispositivos médicos e terapêuticos” [33].

O efeito da implementação das TIC pode ser estudado a três níveis: micro (gestão clínica: utilizador e profissionais de saúde), meso (gestão de Unidades de saúde: Instituição de saúde) e a macro (políticas de saúde: governamental) [34]. Os sistemas de saúde são enfrentados com muitos desafios, tal como a falta de pessoal qualificado, o aumento dos custos a todos as horizontalidades da saúde, a dinâmica das populações, e o aumento do número de utentes com doenças, particularmente não contagiosas. Os usos destas TIC podem reduzir os gastos na saúde pelo aumento da eficiência dos sistemas de saúde, e promovendo a prevenção através da divulgação dos comportamentos a adotar. Também tem o potencial de promover o atendimento clínico e os serviços de saúde, facilitando a prática dos profissionais de saúde e tentando reduzir as disparidades de saúde, aplicando novas abordagens à saúde de populações isoladas [35] [30].

A *eHealth* pode ser empregue em três áreas:

- Diagnóstico- o resultado do exame é enviado do equipamento de diagnóstico para um computador acessado por um profissional de saúde (técnico e/ou enfermeiro e/ou médico) que, por sua vez pode proceder à sua leitura e alteração na medida do necessário, passando a enviar para o médico para que este proceda à leitura do resultado do exame e faça o correspondente diagnóstico;
- Monitorização – a partir de dispositivos capazes de medir diferentes parâmetros, como batimentos cardíacos, tensão arterial, nível de glicémia, entre outros, é possível monitorizar o paciente mesmo que à distância. Estes dispositivos são, ainda capazes de, caso algum valor se encontre fora de os parâmetros normais gerar um alerta, tanto ao paciente como ao profissional de saúde. Estes valores são depois enviados para o computador, *tablet* ou telemóvel do profissional de saúde e este pode proceder à sua avaliação;
- Consulta– é possível realizar uma consulta à distância, através de dispositivos digitais, como o computador, *tablet* ou telemóvel, desta forma o paciente não necessita de se deslocar à unidade de saúde para efetuar a consulta.

A utilização da *eHealth* e da *mHealth* apresenta muitos aspetos positivos, não só considerando o paciente, como também os RH e a própria instituição, e conseguinte funcionamento dos serviços de saúde. Os benefícios do uso da *eHealth* e da *mHealth* para os serviços de saúde iram sentir-se ao nível do funcionamento das unidades de saúde, quer com o aumento da qualidade de atendimento aos utentes, da redução de custo e melhor desempenho dos profissionais de saúde. Seguindo a literatura estes benefícios na performance podem ser vistos ao nível da:

- Disponibilidade – aumenta a produtividade do pessoal devido a estes conseguirem economizar o seu tempo, através do mais rápido acesso à informação e da redução no uso de papel, isto traduz-se em maior disponibilidade e capacidade de providenciar mais serviços a mais utentes, mesmo que o número de profissionais permaneça constante.
- Acessibilidade –é possível que os intervenientes e os pacientes comuniquem à distância, concedendo ao profissional de saúde a possibilidade de monitorizar o paciente e também diagnosticar através de dispositivos móveis. A era digital permite que os especialistas possam comunicar com colegas e/ou diretamente com pacientes independentemente da distância.
- Aceitabilidade – a saúde digital permite uma comunicação mais simples com o paciente, mais direta e personalizada à necessidade de cada um, potencia-se, assim, a aceitabilidade dos utilizadores. No entanto, pode ser preciso adotar estratégias para os pacientes mais idosos.

- Qualidade– a *eHealth* e *mHealth* providenciam o rápido acesso a informação válida, como segundas opiniões e diretrizes, tudo isto contribui para a formulação de um diagnóstico correto [36].

Smartphones e aplicações móveis (apps) revolucionaram as cadeias de valores da indústria das telecomunicações e por consequência a de outras indústrias igualmente [37]. Com a revolução da indústria das apps abriu-se um novo caminho de soluções para a enorme variedade nas carências do quotidiano, as necessidades de cuidados de saúde podem ser resolvidas através de apps que cubram duas áreas principais: mudar atitudes de consumo ou comportamento em áreas relacionadas com a saúde. Nomeadamente apps simples que incentivem o exercício físico e uma alimentação saudável, ou até mesmo apps que desempenhem um papel efetivo na gestão terapêutica de doenças crónicas, monitorização de sinais vitais e adesão ao regime terapêutico [38].

Dispositivo móvel é qualquer aparelho desenhado com o intuito de ser portátil, e por este motivo costumam ser compactos e leves. A aderência a estes pelos profissionais no local de prestação de cuidados de saúde é justificada pela necessidade de melhores recursos de comunicação e informação, tanto a nível da capacidade de comunicação como a nível do acesso aos sistemas de informação locais [39].

Atualmente todos os *smartphones* têm diversas funcionalidades como *Global Positioning System* (GPS), câmaras fotográficas razoáveis, e ainda a possibilidade de instalar qualquer tipo de apps, o que permitiu que muitas instituições adotassem a política de cada um levar o seu próprio dispositivo, *Bring Your Own Device* (BYOD), este termo entrou em voga graças à Intel [40], qualquer tipo de dispositivo, *smartphones*, *tablets* e/ou computadores. Isto forçou a que as empresas repensassem as suas maneiras de adquirir e gerir novo equipamento tecnológico. Visto que por um lado queriam os benefícios da flexibilidade, conveniência e mesmo o aumento da produtividade e satisfação, e mobilidade, por outro, arriscaram a segurança [41].

Mesmo na área da saúde, a adoção de *smartphones* é um sucesso, com grande parte da população, especialmente jovem, a aderir a diversas práticas, possibilitando à entidade competente estar ao corrente do estado de saúde do paciente [42].

Behavioral Intervention Technologies (BITs) são entretenimentos disponíveis em apps e/ou em plataformas web pretendem cooperar para a modificação de comportamentos relacionados com a saúde, saúde mental e do bem-estar, por parte de utentes ou consumidores.

Os mecanismos *Point-of-Care* (PoC) são pouco ou nada invasivos e viabilizam diagnosticar uma indefinida situação em pouco tempo, sem necessidade de se recorrer a um laboratório, ou mesmo a um profissional de saúde. Estes destacam o seu papel para a autonomia e autocontrolo do paciente, mas continuam a acreditar mais nos testes laboratoriais [43], não negando, por enquanto, que estes servem de ajuda.

Quanto aos dispositivos PoC existem cinco conjuntos:

1. Dispositivos acoplados aos smartphones, servem para capturar a informação biomédica
2. Software incorporado, aplicações que utilizam as funcionalidades intrínsecas dos dispositivos para diagnosticar
3. Dispositivos conectados, aplicações que se conectam a um dispositivo externo para capturar informação sobre o paciente
4. Sensores In vivo, sensores subcutâneos ou ingeridos que comunicam ao dispositivo móvel
5. Sensor dermatológico – *wearables* – utilizados pelo paciente para capturar a informação, podem ser usados em roupas, relógios ou pulseiras [44], tem capacidade sensorial e de exploração tal como bio feedback e acompanhamento de funções fisiológicas.

Métodos para avaliar as performances do *mHealth* foram proposto e estão a ser seguidos como *Continuous Evaluation of Evolving of Behavioral Intervention Technologies* (CEEBIT), triagem das intervenções de um sistema instalado, eliminando aquelas que apresentam resultados estatísticos inferiores, comparativamente a outras, o *Continuous Evaluation of Evolving Intervention* (CCEI), estabelecem-se critérios para manter a versão mais eficaz das versões implementadas. Contabilizando a contrapartida em avaliar as intervenções de *mHealth* a partir de métodos mais tradicionais, as tecnologias móveis combinadas com métodos estatísticos oferecem novas aptidões para avaliar a eficácia das interposições [45].

Os agigantados progressos, dado o grande interesse no *Natural Language Processing* (NLP), *Machine Learning* (ML) e o *Big Data* (BD) consentirão que os aparelhos compreendam a linguagem humana, simplificando a interação entre o humano e a máquina, através da voz. Aumentando também a acessibilidade da interface, fará com que haja uma tendência para estas surgirem mais naturais, e cada vez mais semelhantes à interação humana. A *Internet of Things* (IoT) vai-se expandindo, com os passos que a Inteligência Artificial (IA) e a interface vocal têm dado, todas estas tecnologias juntas irão potenciar o aparecimento de novas espécies de artigos e o crescimento de novos serviços. Também a realidade virtual e realidade aumentada são tecnologias que estão aparecer infalivelmente e com elas, novos modelos de negócio [37].

Todavia em termos da saúde, os sensores precisam de ser mais precisos e o processo orientado aos sistemas clínicos [77].

Estas ferramentas que auxiliam os profissionais de saúde, permitem um suporte personalizado e domiciliário, ultrapassando assim as barreiras de acesso e eficazmente cuidar das necessidades dos utentes. Na perspetiva clínica, espera-se um aumento de soluções de bem-estar e prevenção, atualmente, dependendo do país e dos regulamentos existentes, o diagnóstico e as consultas à distância podem ocupar até 15% do valor de mercado das

apps. Noutra perspetiva, o que é difícil para o paciente não é a tomada de decisão sobre o tratamento, nem ser lembrado do mesmo, mas sim ajudá-lo a lidar com a situação e dar-lhe apoio essencial. Explicando-se assim o motivo pelo qual existem tantas apps, pois nem todos têm o mesmo propósito.

Citando Manuel Sobrinho Simões, professor e investigador, Prémio Pessoa e fundador do Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto "a medicina do futuro cada vez vai ser menos curativa, a medicina do futuro cada vez vai ser mais de controlo dos danos da doença, diminuindo a gravidade da doença, facilitando a qualidade de vida do doente" durante o programa 10 Segundos para o Futuro (ep.1, 02/01/2018).

Os avanços tecnológicos e os avanços na internet desenvolverão métodos e dispositivos cada vez mais inovadores. Uma série de novos avanços tecnológicos, incluindo impressão 3D, robótica, nanotecnologia, codificação genética e opções terapêuticas podem permitir um atendimento mais personalizado e acessível ao paciente, proporcionando-lhe uma melhor qualidade de vida.

Fortalecendo os conceitos esclarecidos anteriormente, muitos dispositivos e equipamentos estão a ficar mais pequenos e mais facilmente portáteis, e os tratamentos provavelmente tornar-se-ão mais direcionados, tudo isto pode proporcionar futuros serviços de saúde mais móveis e verdadeiros [46]. A título de exemplo, os computadores quânticos podem executar cálculos muito mais complexos, uma vez que conseguem fazer o *debug* de milhões de linhas de código de software em segundos, tornando os scanners da ressonância magnética mais eficientes de produzir. "Alguns cientistas acreditam que os computadores quânticos são essenciais para alcançar protocolos preventivos e de tratamento inovadores para a saúde"[47]. Indo um pouco mais além, agora é por exemplo, possível fazer um ultrassom com um *smartphone* [48], o que comprova a velocidade com que se está a ter acesso à saúde em casa.

Considerando esta premissa, pode-se projetar que haverá um maior interesse nos centros de diagnóstico, e como tal, se há mais interesse haverá mais investimento em melhores e mais simples modos de controlar as doenças. Providenciando um maior crescimento na Telemedicina e noutros métodos, reduzindo as listas de espera e ajudando no diagnóstico.

Como resultado, os hospitais estão ansiosos por adotar novas abordagens para a consulta ao paciente, reduzir o trabalho incompleto, aumentar a produtividade e melhorar a satisfação do paciente [12].

3.3 Simulação de Eventos Discretos

No decorrer desta tese construiu-se uma solução a partir da formulação de um programa, recolhendo e interpretando dados, depois disso exige-se a especificação e elaboração de um modelo, computar esse modelo, testá-lo, para que se possa validar o modelo para projetar e analisar o modelo

Um sistema é um processo, neste caso trata-se de um conjunto de técnicas computacionais e analíticas que nos permitem simular situações reais ou operações/procedimentos da realidade, assume-se certos princípios que constituem relações de lógica matemática, intituladas de modelos, servem estes para se compreender como o sistema se comporta [18].

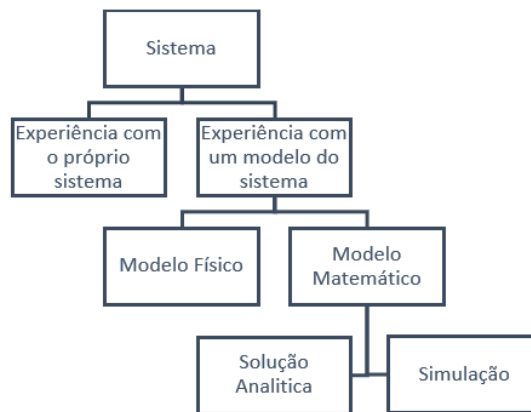


Figura 3.1: Simplificação da análise de um sistema, baseado [49]

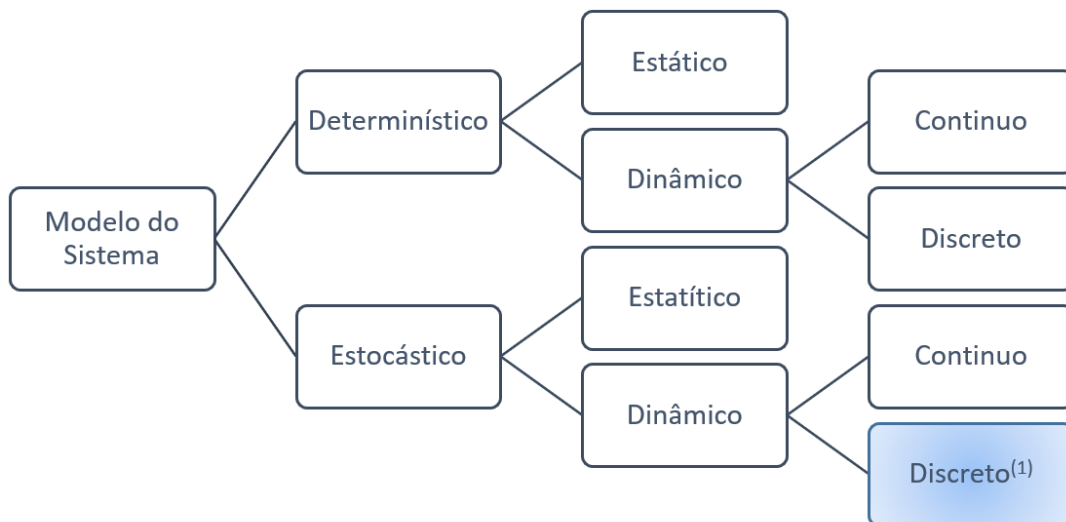


Figura 3.2: Representação da classificação de modelos do sistemas a partir da sua natureza, (1) SED, simulação escolhida

Os modelos de SED são orientados por eventos que ocorrem em diferentes tempos e marcam uma mudança no estado do sistema. A flexibilidade é definida pela flexibilidade na construção estrutural do modelo que representa o processo, e pelas diferentes fontes

de entrada e formatos de dados a ser usados, bem como a facilidade na modificação e manutenção da estrutura do modelo. Estes modelos também permitem funções de probabilidade acumulativa para as variáveis do modelo, permitindo assim modelações ao nível do paciente, como é este caso. Os resultados destas simulações podem ser estimativas, valores médios ou distribuições. Os eventos são rastreáveis porque as entidades individuais são acompanhadas em todos os processos. Os resultados de cenários de SED podem ser interpretados ou exercitados como indicadores de desempenho do sistema, para a utilização de recursos, tempos de espera, número de entidades (neste estudo, pacientes) na filas e taxa de transferência de serviços ou artigos [50].

Para além deste método de modelação de SED de sistemas dinâmicos, existe o método de modelação de simulação baseada em agentes (MBA) e o método de modelação por sistemas dinâmicos (SD). Enquanto que para este último o tempo é contínuo, nos outros o tempo é discreto. Em termos de utilidade para análise os SED permitem análises a partir de números onde é possível cuidar, considerar e reputar alguns elementos, nos MBA as análises são amplamente desenhadas qualitativa e quantitativamente, por fim, nos SD, alcançam-se análises de retroalimentação e dinâmica de stocks. Os resultados destes diferentes métodos diferenciam-se do seguinte modo, para os SED consegue-se pontos de predição e medidas de performance, no MBA obtém-se pontos de predição, indicadores-chave detalhados e agregados, compreensão de emergência devido a comportamentos individuais, nos SD adquire-se compreensão da fonte estrutural de modos de comportamento, padrões, tendências, estruturas relevantes e indicadores-chave agregados [50].

Sintetizando, a SED compreende três atos fundamentais: modelar, com a construção de uma estrutura conceptual que descreva o sistema; simular, realizar de ensaios dos vários cenários usando a implementação do modelo computacional; analisar, em que se retiram conclusões através dos resultados simulados, e que colaboram no processo de tomada de decisão.

3.4 Imagiologia e Cardiologia em Centros de Diagnóstico

A imagem médica tem cada vez mais importância dada a sua crescente melhoria na qualidade.

Nos centros de diagnóstico do CHLC é possível fazer estes exames [9]:

- Angiografia/Radiologia de Intervenção vascular
- Radiologia de Intervenção não vascular
- Osteodensitometria
- Ecografia
 - Pescoço e cervical;
 - Tórax;

- Abdómen e pélvis;
- Sistema musculo-esquelético;
- Estudo por Doppler;
- Mama
 - Ecografia mamária;
 - Mamografia;
- Rx Convencional
 - Cabeça e pescoço;
 - Ortopantomografia;
 - Coluna vertebral e bacia;
 - Tórax;
 - Abdómen e tracto digestivo;
 - Aparelho genito-urinário;
 - Esqueleto apendicular-membros superiores e inferiores;



Figura 3.3: RM 3T Skyra Instalada no HSJ [81]

- Ressonância Magnética-corpo
 - Pescoço;
 - Tórax;
 - Mama;
 - Abdómen e pélvis;
 - Musculo-esquelético;
- TC-neuro
 - Cabeça e Maxilo-Facial;

3.4. IMAGIOLOGIA E CARDIOLOGIA EM CENTROS DE DIAGNÓSTICO

- Coluna Vertebral;
- TC-corpo
 - Pescoço
 - Tórax abdómen e pélvis;
 - Músculo-esquelético;
 - Cardíaco;

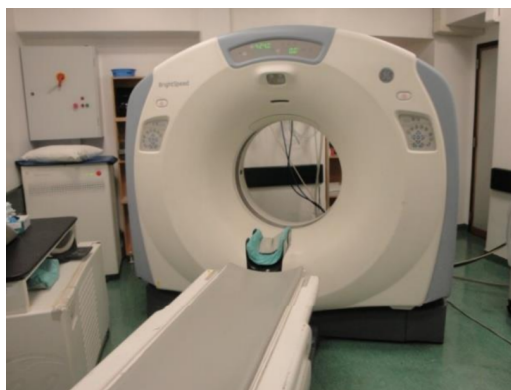


Figura 3.4: Equipamento de TC 2 do HSJ [82]

No entanto, existe a necessidade de se realizar outros exames como Tomografias por Emissão de Positrões (do inglês *Positron-emission Tomography*, PET) e Tomografia Computadorizada por Emissão de Fotão Único (do inglês *Single-photon Emission Computed Tomography*, SPECT), os utentes deste centro hospitalar, têm de realizar estes exames imagiológicos noutros estabelecimentos, como centros de diagnóstico privadas ou hospitais públicos e privados [59].

A imagiologia é uma parte muito importante dos MCDT, mas como é possível ver pelo gráfico "Gráfico dos MCDT efetuados no CHLC e as suas respetivas projeções até ao ano de 2050" não é certamente a área mais predominante, sendo esta a área das análises clínicas. Esta problemática não vai ser discutida neste estudo visto não demonstrar interesse para o mesmo.

Ao nível da Cardiologia podem ser efetuados os seguintes exames para atos de diagnóstico [9]:

- Electrocardiograma (ECG)
- Prova de esforço
- Prova de Esforço cardiorespiratória
- Registo de Holter
- Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial (MAPA)

- Teste Tilt-Teste
- Tonometria arterial periférica
- Ecocardiograma (ECO) transtorácico
- ECO transesofágico
- Cateterismo cardíaco
- Estudos electrofisiológicos
- ECO fetal (Cardiologia Pediátrica)

Para atos terapêuticos pode-se realizar :

- Angioplastia coronária
- Ablação
- Intervenção em cardiopatias congénitas
- Implantação de pacemaker
- Implantação de cardioversor-desfibrilhador

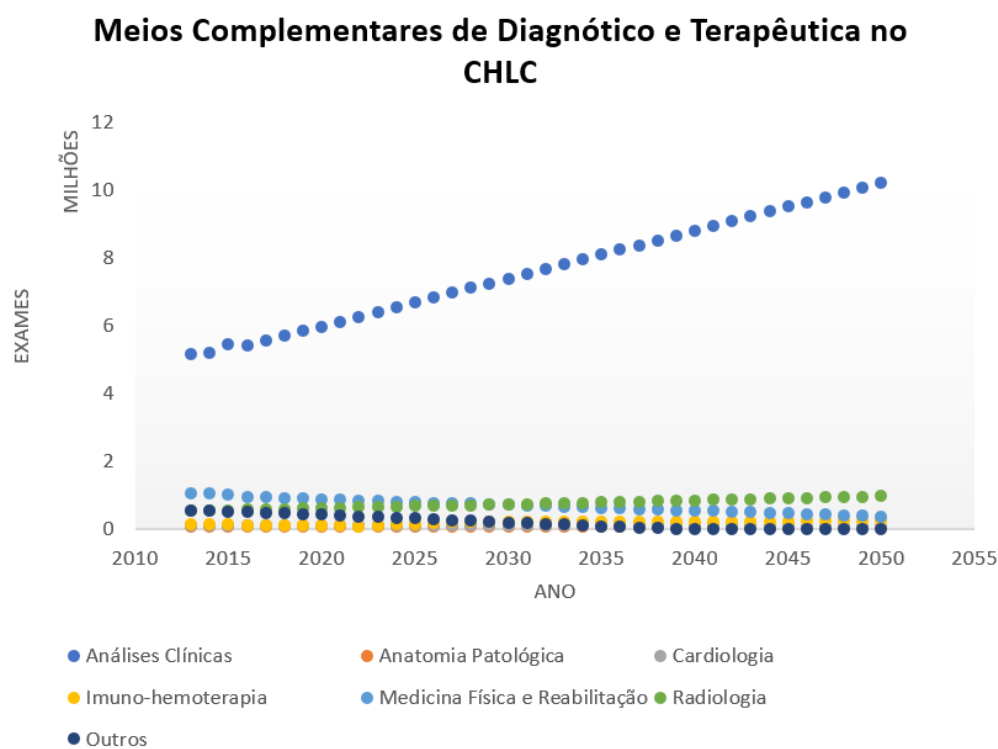


Figura 3.5: Gráfico dos MCDT efetuados no CHLC e as suas respetivas projeções até ao ano de 2050

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

4.1 Hospitais Constituintes do CHLC

A criação dos hospitais constituintes do CHLC data até 15 de Maio de 1492 -Hospital S. José [51], sendo que os restantes também não são recentes: 17 de Julho 1877- Hospital Dona Estefânia [52], 1890- Hospital Santa Marta [53], Janeiro de 1906- Hospital Curry Cabral [54], 1928- Hospital Stº António dos Capuchos [55], e o mais novo a Maternidade Dr. Alfredo da Costa inaugurada dia 31 de Maio de 1932 [56], assim sendo o mais recente destes hospitais tem mais de oitenta anos, e além deste facto, nenhum destes hospitais possui espaço por onde se possa ampliar, mesmo que quisesse dar resposta a um maior número de pacientes [8]. O que torna iminente a criação do novo Hospital Lisboa Oriental, para que possa dar resposta à crescente procura de cuidados de saúde na área de Lisboa.

Um pequeno ponto interessante e de história, o primeiro laboratório de Radiologia no contexto hospitalar foi instalado no HSJ, em 1898 [57], atualmente o mesmo hospital tem o problema de grandes filas de espera.

Tabela 4.1: Dias de espera de doentes não urgentes para a realização de um exame de Ressonância Magnética de Radiologia e Neurorradiologia (adultos) no Hospital São José em Junho de 2018 [57]

RM corpo	HSJ
Pescoço	168
Tórax	205
Abdómen e Pélvis	205
Mama	33

4.2 Encargos dos Centros de Diagnóstico

O CHLC recorre a entidades externas para realização de exames quando a técnica não existe no Centro Hospitalar (MN, por exemplo) ou quando não há capacidade de resposta em tempo clinicamente aceitável ou o exame não se pode realizar por falta temporária de meios, procurando dar, desta forma, resposta adequada às diferentes necessidades dos utentes. É efetuada a monitorização periódica dos tempos de espera, para todo o tipo de exames, procedendo-se à mobilização dos pedidos entre polos, no sentido de reduzir/equilibrar o tempo de espera para o doente, de acordo com o interesse do próprio e/ou necessidade clínica.

Este é um dos motivos pelos quais o HLO vai ser criado, como é possível ver pela tabela 1 do apêndice A deste documento, há tempos de espera superiores a um ano para certos exames, como uma RM cabeça e maxilo-facial, e nas TC é de reparar que não há nenhum tempo de espera inferior a um mês. Na Radiologia convencional, os utentes podem realizar a quase totalidade dos exames no dia em que solicitarem, sem necessidade de marcação prévia.

Nos últimos 120 anos, os extensos avanços na imagiologia médica permitiram um melhor diagnóstico e tratamento de muitas doenças, melhorando assim a qualidade de vida de várias gerações de pacientes [78]. Desde o início, todas as soluções técnicas e procedimentos de imagem foram combinados com o desenvolvimento farmacêutico dedicado aos meios de agentes de contraste, para melhorar ainda mais a visualização da morfologia e fisiologia. Essa simbiose de hardware de imagem e desenvolvimento de agentes de contraste foi de grande importância para o desenvolvimento da radiologia clínica moderna. Hoje em dia, todos os agentes de contraste clinicamente aprovados disponíveis atendem às mais altas formalidades de segurança e eficácia clínica. Todos os novos conceitos para aumentar a eficácia dos agentes de contraste também devem considerar os altos padrões de segurança clínica e o custo dos produtos atualmente comercializados. Contudo, a imagem de diagnóstico contribuirá significativamente para os progressos na medicina, e novos desenvolvimentos de agentes de contraste, estes são inevitáveis para atender às necessidades médicas do futuro

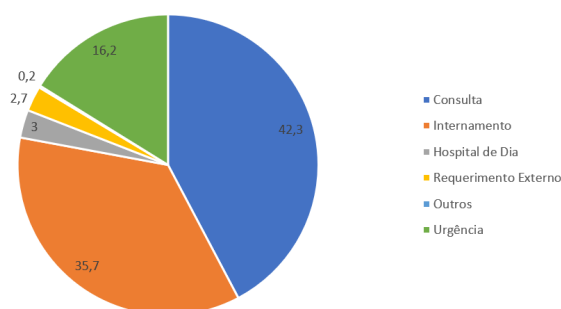


Figura 4.1: MCDT por linha de produção requisitante em 2017 [59]

As Unidades Funcionais tratadas no CHLC são Unidade da Mama; De Cirurgia de Ambulatório; De Patologia Esófago-Gástrica; De Patologia Colo-Retal; De Tratamento Cirúrgico da Obesidade e Doenças Endócrinas; Hepato-Bilio-Pancreática [9].

O número de doentes para várias doenças tem vindo a aumentar de forma exponencial, como já foi referido noutros capítulos desta dissertação. E como tal o número de exames a realizar vai ter de acompanhar esta subida, quer para a deteção da doença ou do seu tratamento e controlo.

A Oncologia é uma área que requer imensos exames imagiológicos, e de acordo com os dados, a transformação epidemiológica da Oncologia, tem levado a um crescimento progressivo do número de novos casos anuais, e a um aumento da idade média da população afetada. O aumento de incidência deve-se maioritariamente aos ganhos de esperança de vida da população portuguesa. As modificações dos estilos de vida, para além de influenciarem as variações de incidência, contribuem para mudanças relativas entre as diversas neoplasias. Além disto, acresce o fato de a taxa de sobrevivência ter vindo a aumentar. Estes efeitos causam um crescimento no requerimento de recursos humanos e materiais essenciais [60].

O aumento na procura dos centros de diagnóstico também se justifica muito com o facto haver um aumento na multimorbilidade, frequentemente definida como a presença de duas ou mais doenças crónicas, associando-se à diminuição da qualidade de vida, ao declínio funcional do indivíduo e acarreta um aumento da utilização dos cuidados de saúde. Tem uma prevalência de 82 % em idades superiores a 85 anos , e associa-se, usualmente, com as patologias de osteoartrose e patologia cardio-metabólica, sobretudo a hipertensão, diabetes, obesidade ou doença cardíaca isquémica [61].

"Neste sentido, têm vindo a ser desenvolvidas, ao longo dos últimos anos, várias ações e implementados procedimentos visando a simplicidade dos circuitos do doente e a melhoria do acesso e resposta prestada pelo CHLC, de que destaca-se:

- MCDT Cardiologia – Realização de exames de Cardiologia nos ACES e posterior relato e validação na Cardiologia do CHLC. O Relatório fica disponível na PDS;
- ARPAT – Interligação do CHLC com os ACES: aplicação desenvolvida no CHLC que promove a articulação inter-institucional. Esta aplicação permite ao CHLC articular-se com os ACES preparando a alta do doente para os CSP, antecipando os cuidados de saúde necessários para a boa recuperação e acompanhamento do doente;
- Telemedicina – Protocolo estabelecido entre o Hospital Litoral Alentejano e o CHLC para consulta de telemedicina ao nível da Cirurgia Vasculuar;
- Expansão dos SMS aos MCDT;
- Criação do Balcão Único de Atendimento (CHAT);
- Portal do Utente do CHLC;

- Expansão dos Quiosques Multimédia para check-in no atendimento administrativo nas consultas externas;
- Continuidade da desmaterialização do processo clínico informatizado (SClínico);
- Integração/informatização dos MCDT no SClínico;
- Expansão da aplicação SClínico à Enfermagem (Ambulatório)."[59]

As RM servem para auxiliar o médico no diagnóstico de diversas doenças, como para avaliar a resposta ao tratamento. O futuro desta na radioterapia, quer ao nível de planeamento quer a nível de simulação tem aumentado rapidamente [62], tal como proposto pela análise dos dados recolhidos, o número de RM irá crescer muito. A partir dos dados recolhidos para os anos de 2013, 2014, e 2015, e com a ajuda da literatura pode-se estimar este crescimento desde os 2,65% com uma taxa de crescimento variante de 5 em 5 anos, até aos 3,4% para os últimos anos. Obtendo-se assim, a figura 4.2. Além disso, é importante referir que se assumiu para este estudo que cerca de 38% das RM são feitas com agentes de contraste [63].



Figura 4.2: Gráficos que demonstram o previsto crescimento das RM para o futuro hospital

As TC, tal como as RM servem de apoio na decisão do médico no diagnóstico de várias doenças. Uma TC fornece boa informação sobre as estruturas ósseas e alguns detalhes dos tecidos moles, é um exame muito recorrido porque produz muito mais informação do que um simples RX, por se tratar na realidade de um RX em vários cortes, mostrando com mais clareza e em mais pormenor o objetivo do estudo. É frequentemente utilizada em doentes oncológicos e neurológicos, pois fornece imagens de qualidade superior da atividade metabólica. É muito comum usar esta técnica em conjunto com outras como RM ou PET. “O crescimento da TC é generalizado. Os mais de 60 milhões de exames

realizados hoje podem ser comparado com cerca de 3 milhões realizados em 1980.” [64], esta e entre outras frases da literatura suportam o enorme crescimento na TC. Pelos dados recolhidos para os anos de 2013, 2014 e 2015 calculou-se uma taxa de crescimento de 3,26%, que foi aumentando progressivamente de 5 em 5 anos até aos 4% para os últimos anos, obtendo-se assim, a imagem 4.3.

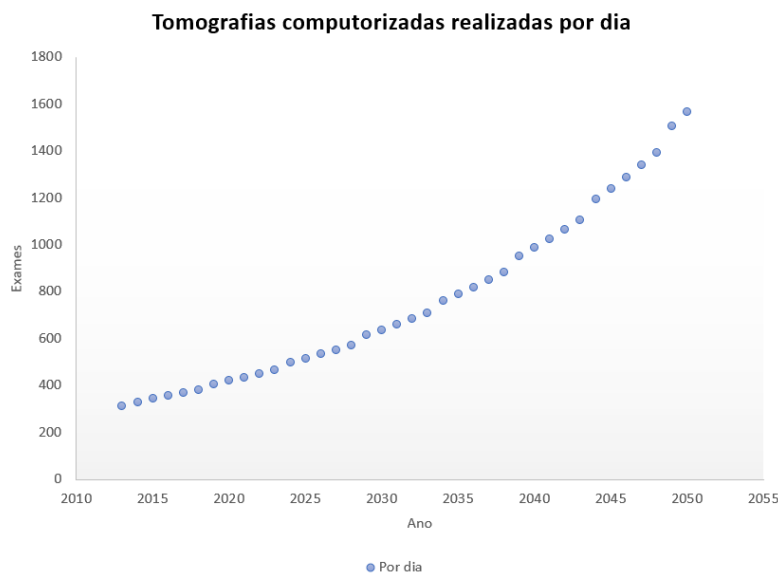


Figura 4.3: Gráficos que demonstram o previsto crescimento das TC para o futuro hospital

Num serviço de MN aplicam-se pequenas fontes de radiação ligadas a moléculas específicas, os radiofármacos, para estudar aspetos particulares do doente e da doença, deste modo, realiza exames auxiliares de diagnóstico de grande importância. Este estudo é utilizado de forma eficaz em oncologia, neurologia, cardiologia, neurociência cognitiva, psiquiatria, farmacologia e imagem musculoesquelética [79]. O número de exames na MN foi ajustado conforme o número de PET e de atividades de MN descritas nos relatórios. Portanto, novamente com os dados de 2013, 2014 e 2015 estipulou-se uma taxa de 25 %, uma vez que o antigo CHLC não efetuava este serviço, e todos os exames obrigatórios tinham de ser pedidos ao exterior. Considerou-se este aumento até 2027, pois contempla o intervalo de 5 anos que contém a abertura do HLO, após este houve um aumento de 2% a 2,8% em intervalos sucessivos de 5 anos [66]. Desta forma, obtem-se a figura 4.4.

Para a “Cardiologia, ao abrigo do Despacho n.º 780/2017 de 12 de janeiro foi implementado um projeto de internalização de MCDT, mediante a celebração de um Protocolo entre o CHLC, a Direção Geral da Saúde (DGS) e a Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (ARSLVT), tendo em vista a realização de exames complementares de diagnóstico de Cardiologia (ECG, MAPA e Holter – E-patch) nos ACES de Lisboa Central e de Loures/Sacavém, com recursos do CHLC e desenvolvimento de centro de leitura remoto desses exames na Cardiologia do CHLC” [59], o que demonstra a necessidade que este centro tem não só de ajuda externa como da implementação de tecnologias. O número de atividades para a Cardiologia foi determinado segundo os dados recolhidos de



Figura 4.4: Gráficos que demonstram o previsto crescimento na MN para o futuro hospital

“Relatório e Contas-2014” e do “Relatório do Acesso 2017”, com estes valores observou-se uma diminuição no número de exames realizados de cerca de 0,4%, porém, considerou-se que no ano de abertura iria haver um ligeiro aumento de 0,2% até 1% em intervalos sucessivos de 5 anos. Obtém-se assim a figura 4.5.

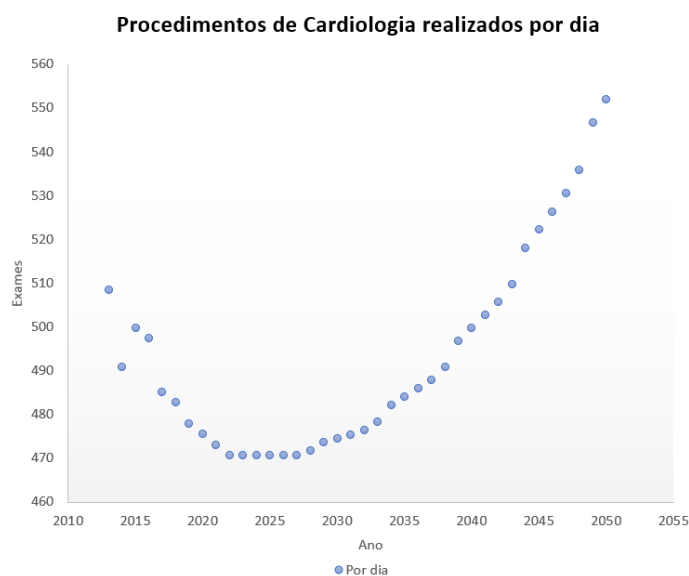


Figura 4.5: Gráficos que demonstram o previsto crescimento nos procedimentos de Cardiologia para o futuro hospital

Para se determinar o número de exames a realizar, teve-se sempre em consideração vários fatores relevantes, como quem usufrui destes serviços, o que acontece a essa quantidade, se perante a literatura se considera que vai haver decréscimo ou crescimento desse

sector, e o número de pessoas em Portugal, para se poder fazer uma relação de equivalência com dados adquiridos. O que se pode concluir é que para todos estes pontos há um grande aumento. Explicado por diversos motivos descritos no decorrer desta dissertação. Portanto, apesar de, especialmente no caso das TC, os números parecerem muito elevados são devidamente justificados pelo enorme crescimento nesse domínio, quer para diagnóstico, terapêutica e mesmo investigação.

Na Unidade da Mama, no âmbito das mamografias, são detetadas entre 1000 a 1200 novos casos por ano, destes 80% a 85% sobrevivem e requerem monitorização, além deste grande valor ainda acresce o facto de todos os anos 800 a 900 novas mulheres que atingem os cinco anos após tratamento e precisam de realizar mamografias anualmente, apenas no Instituto Português de Oncologia (IPO) de Lisboa [65]. Para a Unidade da Mama, nas reuniões multidisciplinares, para além dos elementos que incluem oncologistas médicos, cirurgiões de cancro da mama, cirurgiões plásticos, radioncologistas, radiologistas, patologistas e geneticistas, conta-se também com a presença de especialistas em MN, enfermeiros especializados, psico-oncologistas, nutricionistas e especialistas em cuidados paliativos. Por estes motivos de grande importância decidiu-se referir estes procedimentos, contudo, por falta de dados viáveis estes exames não foram estudados.

DESENVOLVIMENTO DO MODELO

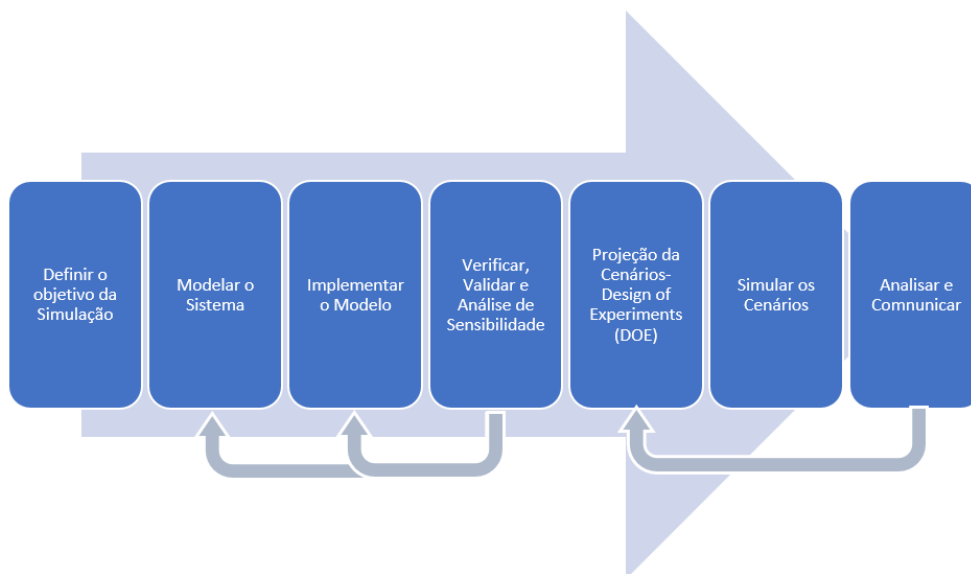


Figura 5.1: Diagrama das fases de um processo de simulação [84]

Após se definir o objetivo da simulação, procede-se a modelação do sistema. Para especificar e elaborar um modelo, deve-se definir variáveis. Há dois tipos de variáveis: variáveis controláveis e variáveis não controláveis. Como variáveis controláveis tem-se: número de médicos, número de técnicos, número de exames, número de aparelhos, e natureza do serviço; relativamente às variáveis não controláveis tem-se em conta o número de pacientes, horário (funcionamento dos serviços) e o número de serviços de MCDT.

Outro dos objetivos desta simulação é perceber se os RH têm limitações e são, eles próprios, uma limitação para maximizar o seu desempenho. Otimiza-se a sua distribuição nas tarefas mais relevantes, minimizando os tempos de atendimento e maximizando o

número de pacientes atendidos.

A complexidade e a variabilidade que são inerentes à saúde limitam bastante o intuito dos modelos, ou impõem aos investigadores uma visão mais macro do problema. De qualquer maneira, os investigadores podem perder uma perspectiva e talvez tirar conclusões sobre um modelo que não incorpora todo o conjunto de circunstâncias. É importante distinguir complexidade de variabilidade, deve-se eliminar a variabilidade causada pelo próprio sistema, a fim de limitar a quantidade de tempo de variabilidade, tendo bons protocolos e práticas de trabalho, bem como uma clara compreensão das trajetórias de atendimento ao paciente. Estudos revelaram que "não considerar essa variabilidade poderia levar a uma sobrecarga operacional de 41% do tempo operacional, indicando que a variabilidade no tempo de permanência é determinante nas atividades hospitalares"[15].

Para todos os três cenários recriados, construiu-se um modelo teórico com base na demografia, testando-se várias hipóteses. Neste estudo, o fluxo de pacientes está então limitado pela capacidade do centro de diagnóstico.

Ir-se-á dividir este estudo entre três serviços diferentes para cada um dos 3 cenários, primeiro tem-se o serviço de MN, responsável pelos exames de PET, o serviço de Radiologia (que incorpora a Radioncologia também), encarregue dos exames de RM e TC, e o serviço de Cardiologia.

Devido à grandeza dos serviços de Radiologia, esta especialidade foi dividida por exame na simulação. Ou seja, determinaram-se os esquemas para RM e TC em diferentes layouts, para se poder conseguir simular. Enquanto que para o serviço de MN e Cardiologia, o layout manteve-se, sendo apenas preciso mudar as variáveis para cada ano e cenário correspondente. As imagens no Apêndice B demonstram a disposição dos serviços por ano e cenário, demonstrando, também, os recursos utilizados em cada projeto.

Tabela 5.1: Definição básica dos cenários definidos, *No caso da MN apenas 5% se faz fora, por ser um serviço relativamente recente e por ainda não ter tempos de espera muito elevados, não há necessidade de ser retirado a mesma quantidade que aos restantes.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Exames presenciais	Exames presenciais	Exames presenciais
-	20% Exames exterior*	20% Exames exterior*
-	-	25% técnico especialistas
-	-	75 % médico da especialidade
1 med.MN - 2 tecn.MN	1 med.MN - 3 tecn.MN	1 med.MN - 4 tecn.MN
1 med. - 1 tecn.	1 med. - 2 tecn.	1 med. - 3 tecn.

O procedimento terá em conta o número de pacientes, para cada exame a ser realizado neste centro de diagnóstico. Dependendo do exame a realizar e sabendo, qual a duração destes procedimentos, possibilita-se a hipótese de simular qual o tempo total despendido.

Para os valores do número de exames, apenas se considerou 80% dos exames a fazer no CHLC. Retirou-se o número de exames efetuados de urgência, dando a mesma prioridade

a todos os pacientes. Contabilizou-se, portanto, apenas os pedidos de consulta, internamento e hospital de dia. Relembra-se que os exames de MN não dispõem de urgência, por isso não se retirou essa percentagem aos valores de MN.

Imagem por RM:

A RM é uma técnica que usa ondas de radiofrequência, um campo magnético e um sistema informático, para criar as imagens do corpo em vários planos. O exame de ressonância magnética demora, em média, 30 minutos a ser realizado. Certos exames poderão necessitar do uso de um agente de contraste de aplicação intravenosa, estes também serão considerados, há dois tipos de pacientes uns fazem um percurso que inclui o tempo do pré-exame onde é administrado o agente, enquanto outros não terão este passo no percurso. Caso o paciente necessite deste pré-procedimento considera-se o tempo da injeção do contraste 30 minutos. Os resultados da análise são futuramente vistos, normalmente, por um médico especialista de Neurorradiologia.

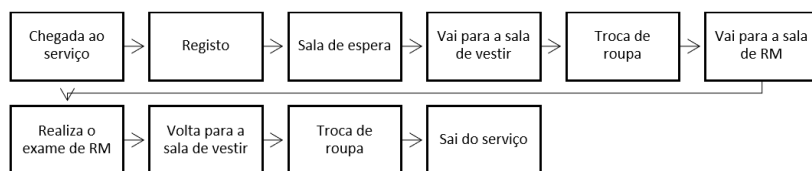


Figura 5.2: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de RM sem agentes de contraste

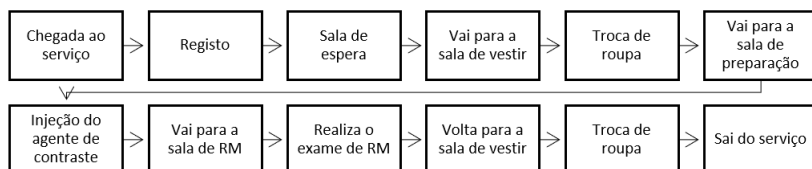


Figura 5.3: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de RM com agentes de contraste

Imagem por TC:

Uma TC é uma técnica que utiliza a radiação ionizante, semelhante à radiografia convencional, mas através de algoritmos e sistemas informáticos, produzem-se as imagens utilizadas para diagnóstico médico. Os aparelhos de TC efetuam diversos “cortes”, isto é, produzem várias imagens por cada ciclo. Nas tomografias com contraste é avaliado o comportamento vascular das estruturas em estudo, complementando a avaliação inicial sem contraste. O resultado é então futuramente analisado por um especialista de Radiologia.

Dado existirem TC com contraste e sem contraste foi preciso, novamente criar-se dois tipos de pacientes, uns que passam pela sala de preparação (onde lhes é injetado o agente) e outros que vão diretamente para o exame.

Imagem por PET:

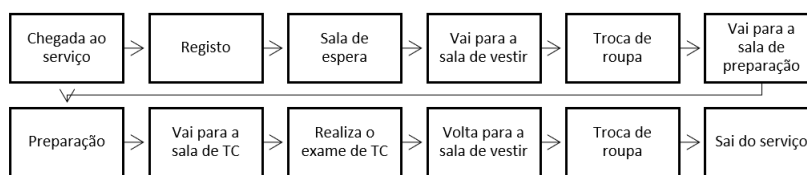


Figura 5.4: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de TC com contraste

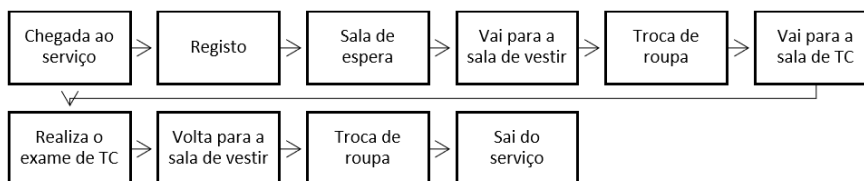


Figura 5.5: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um exame de TC sem contraste

É uma técnica de imagem médica que utiliza moléculas que incluem um componente radioativo, que é administrado no paciente, após um período de espera, de cerca de 1 hora, para a distribuição e captação do radionuclídeo, o utente é colocado no equipamento. O tempo de obtenção da imagem varia entre os 25-35 minutos, tempos não muito diferentes da RM. É analisada depois por um especialista de MN.

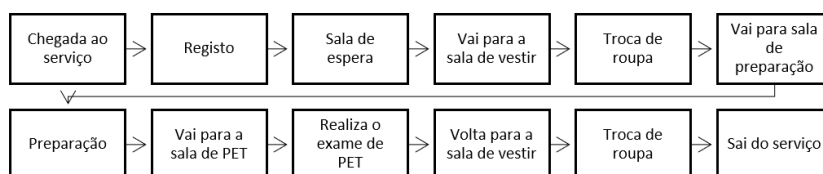


Figura 5.6: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar exame de PET

Cardiologia:

ECG: é um exame que deteta a atividade elétrica do coração. Cada contração do músculo cardíaco ou das válvulas do coração é comandado por pequenos impulsos elétricos gerados no próprio coração. O ECG consegue identificar os padrões normais de transmissão e geração destes impulsos elétricos. Assim, o ECG é o exame mais indicado para avaliar arritmias cardíacas e para a investigação inicial da isquémia cardíaca.

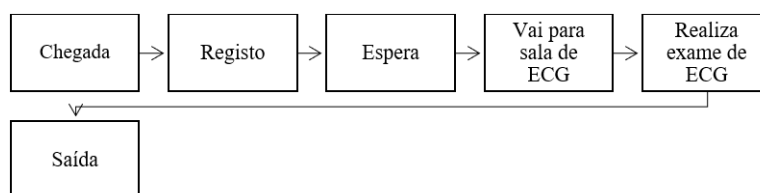


Figura 5.7: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar um ECG

Prova de Esforço: é um exame de diagnóstico que consiste em fazer um registo electrocardiográfico contínuo e, simultaneamente, várias medições da pressão arterial no decurso de um esforço padronizado conseguindo avaliar a resposta cardiovascular. O exame é efetuado por um técnico especializado sob supervisão de um médico cardiologista. Os eléctrodos são aplicados e ligados através de fios ao registador. É colocada uma braçadeira para medição da pressão arterial, inicia-se o exame. Depois, de 3 em 3 minutos, aumentará a velocidade e inclinação segundo um protocolo programado, sempre com visualização e registo do ECG e com medição da pressão arterial. O exame será parado quando são atingidos os objetivos pretendidos ou se surgirem alterações que determinem a sua interrupção.

Prova de Esforço Cardiorespiratória: é uma prova de esforço com sobrecarga, é injetado um estimulante cardíaco.

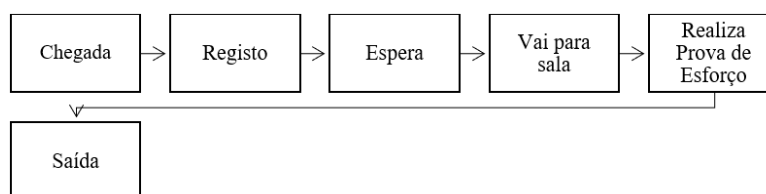


Figura 5.8: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar a prova de esforço

Holter: Consiste no registo da atividade elétrica do coração (habitualmente em duas derivações) durante períodos de 24 horas ou períodos de maior duração (uma semana ou mais, com equipamento especial chamado Detetor de Eventos).

MAPA: consiste na medição da pressão arterial durante um determinado período de tempo em intervalos de 15 a 20 minutos durante o dia e de 30 a 60 minutos durante a noite. Trata-se de um método de medição automática da pressão arterial realizada através de um dispositivo colocado na cintura do paciente que insufla uma bolsa de borracha (manguito) instalada no braço, permite estimar a média das pressões durante o período total do exame, quer durante o período em que o paciente está acordado quer durante o sono.

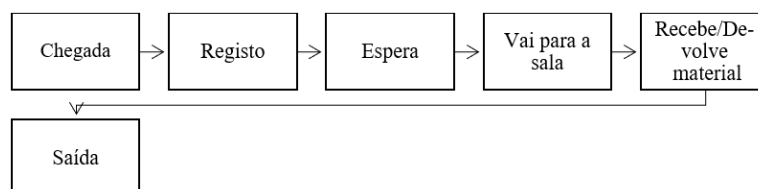


Figura 5.9: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai receber ou devolver o material necessário para o MAPA e o Holter

O teste de tilt: é o único meio auxiliar de diagnóstico na reprodução da síncope neurocardiogénica (perda de conhecimento ou desmaio). É realizado por um cardiologista com

experiência no estudo e tratamento de patologias em que existam alterações do controlo neurogénico do coração e vasos sanguíneos.

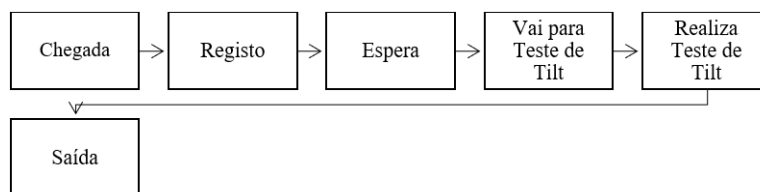


Figura 5.10: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar o Teste de Tilt

O ECO: utiliza ondas de som para produzir imagens do coração, permitindo ao médico ver como o coração se contrai e como bombeia o sangue. As imagens obtidas permitem identificar diversas anomalias do coração e das suas válvulas. Dependendo da informação que é necessário obter, o ECO poderá ser realizado de diversas formas. O ECO pode ser realizado por via transtorácica, em que a sonda que capta as imagens é colocada diretamente sobre o tórax do paciente, ou por via transesofágica, em que a sonda é inserida no esófago. Esta técnica é utilizada quando as imagens obtidas através do tórax não são elucidativas. No ECO transtorácico, coloca-se um gel sobre o tórax do paciente e a sonda é aplicada de um modo firme sobre a pele. Essa sonda emite ultrassons em direção ao coração e um transdutor regista os ecos produzidos pelo coração. Esses ecos serão depois convertidos em imagens através de um computador. ECO transesofágico: não é necessária uma preparação especial para um ECO convencional, no caso do ECO transesofágico é realizado sob sedação, e exige a presença de um médico.

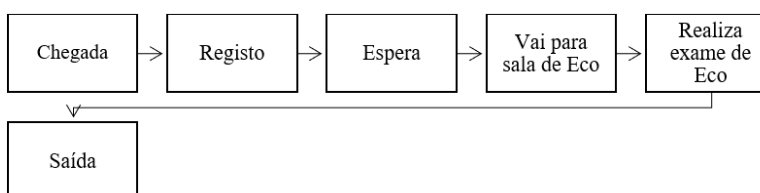


Figura 5.11: Delineamento do trajeto efetuado pelo paciente que vai realizar o ECO

Cateterismo cardíaco: consiste na introdução de um catéter, na artéria do braço ou da perna do indivíduo, que será conduzido até o coração. Este exame não será estudado nesta dissertação.

Em estudos eletrofisiológicos, inserem-se eletrodos registadores e estimuladores nas quatro cavidades cardíacas por meio de cateterismo cardíaco direito ou esquerdo. Este exame não será estudado nesta dissertação.

Nenhum dos exames de Cardiologia para atos de terapêutica irá participar neste estudo.

Na Cardiologia tem-se diferentes tempos conforme o exame a ser realizado, nomeadamente se for um ECG o tempo médio é entre 5 a 10 minutos, para o MAPA, o Holter, o paciente apenas precisa de ir colocar, levar e devolver o material, para a Prova e Esforço

pelo menos 30 a 45 minutos, o teste de Tilt demora 15 minutos, os ECOs duram cerca de 30 minutos. Todos os tempos de registo vão ser iguais para esta especialidade demorando uma distribuição normal de valor médio 7 e um desvio padrão 2 minutos.

Para os dados de Cardiologia não se retirou os 20% da Urgência, mas retirou-se igualmente 20%. Nesta caso, associados aos exames normalmente realizados por esta unidade que não foram contabilizados neste estudo.

Define-se agora, o tipo de pacientes a ter. Nomeadamente, para o nosso estudo definiram-se quatro tipos de pacientes, para Radiologia: ir-se-á ter dois tipos para as RM, uns para imagens com agentes de contraste (38%) e outras sem (62%), neste caso foi inevitável definir esta diferença nos pacientes; nos pacientes das TC, também foi essencial separar os pacientes, nestes varia também o tempo do exame em si, enquanto, para a RM o tempo de exame é sempre o mesmo, assim para os pacientes de TC definiu-se uma probabilidade de 10 % do exame demorar entre 20 a 30 minutos, ou de 90% o exame demorar 10 a 20 minutos, com e sem contraste, respetivamente. Para MN têm-se apenas um tipo de paciente. E para Cardiologia têm-se cinco tipos de pacientes, os que fazem o Teste de Tilt, os das provas de esforço são apenas um, alternado apenas os tempos, os pacientes para MAPA e Holter são o mesmo tipo de paciente sem diferença entre estes, os pacientes para o ECG, e por último os pacientes de Eco.

Deste modo admitem-se os tempos de duração de cada exame *texame* os seguintes:

- RM: *texame*= distribuição normal com média de 35 minutos e desvio padrão de 6.
- TC: *texame* tem probabilidade de 10% do exame demorar uma distribuição normal com média 25 e desvio padrão 2, e probabilidade de 90% do exame ter uma distribuição normal com média de 15 minutos e desvio padrão de 5.
- PET: *texame* = distribuição normal com média de 35 minutos e desvio padrão de 5.
- ECG: *texame* = distribuição normal com média 7 e desvio padrão 2.
- MAPA e Holter: *texame*=5 minutos.
- Provas de Esforço: *texame*= distribuição normal de 40 minutos com desvio padrão de 5 minutos.
- Teste de Tilt: *texame*= 15 minutos.
- ECO: *texame*= distribuição normal de 30 minutos e desvio padrão de 5.

Como já foi referido anteriormente em Vantagens e Limitações da Simulação em Flex-Sim, há tempos constantes para todos os cenários, como o tempo de vestir, de chegar de um local ao outro, de fazer o registo, pois não são variáveis a estudar. Todavia, há diferença nos tempos de análise do resultado do exame, estipulou-se que a leitura do exame e escrita do relatório final vai diminuindo de cenário para cenário. O tempo definido para o registo foi igual em todos os cenários, variando apenas com a especificidade do exame.

O horário de funcionamento escolhido foi das 8h às 20h para os médicos, das 7h30 às 20h para os técnicos, e das 7h30 às 19h30 para as rececionistas. Uma vez que, caso se queira inicializar os exames às 8h é necessário haver preparação ao doente. Preparada pelos técnicos ou enfermeiros, sendo por isso, indispensável que estejam no serviço mais cedo. Portanto, o horário de exames é das 8h às 20h. Considera-se assim, que os pacientes chegam 30 minutos antes da hora do exame. Nenhum PET é marcado para as 8h, pois implicava que o doente tivesse de estar no serviço às 7h para iniciar o procedimento pré-exame.

Todos os cenários tiveram como taxa de chegada, o número de pacientes por hora. O que significa que se determinou sempre quantos pacientes entravam por hora nos serviços, dependendo do exame a fazer. Esta taxa de chegada varia em todos os cenários e em todos os anos, é o que vai dando flexibilidade ao fluxo de pacientes.

Nunca se simulou o número de enfermeiros. Nesta simulação os técnicos podem desempenhar o papel dos enfermeiros, enquanto que o contrário não é verdade, assim não há necessidade de separação dos mesmos.

Algo a ter em consideração é que para Radiologia, apenas se contabilizaram 300 dias num ano. Visto que, a média dos dias úteis durante os próximos anos é 252, retirando os domingos, sábados e feriados. Todavia sabe-se que os aparelhos estão ao serviço durante os fins-de-semana, mas apenas para casos de emergência, ou seja, para exames não agendados. Considera-se, então, que os sábados contam como dias úteis para estes exames. Contudo, para o serviço de MN e de Cardiologia contam-se apenas os 252 dias úteis, visto estes não estarem escalados para o serviço de Urgência, para este estudo.

O rácio entre médicos e técnicos, foi estabelecido a partir de simulações que determinaram qual o melhor número de médicos e técnicos para dar resposta à procura proposta. E em conjunto com a pesquisa deste rácio em centros de referência como o Centro Clínico Champalimaud.

Não esquecendo que nem todas as ações do pessoal dos centros de diagnósticos são contabilizadas nesta simulação. Nomeadamente reuniões de grupo multidisciplinares, ou os períodos de férias, nem para ações de formação. Não foram contabilizadas as alturas do ano em que haja menos pessoas no serviço, mas para a importância deste estudo essa problemática não teve necessidade de ser aplicada. Todos estes cenários darão um outcome conforme as medidas de desempenho.

Dado que os valores apresentados nas tabelas são apenas uma previsão do número, comportam erros estatísticos. No entanto, para combater esses erros faz-se a criação de vários cenários, demonstrando a flexibilidade que é necessária. Pois mesmo que não sejam exatamente estes valores, o importante é ter uma estimativa para se poder contornar e saber lidar com a diferença.

Definem-se agora os cenários, durante a apresentação destes ir-se-á mostrar os valores necessários sem simulação, para se ter uma base para a aproximação da realidade.

5.1 Cenário 1

Para este cenário será considerado que tudo seguirá o mesmo percurso de agora, ou seja, não considera a entrada de novas tecnologias nos serviços estudados, para além das já estabelecidas. Como se se paralisasse no tempo, e não houvesse uma evolução na área da saúde. Os tempos dos exames, da avaliação dos resultados dos mesmo e os procedimentos dentro dos serviços serão mantidos.

As ponderações para preenchimento das tabelas foram sempre iguais, quantos exames um médico vê por dia, determina-se quantos médicos são essenciais, obtém-se pela proporção o número de técnicos. Qual o tempo médio de cada exame, e assim, calcula-se o número de equipamento concreto. E o número de exames por dia é calculado pelos exames totais previstos para o ano, dividido pelo número de dias de funcionamento do serviço, no caso dos RM e TC 300 dias, e no caso da MN e Cardiologia 252.

Considera-se, portanto, que um médico neurorradiologista, radiologista, radioncologista, ou de outra especialidade responsável pela análise dos resultados de RM ou TC, consegue ver uma média de 2 exames por hora. Este tem um horário de 12h, das quais 1h é de almoço e que 4h são para reuniões de grupo, formações, consultas, entre outros, então prevê-se que num dia um médico consiga ver 14 exames.

Relativamente ao preenchimento das tabelas para o número de médicos, considera-se a relação de 1 médico para 1 técnico para os exames de RM e TC.

Sabe-se também, que uma máquina de RM demora em média 40 minutos a realizar um exame, como não tem de parar porque há sempre turnos a funcionar, mesmo na hora de almoço, funciona durante 12h por dia. O que faz com que consiga fazer uma média de 18 exames por dia. E com este pensamento preencheu-se a última coluna da tabela.

Desta forma, sem simulação prevê-se a seguinte tabela.

Tabela 5.2: Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	31378	105	8	8	6
2035	44825	150	11	11	9
2045	64909	217	16	16	13

Para se determinar os valores apresentados na tabela de TC, considerou-se que uma máquina de TC demora cerca de 20 minutos a executar um exame, portanto consegue produzir 36 exames por dia. Assim sendo, para se poder fazer 414 exames, por exemplo, é necessário $414/36=11,5$ máquinas, sendo então necessário arredondar às unidades. É imperativo ter-se 12 máquinas de TC, tendo sido feito este raciocínio para toda a coluna.

A única máquina simulada é a de PET, mas esta faz todos os exames que ocorrem na MN simulada, (PET/CT ou SPECT), o que não acontece na realidade. Portanto, considerou-se que a média de tempo de uma máquina destas é 30 minutos, o que faz com que por dia consiga executar 24 exames. Para a continuação do preenchimento da tabela, manteve-se

Tabela 5.3: Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	124033	414	30	30	12
2035	189973	634	46	46	18
2045	297781	993	71	71	28

o seguimento dos anteriores. Portanto, um médico demora 30 minutos a ver um exame, o que faz com que consiga analisar 14 resultados num dia, ocupando 7h do seu horário, a ver exames.

Para se determinar os valores destas tabelas teve-se em consideração todo o estudo apresentado no capítulo Identificação do Problema. E o rácio entre médicos e técnicos foi então considerado 1 médico para 2 técnicos.

Tabela 5.4: Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	7445	30	3	6	2
2035	12354	49	4	8	3
2045	17696	71	6	12	3

Considera-se para Cardiologia que é possível num dia fazer um máximo de 48 Testes de Tilt, 144 MAPA+Holter na mesma sala, 18 provas de esforço por sala, 24 ECOs e 95 ECGs. Por isso determinou-se aproximadamente uma percentagem para cada um destes sendo que os valores correspondentes foram de 8%, 32%, 12%, 22% e 26%, não só consoante o número máximo como a sua importância clínica.

Acordou-se que o tempo de análise de resultados destes exames era de 20 minutos. Para este serviço, o médico não está presente em todas as situações. Para fazer um prova de esforço é sempre imprescindível a sua presença, o que preenche 40 minutos do seu horário, e em alguns casos do Teste de Tilt (na simulação 50% das vezes usou-se um médico e um técnicos, enquanto nas restantes apenas se usaram dois técnicos, no entanto, o resultado do exame é sempre visto por um médico). Para os ECGs e ECOs os médicos não foram utilizados, porque o exame pode ser feito por um técnico, e o médico não realiza nenhum relatório. Para MAPA e Holter, 50% das visitas do doente (aquando a entrega do material), o médico faz um relatório, no entanto, não está presente na consulta.

O equipamento simulado para as provas de esforço é apenas uma cama, enquanto na realidade são requeridos mais aparelhos, nomeadamente, uma passadeira, um computador, eletrodos, etc, mas para efeitos de estudo considerou-se apenas a cama como o equipamento 1. O mesmo ocorreu para o ECO, considerando-se este o equipamento 2. Como equipamento 3 foi considerado o aparelho para o Teste de Tilt. Como equipamento 4 foram consideradas as salas necessárias para a entrega ou devolução dos aparelhos para o MAPA e Holter. E finalmente, como equipamento 5 foram consideradas as mesas onde

se efetuam os ECGs.

Preencheu-se a tabela, novamente, usando apenas 7h por dia a demorar 20 minutos assim consegue analisar 21 exames. Não se ignorou o facto de estes perderem mais tempo noutros exames. No entanto, considera-se na mesma os 20 minutos, porque também só se considera as 7h e não as 12h em que o médico está presente. Mas é necessário retirar os valores de ECO e ECG, porque o médico não interage com estes doentes.

Este estudo não comporta a Unidade de Cardiologia encarregar das consultas da mesma, apenas se simula e se reflete a parte de MCDT para esta.

Tabela 5.5: Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 1

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos
2025	94913	377	7	7
2035	97604	387	10	10
2045	105284	418	10	10

5.2 Cenário 2

Neste cenário espera-se uma redução de 20% no número de exames, podendo justificar-se esta o apoio dado de clínicas exteriores ou com a intervenção de uma nova tecnologia que permita uma menor procura aos centros de diagnóstico. Com isto considera-se também, a entrada do uso de ML e de IA, que irão ajudar a simplificar e a agilizar o processo de análise do resultado.

Além disso, adicionou-se o tempo de análise do resultado ser de 15 minutos, em vez de 30 minutos. O que faz com que os médicos consigam analisar 4 exames numa hora, continua-se, assim, com o pensamento que os médicos analisam os resultados durante 7h. Pode-se prever que num dia vejam 28 exames.

E agora como se tem uma proporção de 1 médico para 2 técnicos, o número de técnicos será o dobro do número de médicos. Alterou-se esta proporção para se tentar entender a diferença do papel de cada um destes profissionais, conseguindo assim perceber se é melhor alterar este rácio no futuro ou mantê-lo.

A RM continua com uma duração média de 40 minutos, prevê-se, portanto, que em média o equipamento faça 18 análises.

Tabela 5.6: Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	25103	84	3	6	5
2035	35860	120	4	8	7
2045	51927	173	7	14	10

A TC continua com uma duração média de 20 minutos, prevê-se, portanto, que em média o equipamento faça 36 análises.

Tabela 5.7: Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	99227	331	12	24	10
2035	151979	507	19	38	15
2045	238225	794	29	58	23

Para os exames de MN muda-se a proporção para 1 médico para cada 3 técnicos. Pelos mesmos motivos que para o serviço de Radiologia.

Tabela 5.8: Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	7168	28	1	3	2
2035	11737	47	2	6	2
2045	16811	67	3	9	3

Para o funcionamento da Unidade de Cardiologia agora a análise do resultado dos exames passa a ser 15 minutos, por isso, nas 7h o médico poderia ver por dia 28 exames, em média.

Tabela 5.9: Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 2

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos
2025	75930	302	4	8
2035	78083	310	4	8
2045	84228	334	5	10

5.3 Cenário 3

Este é o cenário que considera mais evolução na medicina. Primeiramente, o tempo de análise é bem mais reduzido do que no cenário 1, o que implica um bom avanço nas novas tecnologias para conseguirem estes fazer uma parte do papel do médico, e este ter apenas a necessidade de conferir e confirmar o resultado da avaliação pela tecnologia. Em segundo, 25% pode ser feito pelos técnicos ou outros profissionais o que exige uma formação pela parte destes, mas também que a avaliação venha de forma simples para poder ser processada por estes.

Definiram-se as novas variáveis como o tempo de análise do resultado do exame para 10 minutos. Desta forma, durante um dia um médico vê aproximadamente 42 exames, para os três serviços.

Neste cenário, os resultados não são apenas vistos pelos médicos, 25% dos resultados são analisados por um técnico. O que implica a formação destes técnicos para estarem aptos a ler e saber compreender o resultado destes exames. Introduzindo-se, desta forma, um pouco mais de tecnologia na medicina.

Além disso, alterou-se a proporção entre médicos e técnicos, passa-se a ter 1 médico para cada 3 técnicos, para RM, TC e Cardiologia.

Apresenta-se, então, as tabelas para o cenário 3:

Tabela 5.10: Recursos requeridos para o funcionamento das RM de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3

Ano	Exames	Ex. p/ dia p/médico	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	25103	63	2	6	5
2035	35860	90	3	9	7
2045	51927	130	4	12	10

Tabela 5.11: Recursos requeridos para o funcionamento das TC de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3

Ano	Exames	Ex. p/ dia p/médico	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	99227	249	6	18	10
2035	151979	380	10	30	15
2045	238225	596	15	45	23

Para o caso da MN alterou-se a relação de 1 médico para 4 técnicos. Obtendo-se, desta forma, a tabela.

Tabela 5.12: Recursos requeridos para o funcionamento da MN de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3

Ano	Exames	Ex. p/ dia p/médico	Médicos	Técnicos	Máquinas
2025	7168	22	1	4	2
2035	11737	35	1	4	2
2045	16811	51	2	8	3

Tabela 5.13: Recursos requeridos para o funcionamento da Cardiologia de acordo com o número de pacientes esperado para o cenário 3

Ano	Exames	Ex. p/dia	Médicos	Técnicos
2025	75930	302	3	9
2035	78083	310	3	9
2045	84228	334	3	9

RESULTADOS

6.1 Resultados e Discussão

Depois de realizadas todas as simulações para os três cenários e os três anos estudados (2015, 2035, 2045), determinaram-se os recursos físicos e humanos para ser dada a resposta à procura conjecturada.

Tabela 6.1: Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento das RM sem filas de espera

Ano	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	2025	2035	2045	2025	2035	2045	2025	2035	2045
Exames por dia	105	150	217	84	120	173	84	120	173
Equipamento	7	9	14	5	7	10	5	7	10
Médicos	9	13	17	4	5	8	3	4	6
Técnicos	9	13	17	8	10	16	9	12	18
Rececionistas	2	4	4	3	4	5	2	3	5

Tabela 6.2: Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento das TC sem filas de espera

Ano	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	2025	2035	2045	2025	2035	2045	2025	2035	2045
Exames por dia	414	634	993	331	507	794	331	507	794
Equipamento	x	x	x	15	x	x	13	x	x
Médicos	x	x	x	10	x	x	6	x	x
Técnicos	x	x	x	20	x	x	21	x	x
Rececionistas	x	x	x	6	x	x	6	x	x

Todos as células da tabela preenchidas com um x, significa que o número era demasiado elevado para se conseguir simular.

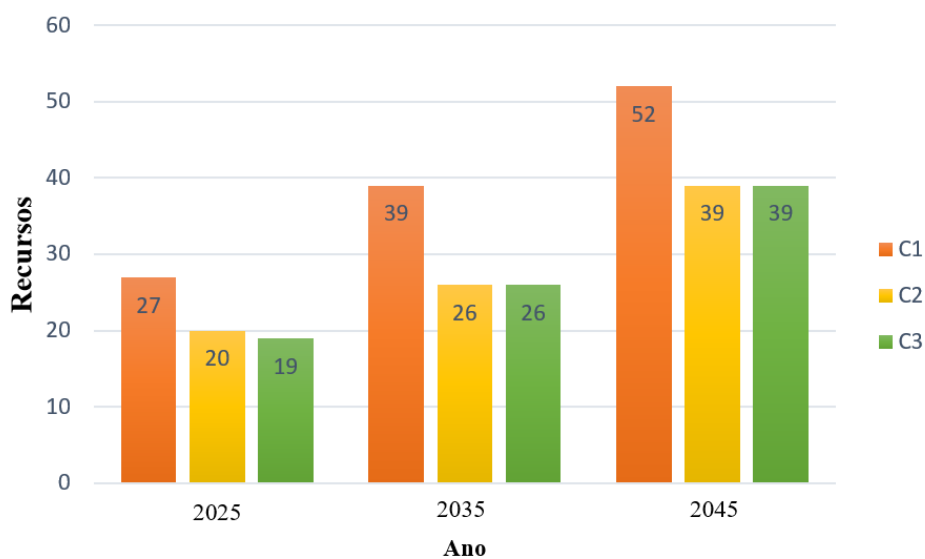


Figura 6.1: Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento das RM sem filas de espera

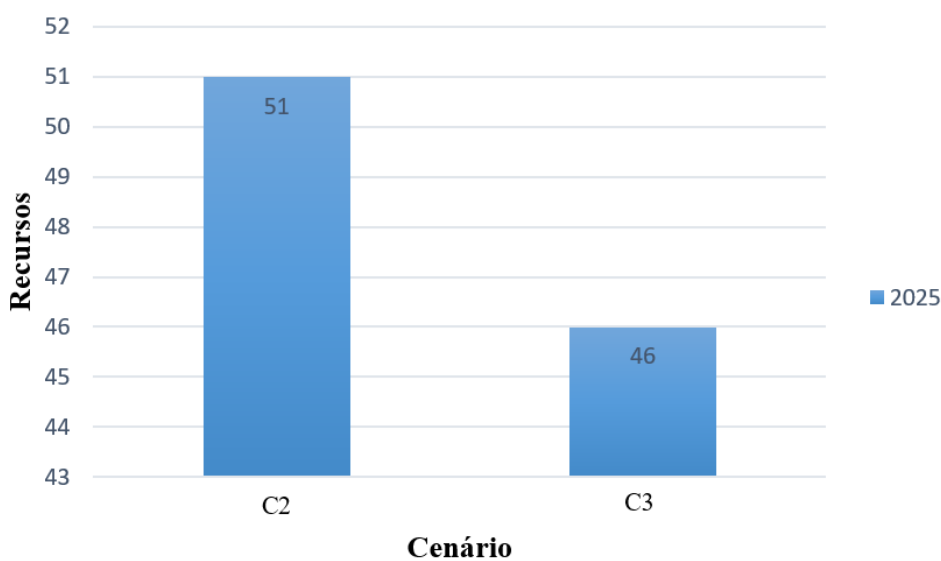


Figura 6.2: Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento das TC sem filas de espera

Como é possível ver-se por este gráfico 6.2 dos recursos para TC, apenas se pode conjecturar para o ano de 2025, dado que os outros anos e cenários exigem demasiados recursos.

Apesar de nos passos representados no capítulo anterior, se mostrar que o percurso normal de um paciente que vá realizar um TC ou uma RM, passa por trocar de roupa, durante as simulações esse passo teve de ser retirado. A remoção desse passo não alterou os tempos, visto que se adicionou o tempo dispensado nessas atividades em atividades como ir para a sala de exame, que demorariam apenas 2 minutos em simulações não muito

Tabela 6.3: Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento da MN sem filas de espera * scanner de PET

Ano	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	2025	2035	2045	2025	2035	2045	2025	2035	2045
Exames por dia	30	49	71	28	47	67	28	47	67
Equipamento*	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Médicos	3	4	5	2	3	4	1	2	3
Técnicos	6	8	10	6	9	12	4	8	12
Rececionistas	2	2	3	1	2	2	1	2	2

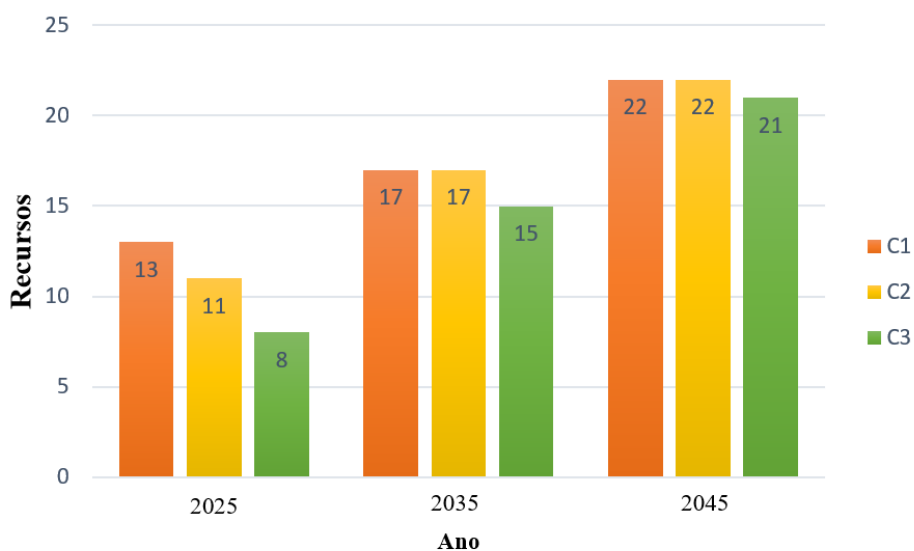


Figura 6.3: Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento da MN sem filas de espera

preenchidas, mas que em determinadas simulações passaram a valer uma distribuição normal de média 17 e desvio padrão 2. Escolheram-se estes valores, para se conferir ao modelo uma certa veracidade, que tinha sido removida caso se mantivesse o tempo anterior, e não se contabilizasse ações onde o paciente realmente perde tempo.

Portanto como se pode reparar, mesmo que se faça 20% dos exames fora e mesmo com a diminuição do tempo de análise de resultados, o número de equipamentos continua irrealista. Nenhum hospital, especialmente público, é capaz de comportar 13 equipamentos de TC. Com isto, pretende-se demonstrar a cada vez mais urgente necessidade de se recorrer à tecnologia e ou a novos planos, que incluam a realização dos exames no exterior.

Com estas simulações pode-se admitir que é possível uma interajuda com outras instituições, nomeadamente é possível os médicos destes serviços conseguirem fazer monitorização de pacientes que não estejam presentes. Pois em todas as simulações, além de se considerar que estes apenas dedicariam 7h das 12h totais, à revisão dos exames a ocupação total do grupo de médicos raramente era superior a 60%. O que prova que

Tabela 6.4: Recursos humanos e físicos simulados para o funcionamento da Unidade de Cardiologia sem filas de espera

Ano	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	2025	2035	2045	2025	2035	2045	2025	2035	2045
Exames por dia	377	387	418	302	310	334	302	310	334
Médicos	12	12	12	5	5	5	4	4	4
Técnicos	12	12	12	10	10	10	12	12	12
Rececionistas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Equipamento 1	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Equipamento 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Equipamento 3	1	2	2	1	1	2	1	1	2
Equipamento 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Equipamento 5	2	2	2	2	2	2	2	2	2

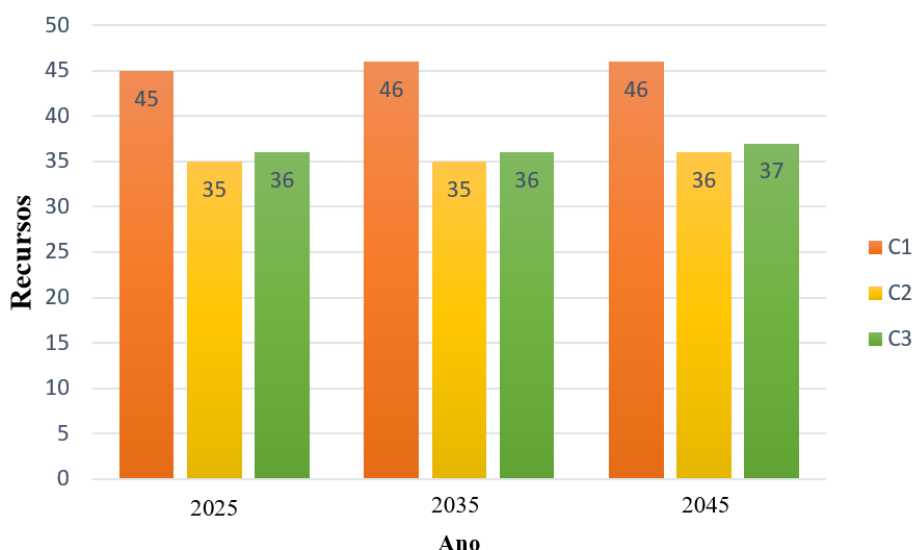


Figura 6.4: Gráfico ilustrativo das diferenças de recursos necessários ao funcionamento da Unidade de Cardiologia sem filas de espera

apesar destes serem indispensáveis para a funcionamento do serviço, demonstra que podem utilizar o seu tempo, com novas tecnologias por exemplo, e assim continuar a prestar melhores cuidados de saúde aos utentes.

Os resultados obtidos sugerem que a hipótese de assumir que a diminuição do tempo de análise, suportada por vários artigos, devido à utilização da IA e do ML [67], acompanha uma boa resposta. Confirmando que é imprescindível a entrada destas tecnologias na saúde, para se poder conseguir dar resposta à procura [80].

Durante estas simulações como já foi referido houve uma grande parte dos RH envolvidos nestes serviços que não foram demonstradas, não por não serem de extrema importância, mas porque normalmente não têm contacto com o doente. E como se referiu o FlexSim HC é um software que é centrado no doente, portanto o fato de estes RH não estarem aqui representados, apenas demonstra que apesar de essenciais aos serviços, estes

não mantêm atividade com o doente, como o caso de engenheiros físicos.

Similarmente, deve-se ter em consideração que entre cada paciente é essencial desinfetar tanto a cama onde o doente esteve, como o próprio aparelho onde é feito o exame. No entanto, tais momentos não foram considerados porque pode ser executado por qualquer elemento da equipa, e não faz perder muito tempo, isto claro se for bem gerido.

Além disto conseguiu-se entender que todos os envolvidos têm efeitos no desenrolar da ação, ou seja, por exemplo, em muitas simulações enquanto o número de rececionistas não fosse o adequado, podia-se alterar as restantes variáveis que nada causava o efeito esperado, que era não haver fila.

Pode-se concluir que em alguns cenários por mais recursos humanos que se tenha nunca se consegue estabelecer um equilíbrio, de forma a não obter uma fila de espera, caso o número de equipamentos não consiga ser satisfeito.

Raramente se escolheram valores concretos para os tempos dos exames, e foram quase sempre escolhidas distribuições normais para se ter uma maior aproximação à realidade.

Encontra-se para a MN, os equipamentos e RH requeridos para os anos conforme apresentado na tabela. Como explicado no capítulo 5, apenas se usou a máquina de PET acrescentando uma certa irrealidade a esta simulação, desta forma aumenta-se a variabilidade deste estudo. Além disso, esta área pode contar com mais procedimentos, havendo exames deste foro que não foram contabilizados para esta simulação. Novamente, ou por falta de dados ou por limitações do software.

Como se previa, o aumento da requisição de estudos de saúde vai ser muito elevada, isto conduz a uma necessidade muito urgente de se adquirir novo material e dar formações às pessoas responsáveis nestes serviços de forma a poderem geri-los da forma mais adequada, porque notou-se que por vezes não importa a quantidade de profissionais mas sim a hora a que cada paciente entra. Isto demonstra que o planeamento de cada dia a dia tem de ser estudado de forma a se poder obter bons resultados.

Dos três cenários resume-se as principais limitações encontradas, denotando-se que para se conseguir dar resposta com tempos de espera adequados é extramente essencial a aquisição do material necessário. Nomeadamente, dos aparelhos de MRI, CT, PET e material necessário para as atividades de Cardiologia.

Além disto, reconhece-se que na realidade é possível haver uma "mistura" de cenários, ou seja, manter-se uma procura muito elevada, que exige muitos recursos, e a entrada de cada vez mais novas tecnologias que vão encurtar o tempo dos exames, permitindo assim que se faça mais exames por dia. Portanto como crítica a este estudo, pensa-se que o tempo de cada procedimento deverá ser diminuído ao longo dos anos, ou seja, num cenário os tempos de 2025 até 2045 deviam ir decrescendo, mas assim estar-se-ia a alterar as variáveis definidas no início do estudo, uma vez que se tratam de épocas muito grandes, porque são feitas prospeções para 20 anos.

Uma hipótese não admitida como possível mecanismo de atraso é o facto de poder ocorrer que o paciente sofra de mobilidade reduzida, ou que seja uma criança, nestes casos o mais comum é todo o procedimento demorar mais tempo. Nos pacientes de

mobilidade reduzida é necessário transportá-los e colocá-los nas mesas dos equipamentos de exame. De qualquer maneira, em grande parte dos hospitais há posições cujo objetivo é transportar estas pessoas, fazendo com que os técnicos não percam muito tempo com estes pacientes. Mas na realidade, os exames efetuados a estas pessoas podem demorar mais tempo, pois podem ter dificuldades em manter-se imobilizadas, fator de extrema importância para a extração de imagens com qualidade. Talvez pensar serviços focados em crianças, para se poder perder esta variabilidade, separar a pediatria por completo nos MCDT.

No entanto pela literatura sabe-se que a telessaúde aplicada à Cardiologia, se direcionada da teleconsulta, mas especialmente pelo uso do telediagnóstico (teleletrocardiografia), consegue-se ganhos de tempo no tratamento em urgência cardiológica e no apoio à decisão nos centros de saúde [68], que alivia a pressão nos centros de diagnóstico nesta área.

Durante estas simulações foi bastante perceptível que o papel preponderante é o dos técnicos, estes desempenham o papel mais importante, porque para além de comunicarem com o doente, ao contrário dos médicos, são responsáveis por quase toda a ação que decorre dentro destes serviços.

O CHLC tem procurado responder positivamente ao aumento crescente da procura, implementando diversas medidas de reorganização interna que permitam obter melhores resultados em saúde para os utentes e que promovam elevados níveis de eficácia e eficiência na gestão e na governação clínica, com maior transparência, responsabilização, prestação de contas e centralidade no cidadão e na sua família.

Não se fez o ensaio a mais exames por limitações do programa e por falta de dados viáveis para a realização do estudo dos restantes exames. Mas teria sido interessante considerar as mamografias e os RX, dado que estes ocupam um lugar tão importante num dia a dia de um centro de diagnóstico. Se se tivessem estudado estes exames este teria sido o delineamento do trajeto de cada um destes exames.

Imagem por mamografia:

A mamografia é uma radiografia mamária que usa um nível muito baixo de radiação. É realizada por um técnico de radiologia, e analisada posteriormente por um médico radiologista. Geralmente, o exame demora 15 minutos.

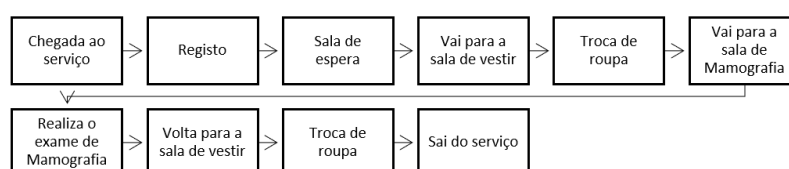


Figura 6.5: Delineamento do trajeto para pacientes de mamografia

Imagem por RX convencional:

Este tipo de exames não apresenta quase filas de espera, e não há dados disponíveis

para a quantidade de exames de RX, no entanto continua a ser considerado neste centro de diagnóstico pois ocupa tempo aos técnicos de radiologia e aos médicos da especialidade. É um exame rápido, o tempo médio para estes não ultrapassa os 10 minutos e não requer preparação especial do paciente. O técnico de radiologia faz uma análise crítica do RX e se a imagem cumprir os critérios de boa realização necessários para o diagnóstico, após a validação das imagens pelo técnico, o exame é analisado por um médico radiologista, mas pode ser visto pelo especialista da área do local estudado no exame, no caso por exemplo de Ortopedia. É um exame rápido com duração entre os 5 e os 10 minutos.

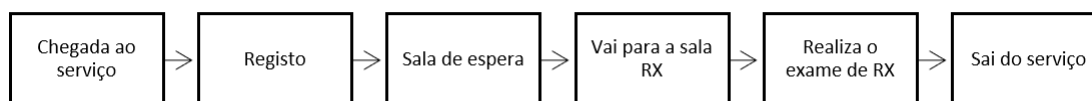


Figura 6.6: Delineamento do trajeto para pacientes de RX

Estas diferenças entre a realidade e a simulação, consciencializa para a necessidade de mais RH do que aqueles estipulados pelo estudo. Uma vez que, houve uma série de exames que não foram contemplados.

Foi ainda possível localizar onde se perde mais tempo é ou na preparação se o exame o exigir, ou então no exame em si.

No geral, conclui-se transversalmente que nada é tão determinante como o número de máquinas, mas para estas melhor servirem o utente têm de ser acompanhadas por uma equipa preparada e desenvolvida a todos os níveis de conhecimento.

CONCLUSÃO

7.1 Conclusão

O desafio imposto nesta dissertação de perceber qual o impacto da utilização da eHealth e de todos os avanços tecnológicos previstos, tem motivado a procura de novas formas de entender como melhor proceder face aos problemas impostos na saúde. Nesta tese, analisou-se através do FlexSim, um método de simulação, com três cenários diferentes para se poder retirar qual o impacto destas. Primeiramente, uma análise a cada um dos cenários foi conduzida para encontrar diferenças significativas nos mesmos.

Dadas as circunstâncias dos serviços de saúde não funcionarem nas condições utópicas, de terem um horário de atividade de 24 horas, estes apresentam grandes listas de espera para consultas, exames e cirurgias, o que nos conduz a designar o problema como falta de médicos ou de equipamento. No entanto, sabe-se que em 2015, Portugal apresentava um número de médicos por cada mil habitantes praticamente igual à média da OCDE, o coloca Portugal numa posição de ter de melhorar a gestão e planeamento dos seus serviços de saúde, e não de formar mais médicos.

Este tipo de resultados pode ser crucial para se estudar os mecanismos de implementação da Telemedicina, e com esta introduzir mais posições hospitalares intituladas de gestor de dados, ou também analista de registos médicos, engenheiro de software clínico e/ou técnico de registo de doenças. Estes novos profissionais tornar-se-ão responsáveis pelos registos médicos e técnicas de informação para desenvolverem, implementarem e avaliarem sistemas de processamento, armazenamento e recuperação de registos em instituições médicas, para atender às exigências legais, profissionais, éticas e de requisitos de manutenção de registos administrativos de prestação de serviços públicos [69].

Posteriormente uma análise aos indicadores de risco para a saúde da sociedade disponíveis é possível ver-se que Portugal apresenta resultados a melhorar no consumo do

tabaco (16,8% da população fuma diariamente, mesmo assim está a baixo da média da OCDE), no domínio do álcool (9,9L per capita, acima do dos 9,0L da OCDE), para a obesidade (16,6% contra 19,4% da média da OCDE, mas é vital ter em atenção que no caso da obesidade infantil Portugal está bastante acima da média da OCDE apresentando 28,5% sem haver grande disparidade entre géneros) e a poluição do ar (24 PM mais de metade dos 68 PM da OCDE) os resultados desta análise demonstram existir fatores que têm de ser melhorados [70].

Acredita-se que o aproveitamento destes meios tecnológicos dissipe os problemas associados à desigualdade no acesso aos cuidados de saúde, bem como às elevadas listas de espera, permitindo uma resposta mais eficiente aos requisitos dos utentes, que tendem a ter cada vez mais um papel ativo e com conhecimento na gestão da sua própria saúde. De igual forma, pretende-se que a população desenvolva melhores hábitos, que irá conferir uma melhor qualidade de vida.

Além disso, tal como indicado na literatura e apurado nesta tese estes métodos demonstram, em geral, que o uso destas tecnologias permitem uma diminuição nas listas de espera dos centros de diagnóstico, e a utilização desta técnica proporciona uma maior produtividade nestes mesmos locais. De acordo com o objetivo principal desta tese e avaliando os resultados obtidos considera-se que existe potencial, e que todos os hospitais e centros de saúde deveriam adotar algumas destas medidas para haver uma melhor gestão na área da saúde.

Conclui-se, portanto, que é indispensável que haja flexibilidade nos serviços para estes poderem ter boas taxas de eficácia e eficiência, e tal só se consegue a partir de bons métodos de gestão e planeamento [83]. Da forma como os centros de diagnóstico organizam as suas atividades e os seus recursos com a aplicação de procedimentos (tecnologias), normas e regras. Deste modo, a gestão reflete a sua cultura organizacional (ambiente), os seus valores, a sua visão (objetivos) e missão (negócio).

7.2 Perspetivas Futuras

Algumas limitações neste estudo deverão ser ponderadas. Em todos os cenários, generalizações dos resultados não podem ser aplicadas, fora deste contexto, dada a falta de poder estatístico em consequência de estes serem valores provenientes de projeções retiradas de vários locais diferentes, e que todos têm “e se” diferentes. Deste modo, mais estudos são primordiais para validar esta observação em amostras maiores, se se quisesse avançar para um patamar nacional. Nomeadamente, através de estudos onde se possam avaliar inclusive a progressão das doenças, ou valores reais de população de utentes deste hospital, assim que este abrir.

Contudo considera-se que ainda existe uma questão muito importante não ponderada ao longo deste estudo, que é o lado financeiro: qual o investimento que o Governo teria de fazer, ou que novos acordos teria de criar para poder dar à população este apoio. Um longo caminho a percorrer com o objetivo de melhorar ao máximo o SNS.

Espera-se que mais projetos deste género sejam realizados, para os hospitais poderem medir o seu nível de flexibilidade, para Portugal poder avançar a um ritmo rápido e possibilitar a existência de mais hospitais certificados no nível 7 do *Electronic Medical Record Adoption Model* (EMRAM) pela *Healthcare Information and Management Systems Society Analytics* (HIMSS) [71], para além do Hospital Dr. José Almeida em Cascais.

REFERÊNCIAS

- [1] B. Cardoen, E. Demeulemeester, J. Beliën, B. Cardoen, E. Demeulemeester, and J. Beli, “Faculty of Business and Economics Operating room planning and scheduling: A literature review Operating room planning and scheduling: A literature review.”
- [2] A. Donabedian, “History of Health Services Research Project. Interview with Avedis Donabedian,” U.S. National Library of Medicine, no. April. 1998.
- [3] A. Maria, “No novo Hospital de Lisboa Oriental 80% dos quartos serão individuais,” Público.
- [4] P. D. United Nations Department of Economic and Social Affairs, “World Population Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables,” World Popul. Prospect. 2017, pp. 1–46, 2017.
- [5] D. A. Etzioni, J. H. Liu, M. A. Maggard, and C. Y. Ko, “The Aging Population and Its Impact on the Surgery Workforce,” *Ann. Surg.*, vol. 238, no. 2, pp. 170–177, 2003.
- [6] N. Ii and E. Provis, “Projeções de População Residente,” pp. 1–18, 2014.
- [7] Maria Filomena Mendes; Maria João Valente Rosa, “Projeções 2030 e o Futuro,” *Os Port. em 2030*, pp. 19–31, 2012.
- [8] Centro Hospitalar de Lisboa Central, “RELATORIO E CONTAS 2015.pdf.”
- [9] Centro Hospitalar de Lisboa Central, “Relatório e Contas 2016.pdf.”
- [10] D. M. Gaba, “The future vision of simulation in health care,” *Qual. Saf. Heal. Care*, vol. 13, no. suppl 1, p. i2 LP-i10, Oct. 2004.
- [11] J. Barjis, “Healthcare Simulation and its Potential Areas and Future Trends,” *SCS MS Mag.* –, vol. 1, no. January, pp. 1–6, 2011.
- [12] T. CAYIRLI and E. VERAL, “Outpatient Scheduling in Health Care: a Review of Literature,” *Prod. Oper. Manag.*, vol. 12, no. 4, pp. 519–549, 2009.
- [13] L. V. Green and S. Savin, “Reducing Delays for Medical Appointments: A Queuing Approach,” *Oper. Res.*, vol. 56, no. 6, pp. 1526–1538, 2008.

- [14] X. M. Huang, “Patient attitude towards waiting in an outpatient clinic and its applications,” *Heal. Serv. Manag. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 2–8, 1994.
- [15] C. Granja, B. Almada-Lobo, F. Janela, J. Seabra, and A. Mendes, “An optimization based on simulation approach to the patient admission scheduling problem using a linear programming algorithm,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 52, no. September, pp. 427–437, 2014.
- [16] A. P. Carpenter, L. M. Leemis, A. S. Papir, D. J. Phillips, and G. S. Phillips, “Managing magnetic resonance imaging machines: Support tools for scheduling and planning,” *Health Care Manag. Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 158–173, 2011.
- [17] “FlexSim Healthcare | Healthcare Simulation and Modeling.” [Online]. Disponível em <https://healthcare.flexsim.com/>.
- [18] G. S. Fishman, *Discrete-event simulation: modeling, programming, and analysis*. 2001.
- [19] A. Municipal, “Síntese do Programa Funcional do Hospital de Lisboa Oriental (HLO),” 2017.
- [20] R. Vigário, slides “Imagem Médica e Imagem Digital.”, Unidade Curricular: Imagiologia, FCT-UNL, 2016.
- [21] J. P. Hornak, *The Basics of MRI*, vol. 24, no. 2003. 2008.
- [22] French Society of Radiology, “MRI online course (Magnetic Resonance Imaging).”
- [23] G. Chris and D. Ffutché, “An introduction to the principles of medical imaging,” p. 421, 2005.
- [24] Rosa Valente Matos, *Telemedicina em Portugal Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação Calouste Gulbenkian*.
- [25] Instituto Nacional de Estatística, “Inquérito à Utilização das Tecnologias de Informação e da Comunicação nos Hospitais - 2014,” pp. 1–7, 2014.
- [26] A. C. da Saúde., “Plano Nacional de Saúde 2011-2016 ‘Tecnologias de Informação e Comunicação,’” 2010.
- [27] APDSI and ADT, “O que o Sector da Saúde em Portugal tem a ganhar com o desenvolvimento da Sociedade da Informação,” *e-Saúde*, p. 228, 2004.
- [28] R. Martinho and J. Varajão, “Tecnologias e sistemas de informação em entidades hospitalares: dois casos de hospitais portugueses,” *Por Que GESITI?*, 2014.
- [29] T. F. World and H. Assembly, “eHealth,” no. 4, pp. 121–123.
- [30] S. Daniela, “Towards the Development of an mHealth Strategy: A literature review,” *World Heal. Organ. Millenn. village Proj.*, no. August 2007, pp. 1–62, 2008.
- [31] L. Brosseau, J. Wang, and J. R. N. Matthew-Maich, “Designing, Implementing, and Evaluating Mobile Health Technologies for Managing Chronic Conditions in Older Adults: A Scoping Review.” 2016.
- [32] World Health Organization, “Country Cooperation Strategy - WHO | Regional Office for Portugal.”
- [33] A. A. De Matos and A. M. Nunes, “Tecnologias da informação e comunicação no sistema de saúde Português Tecnologías de la información y comunicación en el sistema de salud portugués,” vol. 10, no. 1, pp. 30–34, 2018.

-
- [34] M. Meso, M. Fonte, and V. Ort, "Gestão em Saúde," 2003.
- [35] G. Catan, R. Espanha, R. V. Mendes, O. Toren, and D. Chinitz, "Health information technology implementation - Impacts and policy considerations: A comparison between Israel and Portugal," *Isr. J. Health Policy Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2015.
- [36] J. Campbell et al., "Human resources for health and universal health coverage: fostering equity and effective coverage.," *Bull. World Health Organ.*, vol. 91, no. 11, pp. 853–63, 2013.
- [37] B. D. Southgate, "Global Mobile," no. October, 2016.
- [38] S. E. Wildevuur and L. W. L. Simonse, "Information and communication technology-enabled person-centered care for the 'big five' chronic conditions: Scoping review," *J. Med. Internet Res.*, vol. 17, no. 3, 2015.
- [39] C. L. Ventola, "Mobile devices and apps for health care professionals: Uses and Benefits," vol. 39, no. 5, pp. 356–364, 2014.
- [40] M. Harkins, "Mobile: Learn from Intel's CISO on securing employee-owned devices." 2014.
- [41] A. M. French, C. Guo, and J. P. Shim, "Current Status, Issues, and Future of Bring Your Own Device (BYOD)," *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 35, no. 10, pp. 191–197, 2014.
- [42] M. N. K. Boulos, S. Wheeler, C. Tavares, and R. Jones, "How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: An overview, with example from eCAALYX," *Biomed. Eng. Online*, vol. 10, pp. 1–14, 2011.
- [43] C. H. D. Jones, M. Glogowska, L. Locock, and D. S. Lasserson, "Embedding new technologies in practice – a normalization process theory study of point of care testing," *BMC Health Serv. Res.*, vol. 16, no. 1, p. 591, 2016.
- [44] P. Olla and C. Shimskey, "mHealth taxonomy: a literature survey of mobile health applications," no. 2014. pp. 299–308, 2015.
- [45] S. Kumar et al., "Mobile health technology evaluation: The mHealth evidence workshop," *Am. J. Prev. Med.*, vol. 45, no. 2, pp. 228–236, 2013.
- [46] Deloitte, "The hospital of the future - How digital technologies can change hospitals globally," 2017.
- [47] W. Hurley, "Quantum Computing Will Change Everything, and Sooner Than You Expect," 2017. [Online]. Disponível em <https://futurism.com/quantum-computing-change-sooner-than-expect/>.
- [48] D. Galeon, "A New Device Let's You Conduct an Ultrasound With a Smartphone."
- [49] M. Averill and W. D. Kelton, "Simulation modeling and analysis McGraw-Hill series in industrial engineering and management science." 2007.
- [50] D. A. Marshall et al., "Selecting a dynamic simulation modeling method for health care delivery research - Part 2: Report of the ISPOR dynamic simulation modeling emerging good practices task force," *Value Heal.*, vol. 18, no. 2, pp. 147–160, 2015.
- [51] "Hospital de São José – CH | Lisboa Central." [Online]. Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/hospital-de-sao-jose/>.

- [52] “Hospital Dona Estefânia.” [Online]. Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/hospital-dona-estefania/>.
- [53] “Hospital Santa Marta – CH Lisboa Central.” [Online], Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/hospital-santa-marta/>.
- [54] “Hospital Curry Cabral – CH Lisboa Central.” [Online], Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/hospital-curry-cabral/>.
- [55] “Hospital Santo António dos Capuchos – CH Lisboa Central.” [Online], Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/hospital-dos-capuchos/>.
- [56] “Maternidade Dr. Alfredo da Costa.” [Online], Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/maternidade-dr-alfredo-da-costa/>.
- [57] C. Almeida, “120 anos da descoberta dos Raio-X,” vol. 4, 2015.
- [58] R. De Holter, T. Tilt-teste, and R. De Holter, “MCDT realizados e Tempos de Espera MCDT realizados e Tempos de Espera,” 2018.
- [59] E. Centro Hospitalar de Lisboa Central, “RELATÓRIO ANUAL SOBRE O ACESSO A CUIDADOS DE SAÚDE,” 2017.
- [60] D. Oncológicas, “Doenças Oncológicas em números – 2014,” 2014.
- [61] K. Barnett, S. W. Mercer, M. Norbury, G. Watt, S. Wyke, and B. Guthrie, “Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: A cross-sectional study,” *Lancet*, vol. 380, no. 9836, pp. 37–43, 2012.
- [62] V. Feygelman, F. Lohr, and C. G. Orton, “The future of MRI in radiation therapy belongs to integrated MRI-linac systems, not the standalone MRI-Sim,” *Med. Phys.*, vol. 44, no. 3, pp. 791–794, 2017.
- [63] B. Part, “Contrast vs . No Contrast Reference Sheet – Head / Neck Contrast vs . No Contrast Reference Sheet – Spine.”
- [64] J. Reid, D. Ph, and T. G. Odle, “Computed Tomography in the 21st Century Changing Practice for Medical Imaging and Radiation Therapy Professionals,” Society, 2008.
- [65] Lusa, “IPO vai recorrer a privados para reduzir espera em mamografias.”
- [66] P. Johnson et al., “Adapted Treatment Guided by Interim PET-CT Scan in Advanced Hodgkin’s Lymphoma,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 374, no. 25, pp. 2419–2429, 2016.
- [67] S. Makaju, P. W. C. Prasad, A. Alsadoon, A. K. Singh, and A. Elchouemi, “Lung Cancer Detection using CT Scan Images,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 125, no. 2009, pp. 107–114, 2018.
- [68] L. V. Lapão, L. A. Messina, R. Ungerer, and F. Campos, “Roteiro estratégico para a telessaúde na CPLP: diagnóstico e prioridades para o desenvolvimento da telessaúde,” *An. do Inst. Hig. e Med. Tropical*, vol. 15, no. Suplemento 1, pp. 65–73, 2016.
- [69] World Health Organization, “Classifying health workers: Mapping occupations to the international standard classification,” *World Heal. Organ.*, pp. 1–14, 2008.
- [70] O. Indicators, *Health at a Glance 2017*, 2017.
- [71] “Hospital de Cascais Dr Jose Almeida is validated at EMRAM Stage 7 Insights,” *himssinsights*, 2017.

-
- [72] Deloitte, “The Future Awakens: Healthcare and Life Sciences Predictions 2022 | Deloitte,” no. November, 2017.
- [73] L. Siciliani, V. Moran, and M. Borowitz, “Measuring and comparing health care waiting times in OECD countries,” *Health Policy (New York)*, vol. 118, no. 3, pp. 292–303, 2014.
- [74] J. Karnon, J. Stahl, A. Brennan, J. J. Caro, J. Mar, and J. Möller, “Modeling using discrete event simulation: A report of the ISPOR-SMDM modeling good research practices task force-4,” *Med. Decis. Mak.*, vol. 32, no. 5, pp. 701–711, 2012.
- [75] M. M. Günal and M. Pidd, “Discrete event simulation for performance modelling in health care: A review of the literature,” *J. Simul.*, vol. 4, no. 1, pp. 42–51, 2010.
- [76] L. V. Lapão and G. Dussault, “The contribution of eHealth and mHealth to improving the performance of the health workforce: a review,” *Policy Pract.*, no. 2, pp. 463–471, 2017.
- [77] R. Marques, J. Gregório, F. Pinheiro, P. Póvoa, M. M. Da Silva, and L. V. Lapão, “How can information systems provide support to nurses’ hand hygiene performance? Using gamification and indoor location to improve hand hygiene awareness and reduce hospital infections,” *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–16, 2017.
- [78] T. Frenzel et al., “Contrast media for X-ray and magnetic resonance imaging: Development, current status and future perspectives,” *Invest. Radiol.*, vol. 50, no. 9, pp. 671–678, 2015.
- [79] M. E. P. Simon R. Cherry, James A. Sorenson, *Physics In Nuclear Medicine* by Simon R. Cherry, James Sorenson, Michael Phelps.pdf.
- [80] A. Callahan and N. H. Shah, *Machine Learning in Healthcare*. Elsevier Inc., 2017.
- [81] “Dia Mundial da Saúde CHLC com nova ressonância magnética – CH Lisboa Central.”, Disponível em <http://www.chlc.min-saude.pt/noticias/dia-mundial-da-saude-chlc-com-nova-ressonancia-magnetica/>
- [82] A. Mata, “Tomografia Computorizada em Neurorradiologia Traumática,” pp. 12–59, 2015.
- [83] J. Walburg, H. Bevan, J. Wilderspin, and K. Lemmens, *Performance Management in Health Care. Improving Patient Outcomes: an Integrated Approach*. 2006.
- [84] L. V. Lapão, slides do Curso de Simulação “*Discrete-Event Simulation*” na Saúde, IHMT, 11 de Outubro 2017

A P Ê N D I C E



TABELAS DOS TEMPOS DE ESPERA NO CHLC

APÊNDICE A. TABELAS DOS TEMPOS DE ESPERA NO CHLC

		HSJ	HSAC	HSM	HCC	MAC
RX Convencional	Cabeça e Pescoço	10	30	4	40	0
	Ortopantomografia	0	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.
	Coluna Vertebral e Bacia	0	0	0	0	0
	Tórax	0	0	0	0	0
	Abdómen	0	0	0	0	0
	Tracto Digestivo	32	180	n.s.r.	20	0
	Aparelho Genito-Urinário	32	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.
	Esqueleto Apendicular-Membros superiores e inferiores	0	0	0	0	0
	Cabeça e Maxilo-Facial	433	570	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.
	Coluna Vertebral					
RM	Pescoço	119	n.s.r.	11	n.s.r.	n.s.r.
	Tórax	53	n.s.r.	11	n.s.r.	n.s.r.
	Abdómen e pélvis	53	30	11	n.s.r.	n.s.r.
	Mama	26	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.
	Músculo-Esquelético	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.	n.s.r.
	Cabeça e Maxilo-Facial	91	45	n.s.r.	30	n.s.r.
TC	Coluna Vertebral					n.s.r.
	Pescoço	64	60	47	35	n.s.r.
	Tórax					n.s.r.
	Abdómen e Pelvis					n.s.r.
	Músculo-Esquelético					n.s.r.
	Cardíaco	n.s.r.	n.s.r.	46	n.s.r.	n.s.r.

Figura A.1: Tabela retirada do "Relatório do Acesso 2017 CHLC"[58], os Tempos de Espera em dias apresentados são referentes a exames para Doentes Não Urgentes de Radiologia/Neurorradiologia (ADULTOS)- Dezembro de 2017

LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

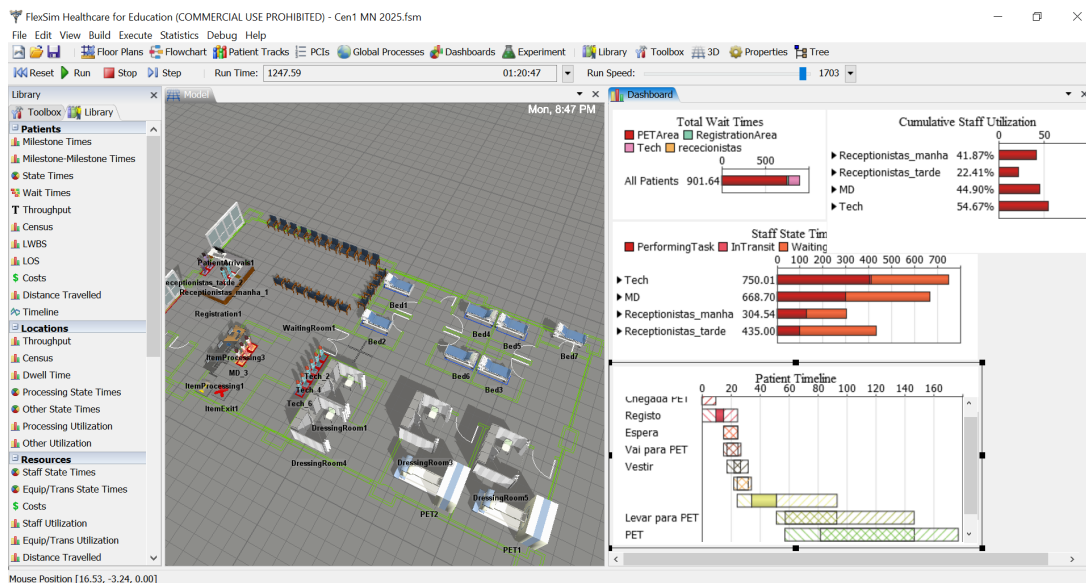


Figura B.1: layout do Cenário 1 para MN no ano 2025

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

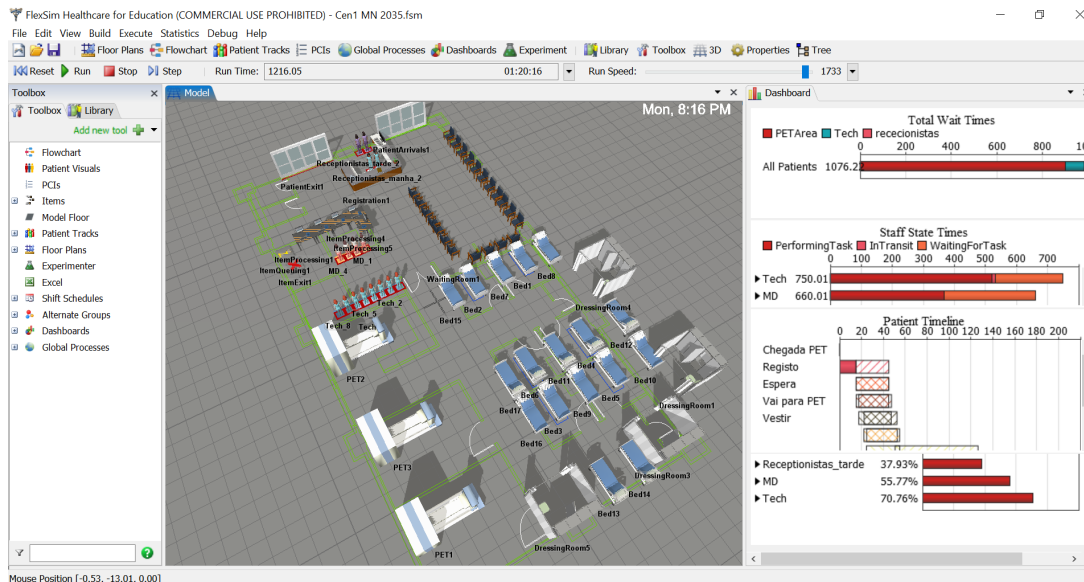


Figura B.2: layout do Cenário 1 para MN no ano 2035

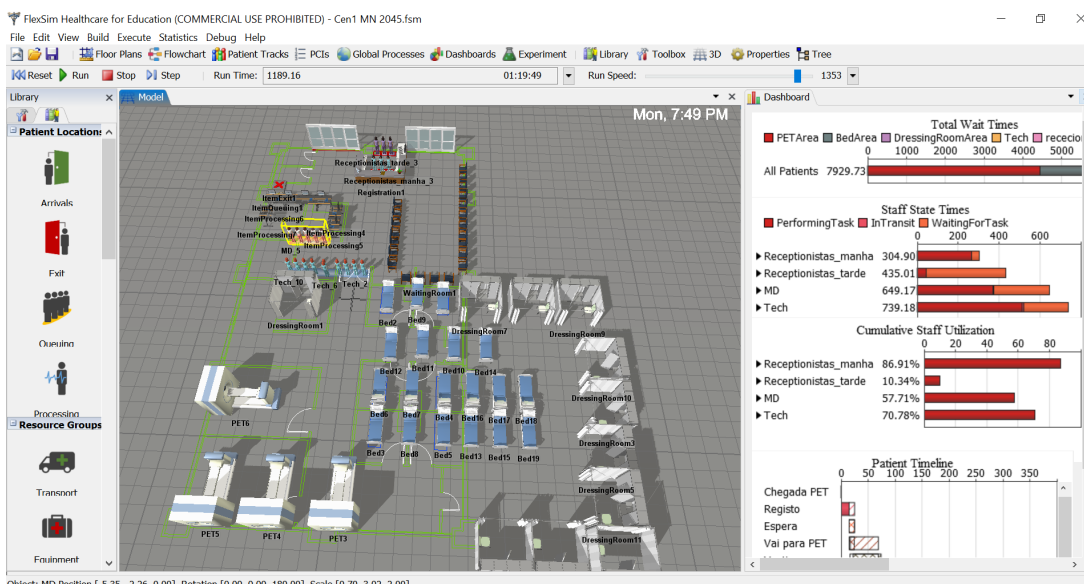


Figura B.3: layout do Cenário 1 para MN no ano 2045

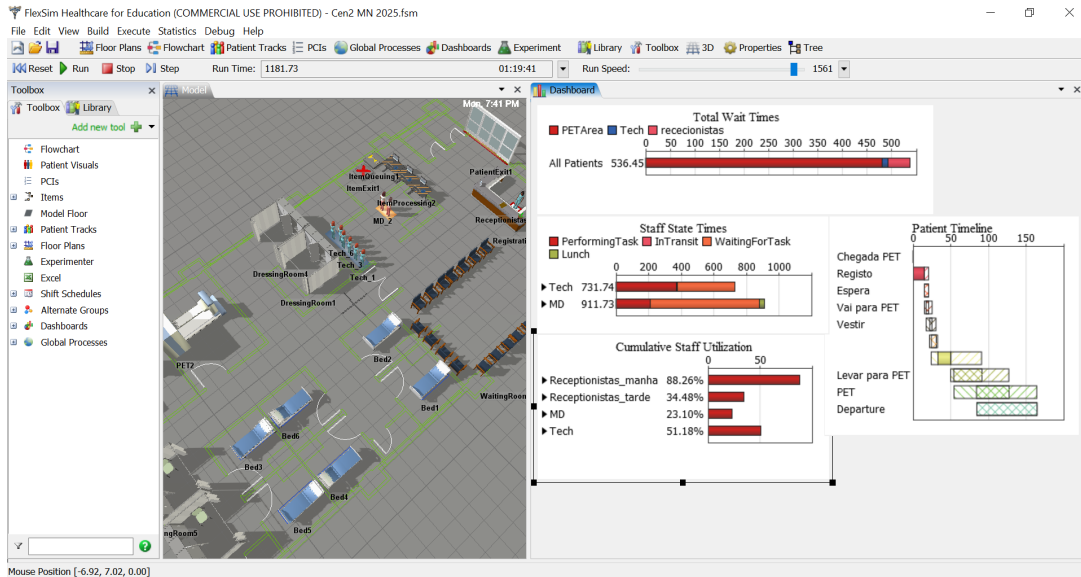


Figura B.4: layout do Cenário 2 para MN no ano 2025

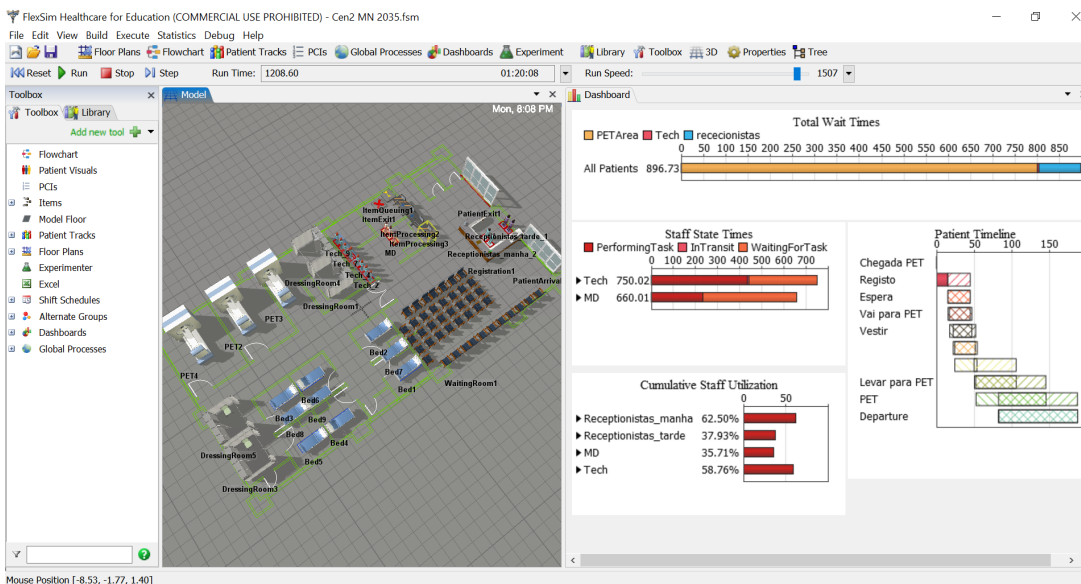


Figura B.5: layout do Cenário 2 para MN no ano 2035

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

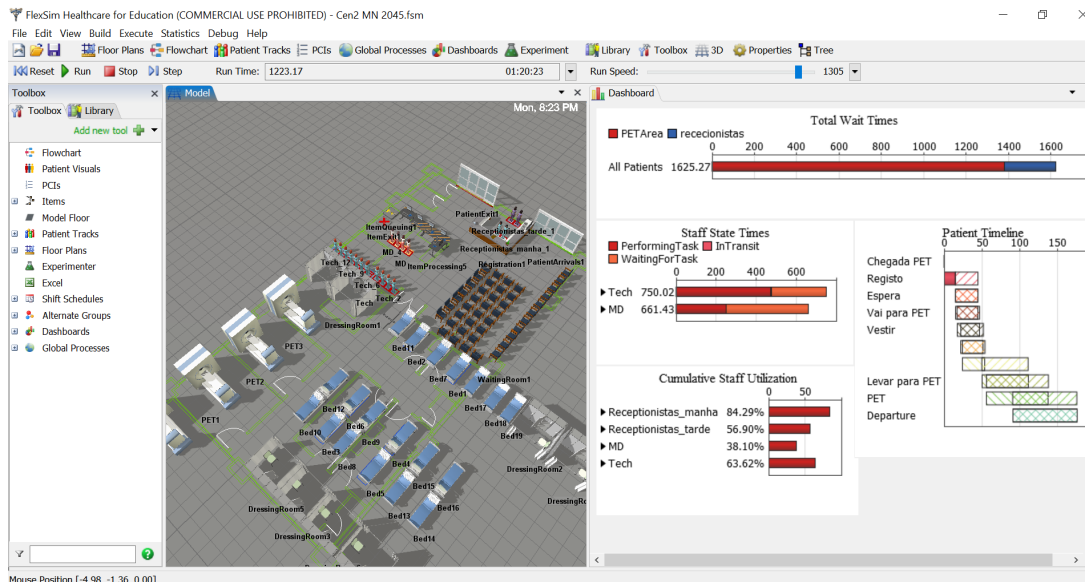


Figura B.6: layout do Cenário 2 para MN no ano 2045

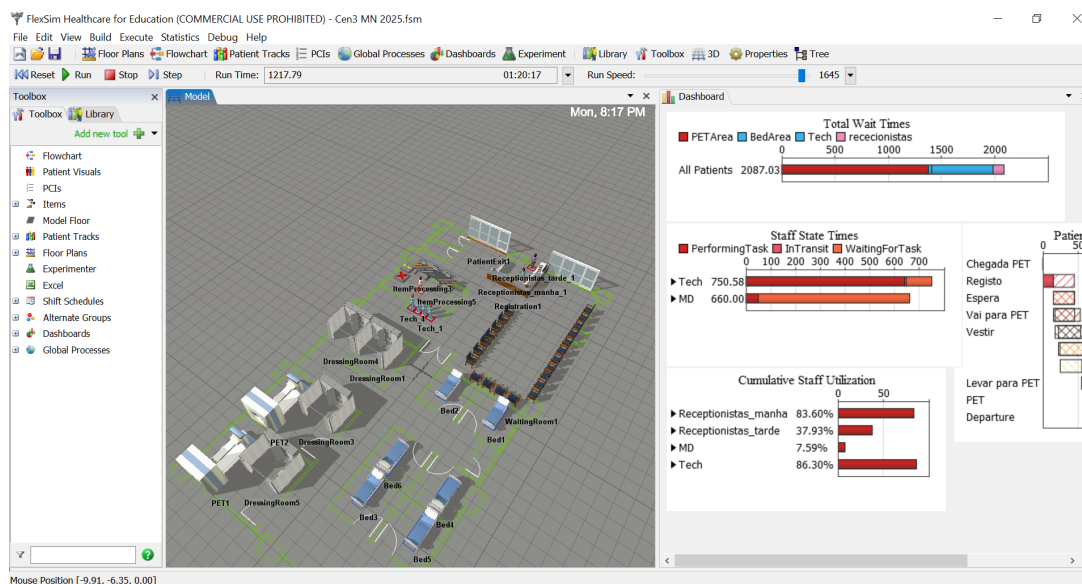


Figura B.7: layout do Cenário 3 para MN no ano 2025

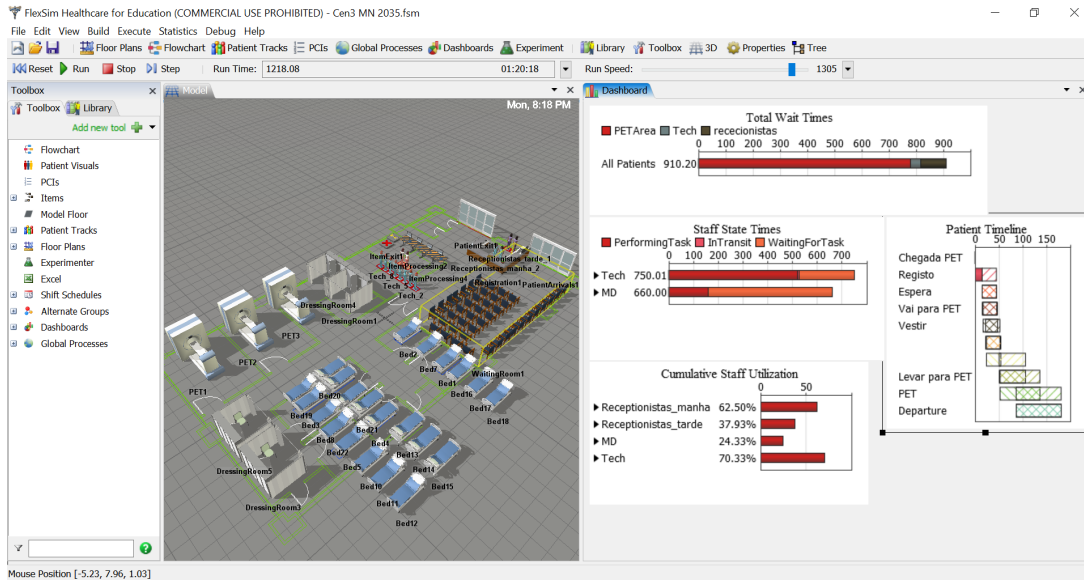


Figura B.8: layout do Cenário 3 para MN no ano 2035

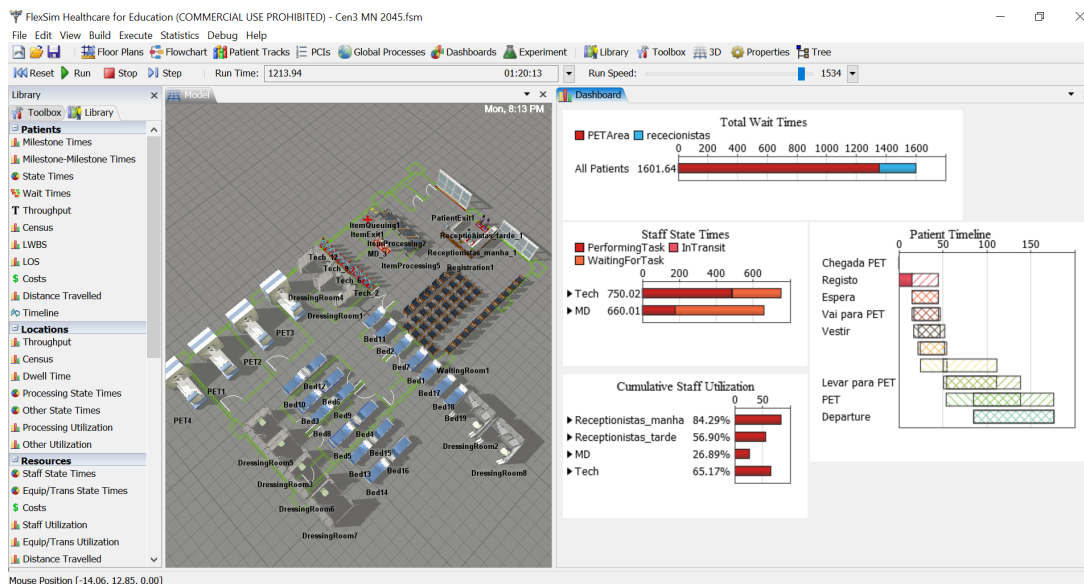


Figura B.9: layout do Cenário 3 para MN no ano 2045

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

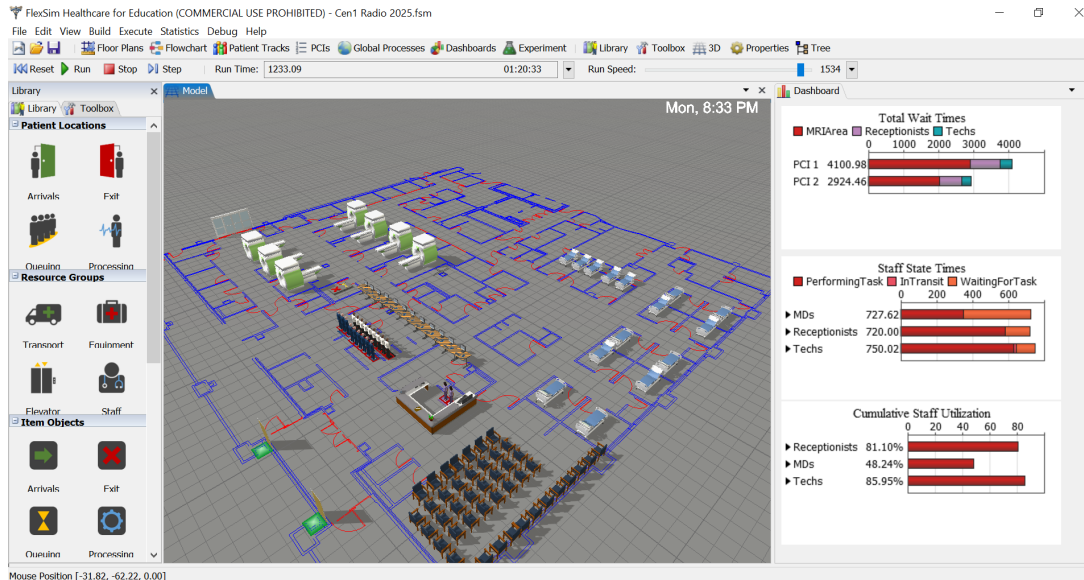


Figura B.10: layout do Cenário 1 para as RM no ano 2025

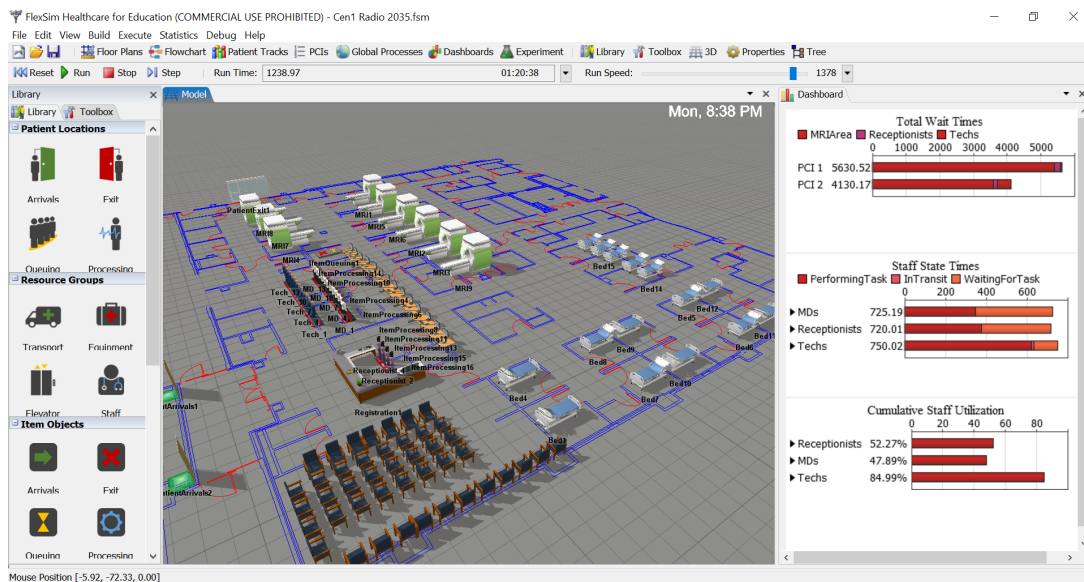


Figura B.11: layout do Cenário 1 para as RM no ano 2035

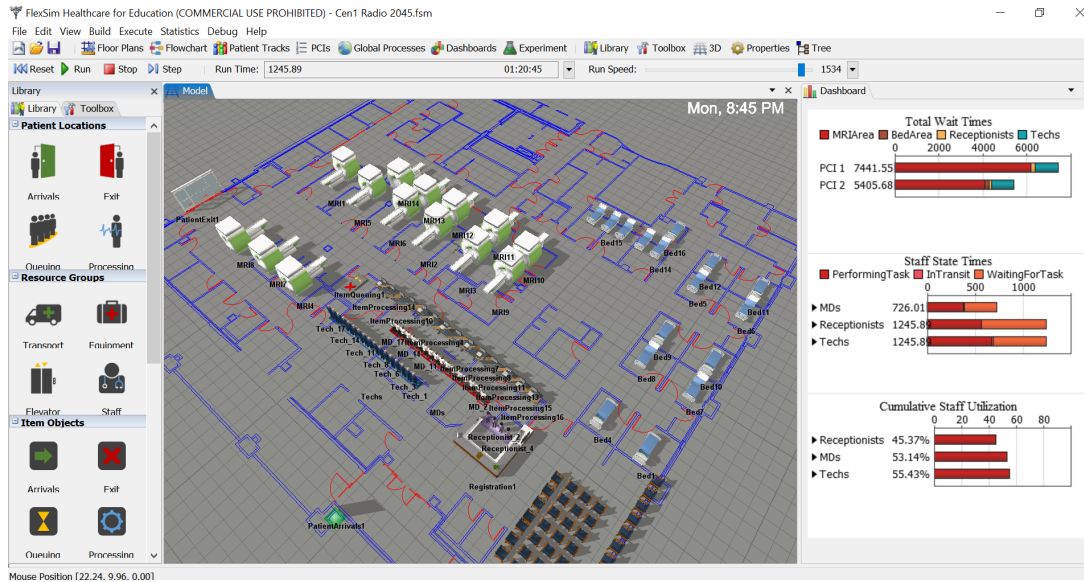


Figura B.12: layout do Cenário 1 para as RM no ano 2045

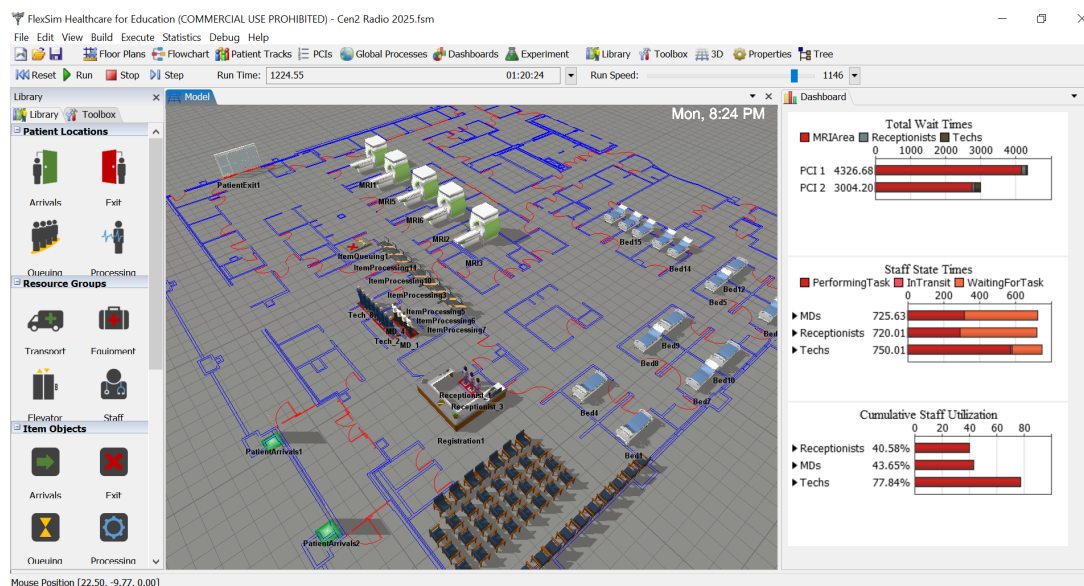


Figura B.13: layout do Cenário 2 para as RM no ano 2025

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

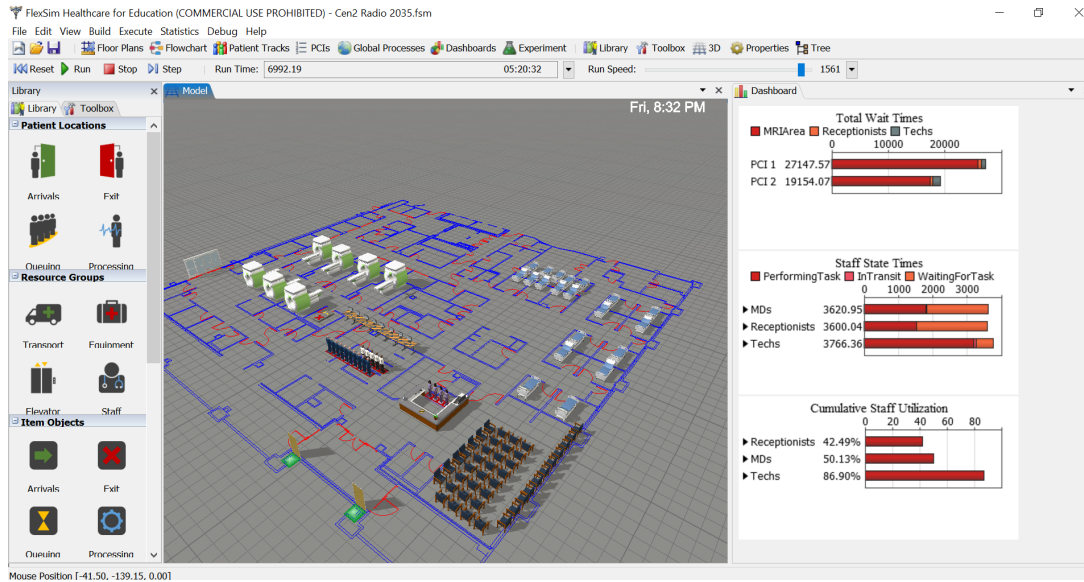


Figura B.14: layout do Cenário 2 para as RM no ano 2035

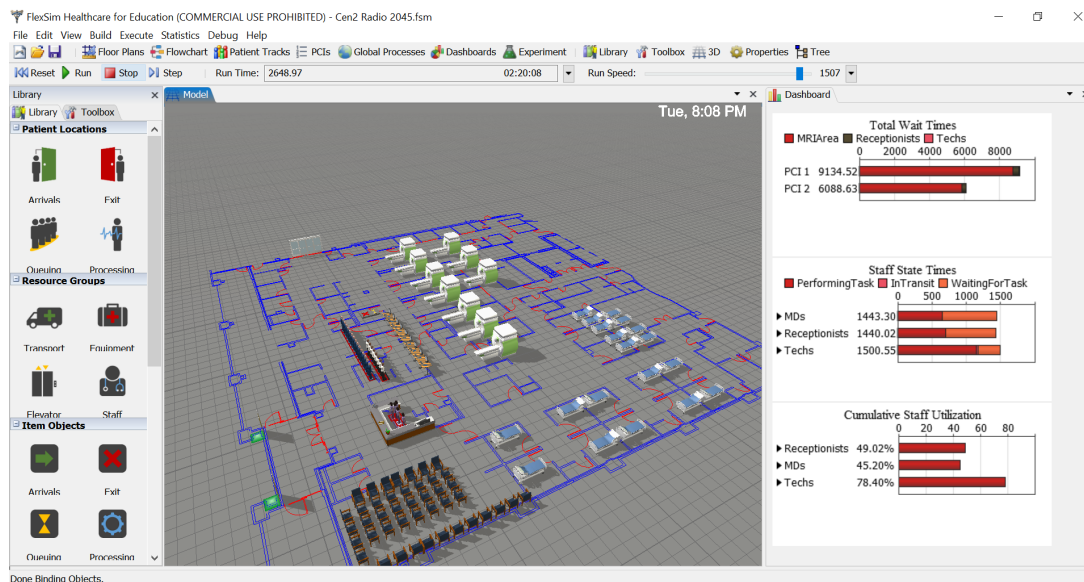


Figura B.15: layout do Cenário 2 para as RM no ano 2045

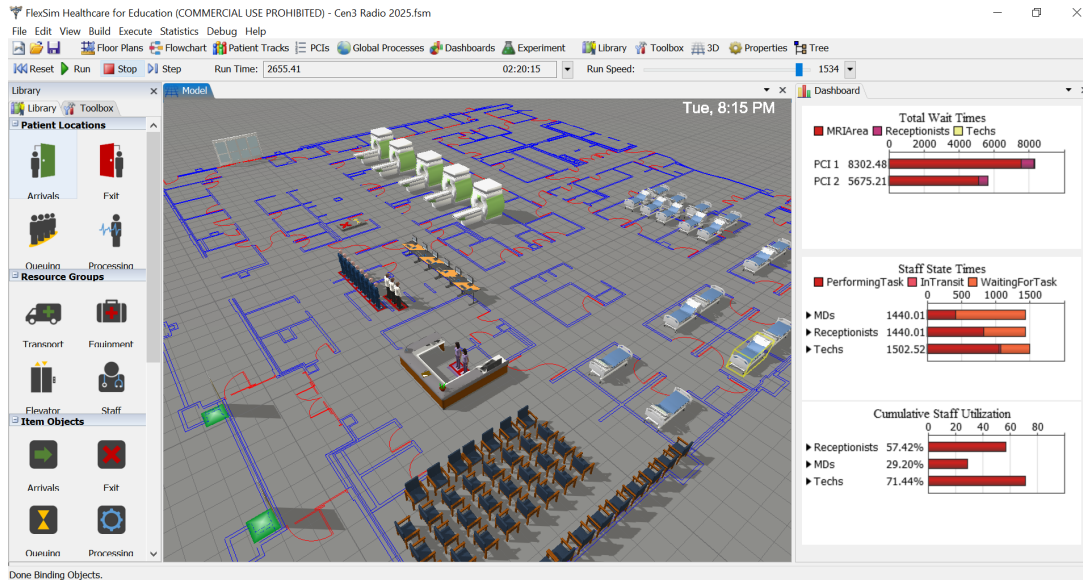


Figura B.16: layout do Cenário 3 para as RM no ano 2025

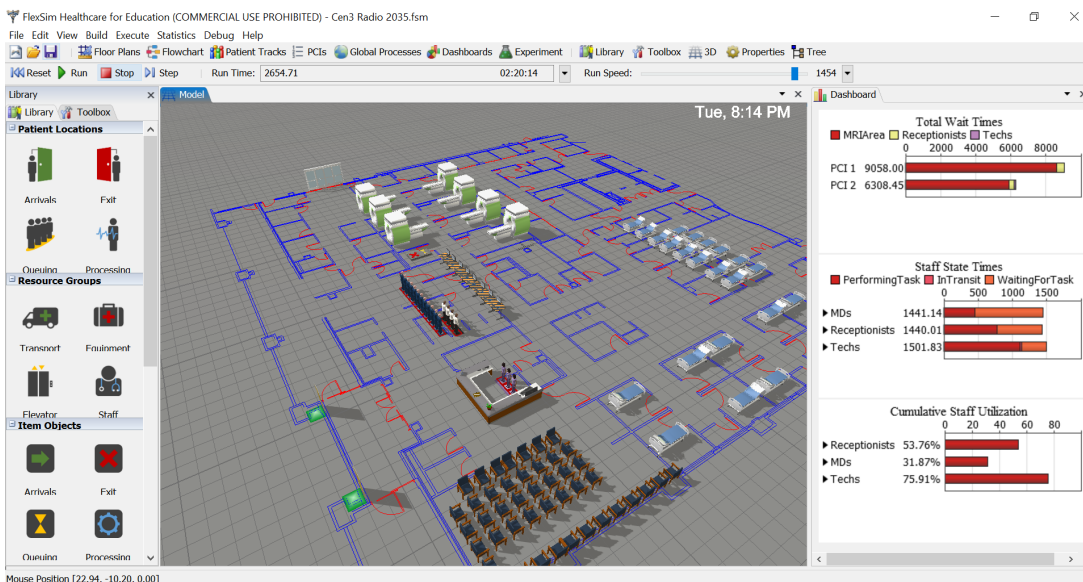


Figura B.17: layout do Cenário 3 para as RM no ano 2035

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

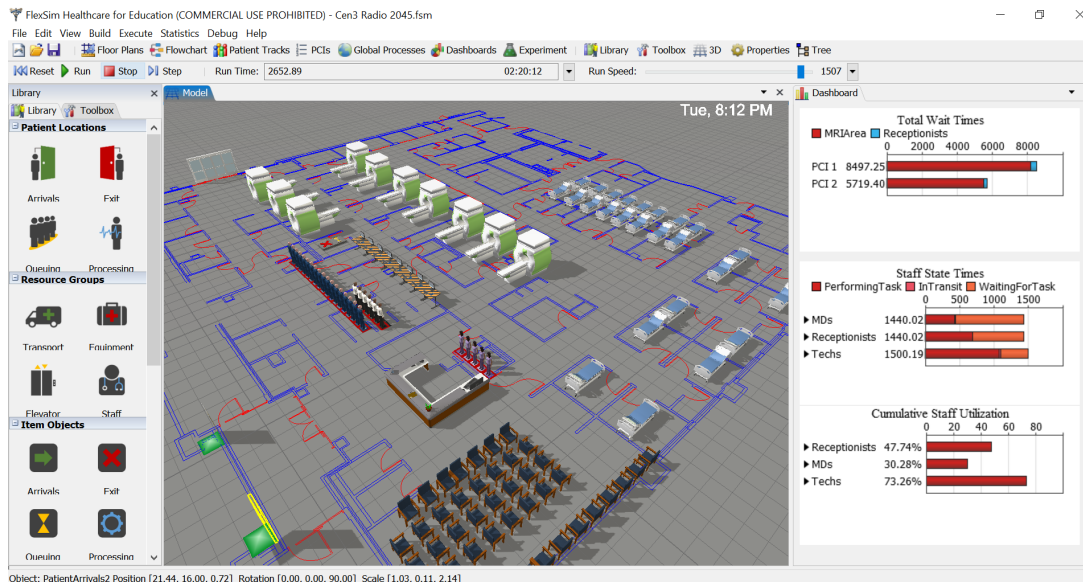


Figura B.18: layout do Cenário 3 para as RM no ano 2045

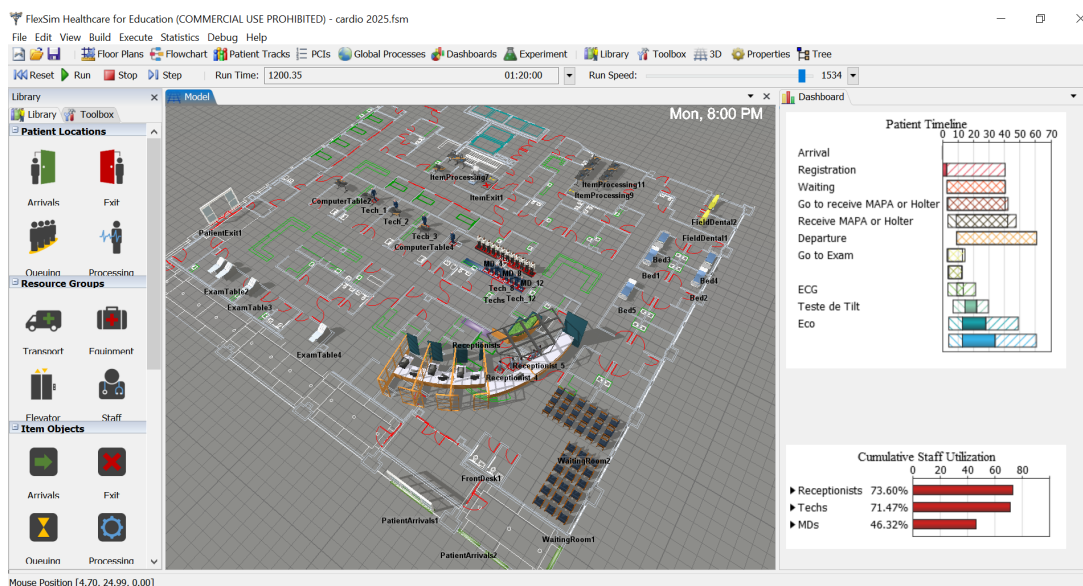


Figura B.19: layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2025

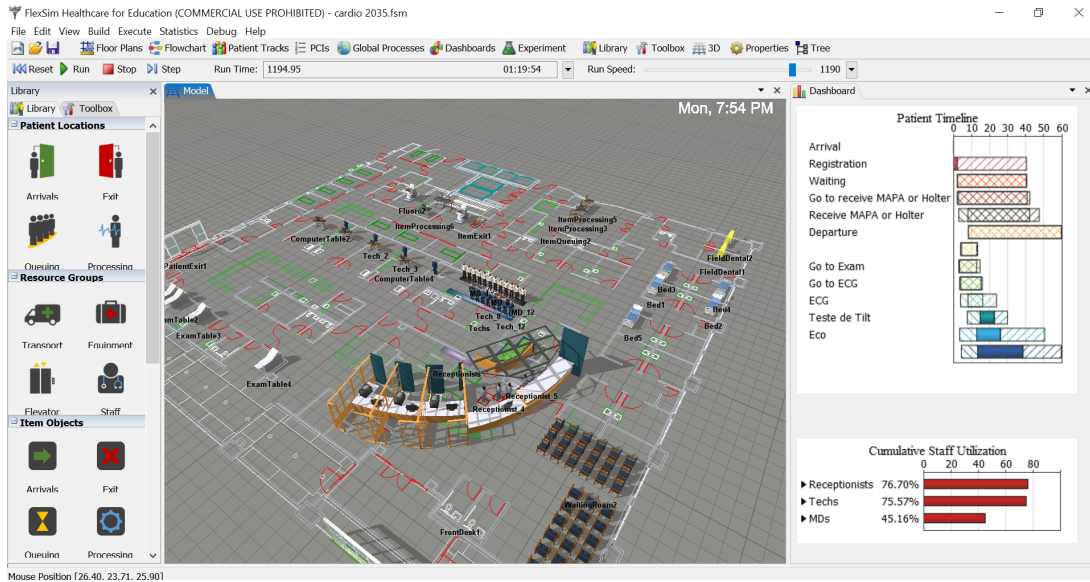


Figura B.20: layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2035

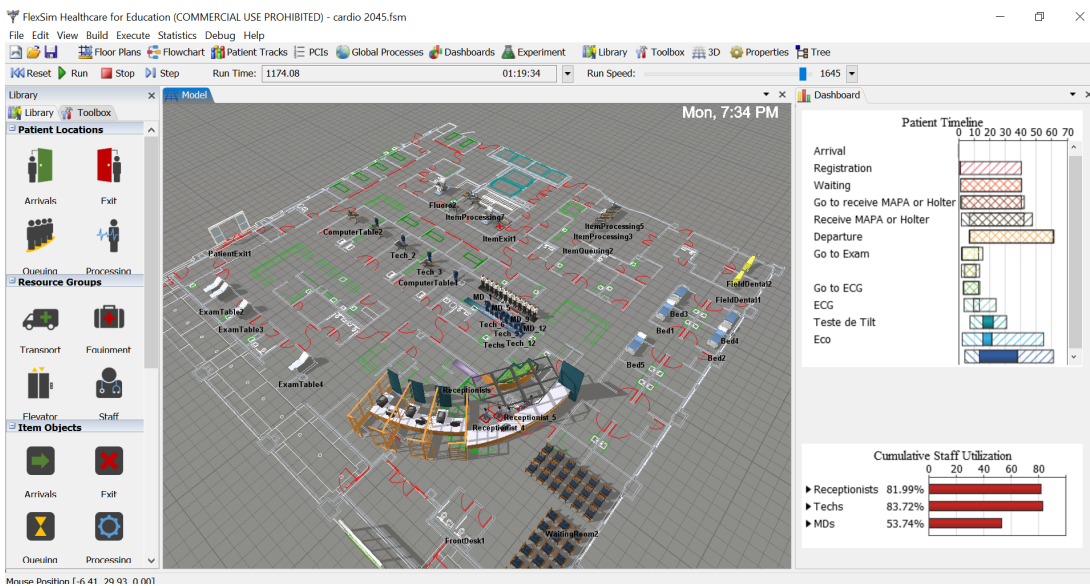


Figura B.21: layout do Cenário 1 para Cardiologia no ano 2045

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

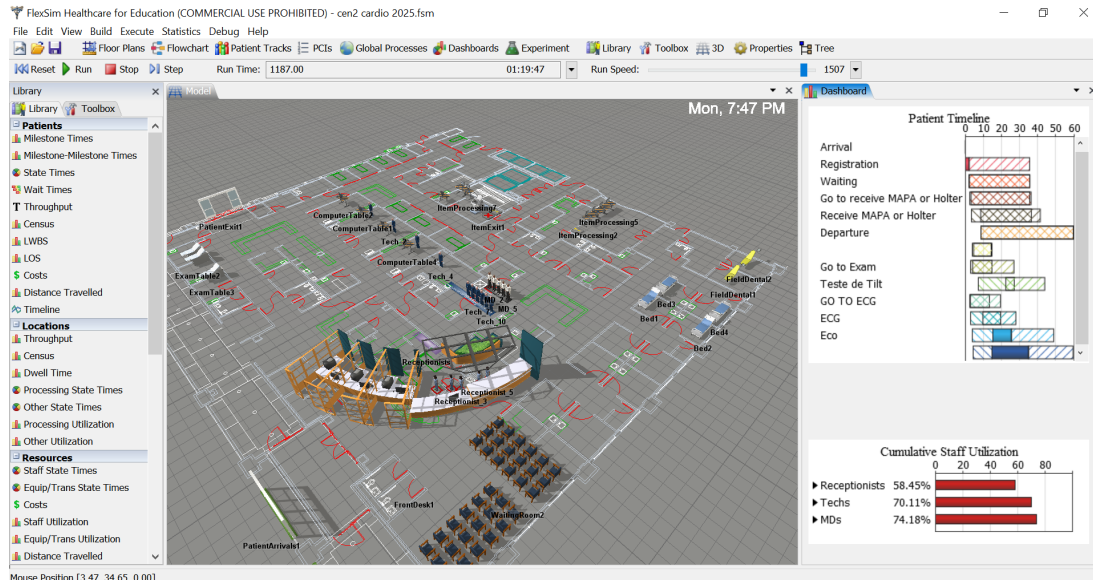


Figura B.22: layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2025

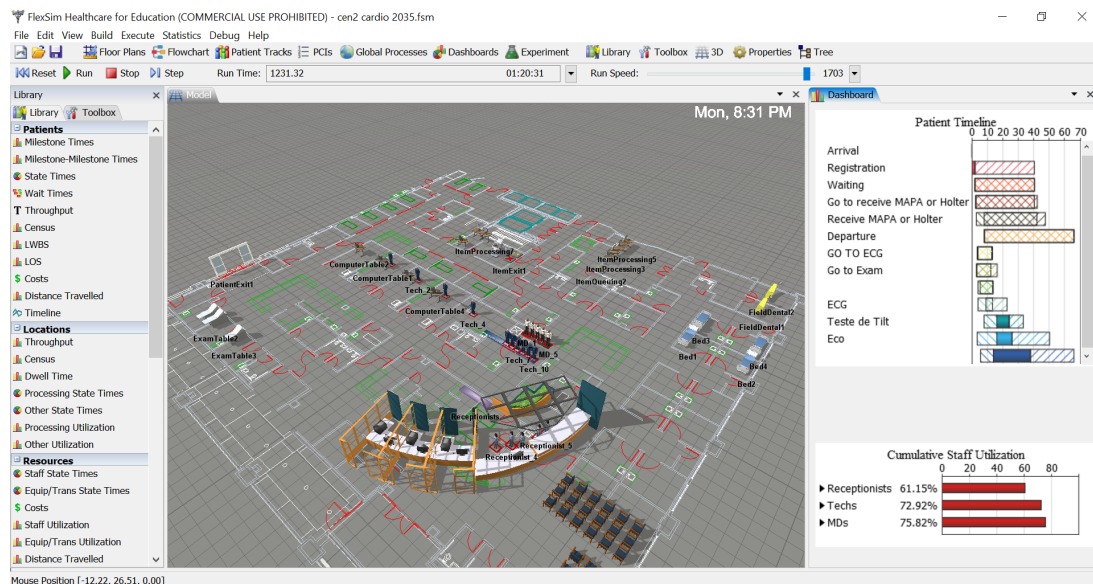


Figura B.23: layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2025

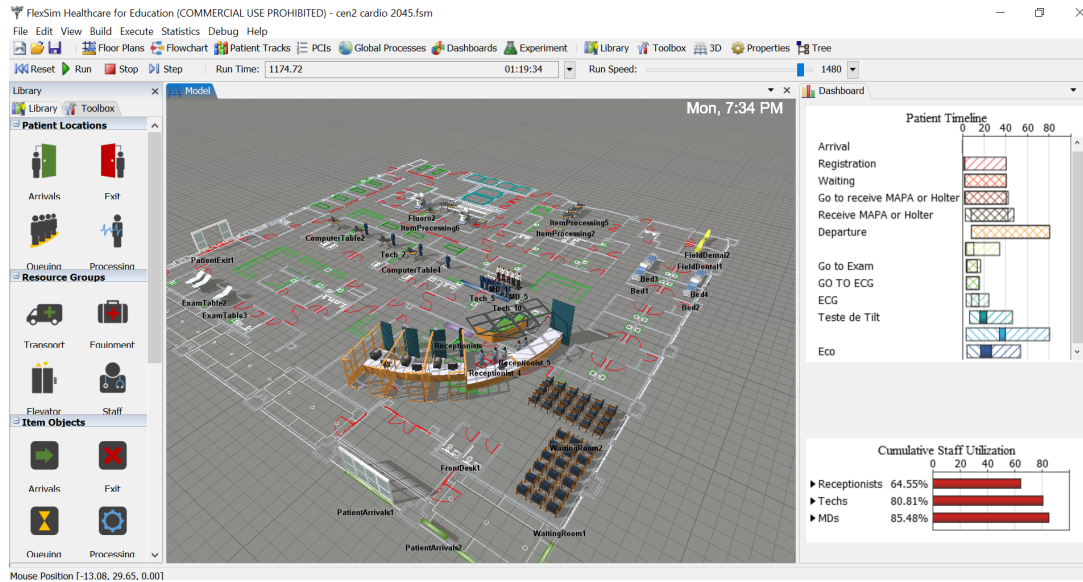


Figura B.24: layout do Cenário 2 para Cardiologia no ano 2045

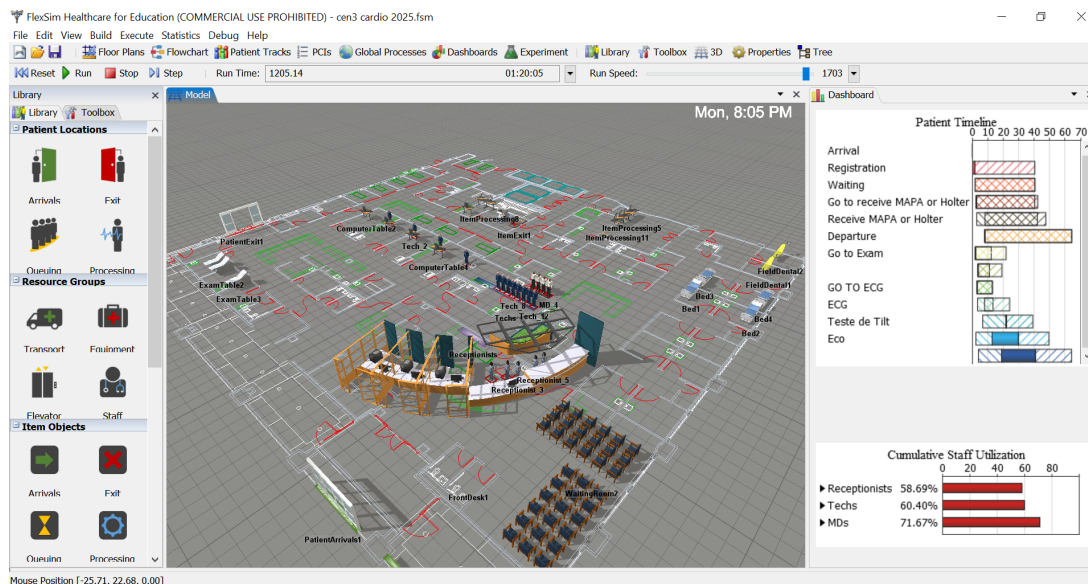


Figura B.25: layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2025

APÊNDICE B. LAYOUTS DOS DIVERSOS CENÁRIOS E ANOS

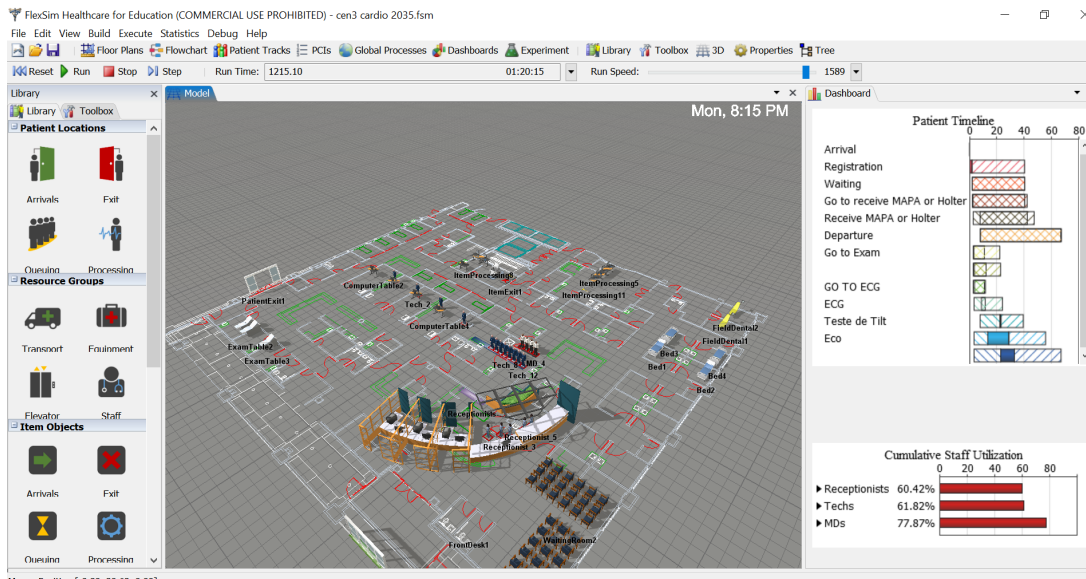


Figura B.26: layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2035

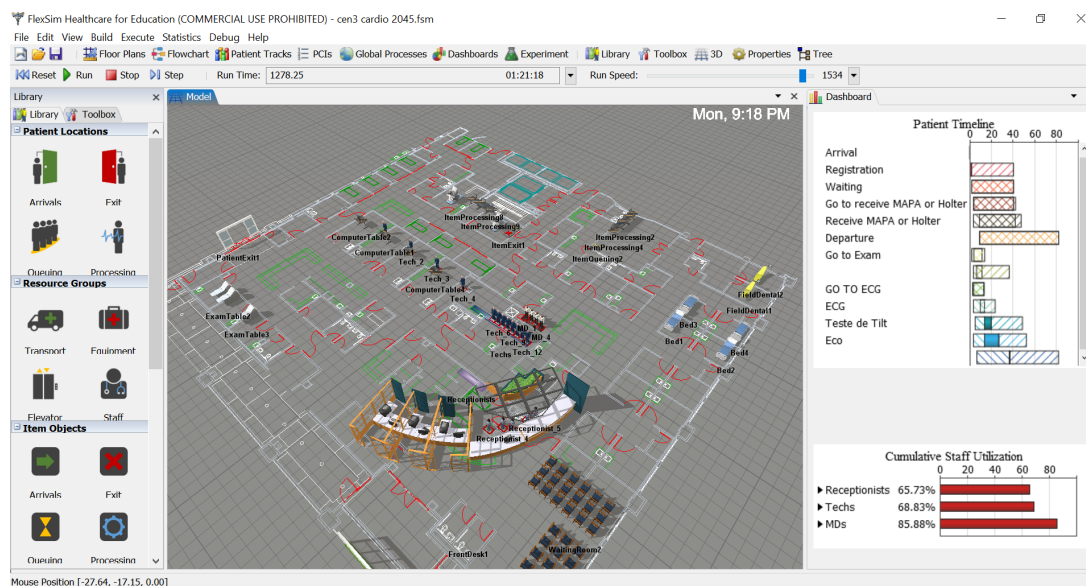


Figura B.27: layout do Cenário 3 para Cardiologia no ano 2045

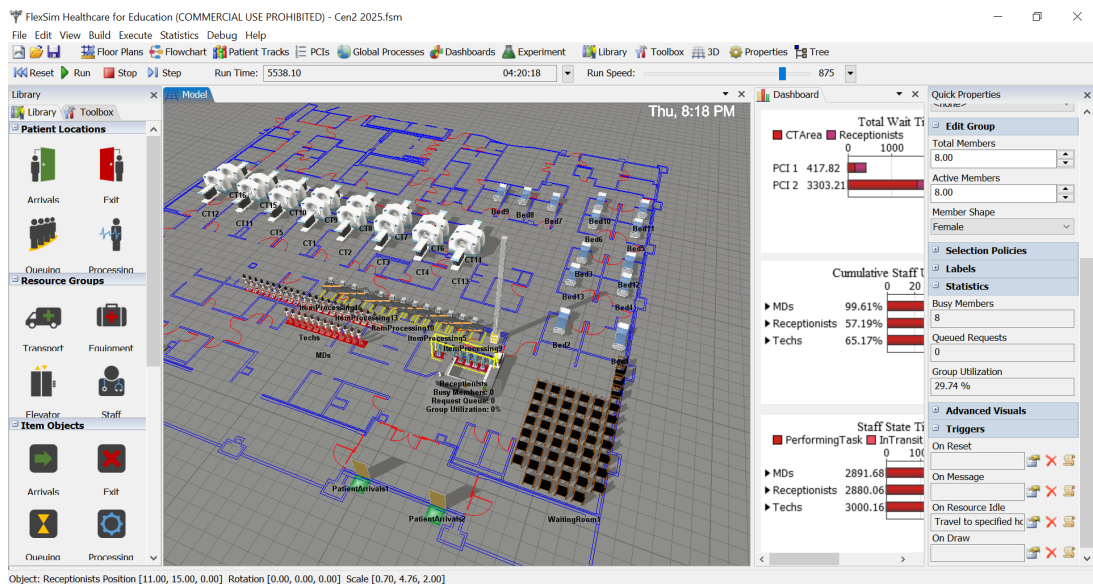


Figura B.28: layout do Cenário 2 para as TC