TÉCNICO LISBOA

Melhoria da eficiência de utilização de recursos no bloco operatório de um hospital

Inês Leal Soares

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Paulo Miguel Nogueira Peças

Júri

Presidente: Prof. Rui Manuel dos Santos Oliveira Baptista

Orientador: Prof. Paulo Miguel Nogueira Peças

Vogais: Prof. Elsa Maria Pires Henriques

Prof. Inês Esteves Ribeiro

Junho 2018

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer ao Prof. Paulo Peças pelo entusiasmo que mostrou, desde o início, pela hipótese de desenvolver a tese num hospital e pela disponibilidade que sempre mostrou em ajudar-me, especialmente em momentos de maior pressão.

Quero agradecer, também, à Maria Ana pelo apoio que me deu durante e depois do estágio no hospital e por ter manifestado, em todas as ocasiões, disponibilidade em ajudar. Agradeço, igualmente, à Dr.ª Rita Costa por me ter aberto a porta à oportunidade de conhecer e estudar o hospital como um sistema de operações. Adicionalmente, gostaria de agradecer a todos os colaboradores por todo o apoio que me deram durante os meus dois meses de estadia no hospital. Em particular, ao Frederico e ao Miguel, à Enfermeira Elsa, ao Enfermeiro Pedro, ao Enfermeiro Rui e à Enfermeira Cristina, à Leonor e a todo o conjunto de enfermeiros e auxiliares de esterilização, por toda a paciência que tiveram ao ajudar-me e pela boa disposição todos os dias apesar do ambiente de grande tensão, característico de um bloco operatório.

Sem esquecer, a minha família, especialmente os meus pais e a minha irmã pela motivação que me deram não só para concluir esta dissertação, como também a motivação e apoio que me deram durante todo o curso.

Ao André, por todo o apoio moral incansável dado ao longo destes meses. Ao Eng. Pina por todas as lições de programação dadas em sábados e serões que, certamente, podiam ter sido melhor passados de outra forma. Também ao Nuno, pela tanta paciência a aguentar os meus desvarios constantes, por ter ajudado a conhecer melhor a realidade dos hospitais e por ter prestado uma série de traduções de termos médicos para termos comuns, e vice-versa. Ambos ajudaram directamente nesta tese e por isso, fica o meu agradecimento especial. A todos os meus amigos que, apesar de não terem contribuído directamente nesta tese, ajudaram-me a manter a sanidade com o seu apoio moral, boa disposição e paciência.

Muito obrigada a todos!

Resumo

No contexto social e económico actual, é fundamental para as instituições prestadoras de cuidados de saúde que seja feita uma gestão estratégica de todos os seus processos, uma vez que é cada vez mais necessário um grande investimento em novas tecnologias e terapias, ao mesmo tempo que há um crescente envelhecimento da população. Como tal, uma das preocupações destas instituições é a procura pela máxima eficiência possível, como forma de suportar secundariamente esse investimento. Uma das formas de conseguir maior eficiência neste tipo de processos é a aplicação de técnicas de gestão de operações e é aí que esta dissertação se insere.

Realizada no bloco cirúrgico de um hospital, esta dissertação teve como objectivo a melhoria na eficiência de alguns processos analisados, à luz da gestão de operações. O foco foi o processo de agendamento de cirurgias. Assim sendo, começou-se por fazer um diagnóstico a este processo para o caracterizar e identificar ineficiências associadas a fim de as reduzir, ou mesmo eliminar. Depois de se terem detectado estes problemas, exploraram-se possíveis soluções para o mesmo. As soluções desenvolvidas concentraram-se na gestão de recursos materiais, problema mais premente previamente identificado. Primeiramente, criou-se uma ferramenta de apoio ao agendamento de cirurgias, que tem em consideração a disponibilidade dos recursos materiais. De seguida, simulou-se o agendamento para avaliar o desempenho do sistema actual e, fazendo algumas alterações aos dados *input* como forma de potencial melhoria, analisou-se o impacto das mesmas no desempenho, comparando com o actual, anteriormente simulado.

Palavras-chave: Hospital, Bloco cirúrgico, Gestão de operações, Gestão de recursos, Agendamento de cirurgias

Abstract

In the current economic and social context, it is of the utmost importance for every organization in the healthcare industry to carry out strategic management regarding all processes involved. This is justifiable by the greater need of investment in new technologies and medical treatments, which accompanies the progressive ageing of the population. Therefore, the demand for the maximum possible efficiency is one of these organizations' concerns, as a means of supporting this investment. One way of achieving greater efficiency in these processes is the implementation of operations management techniques and it was with this subject in mind that this thesis was developed.

The aim of this thesis was to improve the efficiency of a hospital's operating theatre in view of operations management, putting emphasis on surgery scheduling. Thereby, a diagnosis of this process was done with the objective of characterizing it and identifying related inefficiencies to, ultimately, reduce, or even eliminate them. After determining these problems, the aim was to prospect for solutions. The solutions presented focused on material resources management – the most critical aspect identified. Firstly, a software tool was created to assist the surgery scheduling process, considering the available resources. Thereafter, the scheduling process was simulated to measure the performance of the current system. Furthermore, some adjustments were made to the input data to evaluate their influence in the system's performance, through further simulations.

Keywords: Hospital, Operating theatre, Operations management, Resource management, Surgery scheduling

Índice

Agradecimentos ..... **iii**

Resumo ..... **iv**

Abstract ..... **v**

Índice ..... **vi**

Índice de Figuras ..... **viii**

Índice de Tabelas ..... **xi**

Nomenclatura ..... **xii**

1 Introdução **1**

2 Estado da arte **3**

2.1 Enquadramento 3

2.2 Aplicação de técnicas de gestão da produção na saúde 4

2.2.1 Problemas identificados 5

2.2.2 Comparação dos problemas identificados 9

2.2.3 Metodologias usadas e soluções desenvolvidas 11

3 Caso de estudo **16**

3.1 A empresa 16

3.1.1 Descrição dos espaços 17

3.1.2 Sistema de carrinhos 18

3.1.3 Constrangimentos cirúrgicos 18

3.1.4 Actividade do bloco cirúrgico 19

3.2 Metodologia 22

3.2.1 Caracterização do sistema 22

3.2.2 Identificação dos problemas 24

3.2.3 Desenvolvimento de soluções 24

4 Diagnóstico **25**

4.1 Funcionamento produtivo do bloco operatório 25

4.1.1 Sumário dos problemas identificados 29

4.2 Processo de esterilização 30

4.2.1 Sumário de problemas identificados....32
4.3 Recolha de dados....33
4.4 Cálculo do tempo de indisponibilidade....36
4.5 Conclusões da recolha de dados....38
5 Soluções....40
5.1 Programa MATLAB® 40
5.1.1 Inicialização do programa e leitura de *inputs*....43
5.1.2 Verificação de disponibilidade dos materiais esterilizáveis 49
5.1.3 Verificação da disponibilidade dos equipamentos....53
5.1.4 Verificação de disponibilidade das salas....55
5.1.5 Processamento pós-verificação de recursos....57
5.2 Simulação....62
5.2.1 Preparação da simulação 63
5.2.2 Resultados da primeira simulação....64
5.2.3 Segunda simulação....68
5.2.4 Conclusões dos resultados das simulações....71
6 Conclusões....73
6.1 Trabalho futuro 74
7 Referências....76
Anexos 78
Anexo A1 – Tabela de intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência....79
Anexo A2 – Fluxograma completo do algoritmo desenvolvido em MATLAB®....81

Índice de Figuras

Figura 1 - Gráfico da análise do esforço horário feita entre 28 de Setembro de 2017 e 16 de Novembro de 2017.....22

Figura 2 - Exemplo de *slots* para a sala 3 às terças-feiras em cada semana do mês.....26

Figura 3 - Porção da variável **calendario**, como exemplo, do dia 29/06/2018, com a correspondência entre horas e colunas.....42

Figura 4 - Janela de introdução de *inputs*, com dados exemplificativos.....43

Figura 5 – Inicialização do programa representada por excerto do fluxograma do algoritmo.....43

Figura 6 - Janela de aviso quando o dia calha ao fim-de-semana.....44

Figura 7 - Excerto do fluxograma do algoritmo que demonstra as acções do programa se se detectar que a data introduzida calha ao fim-de-semana.....44

Figura 8 - Excerto do algoritmo com a verificação da variável **calendario**.....44

Figura 9 - Janela com mensagem de erro quando o código da cirurgia não é detectado.....45

Figura 10 - Excerto seguinte do algoritmo em que se analisam os *inputs* já introduzidos.....45

Figura 11 - Excerto do algoritmo onde começam os ciclos *for*.....46

Figura 12 - Início do segundo ciclo *for*.....46

Figura 13 - Excerto do algoritmo que evidencia a lógica de quando a data, ou a hora, introduzidas não são válidas.....47

Figura 14 - Janela com mensagem de erro de data inválida.....47

Figura 15 - Janela com mensagem de erro de hora fora do horário de funcionamento.....47

Figura 16 - Excerto do algoritmo que inclui a subfunção **continuar_duracao**.....48

Figura 17 - Janela de aviso de duração prevista da intervenção excedida.....49

Figura 18 - Porção do algoritmo com o início da subfunção que faz o controlo de calendário para os materiais esterilizáveis.....50

Figura 19 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 1º cenário.....51

Figura 20 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 2º cenário.....51

Figura 21 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 3º cenário.....52

Figura 22 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 4º cenário.....52

Figura 23 – Último excerto da subfunção controlo de calendário para materiais, onde se representa a verificação de disponibilidade 53

Figura 24 - Porção do algoritmo com o início da subfunção que faz o controlo de calendário para os equipamentos.....54

Figura 25 - Última porção da subfunção **controlo calendario equip**, que mostra o processo de verificação propriamente dito.....55

Figura 26 - Fluxograma do início da subfunção de verificação de salas, **controlo calendario salas**.....56

Figura 27 – Continuação do fluxograma da subfunção **controlo calendario salas**, com o método de verificação.....56

Figura 28 - Janela de aviso de que não há disponibilidade de salas.....57

Figura 29 - Porção do algoritmo que esquematiza o método de aviso e registo em caso de falta de algum recurso material.....57

Figura 30 - Exemplo de janelas de aviso de falta de recursos. 58

Figura 31 - Exemplo do ficheiro **historico_falhas.txt**, onde ficam registadas todas as faltas de recursos. 58

Figura 32 - Parte do fluxograma do algoritmo que contém a confirmação da disponibilidade dos recursos e actualiza **calendario** de acordo com as necessidades. 59

Figura 33 - Janela de confirmação do agendamento da cirurgia. 60

Figura 34 - Porção do algoritmo com a confirmação do agendamento da cirurgia. 60

Figura 35 - Exemplo de cirurgias com marcação confirmada no documento **historico.txt**. 60

Figura 36 - Continuação do algoritmo apresentado na Figura 32, com o método em caso de falta de recursos. 61

Figura 37 - Janela gráfica com o exemplo de uma sugestão de um novo horário, depois de falhar o agendamento da cirurgia por falta de algum recurso. 62

Figura 38 - Esquema dos *timings* da simulação do agendamento.....64

Figura 39 - Materiais esterilizáveis que faltaram na primeira simulação e respectivas quantidades.....65

Figura 40 – Equipamentos que faltaram na primeira simulação e respectivas quantidades. 66

Figura 41 - Percentagem (%) de ocupação de salas resultante da primeira simulação. 67

Figura 42 - Percentagem (%) de cirurgias que não são marcadas por falta de recursos materiais resultante da primeira simulação.....67

Figura 43 - Materiais esterilizáveis que faltaram na segunda simulação (a cor-de-laranja), respectivas quantidades e comparação com as quantidades obtidas na primeira simulação (a azul). 69

Figura 44 - Equipamentos que faltaram na segunda simulação (a cor-de-laranja), respectivas quantidades e comparação com as quantidades obtidas na primeira simulação (a azul).....70

Figura 45 - Percentagem (%) de ocupação de salas resultante da primeira simulação (a azul) e da segunda simulação (a cor-de-laranja). 70

Figura 46 - Gráficos representativos das percentagens (%) de cirurgias que não são marcadas por falta de recursos materiais resultantes da primeira solução (a azul) e da segunda simulação (a cor-de-laranja). ..71

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela resumo dos problemas identificados nos casos de estudo analisados. 10

Tabela 2 - Tabela resumo das soluções sugeridas ou implementadas nos casos de estudo analisados. 14

Tabela 3 - Intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência durante o ano completo de 2016 e o 1º semestre de 2017, com a respectiva percentagem de volume que cada uma representa em relação aos números totais. 20

Tabela 4 - Diferenças entre a esterilização normal e os dois métodos de esterilização urgente, resultado do que foi indagado e observado. 31

Tabela 5 - Resultados do inquérito feito a cinco funcionários do departamento de esterilização sobre os materiais mais frequentemente esterilizados com urgência. 32

Tabela 6 – Exemplos de resultados obtidos da comparação da quantidade de materiais esterilizáveis que eram necessários para a realização das cirurgias dos respectivos dias com a quantidade total disponível. 34

Tabela 7 – Exemplos de resultados obtidos da comparação da quantidade máxima de equipamentos que eram necessários, em simultâneo, para a realização das cirurgias dos respectivos dias com a quantidade total disponível. 34

Tabela 8 - Componentes potencialmente críticos detectados preliminarmente. 35

Tabela 9 - Exemplo de algumas medições de *turnaround time* feitas para caixas A+A. 37

Tabela 10 - Resultados das medições feitas de tempo médio de esterilização e *turnaround time* médio para todos os materiais analisados. 37

Tabela 11 - Quantidade e % volume das cirurgias seleccionadas para o estudo, realizadas em 2016 e 1ºsemestre de 2017. 41

Tabela 12 - Componentes mais problemáticos identificados, aos quais se adicionou uma unidade à quantidade total disponível 68

Tabela 13 - Intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência durante o ano completo de 2016 e o 1º semestre de 2017, respectiva designação técnica de acordo com o CNVRAM, números totais e percentagem de volume. 79

Nomenclatura

A+A – Adenoidectomia com Amigdalectomia

AD – Adenoidectomia

AM – Amigdalectomia

CNVRAM – Código de Nomenclatura e Valor Relativo de Actos Médicos

DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve and Control*

EUA – Estados Unidos da América

GUI – *Graphical User Interfaces*

HDL – Hérnia Discal Lombar

KPI – *Key Performance Indicator*

NEURO – Neurocirurgia

OMS – Organização Mundial de Saúde

ORL – Otorrinolaringologia

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PIB – Produto Interno Bruto

PTA – Prótese Total da Anca

PTJ – Prótese Total do Joelho

RCPSP – *Resource-Constrained Project Scheduling Problem*

RTUP – Ressecção Endoscópica de Próstata

RTUV – Ressecção Endoscópica de Tumor Vesical

UE – União Europeia

1 Introdução

Actualmente, é de grande importância que qualquer instituição do sector da saúde faça uma gestão exímia de todos os aspectos do seu funcionamento. Isto, porque com os avanços tecnológicos e terapêuticos do sector da saúde e com o crescente envelhecimento da população, vai ser necessário, cada vez mais, um grande investimento nesta indústria. Por outro lado, tendo em conta que o mercado dos cuidados de saúde é muito competitivo e está em constante mudança, as instituições que prosperarão não são, necessariamente, as de maior capital para investimento, mas sim as que melhor se adaptem às solicitações deste mercado e, em última análise, às necessidades dos doentes, e as que procuram a máxima eficiência possível dos processos envolvidos.

É com esta preocupação em mente que surge a necessidade de rever os seus processos de produção, com o intuito de os melhorar continuamente para que, não só possam ser prestados mais cuidados de saúde e de melhor qualidade, como também se possa garantir a sustentabilidade e capacidade de inovação das quais as instituições de cuidados de saúde estão tão dependentes. Portanto, foi com essa necessidade de sustentabilidade presente, que se começou a ponte entre os cuidados de saúde e as técnicas de melhoria de processos, nomeadamente técnicas de gestão da operações, habitualmente aplicadas a contextos industriais.

Posto isto, este projecto surge no âmbito de um programa transformacional que está a ser desenvolvido por iniciativa do hospital em estudo. O objectivo deste programa é a revisão de todos os processos da cirurgia – desde o momento de consulta com o cirurgião até à alta médica pós-cirurgia – para que haja uma maior clarificação no que toca aos processos de agendamento e, consequentemente se trabalhe na melhoria dos mesmos.

Tendo em consideração esta estratégia de melhoria, o objectivo do trabalho a ser apresentado nesta dissertação foi, então, a análise do funcionamento actual do agendamento de cirurgias no bloco cirúrgico desta unidade de saúde. Depois desta análise concluída, fez-se a identificação das falhas e/ou desperdícios que tornavam os processos menos eficientes para, *a posteriori*, perceber que soluções fazia mais sentido aplicar ao sistema que minimizassem, ou mesmo eliminassem, as irregularidades detectadas. Finalmente, foram apresentadas sugestões de medidas a serem implementadas para melhorar o funcionamento e, foi, ainda, desenvolvida uma solução prática que servirá como ferramenta de apoio ao agendamento de cirurgias, que faz, igualmente, a gestão dos recursos materiais.

Durante o desenvolvimento do trabalho a ser apresentado, o principal problema diagnosticado, e no qual se deu maior destaque, foi a gestão ineficiente de recursos materiais. A solução do bloco operatório em estudo para atenuar essas ineficiências era a aplicação de métodos desaconselhados das normas de qualidade. Como tal, considerou-se que este era o problema mais premente relacionado com o agendamento

de cirurgias. Assim sendo, as soluções desenvolvidas tiveram todas em consideração esta problemática, com a intenção de melhorar a gestão destes recursos, sem que se fugisse a quaisquer normas. Como referido anteriormente, foi criada uma ferramenta de apoio ao agendamento de cirurgias que tem em conta a disponibilidade dos recursos materiais. Para além disso, foram ainda feitas simulações do agendamento de cirurgias para avaliar o desempenho do sistema e testar métodos que pudessem melhorar este desempenho.

Com o intuito de apresentar o previamente exposto, esta dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos. Sucintamente, começa-se por contextualizar este caso de estudo no universo científico para, de seguida, aprofundar exclusivamente o mesmo, fazendo uma breve descrição do hospital em causa e do seu bloco operatório. Para além disso, expõe-se, ainda, a metodologia adoptada na abordagem do problema, como forma de introduzir o conteúdo subsequente. Seguidamente, é feita a caracterização do sistema actual e o diagnóstico das ineficiências identificadas. Depois de fazer o diagnóstico dos problemas, é, então, proposto um conjunto de soluções para combater tais ineficiências e é, ainda, simulado o impacto de algumas delas. Posto isto, os capítulos podem-se encontrar organizados da seguinte forma:

- O **Capítulo 2** contém uma revisão bibliográfica de casos de estudo em que as técnicas de gestão da produção foram aplicadas ao sector hospitalar.
- O **Capítulo 3** começa por apresentar o presente caso de estudo: descrição do hospital e, especificamente, do bloco cirúrgico (local onde estes projecto foi desenvolvido). É ainda abordada a metodologia aplicada neste projecto.
- O **Capítulo 4** expõe todos os processos sob análise e o diagnóstico feito a cada um. Subsequentemente, são enumerados todos os problemas identificados.
- O **Capítulo 5** explora as soluções desenvolvidas, de acordo com os problemas identificados. Primeiramente, é apresentada uma ferramenta de gestão de recursos. De seguida, é ainda exibida uma simulação feita com vista a avaliar o impacto das propostas de solução.
- Por último, o **Capítulo 6** resume as conclusões tiradas ao longo da dissertação e explora, ainda, os possíveis caminhos a seguir no futuro para a procura contínua de melhores resultados.

2 Estado da arte

Neste capítulo apresentam-se várias abordagens à gestão de produção no sector da saúde. Começa-se por fazer um enquadramento da necessidade da aplicação de princípios da gestão de produção neste sector e expõem-se alguns dos casos de sucesso deste tipo de abordagem. Nestes casos, exploram-se os problemas identificados, a metodologia, soluções desenvolvidas e os resultados obtidos, apresentando, portanto, o estado da arte.

2.1 Enquadramento

O principal objectivo de qualquer sistema de saúde é prestar os melhores cuidados de saúde possíveis. No entanto, como qualquer instituição de qualquer outro sector, tem que ter em conta as limitações financeiras. Isto aplica-se tanto para sistemas de saúde públicos como para sistemas de saúde privados e em todo mundo.

Para além disso, prevê-se que haja um grande acréscimo de despesas neste sector em particular devido ao aparecimento de novas tecnologias e meios terapêuticos, resultantes do progresso científico. Estas previsões são sustentadas por projecções orçamentais feitas nos Estados Unidos da América (EUA) que mostram que o orçamento para seguros públicos de saúde, como *Medicare* e *Medicaid*, deve aumentar entre 2007 e 2032 em mais de 220% em dólares, enquanto o produto interno bruto (PIB) calcula-se que aumente apenas 71% durante o mesmo período de tempo. Ou seja, o crescimento da economia não vai conseguir acompanhar o crescimento do sector da saúde, público e privado, a não ser que algumas alterações sejam feitas na estratégia dos cuidados de saúde. Estas projecções não são muito díspares da realidade europeia [1].

Algumas despesas são efectivamente fixas e é inevitável que haja um aumento de certas despesas específicas. No entanto, há uma porção significativa dos gastos que corresponde à gestão deficiente das instituições deste sector. Muitos desses gastos devem-se a problemas de qualidade, desperdícios e falta de eficiência, episódios que ocorrem com bastante frequência em bastantes prestadores de cuidados de saúde. Ainda que o serviço concedido, do ponto de vista dos pacientes, seja em geral muito satisfatório e de alta qualidade, é com frequência que estes resultados são obtidos à custa de um esforço extraordinário da parte dos colaboradores para que o sistema funcione, havendo gastos desnecessários como consequência de retrabalho excessivo [1].

Por conseguinte, tem que haver uma preocupação com a eficiência dos sistemas de saúde sem que se agravem as despesas e, por isso, tem que se considerar a sustentabilidade do desenvolvimento dos cuidados

de saúde na estratégia dos mesmos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), este conceito de sustentabilidade resume-se a um sistema que mantém o equilíbrio entre a obtenção de bons resultados de saúde e a gestão de despesa. As medidas que asseguram esta sustentabilidade incluem, para além de princípios de sustentabilidade financeira, políticas de planeamento e gestão dos recursos necessários para a prestação de cuidados de saúde, tais como recursos humanos, infra-estruturas e sistemas de informação de saúde [2].

Para combater as ineficiências e gerar sustentabilidade neste sector, há três linhas de acção que são referidas como essenciais a adoptar [3]:

1. Contrariar o desperdício nos tratamentos prestados – a má utilização dos recursos. "Conseguir fazer mais com os mesmos recursos";
2. Identificar a melhor combinação de recursos. Minimizar os custos, atingindo os objectivos pretendidos no que toca à quantidade e qualidade dos cuidados de saúde prestados.
3. Definir qual o volume de cuidados de saúde a ser utilizado. Detectar e eliminar o consumo excessivo dos mesmos.

Relativamente a Portugal, a crise económica recente afectou a despesa total em saúde. Houve uma diminuição do PIB de 5,4% entre 2010 e 2013, o que causou uma redução de 12,4% na despesa total em saúde, durante o mesmo período. Analisando esta despesa como uma percentagem do PIB, Portugal passou de 10,4% em 2010, acima da média da União Europeia (UE), para apenas 9,5% em 2014, já equiparado com a média da UE [4]. Como mostram os números, o país ainda está a sofrer repercussões desta crise económica, já que o investimento actual na saúde ainda não se compara ao anterior à crise. Especialmente por estas razões, as preocupações com a minimização de ineficiências e eliminação de desperdícios são ainda mais fundamentais e relevantes.

2.2 Aplicação de técnicas de gestão da produção na saúde

É comum que haja algum cepticismo da parte dos trabalhadores da saúde em relação às técnicas de gestão da produção, visto que estas técnicas são, geralmente, aplicadas a processos industriais e há uma dissemelhança aparente entre estes processos e os processos conduzidos por pessoas para pessoas, característicos das unidades de saúde. Como a prestação de cuidados é maioritariamente um processo humano, é mais complicada a quantificação das causas da variabilidade associada à mão-de-obra humana. Posto isto, quando as instituições de saúde ponderam incorporar um conjunto de técnicas de gestão da produção, têm o desafio de impulsionar o comportamento e cultura dos trabalhos, tomando partido dos

dados obtidos. Os casos de maior sucesso resultaram de uma combinação entre estratégia técnica e uma estratégia cultural sólida [5].

2.2.1 Problemas identificados

De seguida apresentam-se vários estudos feitos na área da saúde relacionados com a gestão da produção, começando por focar nos problemas identificados. Estes casos foram aplicados tanto em hospitais localizados nos EUA, como em hospitais europeus e até mesmo alguns portugueses. Para além disso, foram desenvolvidos em diversos serviços diferentes, não abordando exclusivamente aplicações em blocos operatórios. Após um breve resumo de contextualização dos casos de estudo mencionados, é ainda apresentada uma análise horizontal dos problemas identificados na secção seguinte, estando esta retratada sumariamente pela Tabela 1.

1. **Serviço de Oftalmologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra – Coimbra** [6]

O âmbito desta tese era caracterizar os processos e identificar aspectos destes processos com potencial de melhoria, com respectiva descrição dos problemas. Foram seleccionados alguns dos problemas identificados, considerados mais relevantes no contexto da presente dissertação:

- Instrumentos médicos em número limitado e dispersos nos gabinetes de consulta: Aparentemente, existiam instrumentos médicos a menos em relação à quantidade necessária. Por isso, estes instrumentos acabavam por ser partilhados entre médicos a dar consultas em simultâneo em gabinetes diferentes. Estas ocorrências resultavam na existência de algum desperdício de tempo, causados por tempos de espera e tempo perdido à procura destes mesmos instrumentos.
- Processos clínicos volumosos: Os processos dos doentes, frequentemente físicos, agregavam secções de outros serviços clínicos do hospital, para além do serviço de oftalmologia, o que os tornava volumosos. Como consequência, acontecia soltarem-se folhas dos processos que se perdiam e por isso, perdia-se informação dos pacientes.
- Exames auxiliares presentes no sistema informático e no processo físico: Esta dispersão de informação afectava a fluidez do acesso à informação e causava desperdícios de tempo dos médicos, perdido à procura das informações necessárias.

2. **Hospital da Cruz Vermelha – Beverwijk, Holanda** [7]

Foram desenvolvidos vários projectos de melhoria aplicando as técnicas de Seis Sigma em serviços distintos dentro do mesmo hospital. Estes projectos foram desenvolvidos por funcionários do hospital, a

quem foi disponibilizada formação prévia nesta área. São, então, apresentados alguns dos aspectos propostos para melhoria identificados durante o desenvolvimento destes projectos:

- Erros nas facturas: O hospital emite 250.000 facturas por ano para os pacientes e companhias de seguros. A equipa encarregue deste projecto contabilizou uma rejeição de 9% das facturas enviadas e, consequentemente, devolvidas por causa de erros cometidos pelo hospital na sua emissão. Mais de 22.000 facturas rejeitadas por ano traduz-se numa quantidade considerável de retrabalho evitável.
- Quantidade desmedida de pacientes a tomar antibióticos intravenosos: Antibióticos intravenosos são muito mais dispendiosos em relação a medicação oral. A equipa a quem foi atribuído este projecto detectou que no caso de alguns dos doentes podia ser feita a transição de medicação intravenosa para oral mais cedo do que estava a ser, efectivamente, feita. Estas circunstâncias correspondem a uma despesa maior do que a que podia haver.

3. Hospital *Alton Memorial* – Alton, Illinois, EUA [8]

O objectivo deste projecto era reduzir os erros de medicação que, apesar de infrequentes, quando ocorrem equivalem a um custo de milhares de euros. Como tal, reuniu-se uma equipa multidisciplinar para desenvolver e aplicar técnicas que tiveram como base a filosofia Seis Sigma, tal como no exemplo anterior.

O problema, neste projecto, era claro: erros de medicação, especificamente nas prescrições médicas. A gestão de risco do hospital tinha averiguado que 43% dos erros de medicação eram causados por erros de transcrição, tais como informação copiada incorrectamente para o processo do doente ou mesmo omitida. Instruções especiais eram parcialmente incluídas, ou não incluídas de todo, ou eram incorrectas. As causas para este problema eram as seguintes:

- Documentos redundantes: Eram usados dois documentos no processamento da informação relativamente à medicação. O principal, o registo de administração de medicação usado transversalmente entre departamentos e outro criado e usado apenas pelos enfermeiros. O tempo dedicado ao preenchimento deste segundo documento era de cerca de 7 minutos por paciente, por dia.
- Ilegibilidade ou falta de informação na prescrição: Acontecia não haver espaço suficiente no impresso para que os médicos escrevessem as informações de medicação, o que obrigava a que estas fossem escritas fora do espaço específico ou em tamanho muito pequeno para que coubesse nesse mesmo espaço. Estes pormenores resultavam em múltiplos casos de receitas ilegíveis ou com palavras eliminadas e informação em falta.

4. Hospital Universitário *North Shore* – Manhasset, Nova Iorque, EUA [9]

Este projecto focou-se na redução de atrasos notórios no *turnaround time* da atribuição de camas numa das unidades de cuidados cirúrgicos deste hospital. Sendo que o *turnaround time* foi definido como o tempo desde que é dada alta a um paciente até ao momento em que o enfermeiro responsável tem conhecimento de uma nova cama disponível. A equipa designada, especialista em Seis Sigma, concentrou-se no fluxo de pacientes uma vez que o hospital estava a passar por um aumento de volume de pacientes.

Atrasos no *turnaround time* das camas resultavam num atraso a notificar o enfermeiro responsável pela admissão de pacientes à medida que as camas ficavam disponíveis. Como consequência, estes atrasos afectavam a produtividade do bloco operatório. Os resultados deste projecto foram os seguintes:

- Falhas de comunicação entre o enfermeiro das admissões e a restante equipa: A falha de notificação ao enfermeiro das admissões de novas camas disponíveis causava um atraso considerável, o que era antes subestimado.
- Uso incorrecto do sistema de *tracking* das camas: Por falta de conhecimentos, os funcionários não estavam a usar correctamente este sistema informatizado que tem o estado de cada cama, o que causava percepções erradas das ineficiências do processo.

5. Farmácia de Hospital Anónimo – EUA [10]

Tal como o Hospital *Alton Memorial*, o departamento de gestão deste hospital tinha como objectivo reduzir os erros de medicação. Este projecto envolvia pessoas de cada área envolvida no processo de medicação e era liderado por funcionários da gestão e representantes dos departamentos. Este focou-se na fase de registo de pedidos de fármacos do processo e, portanto, na farmácia do hospital.

Os problemas identificados neste projecto consistiam em incongruências entre o registo de pedido de medicamentos e a prescrição original feita pelo médico via *fax*, como doses, fármacos ou frequências de toma diferentes entre os dois documentos; omissão de informação necessária; prescrições que não são recebidas ou são recebidas em duplicado; informação de medicação que é para descontinuar não é processada na farmácia. As causas para estes problemas foram determinadas de seguida:

- Problemas técnicos: as máquinas de *fax* causavam atrasos desnecessários, pedidos em duplicado ou não recebidos de todo.
- Problemas com a legibilidade da caligrafia dos médicos e uso de abreviaturas particulares de cada médico.
- Falhas de comunicação entre os farmacêuticos e os médicos e enfermeiros.

6. Departamento de Radiologia Intervencionista do Centro Médico do Nebraska – Omaha, Nebraska, EUA [11]

O foco deste projecto foi o departamento de radiologia intervencionista deste hospital, uma vez que as ineficiências dos processos causaram a diminuição significativa do volume de pacientes. Com o desenvolvimento do projecto, identificaram-se os seguintes problemas:

- Falhas de comunicação entre médicos requerentes e o secretariado do departamento de radiologia: Aquando da análise do processo, havia muitas dificuldades em contactar o secretariado do departamento por ambos os métodos disponibilizados – telefone e *pager* – e, por isso, os médicos que fazem as requisições queriam que as marcações ficassem agendadas ao fim de um único contacto.
- Processo de agendamento ambíguo para os secretariados clínicos: Não era claro para os funcionários dos secretariados clínicos quais dos procedimentos eram agendados no departamento de radiologia intervencionista e quais eram agendados noutros departamentos de radiologia. Para além disso, não era claro que informação era necessária para o agendamento.
- Formulário de dados de agendamento inadequado: Quer os médicos requerentes, quer os técnicos de radiologia reportaram que o formulário usado no agendamento tinha campos usualmente deixados em branco e informação pertinente não era incluída. O enfermeiro responsável pelo agendamento sabia por experiência as informações que faltavam, no entanto esses dados acabavam por não ficar por escrito, por constrangimentos de tempo ou parecer de que algumas informações eram desnecessárias ou redundantes.

7. Hospital de Guimarães – Guimarães, Portugal [12]

O projecto de implementação da metodologia de gestão *lean* desenvolvido neste hospital procurou resolver os seguintes problemas presentes no serviço do hospital, até então:

- Falta do processo clínico ou informação clínica, que resultava no cancelamento de consultas médicas, exames e cirurgias. Este cancelamento punha em risco não só a reputação do hospital, mas especialmente o estado de saúde dos pacientes.
- Ausência do processo clínico aquando da codificação clínica dos eventos médicos, o que trazia consequências para o processo de facturação do hospital.
- Atraso na actualização dos processos clínicos dos pacientes.
- Elevado número de reclamações tanto da parte dos pacientes e familiares, como da parte dos funcionários do hospital, tais como médicos, enfermeiros e secretariados.

8. Bloco Operatório de Hospital Anónimo – Israel [13]

O propósito deste projecto desenvolvido no bloco operatório de um hospital era avaliar a existência de períodos de inactividade no bloco, ou seja, medir os desperdícios de tempo quando uma sala de operações não está a ser usada apesar do seu uso estar agendado, e analisar as causas destes desperdícios e o seu impacto no desempenho do bloco operatório. O tempo desperdiçado medido, após uma primeira análise, era de cerca de 79 horas, o que equivale a três quartos de um dia útil no bloco operatório por semana.

As causas deste desperdício eram: indisponibilidade dos cirurgiões devido a atrasos, preparação pré-operatória do paciente inadequada (falta de documentação necessária à cirurgia), sala ou equipa cirúrgica indisponíveis, preparação e limpeza das salas e falta de espaço e transporte para a unidade de cuidados pós anestésicos (recobro).

2.2.2 Comparação dos problemas identificados

Após a análise destes casos, pode-se concluir que apesar de geografias e culturas diferentes, há problemas transversais a algumas organizações, independentemente dos departamentos. De seguida apresenta-se a Tabela 1 com o resumo dos problemas que se destacam em cada caso, onde fica evidente esta coincidência entre alguns deles.

Como apresentado na Tabela 1, os problemas mais frequentes devem-se a desorganização de informação, em particular de processos clínicos; falhas de comunicação, especialmente entre departamentos distintos; falhas na gestão e alocação de recursos, sejam estes materiais ou humanos; e documentos internos ilegíveis, como prescrições, ou não adequados aos processos.

No contexto do presente caso de estudo, são de destacar os problemas de falha na gestão de recursos, formulários ilegíveis (mais especificamente, com falta de informação), falha de comunicação e retrabalho. Este último, apesar de ser apenas identificado em um destes casos, é também abordado num projecto desenvolvido no Hospital *North Shore – Long Island Jewish System* [14] focado na redução de erros nas facturas. Estes problemas merecem destaque uma vez que, como irá ser apresentado nos capítulos seguintes, foram identificados problemas semelhantes a estes no caso de estudo a ser analisado.

Tabela 1 - Tabela resumo dos problemas identificados nos casos de estudo analisados. (PT = Portugal)

Hospitais	Departamento analisado	PROBLEMAS IDENTIFICADOS						
		Desorganização de informação	Falha na comunicação	Problemas técnicos	Falha na gestão ou alocação de recursos	Retrabalho	Formulários ilegíveis ou inadequados	Desconhecimento dos funcionários de processos
(1) Coimbra, PT [6]	Serviço de Oftalmologia	X			X			
(2) Holanda [7]	Diversos				X	X		
(3) Illinois, EUA [8]	Processo de medicação	X					X	
(4) Nova Iorque, EUA [9]	Unidade de Cuidados Cirúrgicos		X					X
(5) EUA [10]	Farmácia		X	X			X	
(6) Nebraska, EUA [11]	Departamento de Radiologia Intervencionista		X				X	X
(7) Guimarães, PT [12]	Não especificado	X						
(8) Israel [13]	Bloco Operatório	X			X			

2.2.3 Metodologias usadas e soluções desenvolvidas

Finalmente, são analisadas algumas abordagens aos problemas, juntamente com as medidas sugeridas ou até mesmo implementadas, para solucionar estes problemas. De seguida, não só são apresentadas soluções dos problemas expostos nos capítulos anteriores, como também outras soluções mais técnicas propostas para aplicação em unidades de saúde. Estas são também exploradas uma vez que têm interesse para o contexto do presente caso de estudo. Para além de ser apresentado o contexto das soluções desenvolvidas nestes casos de estudo, tal como no capítulo anterior, é ainda feita uma análise transversal das soluções desenvolvidas nestes casos de estudo, representada de forma sintética pela Tabela 2.

No projecto desenvolvido em Coimbra [6] foram sugeridas algumas ideias para acção de melhoria, sem que estas tenham sido implementadas e o seu impacto avaliado. Para o desenvolvimento deste projecto foi aplicado o ciclo Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve and Control*) e as soluções propostas eram:

- Para o problema de desorganização e quantidade insuficiente de material médico, a solução ideal sugerida era equipar todos os consultórios do mesmo material. Não sendo esta possível, por necessidade de investimento, propôs-se consignar todo o material a um local único e central, usando um sistema de requisição, o que viria a colmatar o problema dos médicos não saberem a localização dos instrumentos quando precisavam deles. Nesta solução, podia ser aplicada a metodologia 5S, como forma de manter este local organizado.
- A solução clara para a desorganização dos processos clínicos e exames dos pacientes, associada à sua natureza física, seria a informatização dos mesmos. Esta evitaria a perda de informação clínica e de tempo à procura da mesma.

Na Holanda [7], os vários projectos em que se aplicou a metodologia Seis Sigma resultaram em poupanças estimadas de cerca de 400.000 dólares. Não está explícito como solucionaram o problema de rejeição de facturas por causa de erros. No entanto, para resolver o gasto desmedido de recursos dispendiosos, caso dos antibióticos intravenosos, a equipa implementou um procedimento operacional padrão para a transição de medicação intravenosa para oral para todos os departamentos.

Em Illinois [8], as soluções encontradas pela equipa Seis Sigma, após a aplicação do método DMAIC, foram as que se seguem:

- Melhoria da relação de colaboração entre médicos, enfermeiros e farmacêuticos.
- Eliminação de um dos documentos de registo de medicação, de forma a evitar redundâncias.
- Concepção de um processo de prescrições *standard* a ser aplicado em todas as unidades do hospital.

No caso do hospital de Nova Iorque [9], as soluções implementadas para combater as falhas de comunicação existentes e o uso incorrecto do sistema de *tracking* das camas foram, respectivamente, a inclusão, na documentação da alta, da comunicação entre o enfermeiro das admissões e outro enfermeiro, e formação dos funcionários do sistema de *tracking* e cartões com instruções deste sistema junto às camas.

A solução implementada de destaque na farmácia do projecto [10] foi a instalação de um sistema informatizado de gestão de pedidos dos médicos em todo o hospital, para reduzir e, eventualmente, eliminar os erros causados por ilegibilidade da caligrafia dos médicos e problemas técnicos com a máquina de *fax*. Com esta solução, atingiu-se uma redução de 50% de erros em apenas 4 meses. Para além disso, foram também tomadas medidas para melhorar a comunicação entre farmacêuticos e enfermeiros, tais como reuniões mensais.

O hospital do Nebraska [11] desenvolveu algumas medidas, usando o método DMAIC, que resultaram num aumento de mais de 20% de volume de pacientes. Estas medidas consistiram em:

- Alterar o procedimento de contacto do secretariado da radiologia para que o agendamento fosse feito após uma única chamada.
- Disponibilizar uma lista completa dos procedimentos feitos naquele departamento de radiologia aos secretariados clínicos para que estes a pudessem consultar em caso de dúvida.
- Disponibilizar fichas de informação para os pacientes aos departamentos clínicos, para facilitar a troca de informação entre pacientes e departamento de radiologia.

Em Guimarães [12], foram implementadas uma série de acções, usando algumas ferramentas da filosofia *Lean*, tais como os 5S, o ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) e a definição de indicadores-chave de desempenho (*Key Performance Indicators* – KPIs), das quais se destacam: criação de um novo *layout* do arquivo clínico num espaço único e alteração dos fluxos de trabalho; aplicação da metodologia 5S no arquivo; concentração dos processos clínicos num local único e actualização dos mesmos; e reorganização de tarefas e funções de alguns membros da equipa e criação de uma célula de comunicação para a gestão desta equipa. Os resultados obtidos a salientar foram a redução substancial de reclamações, tanto externas como internas e a eliminação dos atrasos na actualização dos processos.

O projecto desenvolvido em Israel [13] elaborou um vasto leque de sugestões de soluções que, depois de postas em prática, resultou num tempo total desperdiçado de cerca de 45 horas, *versus* as quase 80 horas medidas inicialmente. As sugestões a destacar são: criação de uma *checklist* pré-cirurgia com os documentos que os pacientes precisam de levar para o bloco operatório; o paciente só é levado para o bloco operatório quando um cirurgião qualificado estiver disponível para operar; aumento da equipa de anestesistas e enfermeiros e de funcionários encarregues do transporte dos doentes para o recobro; revisão

dos tempos estimados de cada operação, para que o planeamento de cirurgias seja mais real; ampliação do espaço do recobro; reuniões mensais com cirurgiões, anestesistas e enfermeiros para discutir dificuldades.

Comparando estas soluções, obtemos a Tabela 2 que apresenta o conjunto de soluções sugeridas ou implementadas nos casos de estudo sob análise. Desta comparação pode-se concluir que a solução mais recorrente é a implementação de medidas para melhorar a comunicação entre os funcionários envolvidos nos respectivos processos. Outras soluções também aplicadas com frequência foram a padronização de procedimentos e a colaboração entre equipas, nomeadamente por meios de reuniões periódicas interdisciplinares.

Após esta análise, fica claro que uma comunicação eficiente é um elemento chave no desempenho de qualquer processo. Além de que, o envolvimento activo dos funcionários dos vários departamentos do hospital, como acontece na grande maioria destes casos de estudo, é fulcral para o sucesso durante o desenvolvimento deste género de projectos e para o sucesso dos mesmos no futuro, pós implementação de soluções [15]. Outro factor de sucesso é ser dada formação em princípios de gestão da produção, tais como filosofia *Lean* e Seis Sigma, aos representantes de vários departamentos para que, internamente, na rotina das equipas já haja uma cultura de melhoria contínua [12].

Para além destas soluções, procuraram-se casos em que a preocupação principal fosse a gestão e alocação de recursos, em particular no bloco cirúrgico, já que esse viria a ser o principal foco desta dissertação. Muitas das soluções encontradas consistiam na aplicação de ferramentas de apoio a esta mesma gestão. De acordo com um estudo desenvolvido por Hanset et al. [16] sobre questões relacionadas com o planeamento e agendamento do bloco operatório, a grande maioria dos autores foca-se apenas num tipo de recurso, para reduzir a complexidade do problema em mãos, como por exemplo a disponibilidade dos cirurgiões, anestesistas, enfermeiros, horário de funcionamento das salas, entre outros. Para além disso, o mais comum é avaliar os recursos humanos, e não tanto os materiais. As restrições relativas aos recursos materiais consideradas são apenas as salas de cirurgia e a quantidade de camas no recobro. A complexidade de integrar várias restrições diferentes é uma barreira e, por isso, são poucos os autores que arriscam a apresentar uma solução global. Hanset et al. [16] diz também que é ainda mais raro quem aplique um modelo num caso real.

Apesar de tudo, já foram desenvolvidos alguns modelos de planeamento de cirurgias, com ou sem optimização, considerando alguns recursos do bloco cirúrgico, ou outros departamentos do hospital.

Tabela 2 - Tabela resumo das soluções sugeridas ou implementadas nos casos de estudo analisados. (6σ = Seis Sigma; N/A = não aplicável)

		SOLUÇÕES SUGERIDAS OU IMPLEMENTADAS						
Hospitais	**Metodologia usada**	Revisão de necessidades	Melhoria na comunicação	Standar-dização	Organização de espaços ou processos	Fornecimento de informação ou formação	Informati-zação	Colaboração activa entre equipas
(1) Coimbra, PT [6]	DMAIC; Lean: 5S				X		X	
(2) Holanda [7]	Seis Sigma (6σ)			X				
(3) Illinois, EUA [8]	DMAIC (6σ)	X	X	X				X
(4) Nova Iorque, EUA [9]	DMAIC (6σ)		X			X		
(5) EUA [10]	DMAIC (6σ)		X				X	X
(6) Nebraska, EUA [11]	DMAIC (6σ)		X			X		
(7) Guimarães, PT [12]	Lean: 5S, PDCA, KPI's		X		X			
(8) Israel [13]	N/A	X		X				X

Por exemplo, Roland et al. [17] desenvolveram um modelo matemático que combina o planeamento e agendamento de cirurgias, a curto-prazo, considerando disponibilidades de recursos reutilizáveis e consumíveis, simultaneamente. Este modelo teve como inspiração *resource-constrained project scheduling problem* (RCPSP) e foi desenvolvido usando *mixed-integer programming*. Foi ainda introduzida uma abordagem com um algoritmo genético para resolver o problema heuristicamente.

São ainda de referir os modelos desenvolvidos por: Aickelin & Dowsland [18], que usam algoritmos genéticos para um problema de escalonamento de pessoal, especificamente enfermeiros (não aplicado ao bloco cirúrgico); e Pham & Klinkert [19] que propõem uma abordagem de agendamento de cirurgias desenvolvida com base numa variante do *Job Shop scheduling problem*.

Adicionalmente, foi desenvolvido um modelo por Hanset et al. [20] para colmatar a falta de um modelo que incluísse restrições de vários recursos disponíveis no bloco operatório. Este consiste num modelo adaptável genérico que usa o paradigma da programação com restrições para incluir tantas restrições reais quanto possível, tais como disponibilidade de recursos humanos e materiais e também preferências dos funcionários.

Em suma, há já bastante preocupação no que respeita à eficiência dos sistemas de saúde em todo o mundo. A prova dessa preocupação é a quantidade de projectos a serem desenvolvidos no ramo da gestão da produção aplicada à indústria da saúde, como são exemplo os casos de estudo apresentados neste capítulo. A partir destes casos de estudo, pode-se comprovar que, apesar de estes serem desenvolvidos em culturas de trabalho e geografias diferentes, há bastantes problemas transversais a muitas instituições. Para solucionar estes problemas, em todos estes casos se recorreram a métodos da gestão da produção. Métodos estes que, sem embargo de terem tido origem na indústria da manufactura, uma indústria completamente distinta da discutida nesta dissertação, se comprova serem altamente transversais também, dada a sua eficácia validada pelos resultados obtidos.

Por conseguinte, o que o presente caso de estudo procurou fazer foi, aplicando também alguns métodos de gestão da produção e de operações, investigar quais eram as fragilidades deste processo em estudo e apresentar algumas propostas de melhoria, perante as fragilidades identificadas. Ademais, pretendeu-se desenvolver um modelo de agendamento de cirurgias, tendo como base a gestão dos recursos materiais, aplicado ao caso real deste bloco operatório sob análise. Com este modelo, procurava-se, justamente, ajudar a preencher a lacuna, referida anteriormente e explorada por [16], nos modelos desenvolvidos para gestão de recursos que nem consideram os recursos materiais, nem são aplicados a casos reais.

3 Caso de estudo

A dissertação foi realizada no âmbito de um estágio de 2 meses que decorreu no bloco cirúrgico de um hospital, em Setembro e Outubro de 2017. Para além da presença diária durante este período, foram feitas algumas visitas, antes e depois destas datas, para recolher dados adicionais. Foi uma abordagem directa à realidade desta instituição em específico, e com os cuidados de saúde no geral, uma vez que havia muito pouco conhecimento do seu funcionamento, para além da óptica do consumidor. Esta abordagem permitiu conhecer não só processos, mas também as pessoas e a cultura do hospital.

Com este caso de estudo, pretendeu-se fazer uma abordagem mais focada na gestão de recursos materiais do bloco operatório, já que, como referido em [16], a maioria das análises feitas dá maior enfâse aos recursos humanos e a importância dos recursos materiais, especificamente materiais esterilizáveis e equipamentos, é muito pouco abordada.

Posto isto, no presente capítulo faz-se uma descrição da empresa e dos departamentos envolvidos no contexto deste caso de estudo, para além de alguns pormenores do funcionamento dos mesmos. Adicionalmente, é ainda apresentada a metodologia usada para o desenvolvimento desta dissertação, nomeadamente na caracterização do sistema, na identificação dos problemas e no desenvolvimento das soluções.

3.1 A empresa

O estágio de 2 meses para o desenvolvimento da dissertação foi realizado num hospital, pertencente a um grupo em crescimento. Este grupo conta já com várias unidades hospitalares e de ambulatório, em alguns pontos do país.

O hospital em estudo iniciou actividade há mais de 30 anos e, após várias obras de expansão, hoje conta com mais de 50 gabinetes de consultas de especialidade, cerca de 150 camas para internamento e 8 salas de bloco cirúrgico. Para além da sua própria actividade, integra também casos com seguimento de cirurgia de algumas clínicas de ambulatório, pertencentes à mesma zona urbana.

Uma vez que o desenvolvimento desta dissertação se baseava no funcionamento do bloco operatório, é nesta unidade que está o maior foco, estando também envolvidas as unidades de esterilização e, indirectamente, a direcção de produção.

Começando pelo departamento da direcção de produção, destaca-se a divisão da Gestão do Bloco Cirúrgico. Como o próprio nome indica, esta equipa é responsável pela gestão e estratégia do bloco operatório, estando envolvida, diariamente, no seu funcionamento.

Já no bloco operatório *per se*, existem elementos com quatro funções distintas e complementares: o corpo médico, os enfermeiros, os auxiliares de bloco e o secretariado de bloco. No corpo médico incluem-se cirurgiões e anestesistas, tendo estes últimos um director de anestesia, responsável pela coordenação e distribuição dos seus pares. No corpo de enfermagem integra-se um enfermeiro responsável do turno e o enfermeiro chefe, encarregado não só dos enfermeiros do bloco cirúrgico, como também dos auxiliares de bloco e da equipa de esterilização. Já os auxiliares de bloco estão encarregues da preparação e limpeza/arrumação das salas de cirurgia, entre outras coisas. Finalmente, o secretariado de bloco é constituído por duas pessoas, cuja função principal é gerir a agenda do bloco.

Na esterilização, está um enfermeiro responsável, que faz a ligação entre a unidade de esterilização e o bloco operatório, e os auxiliares de esterilização responsáveis pelo processo de esterilização.

Tanto no bloco operatório, como na esterilização, o horário activo é de 16 horas, das 08:00 às 00:00. Este horário divide-se em dois turnos de 8 horas: das 08:00 às 16:00 e das 16:00 às 00:00. Às 16:00 é quando se faz a troca de turno dos funcionários, nomeadamente, enfermeiros e auxiliares de bloco e de esterilização. No agendamento, este horário divide-se em meias horas, para abranger cirurgias que demorem cerca de meia hora ou uma hora e meia, por exemplo. Adicionalmente, o bloco cirúrgico funciona com normalidade durante os cinco dias úteis da semana e ainda realiza algumas cirurgias extraordinárias aos sábados, para além de estar preparado para casos de urgência durante os sete dias da semana. Para análise futura serão apenas considerados os cinco dias úteis.

3.1.1 Descrição dos espaços

O bloco operatório está dividido em dois – o bloco I e o bloco II. No bloco I, de maior área, estão as salas de 1 a 5, enquanto o bloco II tem as restantes 3 salas (6-8), mais uma sala usada exclusivamente para litotrícia (procedimento de urologia para o tratamento de cálculos). Cada bloco tem uma sala de armazenamento de material esterilizável e outra de armazenamento de material consumível, de acordo com as necessidades de um e de outro. Para além disso, é no bloco I que se encontra o gabinete do secretariado de bloco, o gabinete do enfermeiro chefe e o do director de anestesia.

Algumas salas são específicas de especialidades ou de determinados procedimentos, tanto por causa da sua morfologia ou por não ser prático transportar alguns materiais ou equipamentos que ficam armazenados nas salas. Por exemplo, é na sala 5, do bloco I, que se realizam todas as cirurgias cardíacas e robóticas. Já no bloco II, a sala 6 é quase exclusivamente usada para cirurgias oftalmológicas e para as de dermatologia. Apesar destas últimas poderem ser feitas em qualquer sala do bloco II, são preferencialmente agendadas para a sala 6. Finalmente, cirurgias de urologia apenas se realizam nas salas 7 e 8, também no

bloco II. Fora isso, as restantes especialidades, tais como otorrinolaringologia (ORL), ortopedia, neurocirurgia (NEURO), cirurgia geral e cirurgia vascular, não têm constrangimentos e realizam-se em qualquer sala, à excepção da sala 6.

Relativamente à unidade de esterilização, esta situa-se numa zona diferente dos blocos I e II e divide-se na zona de recepção de materiais sujos, zona de lavagem, zona de preparação e acondicionamento e zona pós-esterilização, onde ficam os materiais até serem levados para os armazéns do bloco cirúrgico. Esta unidade dispõe de 3 lavadoras, equipamento usado para lavar os materiais depois de usados e 2 autoclaves, equipamento usado para fazer a esterilização.

3.1.2 Sistema de carrinhos

Para todas as cirurgias a serem realizadas é necessário preparar os materiais a serem usados. Até há relativamente pouco tempo, esta preparação era feita por experiência pelos enfermeiros, de acordo com o tipo de cirurgia e as preferências do cirurgião. Mais recentemente, a gestão do bloco cirúrgico decidiu implementar um sistema de carrinhos que consiste em *checklists* com os materiais consumíveis, materiais esterilizáveis e equipamentos a serem usados em cada tipo de cirurgia. Por especialidade, criaram *checklists* para cada procedimento, com excepção de alguns procedimentos feitos muito esporadicamente. Esta acção serviu para standardizar a preparação destes carrinhos e, com isso, facilitar o trabalho dos enfermeiros, particularmente enfermeiros pouco familiarizados com o funcionamento deste bloco operatório.

3.1.3 Constrangimentos cirúrgicos

Para a análise futura, foram avaliados os constrangimentos gerais de uma cirurgia, isto é, tudo o que é preciso para que se realize uma cirurgia harmoniosamente.

Em termos de recursos materiais, o necessário é:

- Uma sala;
- Material consumível específico para a cirurgia em questão;
- Material esterilizável específico para a cirurgia em questão;
- Equipamento específico para a cirurgia em questão.

À excepção da sala, que é uma necessidade evidente e transversal a qualquer cirurgia, todos os outros recursos estão especificados nas *checklists* supramencionadas, também referidas comummente por "carrinhos", uma vez que variam totalmente de acordo com cada tipo de intervenção. Desta forma, fica claro quais são os recursos a serem usados em cada cirurgia. No caso de algumas intervenções cirúrgicas, nomeadamente intervenções de ortopedia, são ainda necessários implantes e material complementar que

auxilia a colocação dos mesmos. Este material é emprestado pela empresa que fornece os implantes e, por isso mesmo, é designado por material emprestado, uma vez que depois de usado é devolvido à empresa.[1]

Em relação aos recursos humanos, regra geral, estes são os necessários:

- Um cirurgião;
- Três enfermeiros;
- Um anestesista.

Há circunstâncias em que não são necessários tantos enfermeiros, ou cirurgias em que opera mais que um cirurgião. Para além disso, há ainda os casos em que há equipamentos de radiologia que têm que ser operados por técnicos especializados e, para isso, é preciso a presença de um técnico de imagem.

Apesar de tudo, há algumas excepções a estes constrangimentos gerais. Por exemplo, há intervenções em que só há necessidade de materiais consumíveis e esterilizáveis e não são usados equipamentos específicos. Ou ainda, pode haver a necessidade de adicionar um técnico de imagem à equipa cirúrgica, como supramencionado. De qualquer forma, em grande parte das situações, os recursos enumerados são os que devem ser disponibilizados.

3.1.4 Actividade do bloco cirúrgico

De forma a ter uma ideia mais clara da dimensão da actividade do bloco operatório deste hospital, foram avaliados os últimos registos das cirurgias realizadas durante o ano de 2016 e durante o primeiro semestre (Janeiro a Junho, incluído) de 2017.

Estes registos revelaram que, durante o ano inteiro de 2016 foi realizado o número total de 10.146 cirurgias, e 6.986 cirurgias durante o primeiro semestre de 2017, o que perfaz um total de 17.132 intervenções cirúrgicas para 18 meses de actividade.

As intervenções cirúrgicas estão organizadas por procedimento e cada uma tem um código associado, não só para registo e análise estatística mas, principalmente, para o funcionamento dos diferentes serviços do hospital. Este sistema foi criado pela Ordem dos Médicos para uniformizar as designações das intervenções médicas e sobretudo para regular os honorários das equipas cirúrgicas entre unidades de saúde diferentes, de acordo com a complexidade de cada intervenção, aplicando um valor relativo "K". Esta norma publicada pela Ordem dos Médicos é intitulada de Código de Nomenclatura e Valor Relativo de Actos

[1] Estes materiais têm as suas especificidades de acordo com as características da prótese a ser implantada, tais como o seu modelo e tamanho. Dada a sua variabilidade, estes são emprestados pela empresa, em vez de serem adquiridos pelo hospital.

Médicos (CNVRAM), tendo sido criada em 1997 e sofrido diversas actualizações desde então. Actualmente, este documento encontra-se disponível no *website* da Ordem dos Médicos[2].

Tabela 3 - Intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência durante o ano completo de 2016 e o 1º semestre de 2017, com a respectiva percentagem de volume que cada uma representa em relação aos números totais.

Especialidade	Intervenção	2016+2017	%Volume
	Designação comum		
Oftalmologia	Cataratas	2208	12,89%
Dermatologia	Excisão de quistos	928	5,42%
Ortopedia	Artroscopia do joelho	647	3,78%
Neurocirurgia	Foraminectomia	473	2,76%
Neurocirurgia	Hérnia discal lombar (HDL)	399	2,33%
Cirurgia Geral	Colecistectomia	390	2,28%
ORL	Microendonasal bilateral	330	1,93%
Dermatologia	Excisão de lesões	293	1,71%
ORL	Septoplastia	289	1,69%
Cirurgia Geral	Herniorrafia	282	1,65%
Cirurgia Vascular	Varizes	254	1,48%
Cirurgia Geral	Hemorroidectomia	203	1,19%
Dermatologia	Excisão de tumor	198	1,16%
ORL	Adenoidectomia com Amigdalectomia (A+A)	192	1,12%
Oftalmologia	Vitrectomia com descolamento da retina	162	0,95%
ORL	Colocação de tubos transtimpânicos	159	0,93%
Urologia	Cistoscopia	150	0,88%
Cirurgia Geral	Apendicectomia	145	0,85%
ORL	Amigdalectomia (AM)	144	0,84%
Cirurgia Geral	Fissura anal	141	0,82%
Ortopedia	Meniscectomia	139	0,81%
ORL	Correcção de exostoses	139	0,81%
Neurocirurgia	Túnel cárpico	134	0,78%
Urologia	Ressecção endoscópica de próstata (RTUP)	125	0,73%
Ortopedia	Prótese total da anca (PTA)	124	0,72%
Ortopedia	Rotura da coifa	121	0,71%
Urologia	Colocação de stent uretral	120	0,70%
Neurocirurgia	Hérnia cervical	119	0,69%
Cirurgia Geral	Hemicolectomia	112	0,65%
Ortopedia	Prótese total do joelho (PTJ)	103	0,60%
Urologia	Ressecção endoscópica de tumor vesical (RTUV)	102	0,60%
ORL	Adenoidectomia (AD)	101	0,59%
	TOTAL	9426	55,03%
	TOTAL DE CIRURGIAS	**17128**	**100%**

[2] http://ordemdosmedicos.pt/wp-content/uploads/2017/09/Codigo_Nomenclatura_CNVRAM.pdf (consultado a 11/04/2018)

Posto isto, é apresentada na Tabela 3 a lista de intervenções realizadas em maior número neste período de tempo, com a designação simplificada e respectivas quantidade e percentagem de volume representado. No Anexo A1 encontra-se a lista original, com as designações oficiais de acordo com o CNVRAM. Não é apresentada a listagem completa uma vez que esta inclui centenas de intervenções diferentes, por isso foram seleccionadas apenas as mais frequentes.

Foi com base nestes dados que a análise apresentada nos capítulos seguintes foi desenvolvida. Excluíram-se apenas algumas situações como as intervenções de dermatologia incluídas na listagem, uma vez que estas requerem muito poucos recursos, e também situações de urgências, como as apendicectomias, dado que estas não são, naturalmente, programadas.

Da Tabela 3 retira-se que as 32 intervenções cirúrgicas apresentadas na tabela equivalem a uma percentagem de volume de 55,03% em relação à actividade total do bloco. No entanto, a análise futura não contempla algumas destas cirurgias, como referido no parágrafo anterior. Assim sendo, a percentagem de volume das cirurgias incluídas na análise é de 45,90% do volume total. De notar que estes números representam a quantidade e não a carga horária. Os valores destes dois indicadores podem até ser algo divergentes dado que cirurgias como as de dermatologia ou tratamento de cataratas, por exemplo, podem demorar 15 minutos ou meia hora a serem executadas, enquanto que as cirurgias de ortopedia podem demorar entre 2 a 3 horas e meia. Portanto, a percentagem de volume apresentada anteriormente pode não ser correspondente à percentagem de carga horária em relação às horas totais.

Como tal, fez-se um estudo do esforço horário que as cirurgias seleccionadas representavam no panorama actual. Para isso, foram avaliados os planos diários de 24 dos dias da duração do estágio. Anotaram-se as durações estimadas das cirurgias seleccionadas para a análise presentes nestes planos e, depois de somadas as durações, foi obtida a carga horária das cirurgias seleccionadas e a carga horária total (cirurgias seleccionadas + restantes cirurgias). Com estes resultados, calculou-se a percentagem de esforço horário destas cirurgias, para cada dia. Calculando a sua média, concluiu-se que estas cirurgias representam 52,9% de esforço horário médio, em relação à totalidade das cirurgias realizadas. Este resultado não tem em conta as horas de bloco não usadas, isto é, a totalidade não é o horário de funcionamento do bloco por cada sala (16h×8=128h) mas sim, as horas combinadas de todas as intervenções de cada dia.

Estes resultados estão representados na Figura 1, que apresenta a percentagem de esforço horário calculado para cada dia da análise (a cinzento) e a percentagem média final (a tracejado preto). Destes resultados retira-se que, a realização destas cerca de 30 cirurgias ocupa, em média, mais de metade do tempo de utilização do bloco cirúrgico, sendo o restante tempo ocupado pelas outras cirurgias que não se incluem na lista apresentada anteriormente das intervenções mais frequentes.

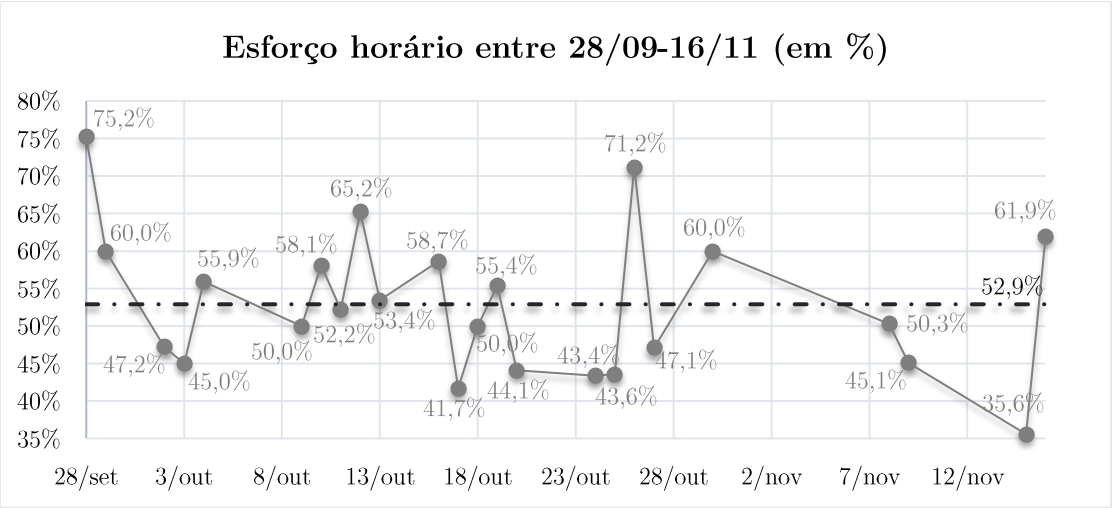


Figura 1 - Gráfico da análise do esforço horário feita entre 28 de Setembro de 2017 e 16 de Novembro de 2017. O gráfico cinzento apresenta as percentagens de esforço horário diárias, enquanto o tracejado preto apresenta a percentagem média final deste mesmo esforço

Tendo em consideração os resultados obtidos, constata-se que as cirurgias seleccionadas constituem uma base representativa do funcionamento do sistema. No contexto da presente dissertação, esta base representativa abrange um volume de informação propício para a análise do problema e desenvolvimento subsequente de soluções.

3.2 Metodologia

A metodologia adoptada para o desenvolvimento desta dissertação teve, muito genericamente, três fases: a caracterização do sistema, a identificação dos problemas e o desenvolvimento de soluções. A descrição detalhada de cada uma delas apresenta-se de seguida.

3.2.1 Caracterização do sistema

Esta primeira fase foi, evidentemente, desenvolvida durante a presença no hospital e começou pela participação em alguns *Kaizen events* que se estavam a realizar paralelamente, para ficar a conhecer, por testemunhos de funcionários de todos os departamentos envolvidos, o fluxo completo do processo que antecede a cirurgia propriamente dita. Destes eventos, pôde-se ter uma visão do funcionamento do hospital como prestador de serviços cirúrgicos, não só do ponto de vista da gestão de operações, mas também do ponto de vista burocrático.

Após a participação nestas reuniões, foi-se, então, conhecer o terreno directamente. No decorrer dos dois meses de estágio visitou-se o bloco operatório todos os dias para recolher a informação necessária à realização da dissertação que se apresenta. Durante esta estadia a abordagem foi, primeiramente, perceber como é que o secretariado de bloco recebia as informações vindas de outros departamentos, as informações

input, e como é que as processava. Estes dados foram recolhidos através de entrevistas com os funcionários do secretariado do bloco, que se mostraram sempre prestáveis a responder a todas as questões.

Simultaneamente, à medida que se avançava no fluxo e começavam a surgir questões no que concerne a gestão dos recursos materiais, inquiriram-se o enfermeiro chefe, o enfermeiro responsável e ainda alguns enfermeiros e outros funcionários com muitos anos de experiência naquela unidade de saúde.

Finalmente, depois de já ter algum entendimento sobre o fluxo no bloco operatório, e querendo compreender a gestão dos recursos materiais após a cirurgia, avançou-se para a análise do funcionamento do departamento de esterilização, já fora do bloco operatório. Neste departamento, o levantamento do fluxo dos materiais foi feito com o auxílio de entrevistas ao enfermeiro responsável da esterilização e, também, aos auxiliares. Esta análise serviu apenas para ter uma pequena noção deste processo, visto que este influencia o funcionamento do bloco.

De forma a entender melhor alguns aspectos da gestão do bloco, como por exemplo a distribuição dos cirurgiões no horário, recorreu-se ainda a alguns funcionários da direcção de produção, responsáveis pela gestão do bloco, que ajudaram a esclarecer estas questões. Foram também pedidos os dados mais recentes sobre a actividade do bloco, para conhecer e analisar o volume de cirurgias realizadas, dados esses que foram fornecidos também pela direcção de produção.

Adicionalmente, uma vez que não existiam inventários de recursos materiais e que era importante para o trabalho futuro saber as quantidades totais dos mesmos fez-se o levantamento das quantidades de materiais esterilizáveis e equipamentos. Os materiais consumíveis não foram contabilizados já que as suas quantidades são muito variáveis e em abundância, por serem descartáveis. Este levantamento foi feito com o auxílio de alguns enfermeiros do bloco cirúrgico.

Com o objectivo de perceber melhor como era feita a gestão dos recursos materiais, reconheceu-se que era determinante medir o tempo durante o qual estes recursos não estão disponíveis, por estarem em utilização, ou em processo de esterilização, no caso dos materiais esterilizáveis. Assim sendo, foram estrategicamente seleccionados materiais usados em cirurgias que se realizam diariamente, uma vez que estes são processados com mais diligência, e fez-se uma série de medições para calcular tanto o tempo de indisponibilidade total como o tempo de esterilização real. Não foram feitas medições para os equipamentos porque o seu tempo de indisponibilidade corresponde à duração da cirurgia, como aprofundado nos próximos capítulos. Estas medições foram feitas durante um mês com a colaboração tanto dos funcionários do bloco, como dos funcionários da esterilização.

3.2.2 Identificação dos problemas

Depois de ter todos os processos sob análise caracterizados, juntamente com os detalhes inerentes, estes processos foram analisados com pormenor com o intuito de detectar falhas e/ou desperdícios que os tornassem menos eficientes. Muitas destas falhas foram, preliminarmente, identificadas aquando das entrevistas aos funcionários, referidas no capítulo anterior. Chegaram a ser os próprios colaboradores a identificar práticas que, apesar de serem comuns, não eram as mais acertadas, na opinião deles.

3.2.3 Desenvolvimento de soluções

A partir dos problemas identificados concluiu-se que era vantajoso criar uma ferramenta de auxílio ao agendamento, que facilitasse a gestão dos recursos materiais. Desenvolveu-se, portanto um algoritmo que lê os recursos que são necessários para a realização da cirurgia pretendida e verifica se estes estão disponíveis na data e no horário desejado. Caso haja disponibilidade de todos os recursos, fica confirmada a cirurgia no agendamento. Caso contrário, o utilizador é avisado do que falta e é-lhe sugerido novo horário com a disponibilidade da totalidade dos recursos, se possível, para que se prossiga com o reagendamento. Em caso de falta, fica também registado que recursos é que não estavam disponíveis e que obrigaram o reagendamento. Este registo serve também para, posteriormente, se identificarem não só as causas das faltas detectadas, como também a sua frequência.

Para além dos problemas observados e reportados durante o período de estágio, utilizou-se o algoritmo desenvolvido para fazer também uma simulação do agendamento de cirurgias, tendo em conta os recursos materiais existentes e os dados da actividade do bloco já discutidos no capítulo 3.1.4. Esta simulação teve como objectivo entender quando e em que circunstâncias o sistema falhava, no que toca à disponibilidade dos recursos materiais.

À luz dos resultados desta simulação, fizeram-se algumas alterações nos dados *input* para testar como o sistema reagiria e se, consequentemente, havia melhoria no desempenho do mesmo, ou não. Posteriormente, foram analisados alguns indicadores de qualidade para que se pudesse avaliar o impacto dessas alterações. Tendo em conta este impacto, foram feitas propostas de solução que pudessem minimizar, ou eventualmente eliminar, as irregularidades detectadas.

4 Diagnóstico

Neste capítulo é abordado o diagnóstico do caso de estudo, desde a descrição completa do fluxo produtivo dos itens e das necessidades de equipamentos directamente relacionadas com as intervenções cirúrgicas, dentro e fora do bloco operatório, passando pela descrição dos procedimentos, até à recolha de dados feita para ajudar a esclarecer qual o desempenho da gestão actual dos recursos.

4.1 Funcionamento produtivo do bloco operatório

O primeiro passo foi ficar a conhecer todo o funcionamento produtivo do bloco operatório. Desde o agendamento das cirurgias até ao processamento dos recursos materiais após a cirurgia. Algumas etapas do processo não serão abordadas, uma vez que são do domínio burocrático e/ou legal, não tendo relevância do ponto de vista da gestão de operações.

Assim sendo, começou-se por explorar o processo de agendamento de cirurgias. Este é iniciado na consulta com o médico cirurgião: depois de obter o diagnóstico médico, se se revelar que uma cirurgia é o tratamento apropriado para a condição do paciente, o cirurgião e o paciente decidem a data em que esta se poderá realizar. Este agendamento é, posteriormente, feito de acordo com *slots* que estão atribuídas ao cirurgião, se este tiver alguma.

Estas *slots* consistem em horários específicos, para cada dia do mês e para cada sala, atribuídos a cirurgiões específicos. A atribuição de *slots* aos cirurgiões é feita em conformidade com o volume de cirurgias que estes apresentam e/ou a quantidade de anos do cirurgião a prestar cuidados de saúde nesta unidade. Para médicos com mais antiguidade ou que realizem uma quantidade vultuosa de intervenções cirúrgicas, é-lhes conferido um horário fixo distribuído durante os meses. Geralmente, os horários não sofrem alterações de mês para mês e são, muitas vezes, semelhantes de semana para semana. No entanto, visto que há algumas diferenças entre cada semana, o registo da atribuição de *slots* está dividido pelas quatro semanas de um mês.

A título de exemplo, a Figura 2 representa a distribuição de *slots* para cirurgiões fictícios. Os horários estão divididos entre as semanas do mês, como referido acima, para cada sala e cada dia da semana. Para além dos horários dos médicos, é também contemplado um horário para urgências todos os dias.

Se o cirurgião tiver *slots*, vai apontar para uma hora dentro do horário da sua *slot*, o que fica combinado com o doente, mas está sujeito a alterações e só fica confirmado depois do secretariado do bloco fazer o agendamento. Se não for esse o caso, a hora da cirurgia fica por definir, para o dia proposto pelo médico, para, depois, ser o secretariado do bloco a procurar um horário disponível fora das *slots*, uma vez

que essa informação não está prontamente acessível para os médicos. Marcar a cirurgia numa *slot* específica do cirurgião ou marcar para um horário fora das *slots* são as duas hipóteses até 72 horas antes da data e hora propostas. Após as 72 horas, os períodos abrangidos por *slots* não ocupados passam a estar disponíveis para todos, sendo o agendamento feito pelo secretariado, apenas considerando a disponibilidade de salas.

		SALA 3			
		1ª SEMANA	2ª SEMANA	3ª SEMANA	4ª SEMANA
TERÇA	08:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	08:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	09:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	09:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	10:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	10:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	11:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	11:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	12:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	12:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	13:00	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	13:30	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA	JOÃO SANTOS	CATARINA SILVA
	14:00				
	14:30				
	15:00	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	15:30	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	16:00	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	16:30	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	17:00	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	17:30	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	18:00	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	18:30	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	19:00	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	19:30	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO	NUNO CORDEIRO
	20:00				
	20:30	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA
	21:00	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA
	21:30	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA
	22:00	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA
	22:30	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA	SALA URGÊNCIA
	23:00				
	23:30				

Figura 2 - Exemplo de *slots* para a sala 3 às terças-feiras em cada semana do mês. Os nomes apresentados e os horários são fictícios por questões de confidencialidade.

Para proceder à marcação, o cirurgião tem que preencher a Proposta Cirúrgica, um documento que inclui todos os dados necessários ao agendamento da cirurgia, tais como, o nome e número de cliente do paciente, o diagnóstico, a designação da intervenção, o código cirúrgico, a data proposta, duração estimada, materiais e/ou equipamentos específicos a serem usados, entre outros. Quando o cirurgião acorda uma hora com o doente, por norma, este adiciona à proposta cirúrgica essa hora, mas como hora preferencial, e não hora final. Este documento é, a maioria das vezes, preenchido em papel, digitalizado e enviado por *e-mail* para os departamentos necessários.

Já com uma proposta cirúrgica preenchida, este documento chega ao Secretariado do Bloco, responsável pelo agendamento das cirurgias e gestão de outros assuntos rotineiros referentes ao bloco operatório. Aqui, as propostas cirúrgicas são impressas e são organizadas por ordem de chegada. Posto isto, as cirurgias são introduzidas, uma a uma, num ficheiro de agendamento que contém todas as cirurgias já marcadas, com alguns detalhes como o processo e equipamento intrinsecamente necessário. É aqui que é atribuída uma sala e uma hora à intervenção cirúrgica em questão, de acordo com a *slot* do médico ou

com a disponibilidade das salas, consoante o caso. Depois do secretariado de bloco fazer o agendamento das cirurgias, os secretariados de cada especialidade, ou o cirurgião, recebem essa informação para comunicar directamente ao doente a confirmação dos detalhes.

É na fase de agendamento que se tem em consideração a gestão de alguns materiais e equipamentos. Os encargos relacionados são os seguintes:

- Os materiais emprestados e implantes, referidos no capítulo 3.1.3, que precisam de ser encomendados atempadamente às respectivas empresas, são encomendados muitas vezes pelos próprios médicos, mas também pelos enfermeiros. Não estando bem definido quem está responsável por esta tarefa, cabe aos enfermeiros mais próximos de cada médico saber, contando com a sua experiência, quais são os médicos que não o fazem para serem eles a tratar da encomenda.
- Os equipamentos pertencentes ao bloco cirúrgico não são reservados. Neste momento, conta-se somente com a experiência dos enfermeiros e médicos para perceberem se vão ter determinado equipamento disponível, apenas com uma análise das cirurgias já marcadas, para evitar algum potencial conflito.

Para além disto, aquando da marcação das cirurgias na agenda do secretariado acontece mais vezes do que o desejado o inconveniente de não estar especificado na proposta cirúrgica qual o procedimento da cirurgia, equipamentos a serem usados, ou materiais a serem encomendados. Já que é necessário saber estes detalhes para que fique registado no agendamento, quando ocorrem estes contratempos são os funcionários do secretariado que detectam estas falhas e prevêem o que é que vai ser necessário para aquela cirurgia tendo em conta o cirurgião, graças à sua vasta experiência. Se, por ventura, não souberem algum detalhe, têm que ser eles a averiguar e contactar os médicos para que os esclareçam. Algumas vezes, são também os enfermeiros que detectam estas situações e reportam ao secretariado, para que falhe o número mínimo possível de elementos. Quando inquiridos em relação a esta problemática, os funcionários do secretariado reportaram que é com bastante frequência que a proposta cirúrgica não está preenchida na sua totalidade e faltam grande parte dos detalhes fundamentais a um agendamento expedito o que suscita essa resolução por previsão das necessidades do cirurgião, de acordo com a experiência destes funcionários.

Depois do agendamento, até ao dia da cirurgia, caso seja preciso fazer alguma alteração, é o secretariado que as vai fazendo no seu plano de agendamento, comunicando-as aos cirurgiões e/ou aos secretariados respectivos, quando necessário.

Recentemente, foi também implementado um sistema de aviso em que é enviado, via SMS, o plano pessoal de cirurgias de cada dia a cada cirurgião, 4 dias (96h) antes do dia em questão. Este sistema permite que ambas as partes, cirurgião e bloco operatório, possam confirmar os seus horários e, caso haja algum problema, que se consiga resolvê-lo com tempo.

Após este processo todo, ainda se faz uma revisão final do agendamento todos os dias, concernindo o dia seguinte, para detectar potenciais conflitos. Esta revisão é feita com o secretariado do bloco, o enfermeiro chefe, o director de anestesia e a gestão de produção e, por norma, foca-se em problemas de gestão de recursos humanos, em particular enfermeiros ou técnicos, em vez de recursos materiais. As alterações resultantes destas revisões, quando há, são, grande parte das vezes, alteração de salas, para concentrar o maior número de cirurgias nas mesmas salas e evitar um plano disperso que vai exigir mais pessoal. Destas revisões obtém-se o plano final do dia seguinte.

Já com o plano fechado, ainda na véspera (24h antes), o enfermeiro responsável faz a distribuição de enfermeiros nas salas do bloco para o dia seguinte e afixa este plano de enfermeiros nesse mesmo dia. Ao mesmo tempo, o director de anestesia faz também um plano de distribuição de anestesistas para o dia seguinte.

Ao fim do dia, nas últimas horas de funcionamento de bloco, começam-se a preparar os carrinhos, sistema aprofundado no capítulo 3.1.2, para as intervenções da manhã seguinte. Já no próprio dia, ao longo do dia, são preparados os restantes carrinhos. Esta preparação é feita por qualquer um dos enfermeiros, assim que tenham uns minutos disponíveis. À porta do armazém de materiais consumíveis, local onde se guardam os carrinhos até à cirurgia, ficam afixados impressos com as cirurgias a serem realizadas e com que cirurgiões, que são posteriormente dispostos em cima do carrinho correspondente, assim que este estiver preparado. A preparação destes carrinhos é feita, com muita frequência, recorrendo à experiência dos enfermeiros. Estes só precisam de saber qual é a intervenção e qual o médico para organizarem o carrinho com todos os materiais certos. Contudo, está feita uma base de dados com os materiais e equipamentos a incluir em cada carrinho, para a maioria dos procedimentos, caso seja necessária para consulta, para confirmação de algum detalhe ou para instrução de novos enfermeiros, tal como foi aprofundado no capítulo 3.1.2.

De forma a estarem reunidas todas as condições para a realização de cada cirurgia, resta apenas a preparação da respectiva sala. Esta preparação é feita umas horas antes da cirurgia, ou assim que possível, e é feita pela equipa de auxiliares do bloco. Estes funcionários organizam a sala, de acordo com a intervenção agendada e o cirurgião destacado, com os materiais e equipamentos necessários e conforme a vontade do médico. A maior parte dos auxiliares do bloco já sabe, por experiência, a disposição preferencial dos componentes, para cada cirurgião e intervenção e, em caso de dúvida, recorrem ao cirurgião para que esta seja esclarecida.

Após a intervenção cirúrgica, são, novamente, os auxiliares que arrumam e limpam a sala para que esta fique livre para a intervenção seguinte. Os equipamentos são limpos e guardados, enquanto que os

materiais esterilizáveis são postos em caixas, posteriormente colocadas em carrinhos na zona de sujos, para serem levados para a esterilização.

4.1.1 Sumário dos problemas identificados

Concluída a descrição do processo no bloco, constatou-se, por observação e por recolha de testemunhos de vários funcionários do bloco cirúrgico, que muitos dos procedimentos são feitos, e funcionam efectivamente, graças à experiência de todos estes funcionários, sem que haja indicações específicas, nem responsabilidades delegadas a pessoas específicas. Isto é válido para os seguintes casos abordados previamente:

- A proposta cirúrgica é preenchida em papel. Esta prática, para além de permitir que os cirurgiões preencham apenas alguns campos, em vez de todos os campos importantes, pode causar desperdícios de tempo no seu processamento de documento físico para documento digital e vice-versa. No hospital analisado em [6] foram também identificados problemas resultantes da existência física de documentação.
- A proposta cirúrgica não é preenchida na sua totalidade com muita frequência. Caso estejam em falta detalhes importantes para o agendamento, cabe ao secretariado ou conjecturá-los com base na sua experiência, ou desperdiçar tempo a resolver estas situações, indagando os cirurgiões. Foi identificado um problema muito semelhante num hospital dos EUA por Volland, J. [11] em que os campos de um formulário não continham a informação toda e era o enfermeiro que os processava que já sabia, por experiência, quais eram os dados a incluir. Além disso, havia também falhas de comunicação idênticas no caso de estudo [10].
- Não está definido quem é responsável por encomendar implantes e materiais encomendados, quando são necessários, e acabam por fazê-lo ou os próprios cirurgiões ou os enfermeiros, quando, por experiência, já sabem que determinados cirurgiões não o fazem.
- Os equipamentos não são reservados e, por isso, a gestão dos mesmos é feita pelos cirurgiões que, com a prática, já sabem que equipamentos é que os outros cirurgiões vão precisar com base nas intervenções marcadas até ao momento. Este problema de gestão ineficiente de recursos materiais foi igualmente detectada em Coimbra [6].
- A organização das salas para as cirurgias é feita apenas por experiência dos auxiliares do bloco, sem que estejam registados os requisitos da organização de acordo com intervenção e/ou cirurgião. Caso estes funcionários tenham dúvidas, têm que as esclarecer com os cirurgiões.

Geralmente, todo o processo ocorre sem conflitos maiores. No entanto, do ponto de vista de um observador externo essa dinâmica do processo parece estar, actualmente, muito dependente da experiência e capacidade de previsão das necessidades de todo o conjunto de funcionários envolvidos, quer sejam eles enfermeiros, secretários ou auxiliares. Todos estes conhecimentos e competências adquiridos com os anos

são, obviamente, essenciais e profícuos contudo, caso haja necessidade de introduzir novos membros na equipa, a sua adaptação será sempre mais difícil por causa destes mesmos vícios já tão enraizados. No entanto, estes processos são alguns dos aspectos alvo de melhoria do programa já mencionado no capítulo 1, e, como tal, está-se gradualmente a procurar aumentar a sua eficiência.

4.2 Processo de esterilização

No fim da cirurgia, os materiais esterilizáveis seguem para o processo de esterilização, para que fiquem prontos a ser novamente usados assim que possível. Estes são recolhidos da zona dos sujos pelos funcionários da esterilização com uma frequência ajustada ao volume de cirurgias. Por uma questão de recursos humanos e logística, os materiais esterilizáveis são recolhidos em lotes pós-cirurgia, ou seja, tentando encher os carrinhos tanto quanto possível para evitar uma grande quantidade de viagens entre departamentos.

Já chegados os materiais à esterilização, estes passam por três fases: lavagem, acondicionamento e esterilização. Começando na zona de lavagem, depois de se enxaguarem os materiais para retirar resíduos orgânicos, estes são introduzidos na lavadora por lotes e, assim que a lavadora estiver completa, não havendo urgência de esterilização de algum componente, inicia-se o programa de lavagem que demora cerca de 1h30.

Depois da lavagem, já na zona limpa, organizam-se os componentes para o embalamento. Depois de ter, então, os instrumentos organizados, é feito o acondicionamento, de acordo com as directrizes do departamento de qualidade.

Em circunstâncias normais, caso não seja necessário esterilizar algum material específico com urgência, assim que houver um lote completo de material para atingir a capacidade máxima da autoclave, inicia-se o ciclo de esterilização, que demora aproximadamente 2h. Quando o ciclo termina, o lote é retirado da autoclave e, salvo algumas excepções, os materiais integrantes são levados para o bloco operatório para serem arrumados no armazém de materiais esterilizáveis e estarem preparados para uma nova utilização.

Quando os materiais chegam ao departamento de esterilização durante a manhã, ou mesmo ao início da tarde, a maior parte das vezes consegue-se que o processo completo de esterilização fique concluído e, consequentemente, os materiais sejam devolvidos às suas zonas de armazenamento ainda no próprio dia. Caso cheguem até às 21:00, os funcionários têm tempo para completar a lavagem e o acondicionamento e, antes do turno acabar, conseguem pôr os materiais na autoclave para que a esterilização seja feita durante a noite. Isto permite que no dia seguinte os materiais já estejam esterilizados e prontos a serem usados logo no início do horário de funcionamento do bloco, às 08:00. Se houver material a chegar depois das 21:00, os funcionários avançam com a lavagem, deixando regularmente este ciclo a ser realizado durante a

noite, para que se retome o processo assim que o dia seguinte começa, às 08:00. Nas ocasiões esporádicas em que as cirurgias se estendem para lá das 00:00, após o funcionamento normal do bloco operatório e da esterilização, os materiais usados são transportados para a esterilização por um auxiliar do bloco aquando do fim da cirurgia e o processo de esterilização é feito no dia seguinte.

Este é o processo completo para condições padrão. Contudo, acontecem, também, situações de urgência, isto é, materiais que precisem de ser esterilizados o mais rapidamente possível. O que foi verificado, tanto por observação como inquérito aos funcionários, é que estas situações, para além de acontecerem com uma frequência de, pelo menos, uma vez por dia, acontecem porque há materiais que são necessários de uma cirurgia para a outra, ou para cirurgias pouco espaçadas no tempo.

Estas contrariedades ocorrem, por exemplo, porque o cirurgião faz questão de usar um componente específico e tem várias cirurgias da mesma índole consecutivas, uma vez que há pequenas diferenças entre a maior parte dos componentes das mesmas categorias. Ou porque, aparentemente, não há materiais suficientes para o volume de cirurgias. Ambos os casos foram observados durante o tempo da recolha de dados com alguma regularidade.

Estas ocorrências são resolvidas de duas formas: fazendo uma esterilização rápida, ou a chamada esterilização de gaveta. As diferenças entre os processos de esterilização normal, rápida e de gaveta estão enumeradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Diferenças entre a esterilização normal e os dois métodos de esterilização urgente, resultado do que foi indagado e observado.

Esterilização normal	**Esterilização rápida**	**Esterilização de gaveta**
Demora, no mínimo, cerca de 3h30 (1h30+2h)	Demora cerca de 2h (1h30+30min)	Demora 20 minutos
Feita em circunstâncias normais	Feita quando é preciso um material que existe em pouca quantidade em relação ao volume de cirurgias em que este é usado naquele dia	Feita quando os instrumentos são inesperadamente contaminados ou quando são precisos em cirurgias consecutivas
Devidamente embalado de acordo com as directrizes da qualidade	Embalado de forma prática	Não é embalado. Os instrumentos são transportados na gaveta própria do equipamento, que é colocada dentro de uma caixa específica
Validade de cerca de 6 meses	Validade de 24h	Para uso imediato
Para materiais de todas as dimensões	Para materiais de todas as dimensões	Para materiais de dimensões pequenas ou médias

Uma das consequências destas esterilizações feitas de forma urgente é que desestabilizam o fluxo do processo de esterilização, uma vez que, subitamente, quase todos os funcionários têm que focar a sua atenção para esses materiais com maior prioridade. Além disso, a maior parte das vezes que estas esterilizações são necessárias, as autoclaves são ligadas só para esterilizar os materiais urgentes. Por conseguinte, em circunstâncias de urgência, é muito raramente esterilizado um lote completo e, como tal, usada a autoclave na sua capacidade máxima. O mesmo se aplica para as lavadoras.

Foi feito, então, um pequeno inquérito a alguns funcionários da esterilização sobre quais os materiais mais sujeitos a esterilizações urgentes, com base na sua experiência. Neste inquérito, apresentaram-se alguns materiais usados com bastante frequência e os funcionários confirmaram, ou não, a aplicação de esterilizações urgentes para cada um.

Tabela 5 - Resultados do inquérito feito a cinco funcionários do departamento de esterilização sobre os materiais mais frequentemente esterilizados com urgência. Assinalados com "X" estão os materiais que cada funcionário considerou serem esterilizados de urgência com frequência. (Func. = Funcionário)

	Func. A	Func. B	Func. C	Func. D	Func. E
Caixa A+A			X		X
Caixa artroplastia da anca				X	
Caixa das varizes	X	X		X	X
Caixa de craniotomia	X		X		
Caixa de laminectomia					X
Caixa de laparoscopia	X	X	X	X	X
Caixa de microendonasal		X	X	X	X
Caixa de pinças de artroscopia		X	X	X	
Caixa de septo	X				

Dos resultados deste inquérito, apresentados na Tabela 5, retirou-se que os materiais indicados mais vezes como esterilizados de urgência são: caixas das varizes, caixas de laparoscopia, caixas de microendonasal e caixas de pinças de artroscopia, estando estes sombreados a cinzento nesta mesma tabela. Esta questão foi averiguada preliminarmente para que, mais tarde, fossem cruzadas estas informações com os resultados de uma análise mais minuciosa à gestão dos recursos.

4.2.1 Sumário de problemas identificados

Após a caracterização do fluxo da esterilização, concluiu-se que o principal problema detectado é a perda de eficiência do processo cada vez que há necessidade de realizar esterilizações com urgência. Como referido acima, esta situação acontece com regularidade, tal como observado e reportado pelos próprios funcionários, o que agrava o problema. Este é mais um exemplo de uma gestão ineficiente dos recursos,

tais como os casos de estudo [6] e [13], apresentados previamente. Adicionalmente, alguns dos materiais que, presumivelmente, ocasionam estes contratempos foram já identificados para se ficar logo com uma ideia mais clara das causas.

4.3 Recolha de dados

Para perceber melhor como é feita a gestão quer dos materiais esterilizáveis, como dos equipamentos, começou-se por fazer inventários para as duas categorias, já que estes ou não existiam de todo ou estavam bastante desactualizados. O objectivo era ter uma ideia quantificável das quantidades totais de componentes disponíveis.

Depois de se fazerem estes inventários e tendo em conta as intervenções realizadas com maior frequência e os componentes necessários à sua realização, suspeitou-se que poderia haver pouca quantidade de alguns materiais e equipamentos usados nestas intervenções, proporcionalmente à sua frequente aplicação. Isto porque a quantidade total parecia reduzida em relação à frequência das cirurgias que dão uso a esses recursos. Por exemplo, viu-se que existiam duas caixas de microendonasal no total, quando as cirurgias que necessitam deste material chegam a acontecer 5 vezes no mesmo dia e muito pouco espaçadas temporalmente. No que diz respeito aos materiais esterilizáveis, a conclusão era, de qualquer forma, expectável depois de obter os testemunhos dos auxiliares da esterilização, como exposto anteriormente, no capítulo 4.2.

Como tal, de forma a detectar a existência de faltas, e, caso estas efectivamente existissem, quais são os componentes que mais faltavam, fez-se uma análise preliminar de alguns planos diários. Esta análise consistiu, muito genericamente, no cruzamento entre a totalidade de componentes existentes e os necessários para as cirurgias do dia em questão, de acordo com os carrinhos correspondentes. Para os materiais contabilizou-se a quantidade total necessária durante o horário de funcionamento do bloco (16 horas) uma vez que o tempo de indisponibilidade destes inclui o tempo de esterilização. Por outro lado, para os equipamentos, contabilizou-se a quantidade máxima necessária em simultâneo, já que estes ficam indisponíveis apenas durante a cirurgia e o seu pós-processamento é de duração desprezável.

Na Tabela 6 e Tabela 7 apresentam-se, a título de exemplo, alguns dos resultados obtidos desta análise, em três dias diferentes. Como se pode verificar pelos componentes assinalados a encarnado, detectaram-se uns quantos materiais esterilizáveis e equipamentos a serem usados acima dos recursos existentes e outros tantos a serem usados no limite, assinalados a amarelo. É certo que em muitos destes casos, este desdobramento de recursos foi possível à custa de esterilizações feitas com urgência, no caso dos materiais, e partilhas do mesmo equipamento entre salas, no caso dos equipamentos.

Tabela 6 – Exemplos de resultados obtidos da comparação da quantidade de materiais esterilizáveis que eram necessários para a realização das cirurgias dos respectivos dias com a quantidade total disponível. Estão apresentados os resultados para três datas distintas. A encarnado estão assinalados os materiais cuja necessidade excedia a disponibilidade e a amarelo os materiais a que se deu uso total dos recursos disponíveis. (Qtd. = Quantidade; TTT = tubos transtimpânicos; RTU = ressecção endoscópica)

MATERIAL	**Qtd. Necessária**			**Qtd. Disponível**
	02/10/17	**16/10/17**	**26/10/17**	
Afastador de valva	2	2	3	**4**
Cabo de electrocoagulação	4	2	2	**5**
Cabo de luz fria	11	10	8	**9**
Cabo de micromotor de ORL	2	1	1	**2**
Caixa A+A	3	9	2	**5**
Caixa base artroscopia	5	5	4	**8**
Caixa de catarata	4	7	4	**6**
Caixa de colocação TTT	2	2		**3**
Caixa de instrumental do ombro	1	4	1	**2**
Caixa de laminectomia	1	3		**8**
Caixa de laparoscopia	5	2	2	**3**
Caixa de micro de ouvido	2	2	1	**4**
Caixa de microendonasal	3	2	2	**2**
Caixa de pinças de artroscopia	4	1	3	**4**
Caixa de RTU		1	3	**6**
Caixa de septo	3	2	4	**4**
Caixa de varizes			6	**6**
Dilatador uretral		1	3	**1**
Martelo	3	5	2	**3**
Óptica 30º de laparoscopia	3	2	1	**4**
Óptica 30º ou 0º de ORL	3	2	2	**4**
Óptica de artroscopia	4	5	4	**13**
Pinça de cálculos	1	1	1	**2**
Tubo de insuflação CO_2	5	2	2	**3**

Tabela 7 – Exemplos de resultados obtidos da comparação da quantidade máxima de equipamentos que eram necessários, em simultâneo, para a realização das cirurgias dos respectivos dias com a quantidade total disponível. Estão apresentados os resultados para três datas distintas. A encarnado estão assinalados os equipamentos cuja necessidade excedia a disponibilidade e a amarelo os equipamentos a que se deu uso total dos recursos disponíveis. (Qtd. = Quantidade)

EQUIPAMENTO	**Qtd. Necessária (simultaneamente)**			**Qtd. Disponível**
	02/10/17	**16/10/17**	**26/10/17**	
Doppler			2	**1**
Microscópio (ORL)	1	2	1	**2**
Trolley de ORL	2	2	1	**1**

Estes componentes foram, então, considerados como potencialmente críticos visto que a sua falta, ou a sua gestão ineficiente, era a causa destas situações anómalas e porque, apesar de tudo, esta foi apenas uma análise preliminar, feita numa pequena amostra de tempo.

Tabela 8 - Componentes potencialmente críticos detectados preliminarmente.

Equipamentos	**Material esterilizável**
Doppler	Caixa A+A
Microscópio de NEURO	Caixa das varizes
Microscópio ORL	Caixa de ano-rectal
Trolley de ORL	Caixa de artroplastia da anca
Trolley de laparoscopia	Caixa de catarata
	Caixa de laminectomia
	Caixa de laparoscopia
	Caixa de microendonasal
	Caixa de pinças de artroscopia
	Caixa de septo
	Dilatador uretral
	Martelo
	Motor *Stryker*
	Pinça de cálculos
	Tubo de insuflação CO_2

Desta análise introdutória apurou-se que os componentes potencialmente críticos seriam os enumerados na Tabela 8, tendo em conta todos os dias analisados, e não apenas os apresentados previamente.

Se numa análise feita num período de tempo maior se constatar que estes componentes existem em quantidades insuficientes, os resultados podem ser problemáticos, do ponto de vista da gestão, caso falte algum material ou equipamento aquando da cirurgia em questão. Durante esta análise, num dos dias exemplificados, observou-se que o equipamento *doppler* era necessário simultaneamente em duas cirurgias e só há uma unidade no total. Quando questionados, os enfermeiros esclareceram que, nestas circunstâncias, o equipamento é transportado de uma sala para a outra durante as cirurgias. Estas circunstâncias, para além de poderem causar tempos de espera desnecessários, podem também pôr em causa a assepsia necessária para a segurança dos doentes.

Já no caso dos materiais esterilizáveis, para além de ser impossível fazer um desdobramento como com os equipamentos quando só há uma unidade para duas cirurgias em simultâneo, estes ainda contam com um tempo de indisponibilidade correspondente ao tempo de esterilização. Cada vez que se prevê uma

falta no material esterilizável, recorre-se a esterilizações rápidas que, como abordado previamente, acontecem praticamente todos os dias.

Para clarificar, a duração de utilização dos equipamentos corresponde somente ao tempo da cirurgia, sendo que estes voltam a ficar disponíveis, praticamente, logo no fim da cirurgia. Por outro lado, o tempo de indisponibilidade dos materiais esterilizáveis é a soma do tempo da cirurgia com o tempo de esterilização e, portanto, estes materiais estão indisponíveis desde que são abertos em cirurgia, até completarem o processo de esterilização e serem devolvidos ao espaço de armazenamento respectivo.

Posto isto, era necessário saber o tempo de indisponibilidade destes componentes para a análise que se segue. No entanto, não havia sequer uma estimativa do tempo real de esterilização dos materiais, logo, do seu tempo de indisponibilidade. Como tal, procurou-se calcular a duração real do processo de esterilização.

4.4 Cálculo do tempo de indisponibilidade

De forma a fazer o diagnóstico, era necessário quantificar o tempo de indisponibilidade. Como supramencionado, este tempo é praticamente igual à duração da intervenção cirúrgica, para os equipamentos, e, portanto é um valor constante e equivalente ao tempo de cirurgia. No entanto, no caso dos materiais esterilizáveis, este tempo de indisponibilidade está directamente dependente do tempo de esterilização, que pode ser bastante variável. Não seria, portanto, muito preciso contar com um tempo de esterilização normal de 3h30, correspondente à duração mínima necessária, já que o processamento do material durante o processo de esterilização demora algum tempo, sendo este indefinido. Por isso, era fundamental ter uma ideia do tempo real da esterilização normal.

Assim sendo, planeou-se um método, não só para obter este tempo de esterilização real, como também a totalidade do tempo de indisponibilidade dos materiais esterilizáveis que, daqui em diante, também se designará de *turnaround time*. Este tempo consiste na soma da duração da cirurgia com o tempo de esterilização, como apresentado em (1), e representa o tempo total desde que os materiais começam a ser usados em cirurgia até estarem prontos a serem novamente usados, no fim da esterilização.

$$\text{Turnaround time} = \textit{tempo de cirurgia} + \textit{tempo de esterilização real} \quad (1)$$

Para fazer esta medição marcaram-se alguns dos componentes detectados como potencialmente críticos, apontados na Tabela 8, visto que estes são processados com mais celeridade dada a sua frequência

de utilização. Atendendo a que apenas os materiais em caixa estão numerados, e por isso são mais facilmente rastreáveis, optou-se por marcar os tempos de 9 caixas críticas.

Foram anotados os tempos de início e fim de cirurgia e a chegada e saída da esterilização, tal como exemplificado pela Tabela 9, em que o tempo de esterilização é a diferença entre a hora de saída da esterilização e a hora de chegada e o tempo total é a diferença entre a hora de saída da esterilização e a hora de início da cirurgia.

Tabela 9 - Exemplo de algumas medições de *turnaround time* feitas para caixas A+A. Cada medição tem indicada a intervenção a ser feita com a sua data, hora de início e de fim (previstas) e o número da caixa a ser usada, respectivamente.

Caixa A+A			
	A+A 19/10 9:00-10:00 (04)	A+A 19/10 10:00-11:00 (01)	AM 26/10 11:00-12:00 (03)
Início de cirurgia	9:38	11:10	9:59
Fim de cirurgia	10:16	11:46	10:11
Chegada à esterilização	11:30	12:45	10:35
Saída da esterilização	18:40	18:40	14:17
Tempo de esterilização	7:10	5:55	3:42
TOTAL	9:02	7:30	4:18

Foram feitas cerca de 6 medições para cada uma das caixas marcadas e apenas se teve em consideração as esterilizações normais realizadas e concluídas no próprio dia. As caixas escolhidas para fazer estas medições e os resultados para cada uma estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados das medições feitas de tempo médio de esterilização e *turnaround time* médio para todos os materiais analisados.

	Tempo médio esterilização	**Tempo médio total**
Caixa A+A	5:34	7:06
Caixa de ano-rectal	5:53	7:40
Caixa de artroplastia da anca	3:43	6:02
Caixa de laminectomia	4:58	6:45
Caixa de laparoscopia	5:14	8:09
Caixa de microendonasal	3:58	6:45
Caixa de pinças de artroscopia	4:13	6:15
Caixa de septo	5:07	7:02
Motor *stryker*	4:05	5:33
MÉDIA TOTAL	**4:45**	**6:48**

No final destas medições, foram calculados os tempos médios para cada um dos componentes e os tempos médios gerais. Os tempos médios gerais obtidos foram os seguintes, tal como apresentado na Tabela 10:

- **Média geral do tempo de esterilização**: 4h45;
- **Média geral do tempo total**: 6h48.

Deste modo, fica demonstrado que a diferença entre o tempo médio de esterilização (4h45) e o tempo mínimo de esterilização, já referido anteriormente (3h30), é bastante considerável, sendo esta de 1h15. Esta discrepância pode estar relacionada, não só com o facto do material não ser transportado para a esterilização imediatamente após as cirurgias, mas também com eventuais *buffers* e desperdícios nas operações envolvidas na esterilização. Para além disso, pode também ser resultado das quebras de eficiência no fluxo causadas pelas esterilizações urgentes.

4.5 Conclusões da recolha de dados

Depois do período completo de observação puderam-se tirar algumas conclusões relativamente ao procedimento das diferentes etapas directamente interligadas à realização das cirurgias. Estas conclusões focam-se nos aspectos que parecem ser, à primeira vista, problemáticos para um observador externo e, por isso, que podem estar qualificados para melhoria.

Estes aspectos são causados, maioritariamente, por faltas de comunicação, gestão desordenada dos recursos materiais, e outros problemas, como apontado no capítulo 4.1.1. São, também, consequência do recurso frequente a métodos desaconselhados à utilização habitual, nomeadamente as esterilizações urgentes que, como referido no capítulo 4.2.1, afectam a eficiência do processo de esterilização, entre outros métodos, como apontado anteriormente. Acima de tudo, o que se torna evidente é que todo este desempenho é o produto de uma enorme acumulação de maus vícios adquiridos ao longo dos anos e a maioria está extremamente dependente da experiência de casa de todos os funcionários. É preciso, portanto, ter em conta que este hospital existe há largas décadas e que muitos dos funcionários exercem as suas funções nesta unidade há mais 20 anos, por isso é que estes hábitos estão tão enraizados e são difíceis de mudar. Também é graças a estes anos de experiência que o sistema não falha com mais regularidade.

De forma a alterar estas condições e tornar o funcionamento do bloco mais harmonioso, faz sentido criar um método de gestão dos recursos materiais, já que esta tarefa é algo negligenciada. Este método pode evitar, ou pelo menos prever, falhas de disponibilidade destes recursos, sem estar dependente do conhecimento e/ou capacidade preditiva de qualquer funcionário. Para além disso, pode assistir o

agendamento de modo a que fiquem logo obrigatoriamente registados os detalhes da cirurgia, que neste momento acontece não serem imediatamente incluídos aquando do preenchimento da proposta cirúrgica.

Para além disso, tendo em conta que há uma aparente falta de alguns materiais esterilizáveis e equipamentos atendendo às necessidades, poderia ser benéfico averiguar quais são, exactamente, os recursos que não estão a responder à procura. Desta forma, devem-se explorar soluções para actuar de acordo com as necessidades produtivas.

5 Soluções

No sentido de tentar resolver algumas das questões levantadas no último capítulo, procuraram-se concretizar as duas soluções sugeridas anteriormente. Criou-se uma ferramenta responsável pela análise da disponibilidade dos recursos materiais, como apoio ao agendamento. Adicionalmente, fizeram-se simulações do agendamento de cirurgias do bloco operatório para detectar os problemas efectivos deste fluxo e possíveis medidas para os reduzir.

5.1 Programa MATLAB®

Como supramencionado, de forma a ajudar o planeamento do agendamento das intervenções cirúrgicas, analisando a disponibilidade dos recursos materiais, para evitar faltas de equipamentos e/ou materiais esterilizáveis, criou-se uma ferramenta de agendamento de cirurgias, à luz da disponibilidade dos recursos materiais.

Para desenvolver esta ferramenta escolheu-se o programa MATLAB®. Este *software* foi considerado o ideal uma vez que não exige muita experiência em programação, o que o torna de fácil utilização para o programador, para além de que tem uma compilação bastante extensa de funções pré-definidas para todo o tipo de aplicações e permite a criação de interfaces gráficas (GUIs – *Graphical user interfaces*) que favorecem a utilização e compreensão por parte de utilizadores não familiarizados com qualquer linguagem de programação [21].

O objectivo deste programa é, a partir dos *inputs* (código cirúrgico, data e hora pretendida e duração prevista de cirurgia), ler quais os recursos materiais necessários para a cirurgia requerida e verificar se todos estes recursos estão disponíveis na data inserida, durante o período de tempo previsto. Caso todos os recursos se verifiquem disponíveis, o programa grava-os como indisponíveis para as marcações futuras e devolve uma confirmação do agendamento. Caso contrário, surge um aviso de falta de sala, equipamento e/ou material esterilizável, é sugerido outro horário para reagendamento e ainda ficam gravadas as ocorrências de falta, para posterior análise.

Foi construída uma base de dados que inclui os inventários de equipamentos e materiais esterilizáveis, contendo este último os tempos de esterilização médios medidos no capítulo 4.4, e uma tabela com as cirurgias e os correspondentes dados, tais como código cirúrgico, carrinho, listas de material esterilizável e equipamento necessários e salas preparadas para a sua realização. Nestas listas de material esterilizável necessário à cirurgia, não foram incluídos materiais específicos dos médicos, materiais emprestados ou implantes.

Tabela 11 - Quantidade e % volume das cirurgias seleccionadas para o estudo, realizadas em 2016 e 1ºsemestre de 2017.

Especialidade	Intervenção	2016+2017	%Volume
	Designação comum		
Oftalmologia	Cataratas	2208	12,89%
Ortopedia	Artroscopia do joelho	647	3,78%
Neurocirurgia	Foraminectomia	473	2,76%
Neurocirurgia	Hérnia discal lombar (HDL)	399	2,33%
Cirurgia geral	Colecistectomia	390	2,28%
ORL	Microendonasal bilateral	330	1,93%
ORL	Septoplastia	289	1,69%
Cirurgia geral	Herniorrafia	282	1,65%
Cirurgia vascular	Varizes	254	1,48%
Cirurgia geral	Hemorroidectomia	203	1,19%
ORL	A+A	192	1,12%
Oftalmologia	Vitrectomia com descolamento da retina	162	0,95%
ORL	Colocação de tubos transtimpânicos	159	0,93%
Urologia	Cistoscopia	150	0,88%
ORL	AM	144	0,84%
Cirurgia geral	Fissura anal	141	0,82%
Ortopedia	Meniscectomia	139	0,81%
ORL	Correcção de exostoses	139	0,81%
Neurocirurgia	Túnel cárpico	134	0,78%
Urologia	RTUP	125	0,73%
Ortopedia	Prótese total da anca (PTA)	124	0,72%
Ortopedia	Rotura da coifa	121	0,71%
Urologia	Colocação de *stent* uretral	120	0,70%
Neurocirurgia	Hérnia cervical	119	0,69%
Cirurgia geral	Hemicolectomia	112	0,65%
Ortopedia	Prótese total doa joelho (PTJ)	103	0,60%
Urologia	RTUV	102	0,60%
ORL	AD	101	0,59%
	TOTAL	7862	45,90%
	TOTAL DE CIRURGIAS	**17128**	**100%**

As cirurgias incluídas nesta base de dados foram 28 seleccionadas entre as realizadas com maior frequência, de acordo com os dados do ano inteiro de 2016 + 1º semestre de 2017 conforme os critérios apresentados no subcapítulo 3.1.4. As intervenções seleccionadas correspondem a cerca de 46% do volume total de cirurgias realizadas no período tempo referido, como referido neste capítulo anterior e apresentado na Tabela 11. As cirurgias que não foram incluídas, apesar de serem realizadas com bastante frequência também, foram consideradas irrelevantes. Isto, porque, como já foi referido anteriormente, ou são cirurgias de urgência e, por isso, não podem ser incluídas num planeamento, ou são cirurgias que não necessitam de muita quantidade ou variedade de recursos materiais portanto, teriam muito pouco impacto nesta análise.

Adicionalmente, foi criada a matriz **calendario** com 3 dimensões, correspondendo a 1ª dimensão à enumeração de todos os materiais, equipamentos e salas, a 2ª dimensão ao horário de funcionamento do bloco e a 3ª dimensão ao calendário de 2018. Esta matriz apresenta o número de unidades de cada recurso disponível para cada hora e cada dia. É importante referir que o horário de funcionamento escolhido para montar a 2ª dimensão corresponde ao horário real de funcionamento, ou seja, de 16 horas, das 08h00 às 00h00, dividido em meias horas, tal como o calendário usado actualmente, como exemplificado pela Figura 3.

29/06/2018	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30
1	2	3	4	5	6	7	8	9
'APLICADOR DE CLIPS COURO CABELUDO'	1	1	1	1	1	1	1	1
'AUREOLAS'	2	2	2	2	2	2	2	2
'BARRA BOOKWALKER'	1	1	1	1	1	1	1	1
'CABO DE BIPOLAR'	19	19	19	19	19	19	19	19
'CABO DE ELECTROCOAGULACAO'	5	5	5	5	5	5	5	5
'CABO DE LUZ FRIA'	9	9	9	9	9	9	9	9
'CABO DE MICROMOTOR DE ORL'	2	2	2	2	2	2	2	2
'CABO DE ULTRACISION'	3	3	3	3	3	3	3	3
'CABO MOTOR SKEETER'	1	1	1	1	1	1	1	1
'CABOS PACEMAKER'	3	3	3	3	3	3	3	3
'CAIXA A+A'	5	5	5	5	5	5	5	5
'CAIXA AFASTADOR DE MAMARIA'	1	1	1	1	1	1	1	1
'CAIXA AFASTADOR FINNOCHIETO'	2	2	2	2	2	2	2	2
'CAIXA ARTROPLASTIA DA ANCA'	3	3	3	3	3	3	3	3
'CAIXA BASE ARTROSCOPIA'	8	8	8	8	8	8	8	8
'CAIXA BOOKWALKER (NEURO+URO+GIN)'	3	3	3	3	3	3	3	3
'CAIXA BOOKWALKER GERAL'	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 3 - Porção da variável **calendario**, como exemplo, do dia 29/06/2018, com a correspondência entre horas e colunas.

Para além destas tabelas e matrizes, de forma a facilitar a manipulação da variável **calendario** criaram-se tabelas de conversão de data e horas, que fazem a correspondência entre a data e as horas indicadas e o seu índice na 3ª e 2ª dimensão de **calendario**, respectivamente.

De seguida apresenta-se, então, uma descrição detalhada do algoritmo do programa, devidamente acompanhada do algoritmo sob a forma de fluxograma, por excertos. O fluxograma completo pode ser encontrado no Anexo A2. Esta descrição está divida em cinco partes: inicialização do programa e leitura de *inputs*, verificação de disponibilidade dos materiais esterilizáveis, verificação de disponibilidade dos equipamentos, verificação de disponibilidade das salas e processamento pós-verificação de disponibilidade que inclui a actualização do calendário quando se confirma a disponibilidade de todos os recursos e, quando não se confirma esta disponibilidade, o tratamento da informação de acordo com estas faltas.

De forma a tornar o programa desenvolvido mais *user-friendly*, todas as interacções com o utilizador são feitas através de GUIs, sendo estas apresentadas e explicadas ao longo da descrição que se segue.

5.1.1 Inicialização do programa e leitura de *inputs*

O programa começa por iniciar a variável cirg_marcada=0, variável esta que será, eventualmente, alterada para 1 assim que haja confirmação de uma cirurgia marcada. Enquanto não há nenhuma cirurgia marcada, e portanto cirg_marcada≠1, o programa avança. Caso contrário, não continua com nenhuma acção. Continuando o programa, este vai chamar a janela (Figura 4) onde se introduzem os *inputs* que, como referido acima, são: o código de cirurgia, data e horas e duração prevista da cirurgia. Contando que não se selecciona a opção "*Cancel*" desta janela (Figura 4), que vai parar as funções do programa, os *inputs* introduzidos vão ser lidos.

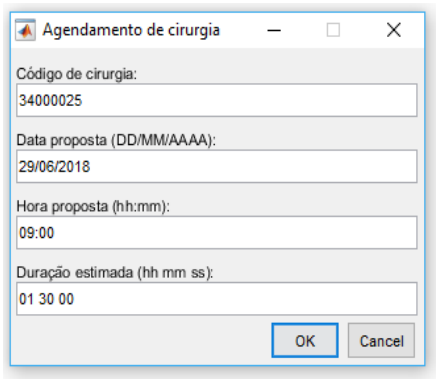


Figura 4 - Janela de introdução de *inputs*, com dados exemplificativos.

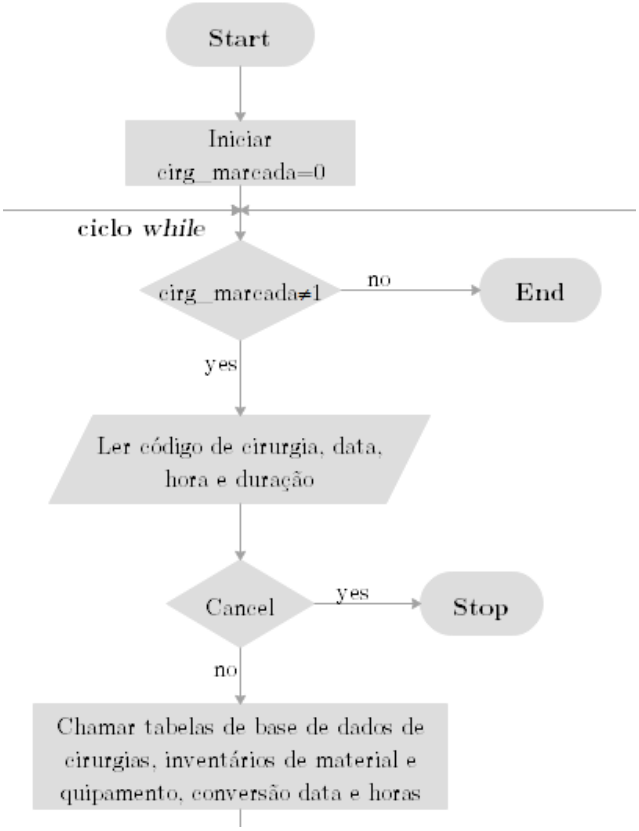


Figura 5 – Inicialização do programa representada por excerto do fluxograma do algoritmo. Algoritmo completo em anexo.

Estando todas as condições reunidas para continuar, são chamados os inventários de material esterilizável e de equipamento e as tabelas com os detalhes das cirurgias e de conversão de horas e data, já supramencionadas. Esta descrição encontra-se esquematizada na Figura 5 representativa do primeiro excerto do fluxograma do algoritmo.

Uma vez lidos os *inputs* e carregadas estas tabelas, se a data escolhida calhar ao fim-de-semana o programa vai devolver uma mensagem de aviso com esta informação, para que seja tomada uma decisão. Esta mensagem surge sob a forma de janela gráfica, exemplificada pela Figura 6. Esta janela oferece duas opções, que permitem tomar a decisão: ou cancela e a janela de introdução de *inputs* é novamente chamada

para alterar a data, ou prossegue com a marcação da cirurgia sabendo que vai calhar ao fim-de-semana, como chega a acontecer, por vezes, na realidade. A Figura 7 mostra esquematicamente esta lógica.

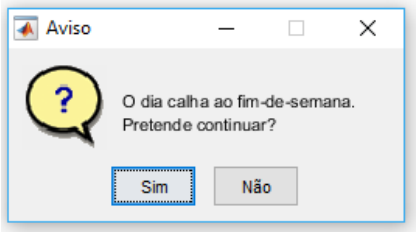


Figura 6 - Janela de aviso quando o dia calha ao fim-de-semana.

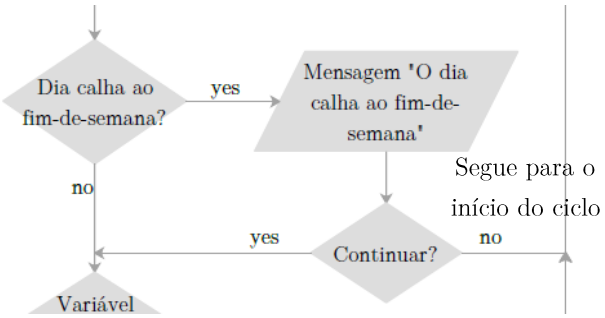


Figura 7 - Excerto do fluxograma do algoritmo que demonstra as acções do programa se se detectar que a data introduzida calha ao fim-de-semana. Algoritmo completo em anexo.

Se a data não calhar ao fim-de-semana ou o utilizador quiser realmente marcar a cirurgia para um fim-de-semana, o programa continua e vai verificar se a variável **calendario** já existe ou se é necessário criá-la, ilustrado pela Figura 8.

Se **calendario** for detectado, que é o expectável, o programa carrega a variável e prossegue. Na eventualidade de esta não ser detectada, é mostrada uma mensagem de aviso e é criada, então, esta variável, com as especificações já descritas anteriormente.

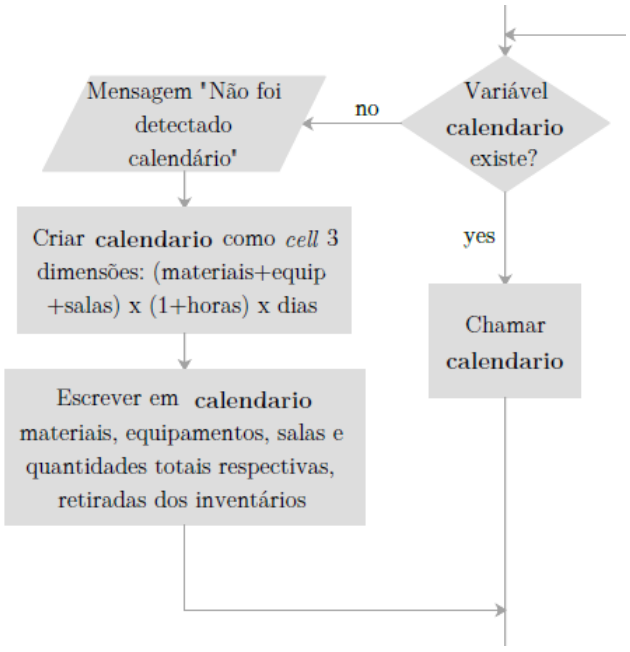


Figura 8 - Excerto do algoritmo com a verificação da variável **calendario**. Algoritmo completo em anexo.

Seguidamente, no caso de não ser detectado o código cirúrgico na base de dados das cirurgias, aparece uma mensagem de erro a dizer que o código não é válido (Figura 9). O programa "reinicia" e volta a aparecer a janela de *inputs* para corrigir o código e continuar a marcação.

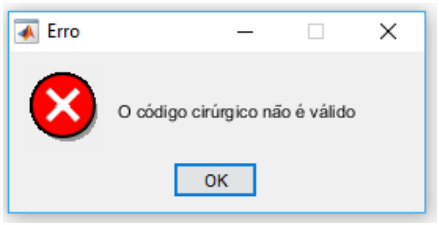


Figura 9 - Janela com mensagem de erro quando o código da cirurgia não é detectado

Como ilustrado pelo excerto do algoritmo apresentado na Figura 10, sendo o código detectado, os dados da cirurgia introduzida são retirados para uma variável chamada **dados_cirurgia** que contém a designação da intervenção, código cirúrgico, especialidade, carrinho, lista de materiais esterilizáveis necessários, lista de equipamentos necessários e lista de salas onde a respectiva intervenção pode ser realizada. A partir desta matriz, imprimem-se para as variáveis **nome_cirurgia**, **lista_mat**, **lista_equip** e **lista_salas** os respectivos dados.

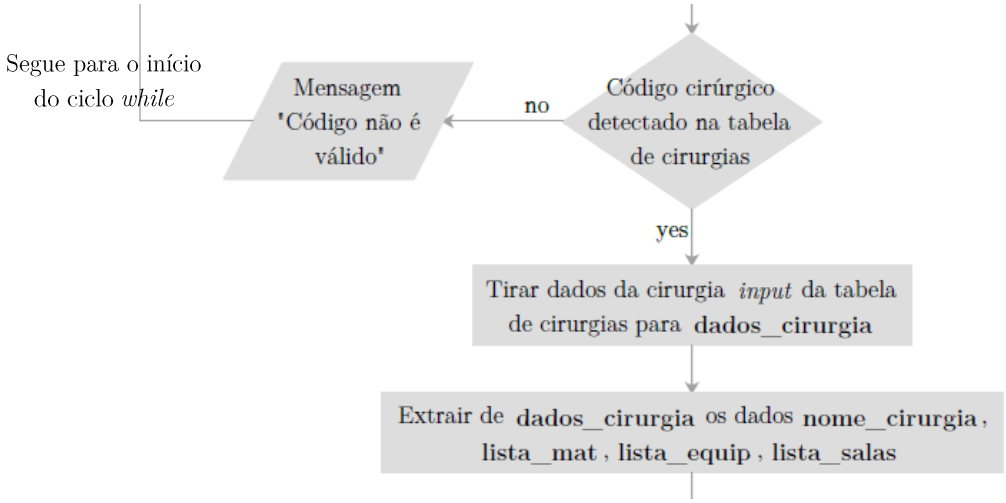


Figura 10 - Excerto seguinte do algoritmo em que se analisam os *inputs* já introduzidos. Algoritmo completo em anexo.

Já com os dados todos sobre a intervenção a ser realizada organizados, iniciam-se algumas variáveis usadas nos ciclos que se seguem tais como **contador_d** e **contador_h**, usados na verificação da validade da data e hora, **cirg_marcada** que fica activa quando há a confirmação de uma cirurgia marcada e **nao_continuar** e **continuar_dur**, usados para controlar as acções quando a duração excede o horário normal do bloco operatório, como irá ser apresentado futuramente.

Começa, então, o primeiro ciclo, que vai varrer a tabela **Conv_data**, que tem as conversões entre datas e índices correspondentes da 3ª dimensão da matriz **calendario**. Este ciclo pára quando encontra o respectivo índice para a data imposta. Ao encontrar o respectivo índice, o **contador_d** é incrementado e é criada a variável **n_data** com esse mesmo índice. Descrição representada pela Figura 11.

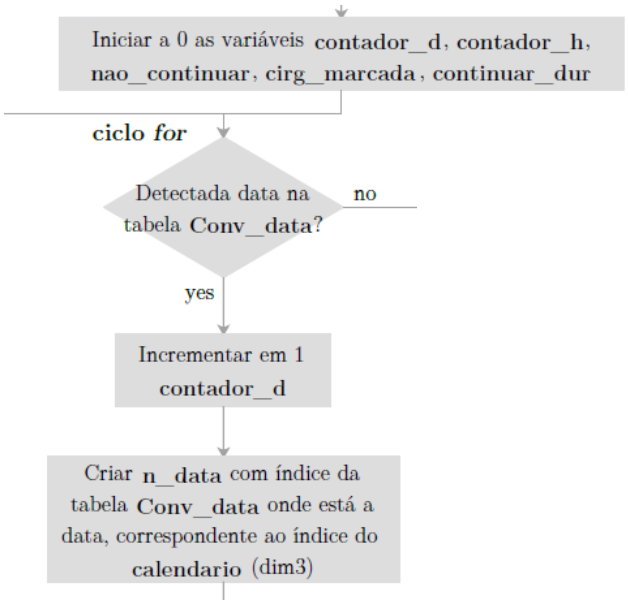


Figura 11 - Excerto do algoritmo onde começam os ciclos *for*. Algoritmo completo em anexo.

Após obter o índice correspondente à data pretendida, procura-se o índice da 2ª dimensão de **calendario** correspondente à hora pretendida. Como demonstrado pela Figura 12, o procedimento em tudo se assemelha ao anterior que guarda o índice da data. Ao descobrir o valor do índice da hora, a variável **contador_h** é incrementada e é gravado o valor do índice na variável **n_horario**.

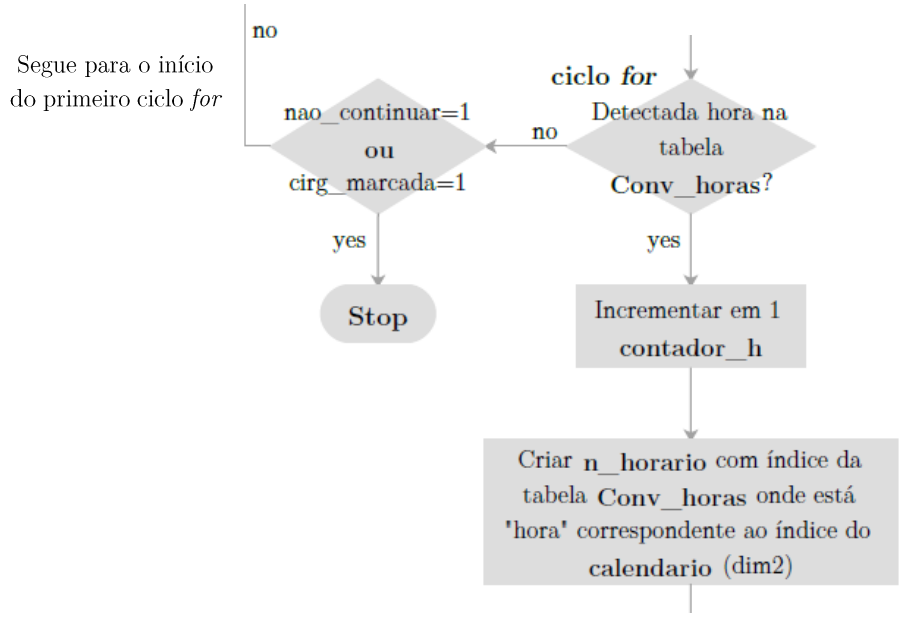


Figura 12 - Início do segundo ciclo *for*. Algoritmo completo em anexo.

Chegando ao fim de cada iteracção do ciclo, o programa vai avaliar as duas variáveis **nao_continuar** e **cirg_marcada**. Se alguma delas for igual a 1 o ciclo é parado imediatamente e retorna-se ao primeiro ciclo *for*. Depois de todas as iteracções, se o programa não encontrar nenhuma correspondência com a data introduzida prossegue dentro do primeiro ciclo *for*.

Quando cada iteracção do primeiro ciclo *for* acaba, as variáveis **nao_continuar** e **cirg_marcada** são, novamente, avaliadas. Se alguma delas for igual a 1 o ciclo é interrompido e o programa retoma para o início do ciclo *while* principal, que deixa de funcionar porque a sua condição base (cirg_marcada≠1) não se verifica mais, concluindo, assim, o programa o agendamento.

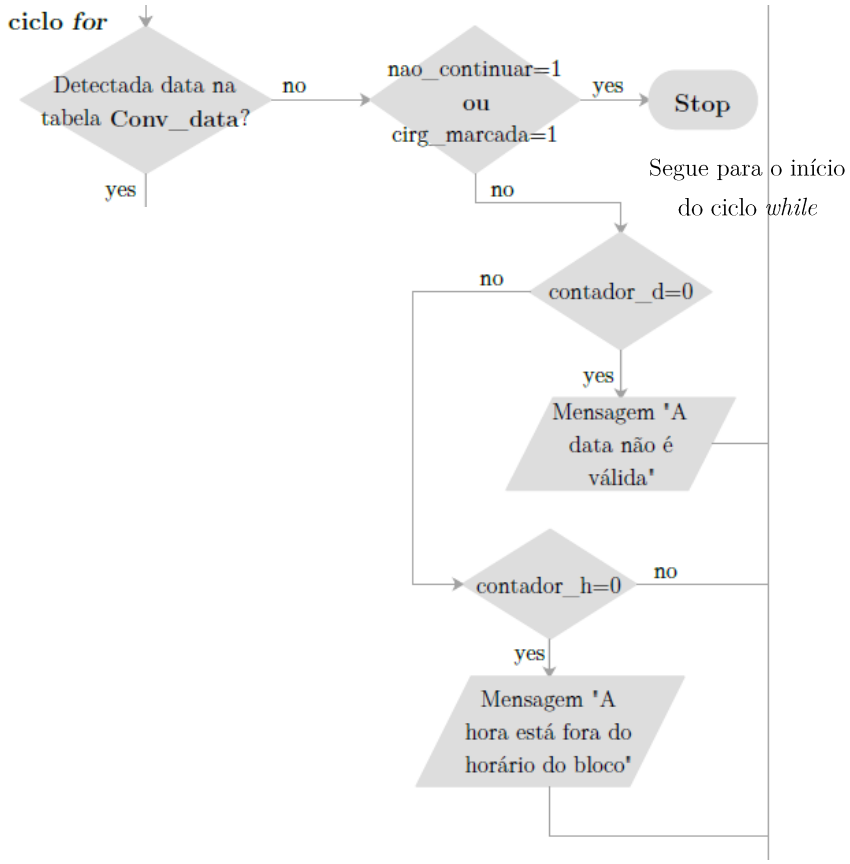


Figura 13 - Excerto do algoritmo que evidencia a lógica de quando a data, ou a hora, introduzidas não são válidas. Algoritmo completo em anexo.

Se nenhuma destas variáveis for igual 1, o programa continua para avaliar a variável **contador_d**. Tal como indicado na Figura 13, se esta for 0, ou seja, não houve correspondência nenhuma entre a data introduzida e o calendário de 2018, o programa devolve sob a forma de janela de erro a mensagem de que a data não é válida, exemplificado pela Figura 14. Após a mensagem, o programa volta ao início, apresentando a janela de introdução de *inputs*, para alterar para uma data válida.

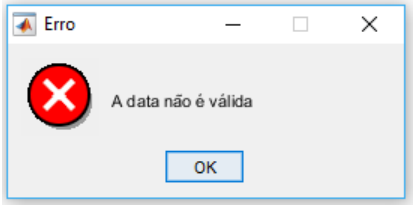


Figura 14 - Janela com mensagem de erro de data inválida

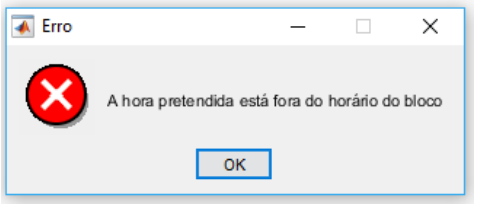


Figura 15 - Janela com mensagem de erro de hora fora do horário de funcionamento

Caso tenha havido uma correspondência de datas e **contador_d** não for igual a 0, o programa vai avaliar a variável **contador_h**. Identicamente ao processo anterior, caso não haja uma correspondência entre a hora e o horário de funcionamento do bloco operatório, e, portanto, esta variável estiver igual a 0, é reproduzida uma mensagem de erro a informar esta ocorrência, apresentada pela Figura 15. Como anteriormente, o programa reinicia e mais uma vez apresenta a janela de *inputs* para que estes sejam devidamente alterados. Este processo está também incluído de forma esquemática no excerto do algoritmo da Figura 13.

Admitindo que são encontradas correspondências para a data e para a hora pretendidas, o programa continua após obter as variáveis **n_data** e **n_horario**. Segue-se, então, a análise da duração da cirurgia e se esta excede o horário de funcionamento normal do bloco operatório, sendo esta uma subfunção de nome **continuar_duracao** representada esquematicamente na Figura 16.

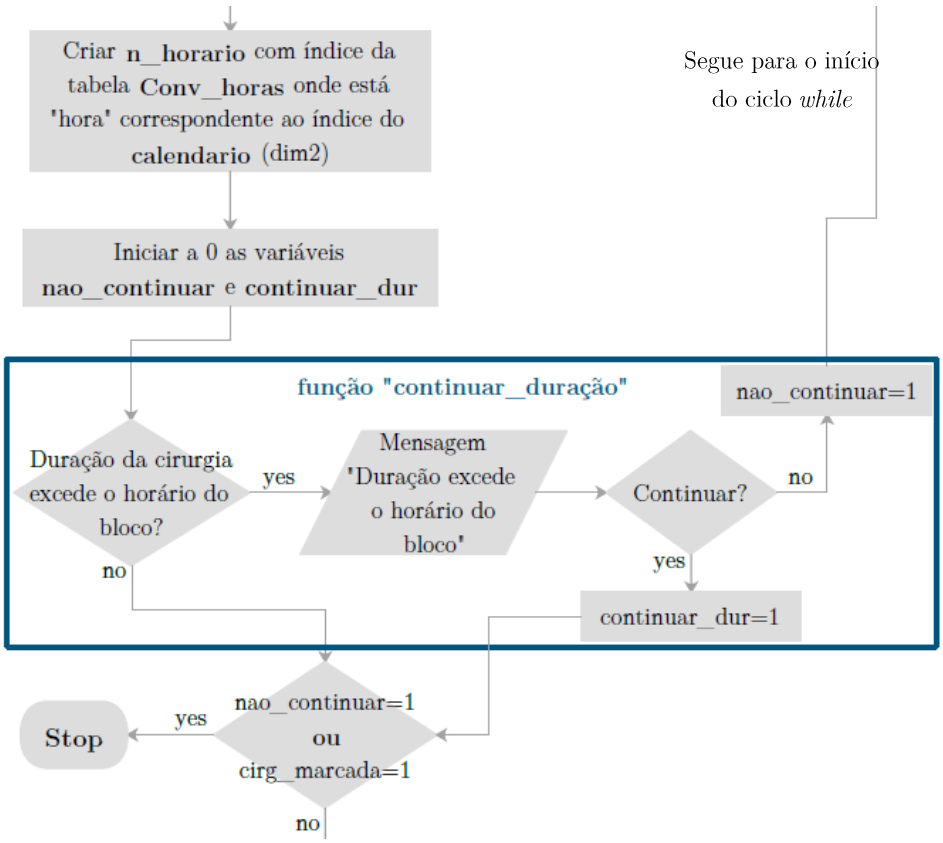


Figura 16 - Excerto do algoritmo que inclui a subfunção **continuar_duracao**. Algoritmo completo em anexo.

Primeiramente iniciam-se a 0 as variáveis **não_continuar** e **continuar_dur**, intervenientes nesta análise. Se se verificar que a duração excede, efectivamente, o horário é apresentada uma janela com uma mensagem de aviso com quanto tempo é que a duração da cirurgia excede o horário, exemplificada pela Figura 17.

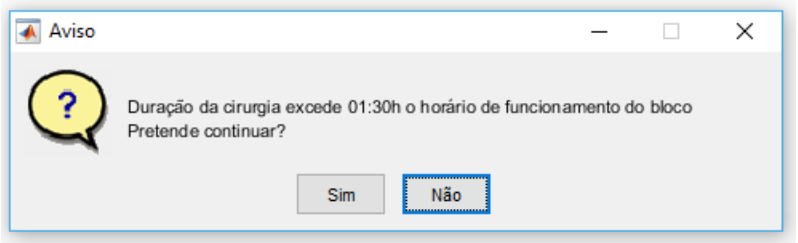


Figura 17 - Janela de aviso de duração prevista da intervenção excedida.

Esta janela oferece duas alternativas: não continuar e continuar. Se o utilizador não pretender continuar, a variável **nao_continuar** é alterada para 1, o programa volta a iniciar e chama a janela de *inputs*, mais uma vez, para que os dados sejam alterados e possa ser feita uma marcação dentro do horário normal. Caso o utilizador queira continuar, mesmo não cumprindo o horário normal, a variável **continuar_dur** passa para 1 e o programa continua com o agendamento. O raciocínio desta subfunção está esquematizado na Figura 16.

Quando a duração não é excedida, ou, mesmo que excedida o utilizador aceita continuar, o programa segue para avaliar de novo as variáveis **não_continuar** e **cirg_marcada**. Caso alguma seja igual a 1 o programa pára porque detecta uma cirurgia já marcada. Se não, vai passar para a verificação da disponibilidade dos recursos separadamente: materiais esterilizáveis, equipamentos e salas, respectivamente.

5.1.2 Verificação de disponibilidade dos materiais esterilizáveis

Uma vez reunidos todos os *inputs* de acordo com os requisitos do programa e as necessidades do utilizador prossegue-se para a análise da disponibilidade dos recursos materiais necessários para realizar a intervenção indicada consoante a data e hora pretendidas. Começa-se por verificar os materiais esterilizáveis, criando uma subfunção com este objectivo específico.

Esta subfunção inicia-se com a incorporação do tempo de esterilização de cada material na lista de materiais esterilizáveis necessários à realização da respectiva intervenção (**lista_mat**), retirado do inventário de materiais. Adiciona-se a esse tempo de esterilização a duração estimada da cirurgia na **lista_mat**, também, para obter o tempo total de indisponibilidade, já abordado no capítulo 4.4. O arranque desta subfunção está ilustrada na Figura 18.

Para fazer a verificação propriamente dita há que contemplar quatro cenários, apresentados na Figura 18 e abordados um a um com mais detalhe posteriormente:

1. Os materiais esterilizáveis são usados e esterilizados no mesmo dia, podendo ainda ser voltados a usar no próprio dia;

2. Os materiais chegam à esterilização até às 21:00, o que dá tempo suficiente para fazer a esterilização quase completa, ficando os materiais na autoclave durante a noite para concluir a esterilização. Deste modo, no dia seguinte às 08:00 os materiais já estão novamente disponíveis.
3. Os materiais chegam à esterilização apenas depois das 21:00, o que não dá tempo suficiente para esterilizar até às 08:00 do dia seguinte e, portanto, o tempo de esterilização fica dividido entre o próprio dia até às 00:00 e o dia seguinte.
4. A cirurgia a ser marcada vai exceder o horário de bloco e, sendo assim, a esterilização será feita apenas no dia seguinte. Este cenário e os anteriores foram descritos em pormenor no capítulo 4.2.

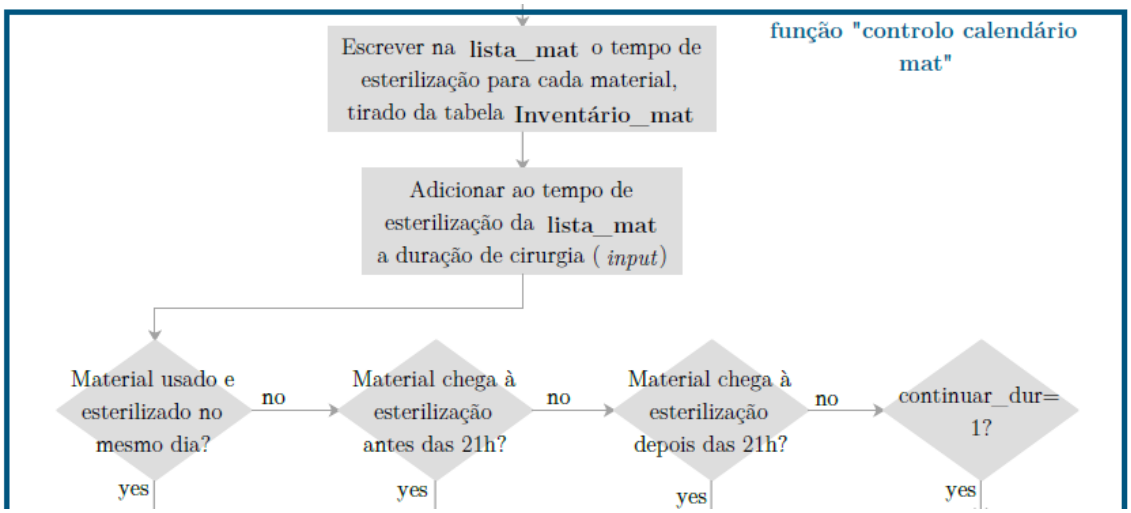


Figura 18 - Porção do algoritmo com o início da subfunção que faz o controlo de calendário para os materiais esterilizáveis. Algoritmo completo em anexo.

Posto isto, serão apresentados com pormenor cada um destes cenários devidamente complementados pelas porções de algoritmo respectivas.

Confirmando-se o 1º cenário, cujo algoritmo está retratado em fluxograma na Figura 19, é criada uma matriz denominada **cal_cirurgia_mat** de 2 dimensões em que a 1ª dimensão corresponde a cada um dos materiais a serem usados e a 2ª corresponde ao período de tempo em que os materiais estarão indisponíveis mais uma coluna para listar os materiais. Nesta matriz são impressas as quantidades disponíveis para aquele período de tempo de utilização naquele dia, retiradas de **calendario**.

Finalmente, cria-se uma matriz **mat_check** que analisa cada material, um a um, se as quantidades disponíveis, impressas em **cal_cirurgia_mat**, são iguais ou superiores às necessárias, tiradas de **lista_mat**. Se houver quantidade suficiente de um material para o período completo de utilização a entrada fica gravada com 1, caso haja algum intervalo de tempo durante o período de utilização em que não haja quantidade suficiente do material, fica gravada com 0.

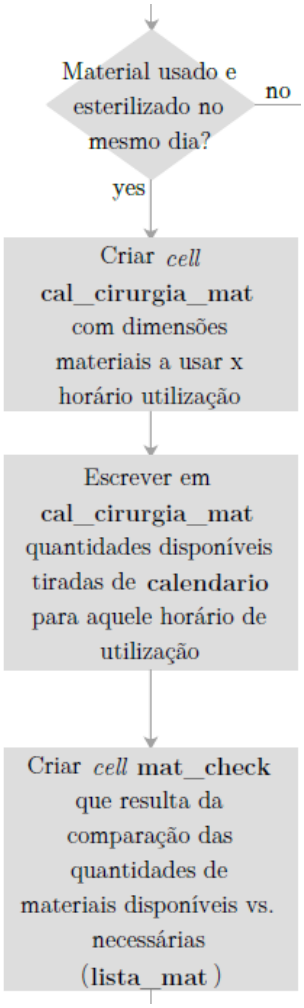


Figura 19 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 1º cenário. Algoritmo completo em anexo.

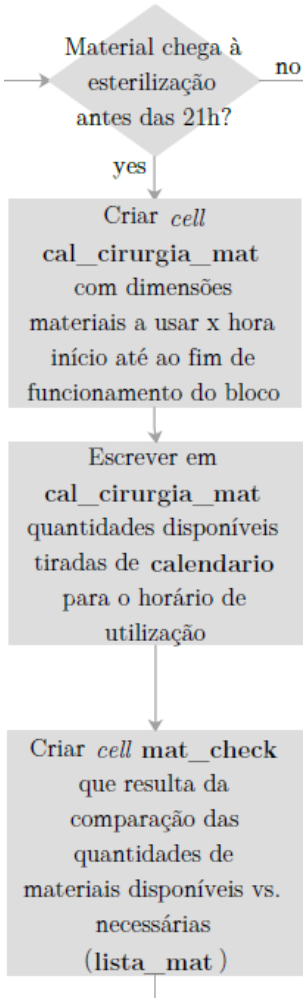


Figura 20 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 2º cenário. Algoritmo completo em anexo.

Se se confirmar o 2º cenário, cria-se também uma matriz **cal_cirurgia_mat** cuja única diferença é que a 2ª dimensão engloba o período de tempo que vai desde o início da cirurgia até ao fim do horário do bloco, uma vez que o restante tempo de esterilização fica completo durante a noite.

Tal como o cenário anterior e seguindo o esquema da Figura 20, registam-se nesta matriz as quantidades correspondentes extraídas de **calendario**. É criada, do mesmo modo, a matriz **mat_check** que, como explicado acima, regista se há quantidades suficientes de cada material para que seja realizada a intervenção cirúrgica.

Já para o 3º cenário, são criadas duas matrizes, **cal_cirurgia_mat** e **cal_cirurgia_mat2**, para o próprio dia e para o dia seguinte, respectivamente. Em ambas as matrizes se escrevem as quantidades disponíveis tiradas de **calendario** para os horários respectivos, tal como é feito nas hipóteses anteriores e mostrado na Figura 21.

Mais uma vez, cria-se a matriz **mat_check** que compila a disponibilidade, ou não, de cada material esterilizável a ser usado.

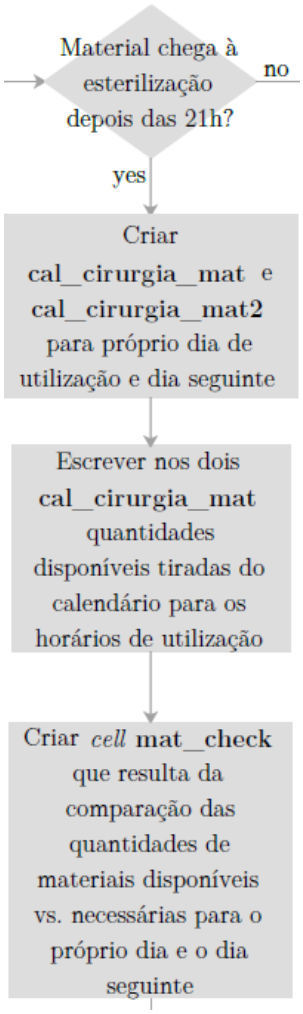


Figura 21 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 3º cenário. Algoritmo completo em anexo.

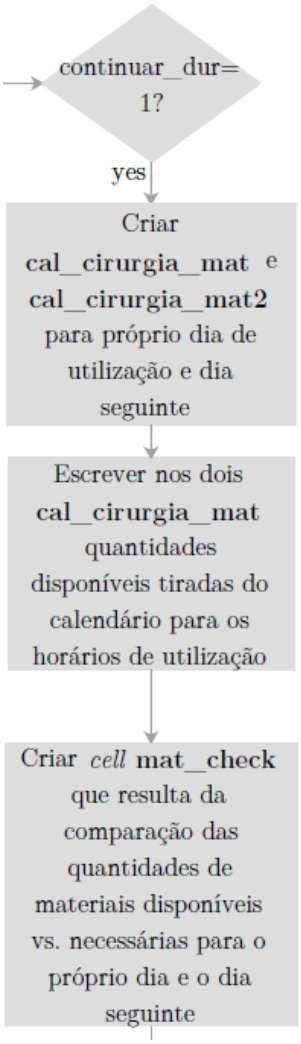


Figura 22 - Porção da subfunção de controlo de calendário para materiais para o 4º cenário. Algoritmo completo em anexo.

Finalmente, quanto ao 4º e último cenário, quando a cirurgia excede o horário de bloco e o utilizador quer continuar mesmo assim, criam-se as matrizes **cal_cirurgia_mat** e **cal_cirurgia_mat2**, à semelhança do caso prévio. A primeira matriz para o período de tempo desde o início da cirurgia até ao fim do horário de bloco e a segunda para o período desde o início do dia seguinte até a esterilização terminar.

De seguida, tal como ilustrado na Figura 22, o processo é igual ao cenário precedente: introduzem-se nestas matrizes as quantidades disponíveis dos materiais e cria-se a matriz **mat_check** que grava se há, ou não, quantidade suficiente de cada material para a realização da intervenção cirúrgica.

Depois de obter **cal_cirurgia_mat**, **cal_cirurgia_mat2** se necessário, e **mat_check**, os 4 cenários diferentes convergem e a função avança de forma igual para cada um deles, como representado na Figura 23. Como observado nesta figura, analisa-se a matriz **mat_check** para perceber se todas as suas entradas são 1, ou se esta contém algum 0. No caso de a matriz ter algum 0, a variável **mat_verificado**

iguala-se a 0, como forma de gravar a informação de que não há a totalidade dos materiais. Cria-se, então, uma matriz **m**, onde se escrevem os nomes dos materiais que estão a faltar.

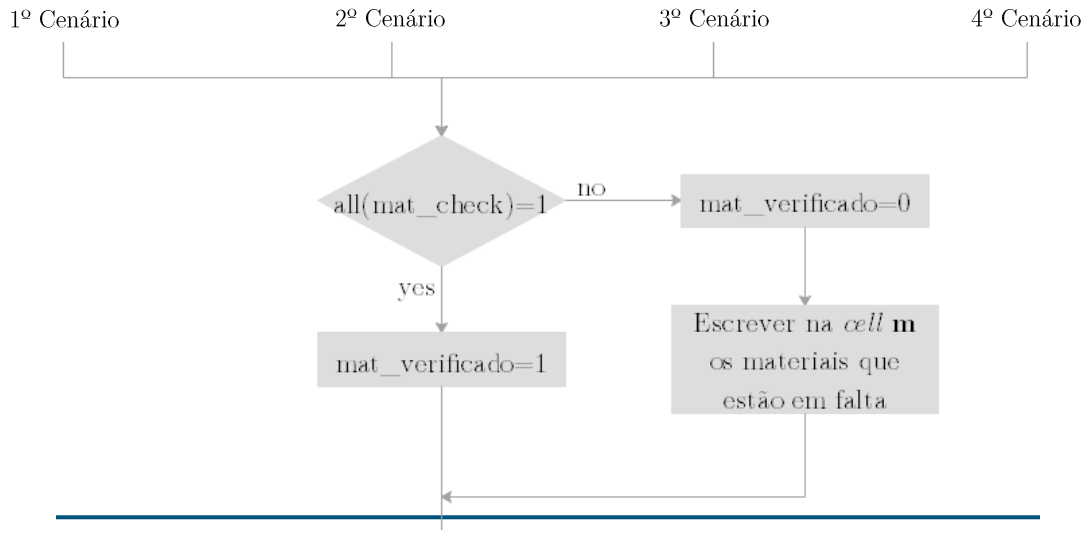


Figura 23 – Último excerto da subfunção controlo de calendário para materiais, onde se representa a verificação de disponibilidade. Algoritmo completo em anexo.

Na hipótese de a matriz **mat_check** conter apenas campos com o valor 1, logo, não havendo falta de nenhum material, a variável **mat_verificado** iguala-se a 1 para registar que há material suficiente para a realização da cirurgia.

É desta forma que a verificação da disponibilidade material esterilizável fica concluída, gravada na variável **mat_verificado**, com um 0 ou um 1. Em caso de falta, ficam guardados na matriz **m** os materiais em falta.

5.1.3 Verificação da disponibilidade dos equipamentos

Após a verificação dos materiais esterilizáveis, segue-se a verificação da disponibilidade dos equipamentos que usa um método semelhante. A diferença entre as duas verificações é o tempo de utilização que, neste caso, corresponde apenas ao tempo de cirurgia. Para esta finalidade, criou-se também uma subfunção, de nome **controlo calendario equip**.

Esta subfunção, como demonstrado na Figura 24, começa por avaliar se **lista_equip** é uma matriz vazia ou não, uma vez que algumas das cirurgias não precisam de qualquer equipamento.

Quando se verificar esta situação, ou seja, a cirurgia não tem nenhum equipamento listado como necessário, cria-se a matriz vazia **cal_cirurgia_equip** e iguala-se **equip_verificado** a 1 para passar, de imediato, ao fim da subfunção. A função continua, assim, com a informação que está tudo em ordem no que toca aos equipamentos.

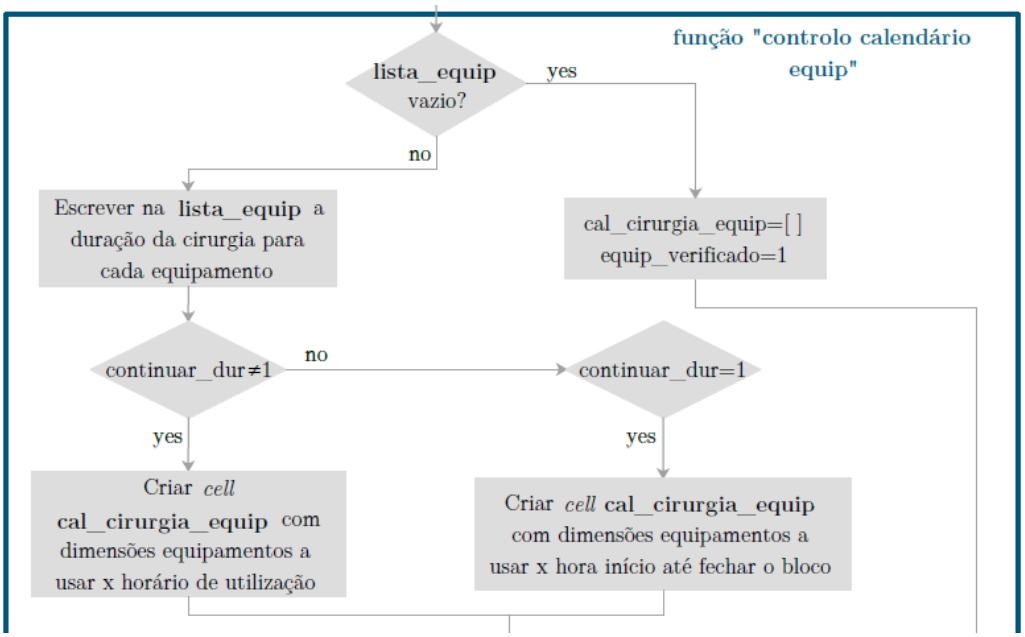


Figura 24 - Porção do algoritmo com o início da subfunção que faz o controlo de calendário para os equipamentos. Algoritmo completo em anexo.

Nos casos em que são necessários equipamentos e, por isso, **lista_equip** não é uma matriz vazia, escreve-se nesta matriz, para cada equipamento, a duração da cirurgia como tempo de indisponibilidade total. Ao contrário de **lista_mat**, esta matriz apenas enumera os equipamentos a serem usados e o tempo de utilização. A quantidade necessária não está integrada porque corresponde sempre a uma unidade. De seguida, analisa-se a variável **continuar_dur** para perceber se se trata de um cenário normal (a variável é diferente de 1) ou se é um cenário fora do horário de funcionamento do bloco operatório (a variável é igual a 1).

Dentro das circunstâncias normais (**continuar_dur**≠1), é criada a matriz **cal_cirurgia_equip** com 2 dimensões, correspondendo estas à quantidade de equipamentos a serem usados e à quantidade de horas de utilização, respectivamente, à semelhança de **cal_cirurgia_mat** no capítulo 5.1.2. Em circunstâncias extraordinárias, em que o utilizador pretende exceder o horário do bloco operatório, cria-se uma matriz homónima, cuja diferença da anterior é a 2ª dimensão. Esta representa a quantidade de horas desde o início da cirurgia até à hora final do bloco.

A partir daqui, ambos os casos convergem para que seja feita a verificação dos equipamentos a serem usados, explicitada pela Figura 25 e subsequentemente.

Criada a matriz **cal_cirurgia_equip**, imprimem-se nesta as quantidades disponíveis durante o horário pretendido, vindas da variável **calendario**. À semelhança da subfunção anterior, relativa aos materiais esterilizáveis, cria-se a matriz **equip_check** que vai comparar as quantidades disponíveis à necessária, equipamento a equipamento. Sendo a quantidade necessária sempre uma unidade, quando a

quantidade disponível de um dos equipamentos for maior ou igual a 1 durante todo o período de utilização, a entrada correspondente a esse equipamento guarda a informação 1. Se, em algum momento, a quantidade disponível for zero, é guardada a informação 0 nessa entrada.

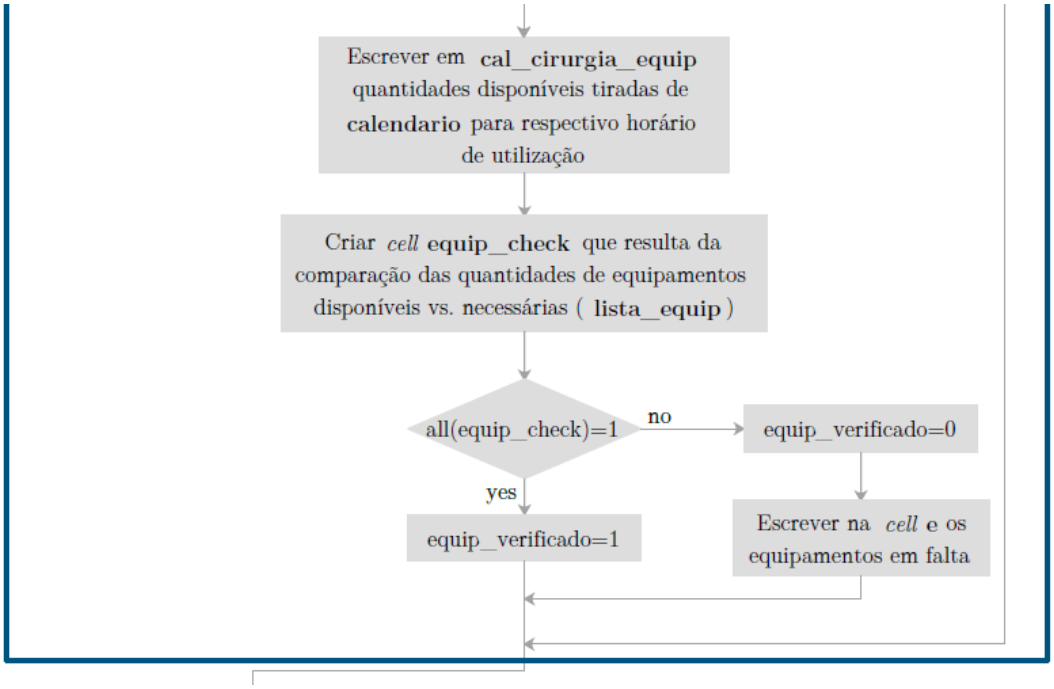


Figura 25 - Última porção da subfunção **controlo calendario equip**, que mostra o processo de verificação propriamente dito. Algoritmo completo em anexo.

Por fim, analisando a matriz **equip_check**, se todos os seus valores se igualarem a 1, todos os equipamentos estão prontos a serem utilizados e estabelece-se a variável **equip_veridicado** com 1.

Caso haja algum 0 nesta matriz, grava-se **equip_verificado** com 0, como forma de registar que há falta de pelo menos um equipamento. Havendo falta, escreve-se na matriz **e** os equipamentos em questão.

5.1.4 Verificação de disponibilidade das salas

Tendo sido analisados quer os materiais esterilizáveis, quer os equipamentos, resta averiguar se há sala onde a intervenção cirúrgica possa ser realizada. Para este processo fez-se uma terceira subfunção de verificação, chamada **controlo calendario salas**. Esta subfunção está representada na Figura 26 e Figura 27.

Tal como ilustrado na Figura 26, esta subfunção tem uma lógica bastante semelhante à anterior. A variável **continuar_dur** é igualmente examinada para averiguar se o seu valor é igual ou diferente de 1. Sendo diferente, cria-se uma matriz de acesso à 2^a dimensão de calendário para o horário de utilização que é igual ao tempo de cirurgia. Se for igual a 1, logo, o utilizador pretende exceder o horário do bloco, esta matriz de acesso passa a corresponder ao período de tempo desde o início da cirurgia até ao fim do funcionamento do bloco operatório.

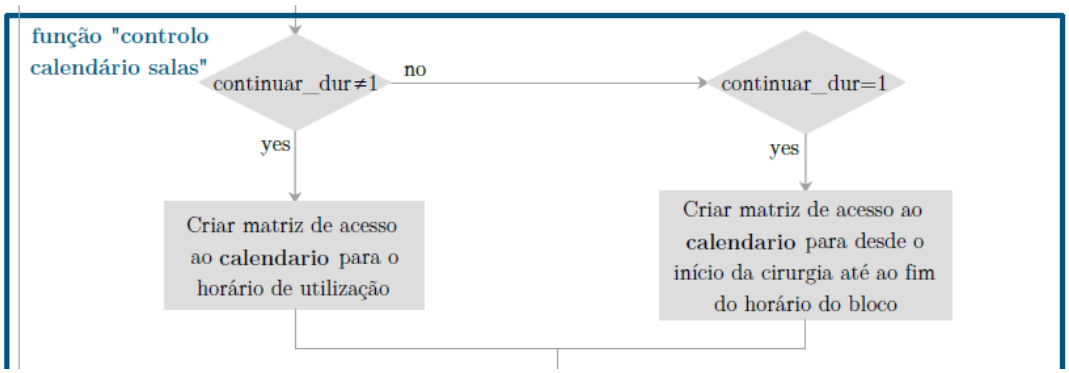


Figura 26 - Fluxograma do início da subfunção de verificação de salas, **controlo calendario salas**. Algoritmo completo em anexo.

Já com essa matriz de acesso definida, investiga-se, então, se há sala que permita que a cirurgia aconteça, ilustrado na Figura 27. Para tal, começa-se por iniciar a variável **salas_vistas** com 0 e prossegue-se para a leitura de **lista_salas** que contém todas as salas onde a cirurgia em questão pode ser efectuada. Esta leitura é feita entrada a entrada, portanto, para uma sala de cada vez.

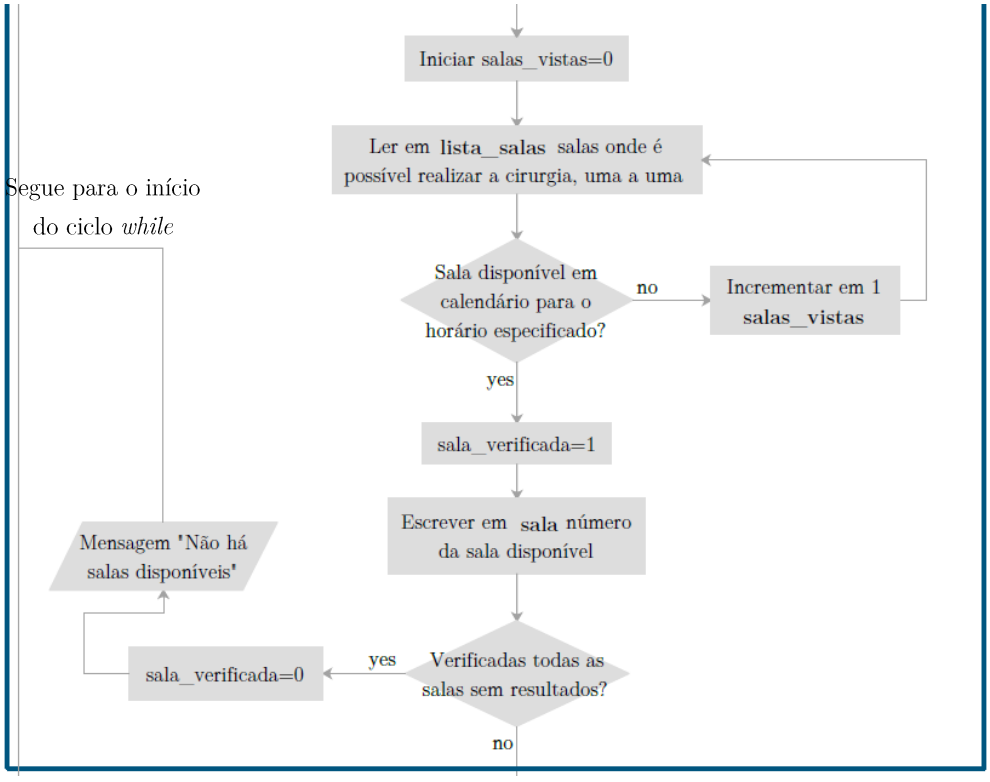


Figura 27 – Continuação do fluxograma da subfunção **controlo calendario salas**, com o método de verificação. Algoritmo completo em anexo.

Cruzando com os dados de **calendario**, se a sala a ser avaliada não estiver disponível no período total em que ocorrerá a cirurgia, é incrementada uma unidade à variável **salas_vistas** e é avaliada a sala seguinte. Caso a sala em estudo esteja efectivamente disponível, iguala-se a variável **sala_verificada** a 1

e imprime-se em **sala** o número da sala correspondente, como está esquematicamente representado na Figura 27.

Se a função correr **lista_salas** completa sem que encontre uma sala disponível, iguala-se **sala_verificada** a 0 e abre uma janela com a mensagem a informar que não há salas disponíveis, janela esta ilustrada na Figura 28. A função volta ao início para que seja novamente apresentada a janela de *inputs*, de forma a alterar algum deles e permitir que a cirurgia seja marcada sem faltas.

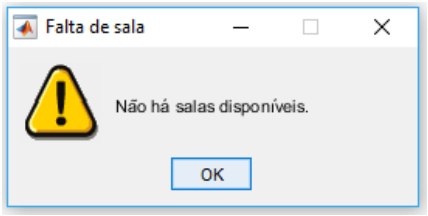


Figura 28 - Janela de aviso de que não há disponibilidade de salas

5.1.5 Processamento pós-verificação de recursos

Uma vez feita a verificação de cada um dos recursos materiais prossegue-se para o processamento desta informação. Aqui o algoritmo toma duas direcções: está confirmada a disponibilidade de todos os recursos ou há falta de algum deles.

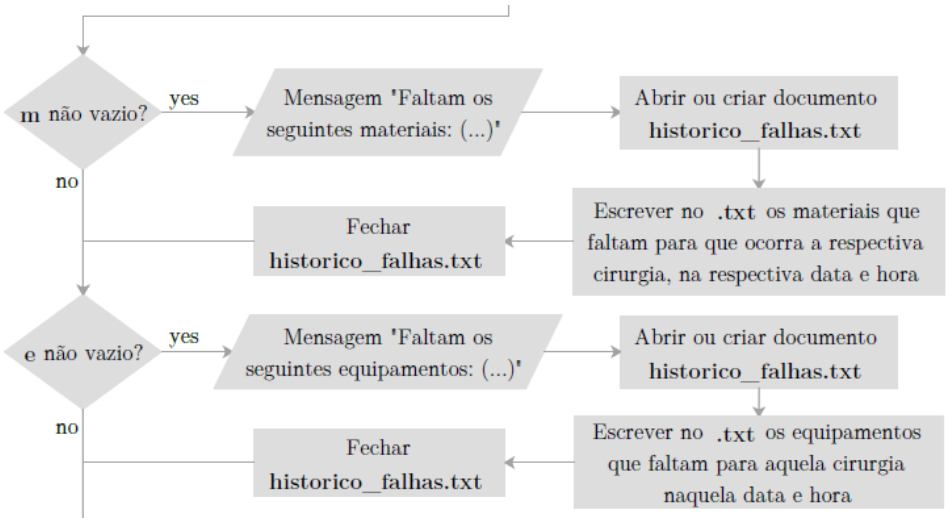
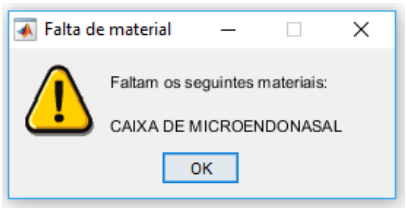
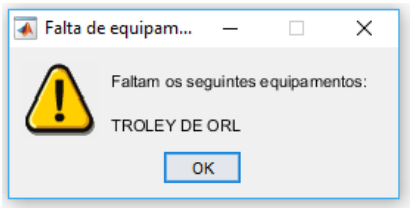


Figura 29 - Porção do algoritmo que esquematiza o método de aviso e registo em caso de falta de algum recurso material. Algoritmo completo em anexo.

Antes da função divergir, são analisadas as matrizes **m** e **e**, que contêm, respectivamente, os materiais e equipamentos em falta. Conforme apresentado na Figura 29, se alguma destas matrizes não for vazia, uma janela de aviso abre a enumerar os recursos que não estão disponíveis. A Figura 30 mostra exemplos de avisos de falta de materiais esterilizáveis (a) e equipamentos (b).



(a)



(b)

Figura 30 - Exemplo de janelas de aviso de falta de recursos. A janela (a) exemplifica um caso de falta de material esterilizável, enquanto a janela (b) exemplifica um caso de falta de equipamento.

Para qualquer um dos casos, após a mensagem de aviso é aberto o documento **histórico_falhas.txt** onde se registam os materiais e/ou equipamentos que estão a faltar para realizar a cirurgia pretendida, como exemplificado pela Figura 31. Depois do registo feito, fecha-se, então, o ficheiro .txt.

Quando uma das matrizes, **m** ou **e,** está vazia, portanto, não há falta de materiais esterilizáveis ou equipamentos, o algoritmo segue em frente.

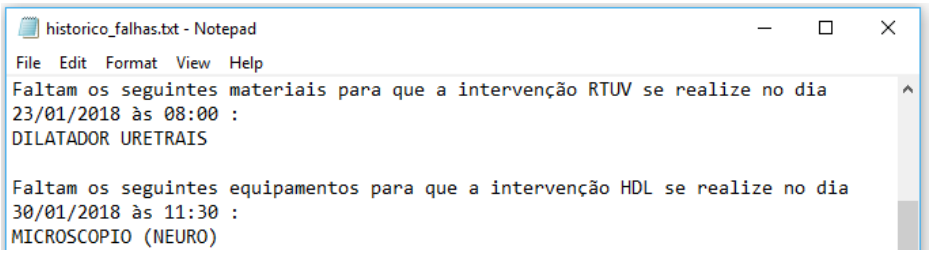


Figura 31 - Exemplo do ficheiro **historico_falhas.txt**, onde ficam registadas todas as faltas de recursos.

Posteriormente, vai-se confirmar a disponibilidade dos recursos avaliando as variáveis **mat_verificado**, **equip_verificado** e **sala_verificada**. Caso todas estas variáveis sejam iguais a 1, ou seja, confirma-se que todos os materiais esterilizáveis e equipamentos necessários estão disponíveis e que há uma sala onde se possa realizar a cirurgia, segue-se para a actualização do **calendario**, de acordo com estas necessidades, tal como está caracterizado na Figura 32.

Inicia-se, assim, a subfunção **actualizar calendário**, responsável pela alteração do **calendario**. Começa por subtrair na(s) matriz(es) **cal_cirurgia_mat** as quantidades dos materiais a serem usados, escritas em **lista_mat**. Da mesma forma, é subtraída de **cal_cirurgia_equip** uma unidade a cada um dos equipamentos, correspondente à quantidade necessária, como já referido anteriormente.

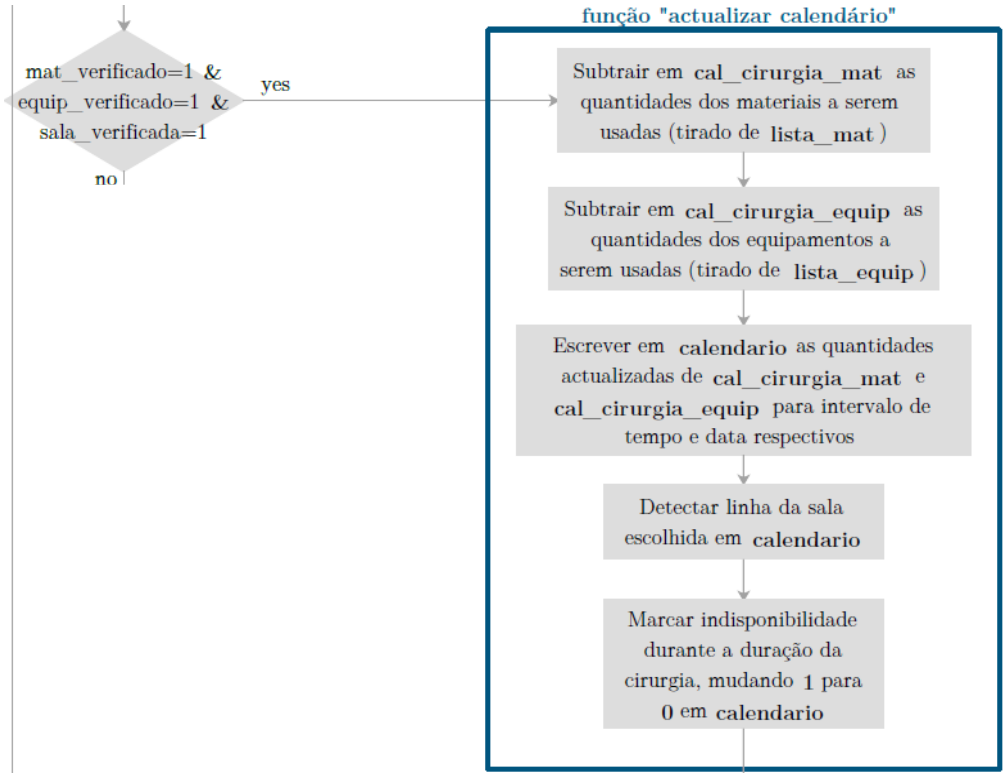


Figura 32 - Parte do fluxograma do algoritmo que contém a confirmação da disponibilidade dos recursos e actualiza **calendario** de acordo com as necessidades. Algoritmo completo em anexo.

De seguida, fixam-se as quantidades actualizadas de **cal_cirurgia_mat** e **cal_cirurgia_equip** em **calendario** para a data e período de tempo respectivos. Para alterar a disponibilidade da sala em **calendario**, de 1 para 0, detecta-se a linha da sala seleccionada e insere-se o valor 0 nas células correspondentes à duração total da cirurgia. Assim ficam concluídas as operações desta subfunção e guarda-se a matriz **calendario**, para que estas alterações se mantenham para os agendamentos seguintes. Daqui, procede-se para a confirmação do agendamento da cirurgia, esquematizada na Figura 34.

Já confirmados todos os aspectos da intervenção cirúrgica a ser efectuada, abre uma janela com uma mensagem de confirmação com os dados do agendamento de interesse para o utilizador, exemplificada pela Figura 33. Para além desta janela, é também gravada esta mesma mensagem num documento designado **histórico.txt** que, como o próprio nome indica, guarda o histórico das cirurgias confirmadas. A Figura 35 exemplifica, com um pequeno excerto deste mesmo ficheiro, algumas destas mensagens de confirmação. Fechado este histórico, grava-se a variável **cirg_marcada** com o valor 1 de forma a guardar a informação que uma cirurgia ficou marcada, quebrar o primeiro ciclo *for* e, eventualmente, parar o ciclo *while*, o principal.

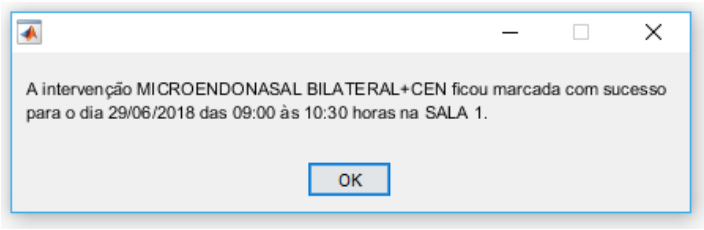


Figura 33 - Janela de confirmação do agendamento da cirurgia.

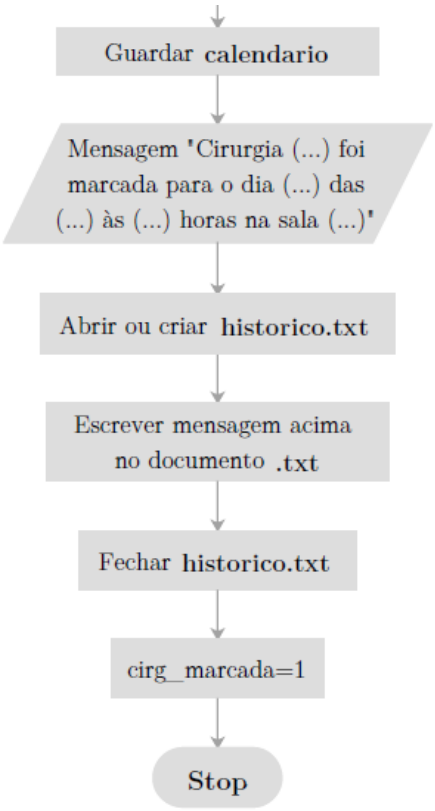


Figura 34 - Porção do algoritmo com a confirmação do agendamento da cirurgia. Algoritmo completo em anexo.

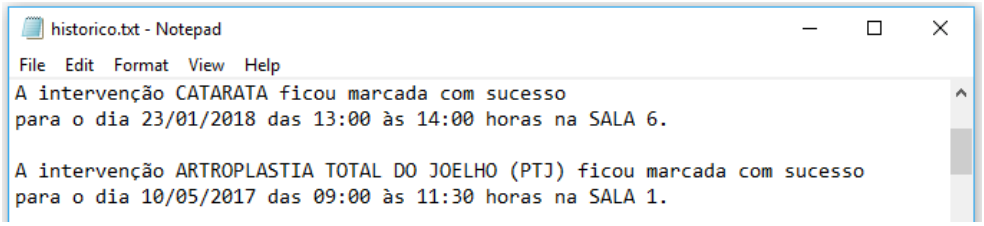


Figura 35 - Exemplo de cirurgias com marcação confirmada no documento **historico.txt**.

Voltando à verificação das variáveis **mat_verificado**, **equip_verificado** e **sala_verificada**, depois de apresentar as operações que se seguem quando todas estas variáveis são iguais a 1 (Figura 32), prossegue-se para a explanação das operações que se seguem quando, pelo menos, uma das variáveis não é 1, cujo método começa por ser desvendado na Figura 36.

Neste caso, verificando-se a falta de alguns dos recursos necessários, o algoritmo vai procurar um outro horário em que esta intervenção possa ser realizada. Inicia-se um ciclo *for* que vai varrer o período de tempo entre ±4h da hora inicial pretendida. Em cada iteracção, avalia-se primeiro se a duração da cirurgia sugerida está dentro do horário de funcionamento do bloco (08:00-00:00). Se não estiver, passa-se para a iteracção seguinte.

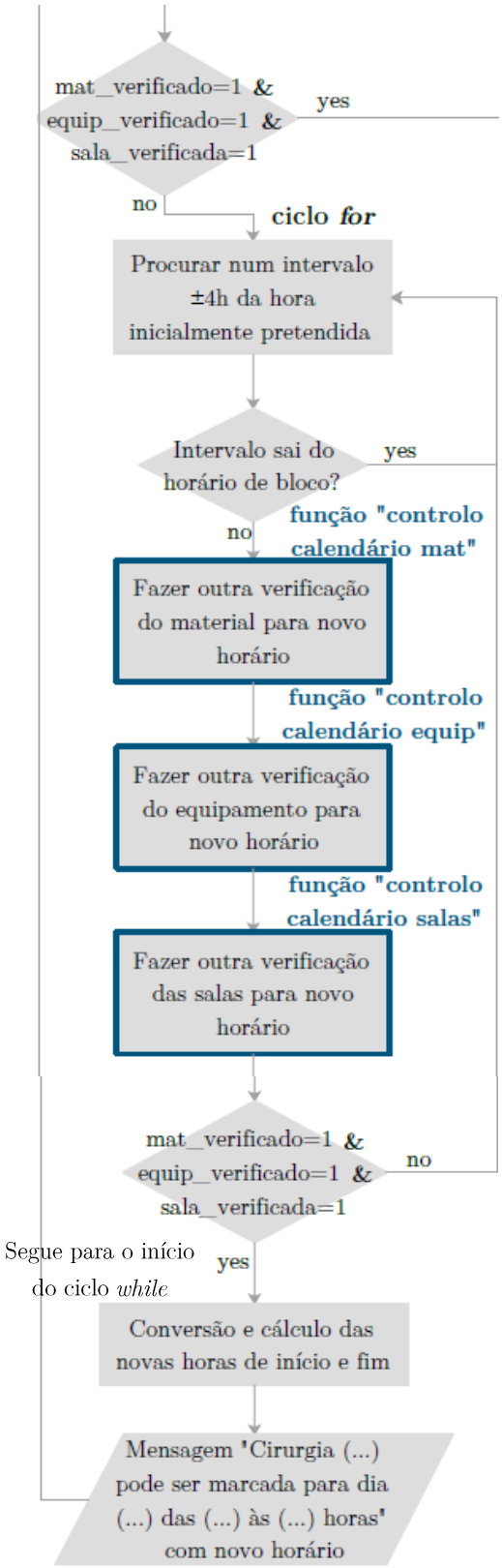


Figura 36 - Continuação do algoritmo apresentado na Figura 32, com o método em caso de falta de recursos. Algoritmo completo em anexo.

Se se conferir que o novo horário em análise está de acordo com o horário do bloco, vai-se verificar a disponibilidade dos recursos para este novo horário. Esta verificação é feita exactamente da mesma forma

que a já apresentada nos capítulos 5.1.2, 5.1.3 e 5.1.4, e por isso, são usadas as mesmas subfunções: **controlo calendário mat**, **controlo calendário equip** e **controlo calendário salas**.

Como apresentado na Figura 36, no fim da verificação dos recursos, são novamente analisadas as variáveis **mat_verificado**, **equip_verificado** e **sala_verificada** para perceber se, para este novo horário, já há disponibilidade da totalidade dos recursos. Se não houver, e, portanto, alguma destas variáveis for diferente de 1, o ciclo passa para a iteracção seguinte e para nova verificação.

Se se encontrar um novo horário em que haja disponibilidade de todos os recursos, ou seja, todas as variáveis supramencionadas sejam iguais a 1, calcula-se a nova hora de início e de fim para que possa ser produzida uma janela com a sugestão do novo horário, exemplificado na Figura 37.

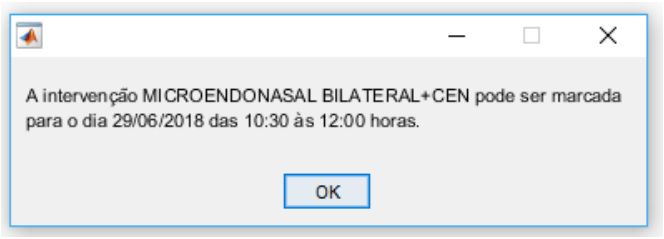


Figura 37 - Janela gráfica com o exemplo de uma sugestão de um novo horário, depois de falhar o agendamento da cirurgia por falta de algum recurso.

Após aparecer esta janela, conforme representado na Figura 36, o algoritmo volta ao início, para apresentar a janela de *inputs* e fazer a alteração dos mesmos, com esta sugestão de horário em mente.

5.2 Simulação

Depois de desenvolvida esta ferramenta de apoio ao agendamento de cirurgias, simulou-se a actividade do bloco, para saber, tão realisticamente quanto o possível, qual é a resposta dos recursos à sua procura, de acordo com a actividade actual. O objectivo era simular uma série de cirurgias durante um determinado período de tempo. No fim, avaliaram-se quais os materiais esterilizáveis e/ou equipamentos que faltavam para que se quantificasse o número de vezes que seria necessário, em circunstâncias reais, realizar esterilizações de urgência e partilhar equipamentos em duas salas diferentes em simultâneo, respectivamente. Para além disso, pretendia-se também quantificar a percentagem de ocupação de salas, como forma de avaliar o impacto destas faltas no desempenho do sistema. A análise dos resultados foi feita considerando que, em circunstâncias normais, esterilizações de urgência ou partilhas de equipamentos não aconteceriam, já que estas não são soluções oficialmente aprovadas pelas normas de qualidade e, por isso, põem em risco a qualidade dos serviços prestados, como referido nos capítulos 4.2 e 4.3.

5.2.1 Preparação da simulação

Antes de se iniciar esta simulação, era necessário estabelecer algumas premissas. De forma a torná-la o mais próximo da realidade possível, foi considerado um conjunto de hipóteses, apresentado de seguida.

Primeiramente, as cirurgias usadas nesta simulação de agendamento foram as apresentadas na Tabela 11 do capítulo 5.1 pelas mesmas razões explicitadas nessa secção. Tendo em conta que estas cirurgias representam cerca de 53% do esforço horário, em relação à totalidade de cirurgias realizadas, como calculado no capítulo 3.1.4, não faria sentido estar a fazer marcações dentro do horário normal de 16 horas, quando não se incluiriam as restantes cirurgias usualmente realizadas nos outros 47%. Como tal, o horário usado nesta simulação foi de 8 horas, das 08:00 às 16:00, o que representa 50% do horário normal.

Apesar desta redução de horário considerada, a maioria dos recursos não foi reduzida a metade, como seria de esperar. Isto porque, para a generalidade das cirurgias, os materiais específicos necessários não são usados em grande parte das outras cirurgias, já que cada especialidade usa famílias de componentes distintas e, mesmo dentro das especialidades, procedimentos diferentes exigem componentes específicos diferentes, também. No caso dos componentes usados transversalmente, estes existem em tanta quantidade que, ainda assim, não teria impacto se se reduzisse o seu número. No entanto, o tempo de disponibilidade das salas foi reduzido para metade, como consequência da redução do horário, sendo este o único recurso a ter sofrido alterações.

O período de tempo no qual estas marcações foram feitas foi de cerca de 4 meses, o equivalente a 17 semanas de agendamento. Idealmente, ter-se-ia simulado o agendamento de 12 meses, para ter uma amostra maior de tempo. No entanto, tal não foi possível já que a simulação revelou-se ser bastante mais morosa que o esperado.

Para que a sequência de cirurgias a serem marcadas fosse o mais autêntico possível, criou-se um gerador de cirurgias de acordo com os dados da actividade do bloco do ano 2016 e 1º semestre de 2017, já apresentados na Tabela 11. Isto é, a partir da percentagem de volume que cada cirurgia representa para a actividade do bloco, apresentada nesta tabela, calculou-se a probabilidade de agendamento de cada cirurgia. Este gerador indicava cirurgias numa ordem que tinha essa probabilidade em conta, tentando replicar o método do secretariado do bloco que, tal como descrito no capítulo 4.1, processa as marcações por ordem de chegada de propostas cirúrgicas.

Adicionalmente, a sequência temporal das marcações foi devidamente ponderada. Idealmente, o agendamento de uma cirurgia é feito, no mínimo, com duas semanas de antecedência. Esta antecedência garante a organização de toda a informação necessária ao processo burocrático, imprescindível para a

realização da cirurgia. Assumindo esta antecedência de duas semanas, o agendamento era feito para datas compreendidas entre as quatro semanas seguintes, como ilustrado na Figura 38, uma vez que no agendamento real são raras as cirurgias marcadas com mais de mês e meio de antecedência. Dentro deste período de quatro semanas, a sequência das datas das cirurgias era feita de forma aleatória, para garantir a distribuição uniforme das cirurgias.

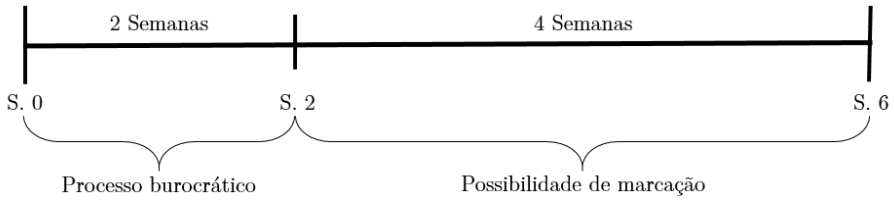


Figura 38 - Esquema dos *timings* da simulação do agendamento. (S. = Semana)

Complementarmente, com a mesma intenção de replicar a realidade, a simulação do agendamento foi feita em conformidade com as *slots* estabelecidas pelo hospital. No entanto, para retirar alguma complexidade, consideraram-se apenas as especialidades dos cirurgiões com *slots*, em vez dos cirurgiões *per se* (como é feita a distribuição das *slots* real, exemplificado pela Figura 2). Ademais, uma vez que o horário tinha sido reduzido a metade, as *slots* foram igualmente reduzidas a metade. Durante as marcações, tentou-se sempre primeiro inserir as cirurgias a marcar numa *slot* e só depois, caso não houvesse *slot* disponível, tentava-se marcar a cirurgia nos períodos do horário sem *slot* atribuída. Por se assumir um agendamento feito com, pelo menos, duas semanas de antecedência, este é feito apenas com recurso às *slots* e não com o horário aberto às 72 horas, como abordado no capítulo 4.1.

Por último, foi ainda feito um levantamento das durações médias de cada uma das cirurgias seleccionadas para que estas fossem usadas na simulação a ser discutida.

Tendo em consideração estes pressupostos, foi, então, feita uma primeira simulação do sistema actual. Depois de obtidos estes primeiros resultados e posterior análise, estes foram tidos em conta para a realização de uma segunda simulação, já com algumas alterações feitas aos *inputs* do sistema para perceber o seu impacto no desempenho.

5.2.2 Resultados da primeira simulação

Com o decorrer da simulação, registaram-se tanto as cirurgias que ficavam marcadas com sucesso, como as que não se poderiam realizar por falta de recursos materiais. Nas ocorrências de falta, registavam-se também quais os componentes que faltavam para, posteriormente, se quantificarem estas faltas, como supramencionado.

No fim desta simulação feita, os resultados contabilizados e, posteriormente, analisados, foram:

- A quantidade de materiais esterilizáveis que faltaram, que em circunstâncias reais seriam esterilizados com urgência, para que a mesma cirurgia não deixasse de ser realizada;
- A quantidade de equipamentos que faltaram, que em circunstâncias reais seriam partilhados entre salas diferentes;
- A percentagem de ocupação das salas, para perceber o impacto das faltas de recursos que surgiram;
- A percentagem de cirurgias que não seriam agendadas como consequência destas faltas.

É de enfatizar que toda a análise de resultados foi feita considerando que as regras de qualidade são cumpridas e, portanto, em caso de falta de qualquer componente, a cirurgia correspondente não se realizaria, como foi previamente referido.

A Figura 39 representa a quantidade de materiais esterilizáveis que faltaram durante o período de tempo abrangido pela simulação (17 semanas). Observando estes resultados, pode-se concluir que os materiais esterilizáveis mais problemáticos são: caixa de catarata, pinça de cálculos, caixa de laparoscopia, dilatador uretral, e tubo de insuflação de CO_2, já que têm mais de 10 ocorrências de faltas.

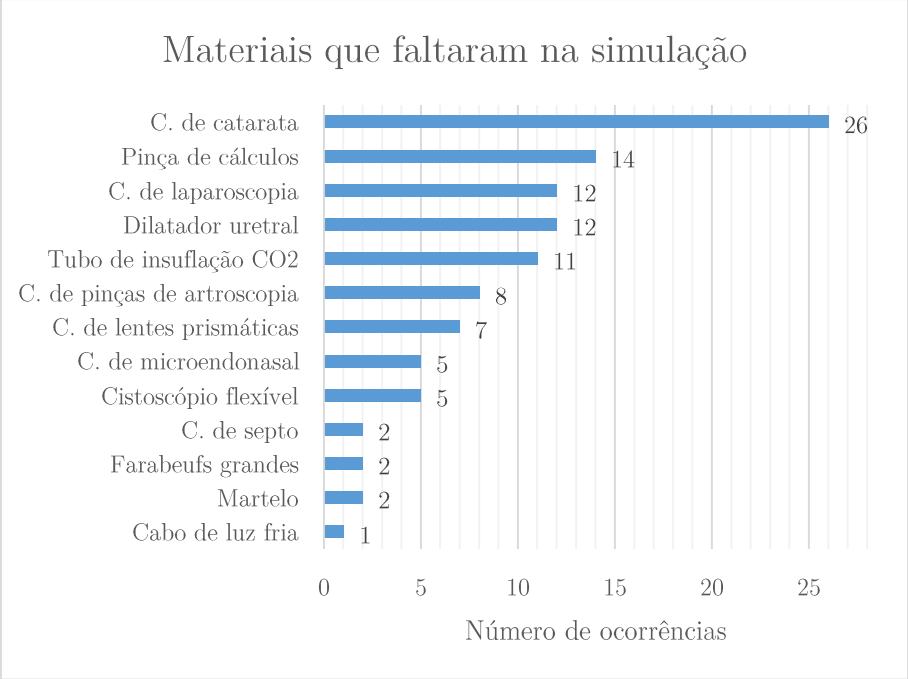


Figura 39 - Materiais esterilizáveis que faltaram na primeira simulação e respectivas quantidades. (C. = Caixa)

Da mesma forma, está representada na Figura 40 a quantidade de equipamentos que faltaram durante este mesmo período. A partir deste gráfico, constatamos que os equipamentos mais problemáticos são: *trolley* de laparoscopia, microscópio (NEURO) e *doppler*, novamente, porque o número de ocorrências de falta é superior a 10.

Tomando como exemplo a caixa de catarata, que tem 26 ocorrências de falta contabilizadas no período de 4 meses, este valor corresponde a 1,5 ocorrências de faltas por cada semana, em média. Ou seja, em

média, pelo menos uma cirurgia não se realizaria por falta deste componente todas as semanas. Observando os resultados dos equipamentos, exemplificando com o *trolley* de laparoscopia que teve 32 ocorrências de faltas, houve 1,9 ocorrências de faltas, em média, por semana. Portanto, em média, seriam quase 2 cirurgias que não se realizariam em cada semana por causa deste componente.

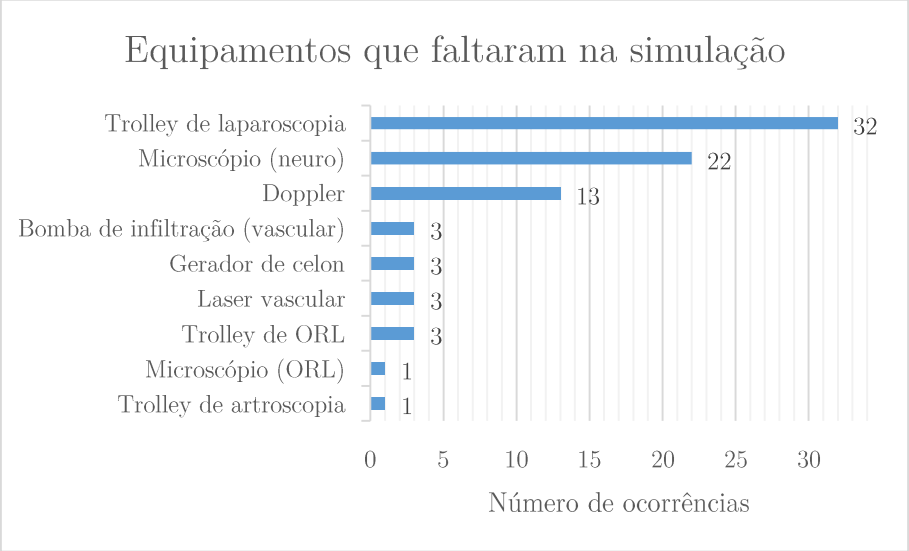


Figura 40 – Equipamentos que faltaram na primeira simulação e respectivas quantidades.

É, ainda, de realçar que alguns dos componentes identificados anteriormente como potencialmente críticos (na Tabela 5 e Tabela 8) são igualmente identificados nesta análise. Estes são: caixa de catarata, caixa de laparoscopia, caixa de microendonasal, caixa de pinças de artroscopia, caixa de septo, dilatador uretral, martelo, pinça de cálculos e tubo de insuflação de CO_2; *doppler*, microscópio (NEURO), *trolley* de laparoscopia e *trolley* de ORL.

Para além destes resultados, como referido anteriormente, foi ainda calculada a percentagem de ocupação de salas, apresentada sob a forma de gráfico pela Figura 41. A análise destes resultados teve apenas em consideração as semanas de 4 à 13, em vez das 17 semanas totais, uma vez que apenas estas foram abrangidas com 4 semanas de marcações e, por isso, têm a carga completa. Por essa razão estas semanas são representativas da actividade do bloco, ao contrário das restantes. As semanas excluídas apenas contaram com 3 semanas, ou menos, de marcações, ou seja, têm apenas carga parcial e, por isso, não serviriam como base representativa da ocupação de salas. Este detalhe deve-se ao método de marcação adoptado, explicado previamente e exemplificado pela Figura 38. É importante também referir que no cálculo desta percentagem não foi incluído tempo de *slots* de outras especialidades não contempladas ou atribuídas a cirurgias de urgência.

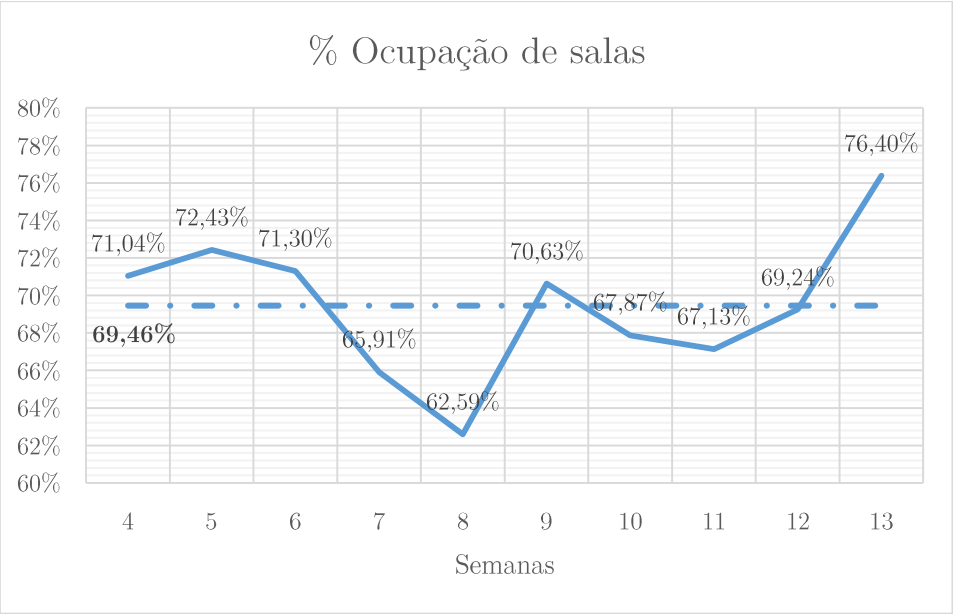


Figura 41 - Percentagem (%) de ocupação de salas resultante da primeira simulação. A cheio representa-se a percentagem de ocupação de salas de cada semana, individualmente. A tracejado representa-se a média da percentagem de ocupação de salas para as semanas representadas, destacada a negrito.

Relativamente aos resultados obtidos, retira-se do gráfico da Figura 41 que a percentagem de ocupação de salas média, ilustrada a tracejado, não chega a 70%. Isto é, há mais de 30% de carga horária a ser desperdiçada, uma vez que as salas estão disponíveis, possivelmente até há recursos humanos assegurados, mas não há cirurgias a serem realizadas. Tendo em conta que, semanalmente, há 640 horas de bloco activo, estes 30% representam um desperdício de quase 200 horas de bloco activo por semana.

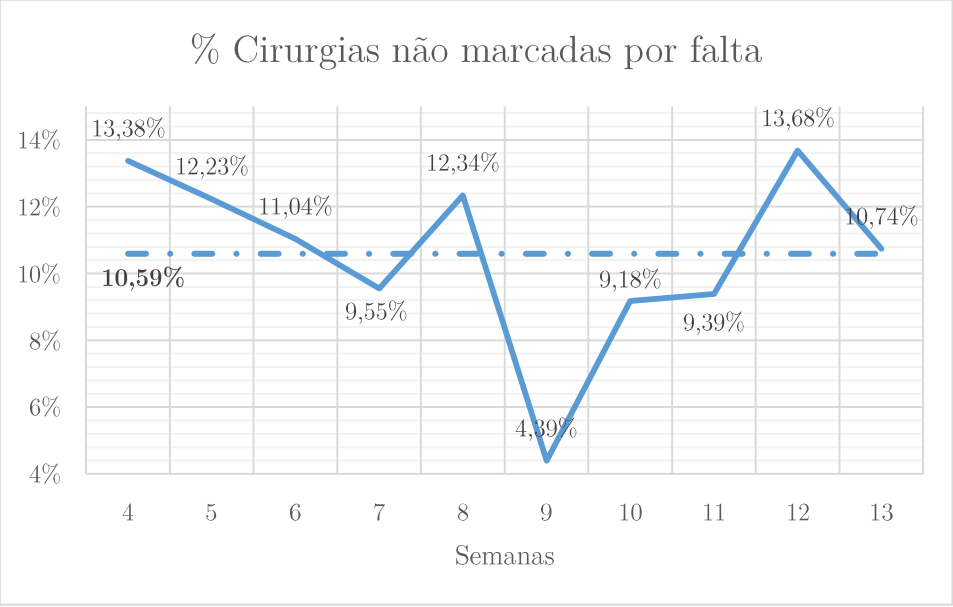


Figura 42 - Percentagem (%) de cirurgias que não são marcadas por falta de recursos materiais resultante da primeira simulação. A cheio representam-se os valores calculados para cada semana, individualmente. A tracejado representa-se a percentagem média, destacada a negrito.

Para analisar a relação destes resultados com a falta de recursos, calculou-se também a percentagem de cirurgias que não seriam realizadas por falta de recursos materiais, em relação ao número total de cirurgias a serem agendadas, representada na Figura 42. Os resultados mostram que, em média, mais de 10% das cirurgias não deviam ser marcadas porque, em circunstâncias normais, não haveria recursos materiais disponíveis para a sua realização. Para além disso, é de reparar que alguns picos positivos e negativos da percentagem de cirurgias não marcadas, tais como das semanas 8, 9 e 13, correspondem a momentos de menor e maior percentagem de ocupação de salas, respectivamente. Isto é, em momentos em que menos cirurgias são marcadas, por falta de recursos, observa-se uma taxa de ocupação de salas menor, como é exemplo a semana 8. Apesar disso, observa-se que este não é o caso para todas as semanas, o que é concebível, já que a falta de recursos materiais não é o único factor a influenciar a ocupação das salas.

5.2.3 Segunda simulação

Depois de obtidos os primeiros resultados, representativos do desempenho actual do sistema, pretendia-se fazer algumas alterações ao sistema que pudessem, potencialmente, alterar este desempenho. Fazendo uma simulação, nas mesmas condições que a anterior, procurava-se entender como é que o sistema reagiria a tais alterações. Estas condições, já expostas no capítulo 5.2.1, eram: as mesmas cirurgias seleccionadas anteriormente, para o mesmo horário de 8 horas (metade do horário normal de funcionamento do bloco), durante 4 meses (17 semanas) e com a mesma sequência de cirurgias e datas previamente usadas na primeira simulação.

Como tal, e tendo em consideração os resultados da primeira simulação, as primeiras alterações a fazer eram bastante óbvias. Uma vez que havia uma clara falta de componentes, adicionou-se uma unidade à quantidade total disponível em inventário dos componentes mais problemáticos. Os componentes aos quais se alterou a quantidade total apresentam-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Componentes mais problemáticos identificados, aos quais se adicionou uma unidade à quantidade total disponível.

Equipamentos	**Material**
Doppler	Caixa de catarata
Microscópio (NEURO)	Caixa de laparoscopia
Trolley de laparoscopia	Dilatador uretral
	Pinça de cálculos
	Tubo de insuflação CO_2

O objectivo desta alteração foi perceber se pôr à disposição mais recursos, dos que aparentemente estavam em falta, influenciava o desempenho do sistema e, caso influenciasse, qual seria o impacto desta mesma alteração.

Posto isto, fez-se uma nova simulação nas mesmas condições que a anterior, como referido acima, cuja única diferença eram, então, as quantidades destes elementos enumerados na Tabela 12. A sequência de cirurgias, as datas e os horários foram os mesmos, salvo alguns casos de cirurgias que, anteriormente, tinham sido marcadas no mesmo horário de outras que tinham falhado, às quais se teve de alterar a hora, ou até mesmo a data.

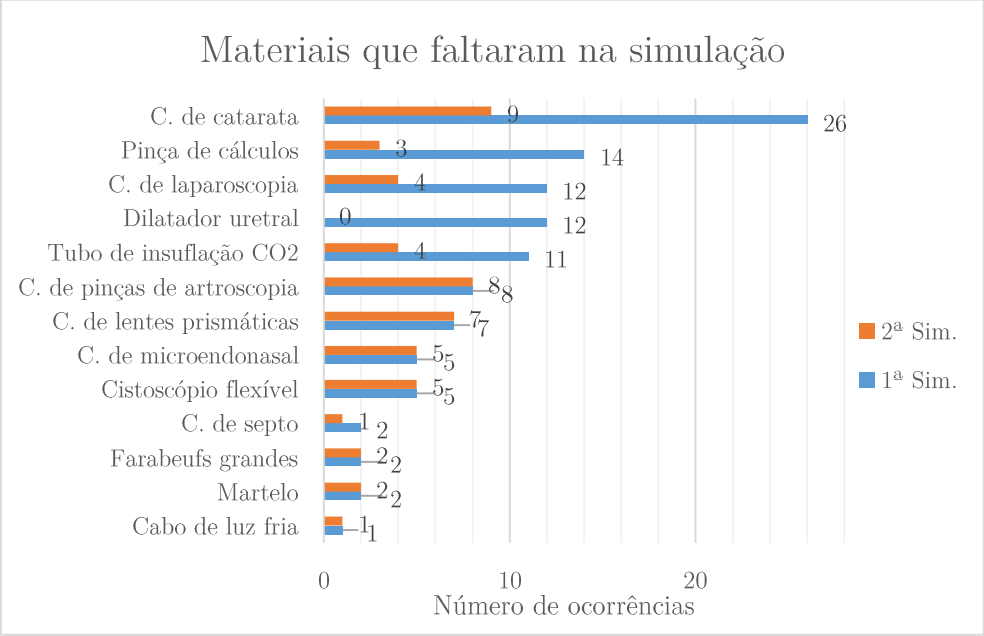


Figura 43 - Materiais esterilizáveis que faltaram na segunda simulação (a cor-de-laranja), respectivas quantidades e comparação com as quantidades obtidas na primeira simulação (a azul). (C. = Caixa; Sim. = Simulação)

Os resultados obtidos nesta nova simulação estão apresentados de seguida, em conjunto com os resultados anteriores, para se conseguir compará-los com mais facilidade. É de notar que o número de ocorrências de falta dos materiais, representado pela Figura 43, cujas quantidades foram alteradas, sofreu uma grande variação de uma simulação para a outra. Por exemplo, a falta de caixas de cataratas reduziu de 26 ocorrências para 9 e a falta de dilatadores uretrais baixou de 12 ocorrências para 0. Os restantes materiais, aos quais não foram feitas alterações, obtiveram praticamente os mesmos resultados.

Os resultados, no que toca aos equipamentos, não são muito díspares. Como apresentado na Figura 44, os equipamentos, cuja quantidade total foi alterada entre as duas simulações, sofreram uma redução bastante significativa de faltas. No caso do *doppler* eliminaram-se as faltas por completo.

Posto isto, erguia-se a questão da influência destes resultados no desempenho do sistema. Como tal, foram, novamente, avaliadas as percentagens de ocupação de salas e de cirurgias não marcadas. Representadas na Figura 45 e Figura 46, respectivamente, estas apresentam-se já contrastadas com os resultados prévios, tal como os gráficos anteriores.

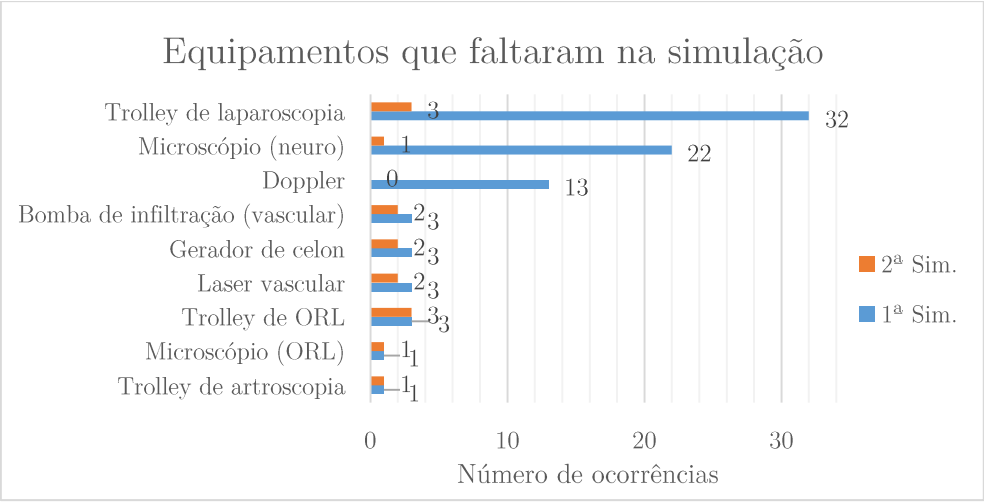


Figura 44 - Equipamentos que faltaram na segunda simulação (a cor-de-laranja), respectivas quantidades e comparação com as quantidades obtidas na primeira simulação (a azul). (Sim. = Simulação)

Observando a Figura 45, concluiu-se que as alterações feitas tiveram um impacto positivo na ocupação das salas. A percentagem média de ocupação de salas passou de 69,5% para 73,5%, o que representa uma melhoria de quase 6% relativamente à média original. Calculando as horas a mais que se ganhariam com estas alterações, obtém-se um valor atractivo de cerca de 1350 horas a mais por ano: 5 horas a mais por dia. Tomando como exemplo as cirurgias a hérnias discais lombares, que têm uma duração de aproximadamente 2 horas, este valor equivaleria, hipoteticamente, a mais 674 cirurgias destas por ano, mais 2,5 cirurgias por dia.

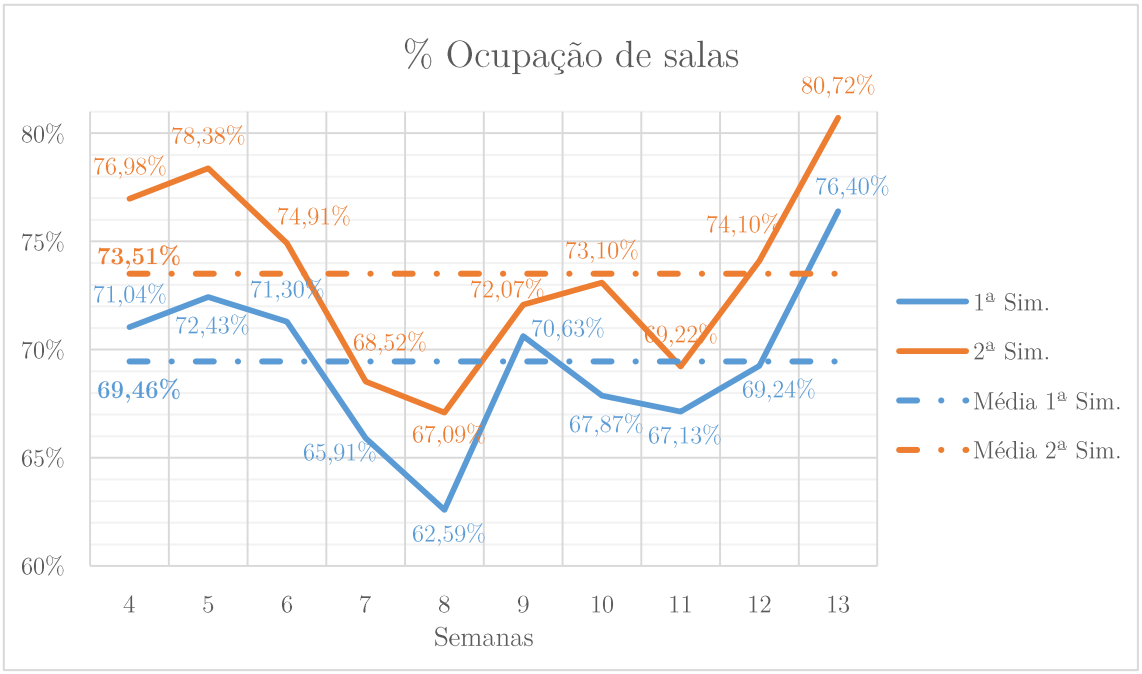


Figura 45 - Percentagem (%) de ocupação de salas resultante da primeira simulação (a azul) e da segunda simulação (a cor-de-laranja). A cheio representam-se as percentagens de ocupação de salas de cada semana, individualmente, para ambas as simulações. A tracejado representam-se as médias das percentagens de ocupação de salas em ambas as simulações, destacadas a negrito. (Sim. = Simulação)

Relativamente à percentagem de cirurgias não marcadas por falta de recursos, a Figura 46 mostra uma melhoria bastante considerável de uma simulação para a outra. Na simulação original obteve-se uma média de cirurgias não realizadas de quase 11%, enquanto na segunda simulação já se obteve uma média de cirurgias não realizadas de cerca de 4%. Esta diferença representa uma melhoria de mais de 60% em relação aos primeiros resultados e uma melhoria absoluta de cerca de 6,5%. Tendo em conta o número total de intervenções realizadas em 2016, mais de 10.000 intervenções, apresentado no capítulo 3.1.4, estas alterações permitiriam a realização de mais cerca de 650 cirurgias por ano, mais 12 cirurgias por semana. Já considerando os dados do 1º semestre de 2017, de quase 7.000 cirurgias, assumindo que se realizaram cerca de 14.000 nesse ano, estas alterações equivaleriam a mais 900 intervenções por ano, mais 17 cirurgias por semana.

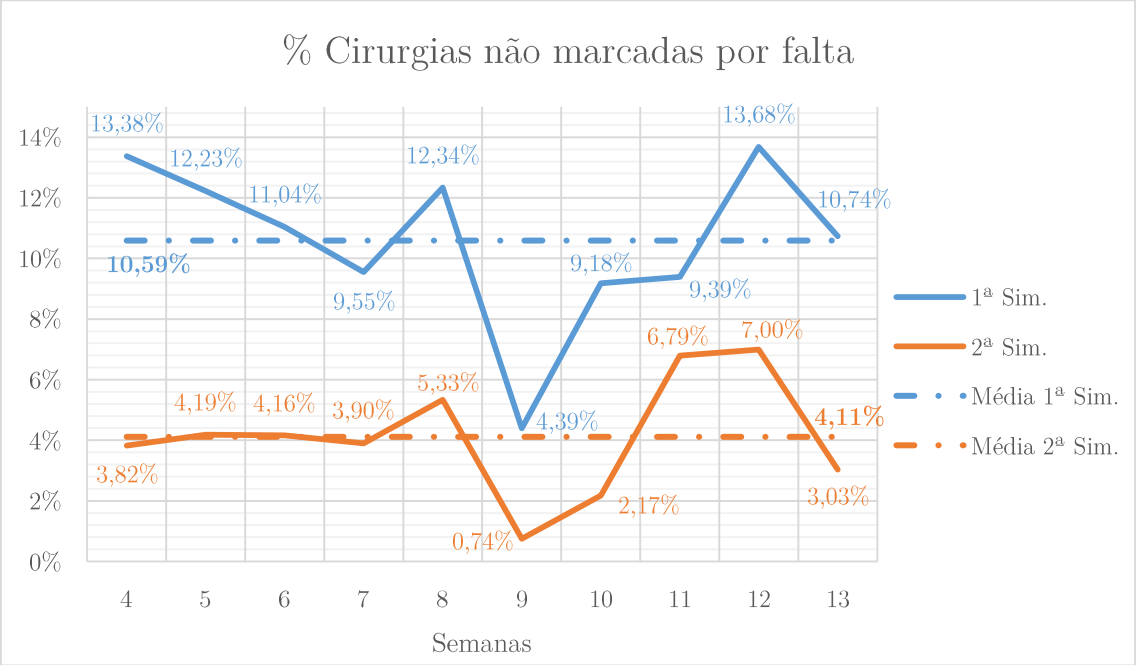


Figura 46 - Gráficos representativos das percentagens (%) de cirurgias que não são marcadas por falta de recursos materiais resultantes da primeira solução (a azul) e da segunda simulação (a cor-de-laranja). A cheio representam-se os valores calculados para cada semana, individualmente, para ambas as simulações. A tracejado representam-se as médias, também para ambas as simulações, destacadas a negrito. (Sim. = Simulação)

5.2.4 Conclusões dos resultados das simulações

Globalmente, a reacção do sistema às pequenas alterações feitas foi extremamente positivo para o seu desempenho. Crê-se que, se se aumentasse a quantidade de outros materiais esterilizáveis, cuja quantidade não foi alterada, como por exemplo caixa de pinças de artroscopia, caixa de lentes prismáticas e caixa de microendonasal, o desempenho progredisse mais um pouco, aumentando ligeiramente a percentagem de ocupação de salas e diminuindo a percentagem de cirurgias não marcadas por causa de falta de recursos. No entanto, talvez não fizesse tanto sentido adicionar caixas de catarata, que, mesmo depois da alteração

feita, não reduziu o número de ocorrências de falta tanto quanto o desejado. Isto porque esta é usada em cirurgias de oftalmologia e as cirurgias desta especialidade só se realizam numa sala, como mencionado no capítulo 3.1.1, e por isso, eventualmente, o *bottleneck* vai acabar por ser a sala, e não propriamente a quantidade de materiais esterilizáveis disponíveis.

Relativamente aos equipamentos, tendo em conta que após as alterações não houve um número de faltas significativo, se se fizessem mais alterações às suas quantidades totais não se crê que estas tivessem um grande impacto no desempenho final.

Para além disso, uma hipótese a considerar seria melhorar o *turnaround time* dos materiais esterilizáveis, medido no capítulo 4.4. Caso os materiais fossem processados com mais celeridade durante a esterilização, estes ficariam disponíveis mais cedo e, portanto, diminuiriam os tempos de espera pelos mesmos. Certamente que esta medida evitaria algumas das faltas que se verificam nestas simulações. No entanto, esta medida não teria qualquer influência na disponibilidade dos equipamentos, visto que estes não passam pelo processo de esterilização.

Adicionalmente, é importante ter em consideração que, por exemplo, alterar quantidades de componentes pode, eventualmente, originar novos *bottlenecks*, como o processo de esterilização, em que, a partir daí, deixa de fazer sentido adicionar mais componentes ao sistema, e vice-versa. Ou então, adicionando unidades a um componente, podem começar a faltar outros componentes usados nos mesmos procedimentos cirúrgicos que, de outro modo, não faltariam. Nestes casos, é importante perceber o limite das alterações a serem feitas, no qual estas deixam de ter impacto no desempenho.

Novamente, estas conclusões são tiradas assumindo que o hospital não recorre a soluções rápidas desaconselhadas. É importante fazer a ressalva de que, na prática, estas cirurgias não deixariam de acontecer por falta destes componentes e, portanto, estes resultados na melhoria do desempenho não corresponderiam à realidade.

Por fim, conclui-se que, no que diz respeito à gestão dos recursos materiais disponíveis, há ainda muito por explorar nesta unidade de saúde. Futuramente, podem servir de exemplo para medidas de melhoria a presente dissertação e, até mesmo, alguns dos casos de estudo abordados no capítulo 2. Especificamente os que tinham também problemas com gestão de recursos, tais como [6] e [13], onde, respectivamente, se recomendou a criação de um sistema de requisição de componentes e se disponibilizaram mais recursos dos quais se detectou haver falta.

6 Conclusões

Os objectivos primários desta dissertação desenvolvida no bloco cirúrgico de um hospital eram, após feita a análise dos procedimentos envolvidos nesta unidade, identificar os problemas destes processos, à luz da gestão de operações, e propor um conjunto de soluções que melhorassem o desempenho do sistema. Eventualmente, focou-se na gestão dos recursos materiais, uma vez que os problemas associados pareciam mais urgentes e não seria possível abordar todos os problemas identificados por limitações de tempo.

Depois de dois meses passados a observar o funcionamento do bloco operatório, foram reunidas todas as informações necessárias para o desenvolvimento subsequente deste caso de estudo. De entre estas informações recolhidas estavam, obviamente, os problemas identificados. Estes problemas em muito se assemelham a alguns dos problemas dos casos de estudo apresentados na pesquisa bibliográfica. Dos problemas apontados na Tabela 1 no capítulo 2.2.2, este caso de estudo apresenta problemas de falhas de comunicação, que acabam por causar retrabalho e, especialmente, falhas na gestão e alocação de recursos. Estes problemas estavam também presentes nos casos [6], [10] e [13], por exemplo. Para além destes, identificaram-se procedimentos que não dispunham de quaisquer directrizes ou tarefas cuja responsabilidade de execução não estava atribuída e, principalmente, observou-se o recurso frequente a métodos desaconselhados à prática normal, que acabam por ser consequência do problema de falha na gestão de recursos.

Foram, então, desenvolvidas soluções para alguns destes problemas, já que a duração desta dissertação não permitiria explorar soluções para todos eles. O problema que se assumiu como mais premente era a falha na gestão dos recursos, especificamente dos recursos materiais. Como tal, foi desenvolvida uma ferramenta de apoio ao agendamento de cirurgias que tem em conta a disponibilidade dos recursos materiais necessários para cada cirurgia. Esta ferramenta possibilita, também, o registo das faltas de recursos que podiam, eventualmente, ocorrer e, por isso, permitiu fazer simulações para que se percebesse a extensão do problema e o seu impacto no desempenho do sistema. A partir destes resultados, simulou-se e avaliou-se o desempenho do sistema fazendo algumas alterações nas quantidades disponíveis de recursos materiais. Desta simulação obtiveram-se resultados bastante positivos e auspiciosos.

O que se concluiu com o trabalho desenvolvido foi que o hospital poderia beneficiar muito caso se disponibilizassem alguns dos recursos indicados na Tabela 12 do capítulo 5.2.3, que iriam melhorar o desempenho do sistema. Esta proposta de solução está também em linha com a solução adoptada por Weinbroum et al. [13], mas aplicada a recursos materiais, em vez de recursos humanos, como no caso de

estudo referido. Além disso, foram deixadas algumas recomendações adicionais para melhoria deste desempenho.

Estas propostas de soluções pretendem reforçar a cultura de melhoria contínua já existente no presente hospital. É, ainda, de referir que, apesar de habitualmente se encontrar algum cepticismo, ou mesmo oposição, aquando do desenvolvimento de projectos desta índole, durante os dois meses de presença no hospital, todos os funcionários com quem se trabalhou mostraram-se muito interessados e cooperativos perante o projecto a ser desenvolvido. Isto mostra que o hospital, em particular os seus colaborados, têm potencial para implementar, com eficácia, métodos de melhoria contínua. Já que, como referido no capítulo 2, para uma implementação de soluções de melhoria contínua de sucesso é fundamental o envolvimento dos funcionários.

6.1 Trabalho futuro

De forma a dar continuidade ao projecto desenvolvido no âmbito desta tese, há várias medidas que podem ser exploradas, como forma de atingir níveis de desempenho do sistema ainda mais satisfatórios.

No que toca à ferramenta de apoio ao agendamento há um conjunto de funcionalidades que mereciam ser acrescentadas. Estas são:

- Implementação das *slots* dos médicos e, consequentemente, introdução do *input* **utilizador**, para permitir aos médicos marcarem as suas cirurgias nos seus horários designados.
- Aplicação de uma solução heurística na actual ferramenta, para que esta organize o calendário a fim de optimizar os recursos, sejam eles materiais ou humanos. Talvez faça sentido ser aplicado um algoritmo genético, tal como foi aplicado nos casos de estudo [17] e [18].

Para além desta ferramenta, sugere-se que se explore o processo de esterilização como alvo de um projecto de gestão de operações, para que se possa averiguar quais os desperdícios presentes nesse processo e que soluções seriam as mais adequadas. Isto permitiria reduzir o *turnaround time* dos materiais esterilizáveis o que, potencialmente, melhoraria o desempenho total do sistema, como abordado no capítulo 5.2.4.

Relativamente aos problemas não explorados, recomenda-se que se adoptem as seguintes soluções:

- Informatização das propostas cirúrgicas para evitar faltas de informação nas mesmas e consequente retrabalho do secretariado. Este método foi também adoptado em [6] e [10] para solucionar alguns dos problemas identificados.

- Standardização dos processos para os quais não há directrizes, tal como foi aplicado nos casos de estudo [7] e [8].
- Redefinição de tarefas e funções, para colmatar a falta de delegação de responsabilidade de algumas tarefas, solução esta igualmente empregue em [12].

Adicionalmente, talvez fosse interessante prover alguns colaboradores, escolhidos estrategicamente, com formação em técnicas de gestão da operações para que, como mencionado em [12], passe a haver uma preocupação e procura interna pela melhoria contínua.

7 Referências

[1] S. Bisgaard, *Solutions to the healthcare quality crisis: Cases and examples of lean six sigma in healthcare*. ASQ Quality Press, 2009.

[2] W. H. O. WHO, "Portugal Health System Performance Assessment," 2010.

[3] P. P. Barros, *Pela sua Saúde*. Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2013.

[4] J. D. A. Simões, G. F. Augusto, I. Fronteira, and C. Hernández-Quevedo, "Portugal: Health system review. Health Systems in Transition," 2017.

[5] R. Stahl, B. Schultz, and C. Pexton, "Healthcare's Horizon," *Six Sigma Forum Mag.*, pp. 17–26, 2003.

[6] S. M. Dias, "Implementação da metodologia Lean Seis-Sigma – O caso do Serviço de Oftalmologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra," Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2011.

[7] J. van den Heuvel, R. J. M. M. Does, and S. Bisgaard, "Dutch Hospital Implements Six Sigma," *Six Sigma Forum Mag.*, pp. 11–14, 2005.

[8] Y. Benitez, L. Forrester, C. Hurst, and D. Turpin, "Hospital reduces medication errors using DMAIC and QFD," *Qual. Prog.*, vol. 40, no. 1, pp. 38–45, 2007.

[9] A. Pellicone and M. Martocci, "Faster turnaround time," *Qual. Prog.*, vol. 39, no. 3, pp. 31–36, 2006.

[10] G. Esimai, "Lean Six Sigma Reduces Medication Errors," *Qual. Prog.*, vol. 38, no. 4, pp. 51–57, 2005.

[11] J. Volland, "Quality Intervenes At a Hospital," *Qual. Prog.*, vol. 38, no. 2, pp. 57–62, 2005.

[12] J. S. A. Monteiro, "A perceção de profissionais envolvidos na implementação da metodologia de gestão lean – O caso de três hospitais portugueses," Universidade Nova de Lisboa, 2017.

[13] A. A. Weinbroum, P. Ekstein, and T. Ezri, "Efficiency of the operating room suite," *Am. J. Surg.*, vol. 185, no. 3, pp. 244–250, 2003.

[14] D. Powers and M. Paul, "Healthcare department reduces cycle time and errors," *Six Sigma Forum Mag.*, 2008.

[15] R. Zimmerman, R. Smith, C. M. B. Fernandes, T. Smith, and A. Al darrab, "A Quest for Quality,"

Qual. Prog., vol. 39, no. 3, p. 41, 2006.

[16] A. Hanset, N. Meskens, O. Roux, and D. Duvivier, "Prise en compte des ressources humaines et matérielles dans la gestion du bloc opératoire : état de l'art," *Gest. Ind. des Systèmes Hosp.*, 2008.

[17] B. Roland, C. Di Martinelly, and F. Riane, "Operating theatre optimization: A resource-constrained based solving approach," *Serv. Syst. Serv. Manag. 2006 Int. Conf. on. IEEE*, pp. 443–448, 2006.

[18] U. Aickelin and K. A. Dowsland, "An indirect genetic algorithm for a nurse-scheduling problem," *Comput. Oper. Res.*, vol. 31, no. 5, pp. 761–778, 2004.

[19] D.-N. Pham and A. Klinkert, "Surgical case scheduling as a generalized job shop scheduling problem," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 185, no. 3, pp. 1011–1025, 2008.

[20] A. Hanset, N. Meskens, and D. Duvivier, "Using constraint programming to schedule an operating theatre," *Heal. Care Manag. (WHCM), 2010 IEEE Work. on. IEEE*, pp. 1–6, 2010.

[21] S. J. Chapman, *Essentials of MATLAB programming*, 3rd ed. Boston: Cengage Learning, 2016.

Anexos

Anexo A1 – Tabela de intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência

Anexo A2 – Fluxograma completo do algoritmo desenvolvido em MATLAB®

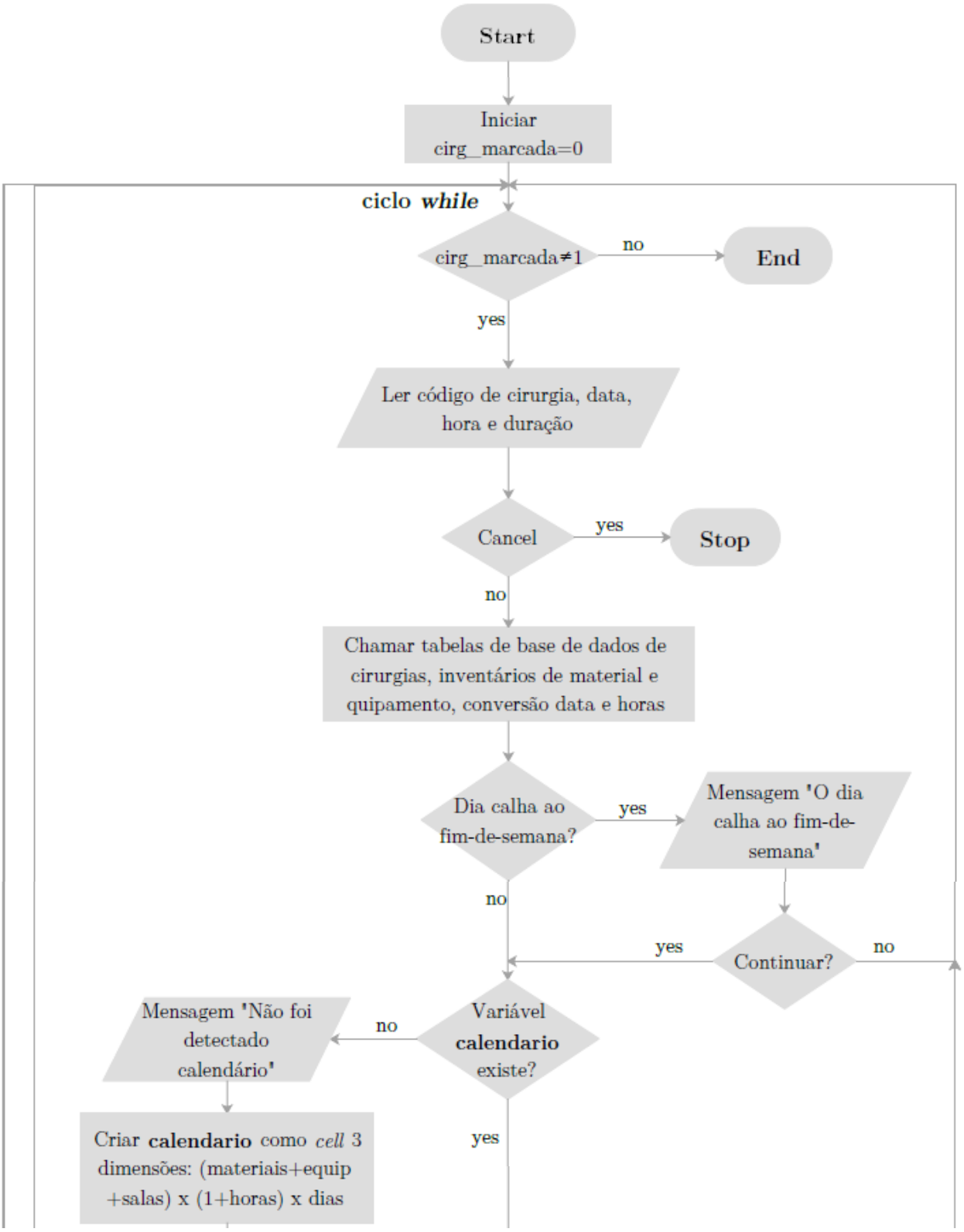
Anexo A1 – Tabela de intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência

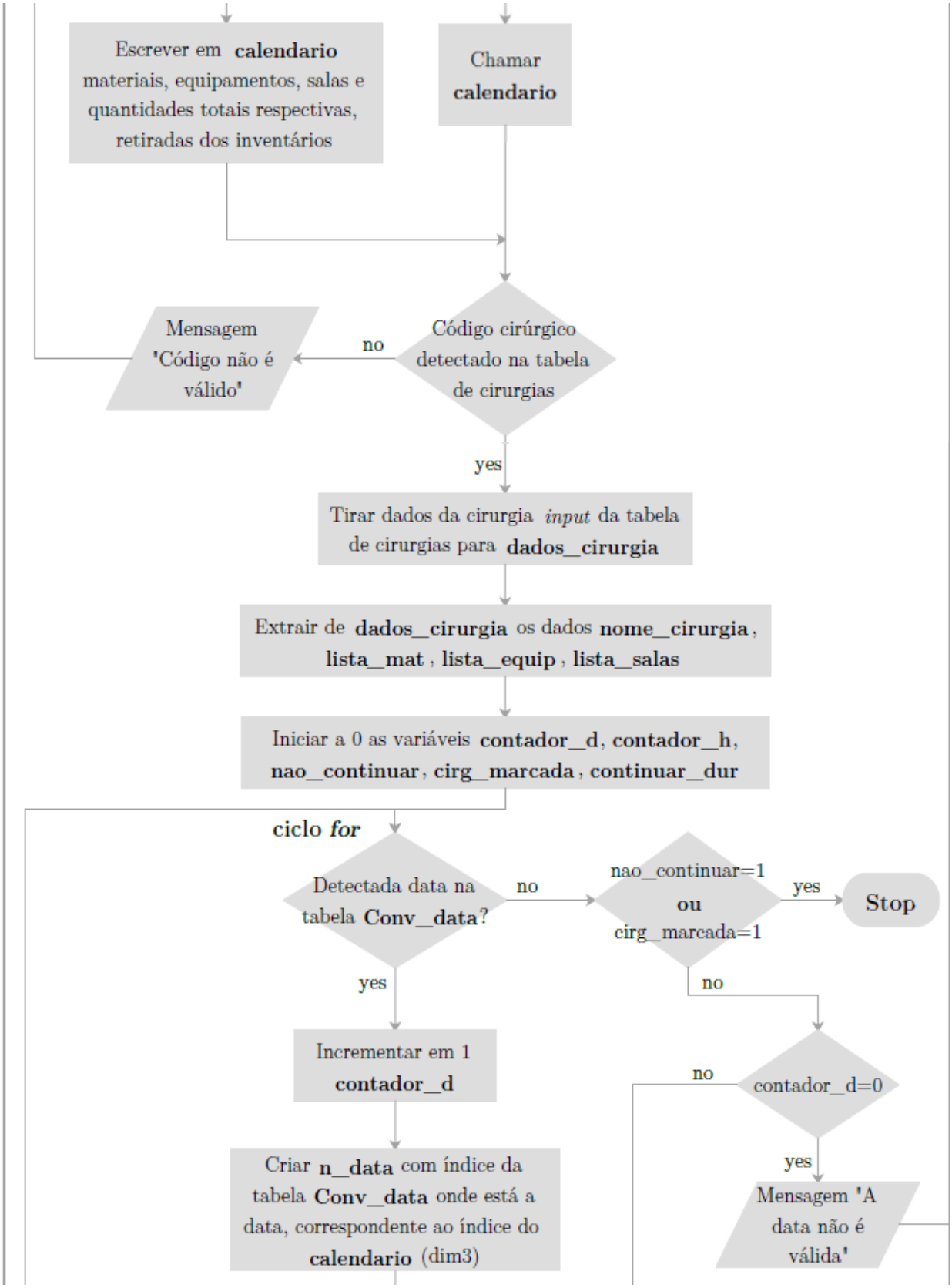
Tabela 13 - Intervenções cirúrgicas feitas com mais frequência durante o ano completo de 2016 e o 1º semestre de 2017, respectiva designação técnica de acordo com o CNVRAM, números totais e percentagem de volume.

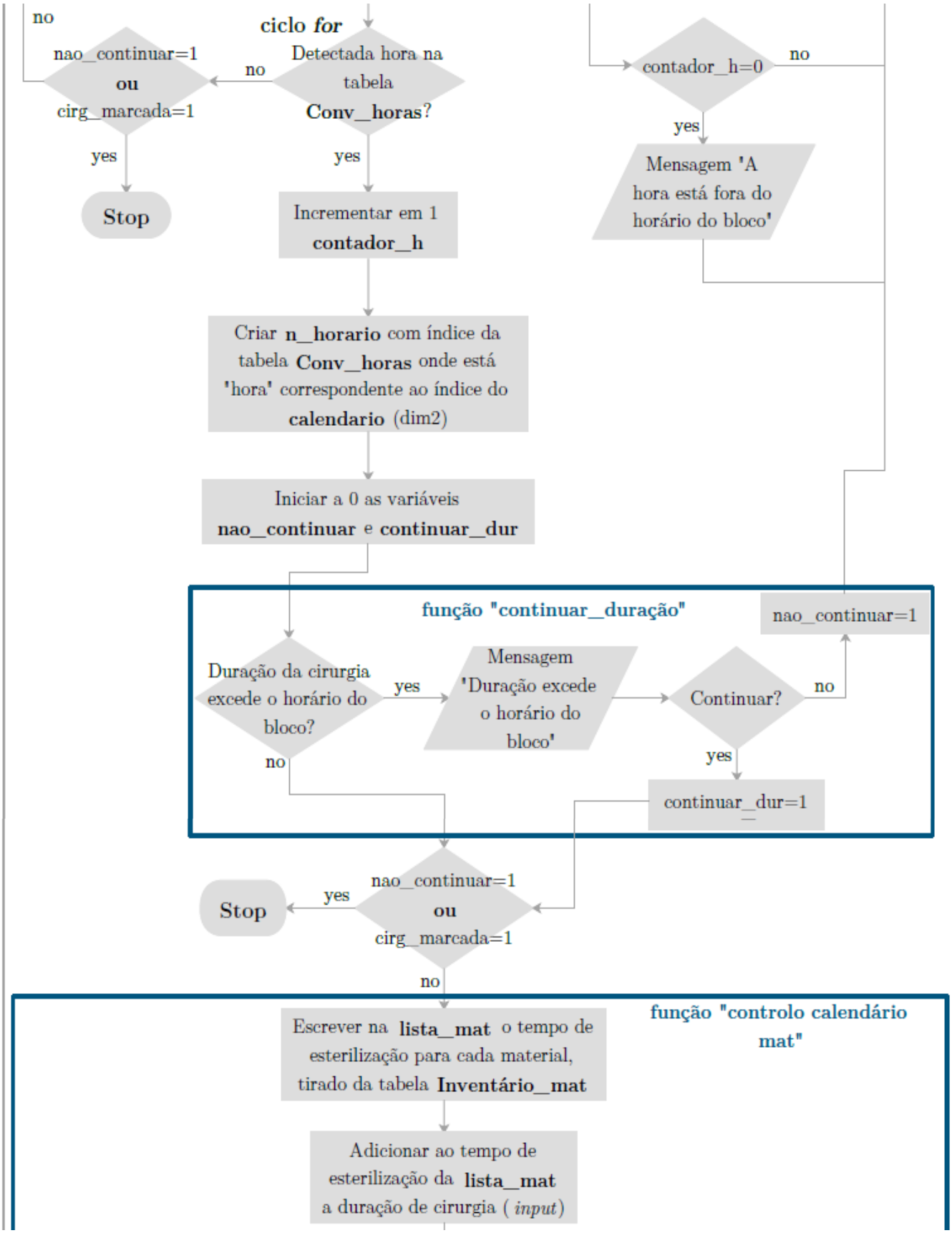
Especialidade	Intervenção	2016+2017	% Volume
	Designação técnica		
Oftalmologia	Facoemulsificação do cristalino com implantação de lente intraocular	2208	12,89%
Dermatologia	Excisão de pequenos tumores benignos ou quistos subcutâneos excepto região frontal e face	928	5,42%
Ortopedia	Artrotomia ou artroscopia com tratamento de lesões articulares circunscritas	647	3,78%
Neurocirurgia	Foraminectomia	473	2,76%
Neurocirurgia	Extirpação de hérnia discal lombar	399	2,33%
Cirurgia Geral	Colecistectomia com ou sem colangiografia	390	2,28%
ORL	Microcirurgia endonasal e /ou endoscópica bilateral	330	1,93%
Dermatologia	Excisão de lesões benignas da região frontal da face e mão, passíveis de encerramento directo	293	1,71%
ORL	Septoplastia (operação isolada)	289	1,69%
Cirurgia Geral	Tratamento de hérnia inguinal	282	1,65%
Cirurgia Vascular	Laqueação isolada da crossa da veia safena interna ou externa + excisão da veia safena interna ou externa com ou sem laqueação de comunicantes com ou sem excisão de segmentos venosos	254	1,48%
Cirurgia Geral	Hemorroidectomia	203	1,19%
Dermatologia	Excisão de tumor profundo	198	1,16%
ORL	Adenoidectomia com amigdalectomia, por dissecção (com anestesia geral e intubação endotraqueal)	192	1,12%
Oftalmologia	Vitrectomia mecânica complicada via pars plana, com tamponamento interno com ou sem extracção de corpo estranho intraocular, com ou sem cirurgia de cristalino	162	0,95%
ORL	Miringotomia com aplicação de tubo de ventilação bilateral (sob visão microscópica)	159	0,93%
Urologia	Cistoscopia simples	150	0,88%
Cirurgia Geral	Apendicectomia	145	0,85%
ORL	Amigdalectomia por dissecção, com anestesia geral e intubação endotraqueal	144	0,84%
Cirurgia Geral	Fistulectomia por fístula perineo-rectal	141	0,82%
Ortopedia	Meniscectomia convencional ou artroscópica	139	0,81%
ORL	Correcção de exostose do canal auditivo externo	139	0,81%
Neurocirurgia	Sindroma do túnel cárpico ou do canal de guyon	134	0,78%
Urologia	Ressecção endoscópica de próstata (RTUP)	125	0,73%
Ortopedia	Artroplastia total em coxartrose ou revisão de hemiartroplastia	124	0,72%
Ortopedia	Tratamento da rotura da coifa	121	0,71%
Urologia	Colocação endoscópica retrógada de tutor ureteral (unilateral)	120	0,70%
Neurocirurgia	Extirpação de hérnia discal cervical	119	0,69%
Cirurgia Geral	Hemicolectomia	112	0,65%
Ortopedia	Artroplastia total por artrose ou revisão de prótese unicompartimental	103	0,60%

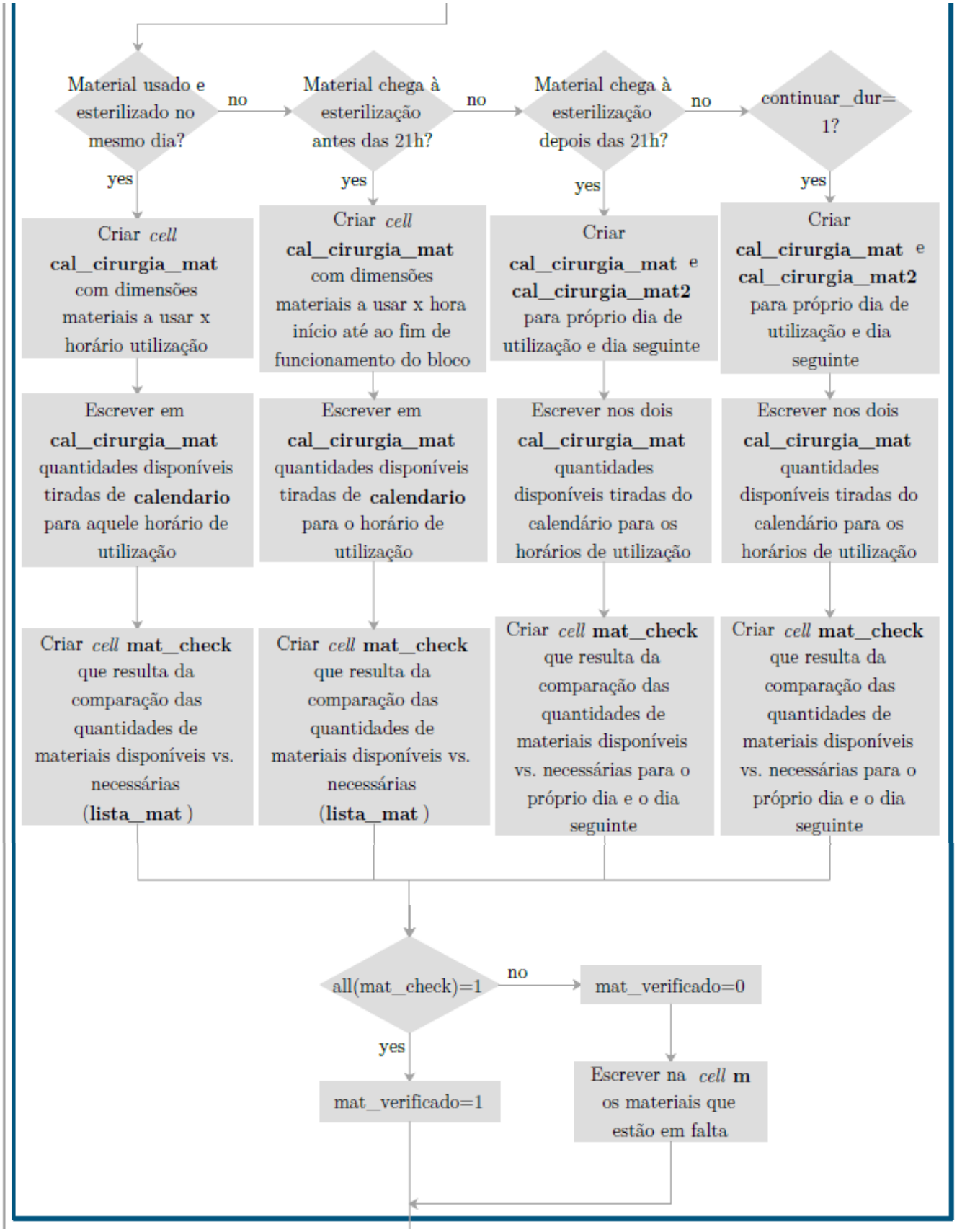
Especialidade	Intervenção Designação técnica	2016+2017	% Volume
Urologia	Ressecção endoscópica de tumor vesical (RTU-V)	102	0,60%
ORL	Adenoidectomia (Laforce-Beckman) com anestesia geral e intubação endotraqueal	101	0,59%
	TOTAL	9426	55,03%
	TOTAL CIRURGIAS	**17128**	**100%**

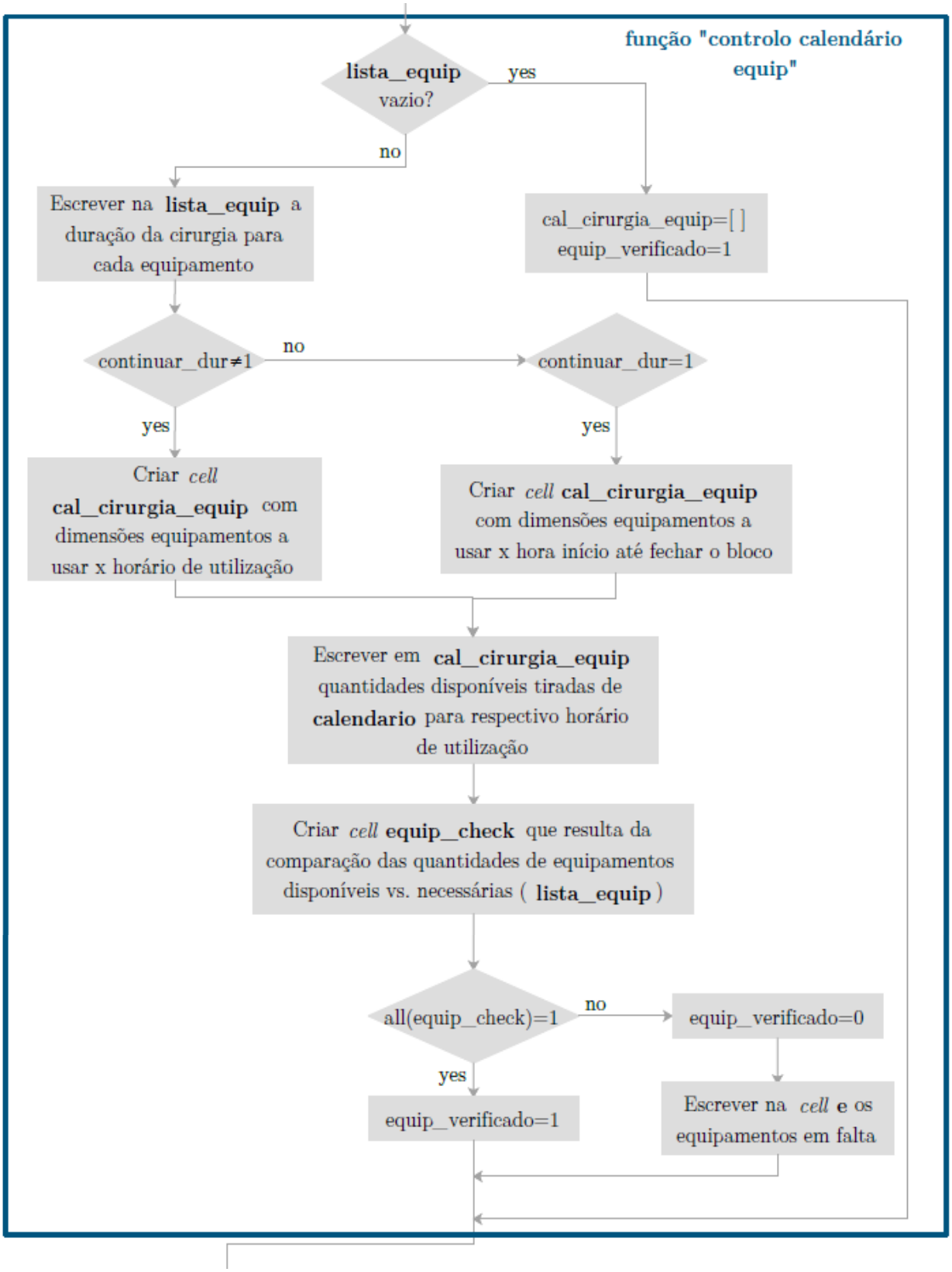
Anexo A2 – Fluxograma completo do algoritmo desenvolvido em MATLAB®

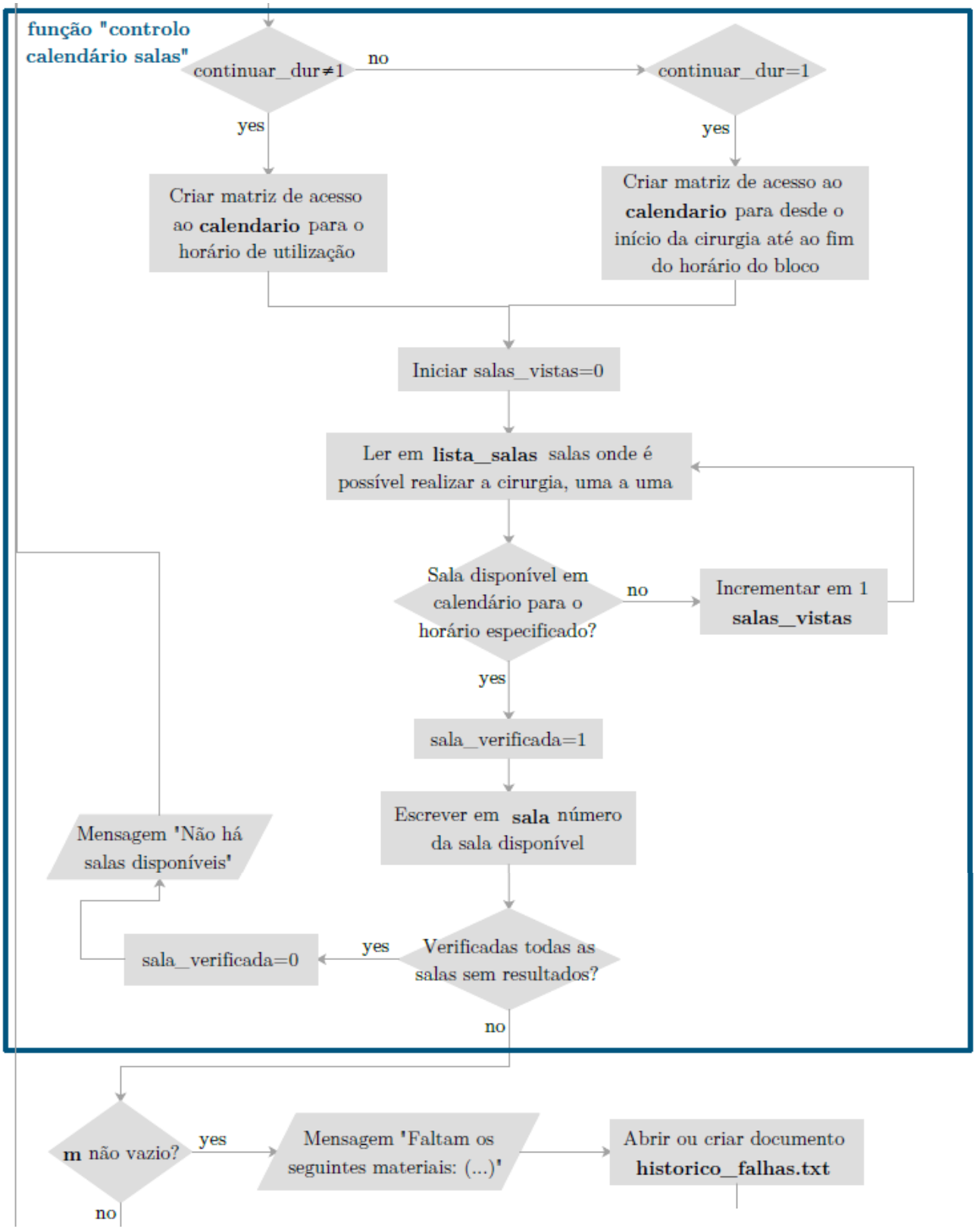


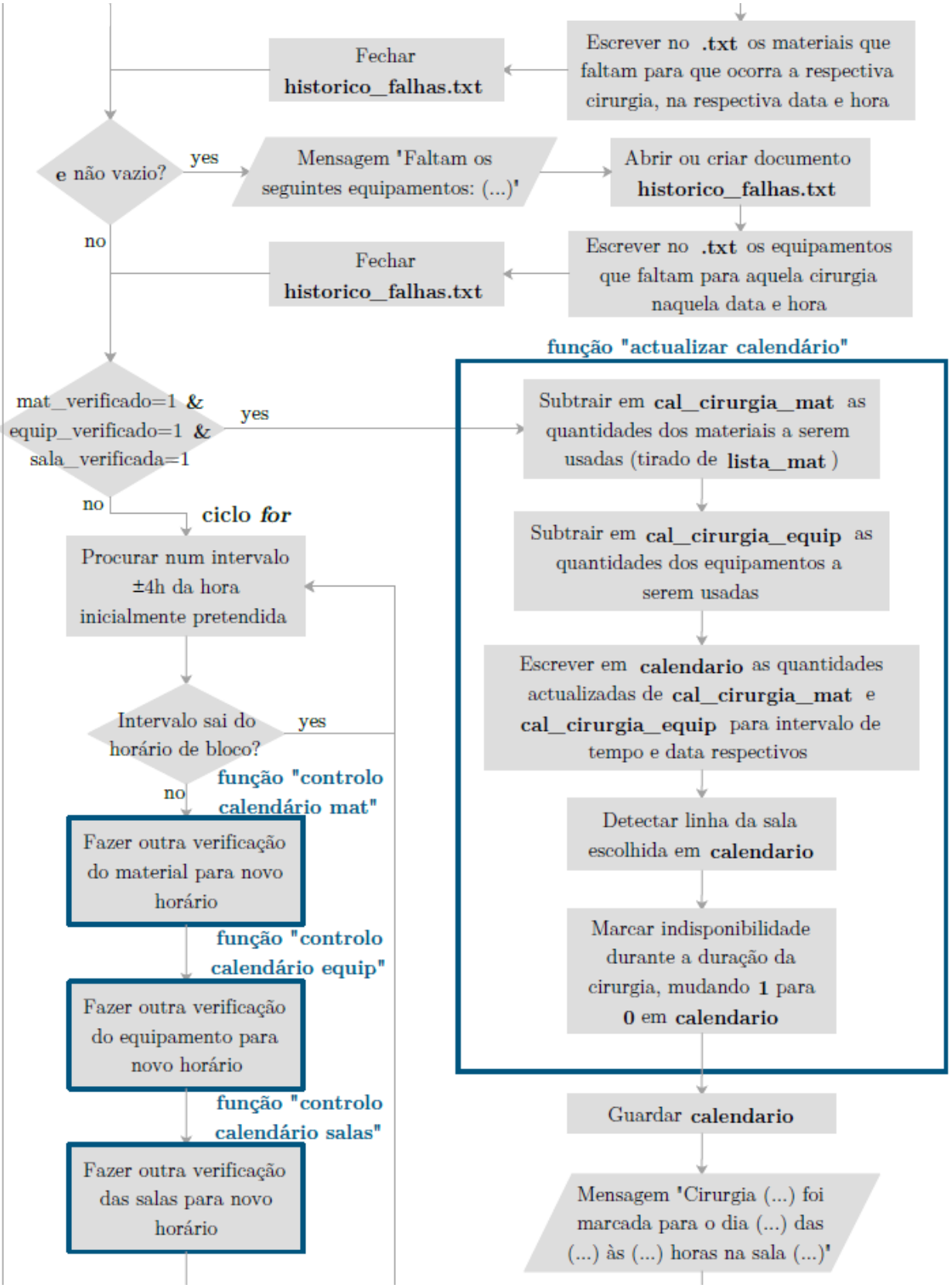

Escrever em **calendario** materiais, equipamentos, salas e quantidades totais respectivas, retiradas dos inventários
Chamar **calendario**
Código cirúrgico detectado na tabela de cirurgias
no
Mensagem 'Código não é válido'
yes
Tirar dados da cirurgia *input* da tabela de cirurgias para **dados_cirurgia**
Extrair de **dados_cirurgia** os dados **nome_cirurgia**, **lista_mat**, **lista_equip**, **lista_salas**
Iniciar a 0 as variáveis **contador_d**, **contador_h**, **nao_continuar**, **cirg_marcada**, **continuar_dur**
ciclo *for*
Detectada data na tabela **Conv_data**?
no
nao_continuar=1 **ou** cirg_marcada=1
yes
Stop
yes
no
Incrementar em 1 **contador_d**
contador_d=0
no
yes
Criar **n_data** com índice da tabela **Conv_data** onde está a data, correspondente ao índice do **calendario** (dim3)
Mensagem 'A data não é válida'

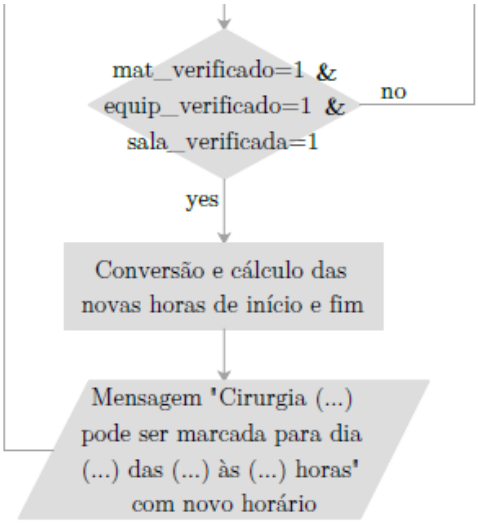

no
nao_continuar=1
ou
cirg_marcada=1
yes
Stop
ciclo for
Detectada hora na tabela Conv_horas?
no
yes
Incrementar em 1 contador_h
contador_h=0
no
yes
Mensagem 'A hora está fora do horário do bloco'
Criar n_horario com índice da tabela Conv_horas onde está 'hora' correspondente ao índice do calendario (dim2)
Iniciar a 0 as variáveis nao_continuar e continuar_dur
função "continuar_duração"
Duração da cirurgia excede o horário do bloco?
yes
Mensagem 'Duração excede o horário do bloco'
Continuar?
no
nao_continuar=1
yes
continuar_dur=1
no
nao_continuar=1
ou
cirg_marcada=1
yes
Stop
no
função "controlo calendário mat"
Escrever na lista_mat o tempo de esterilização para cada material, tirado da tabela Inventário_mat
Adicionar ao tempo de esterilização da lista_mat a duração de cirurgia (input)

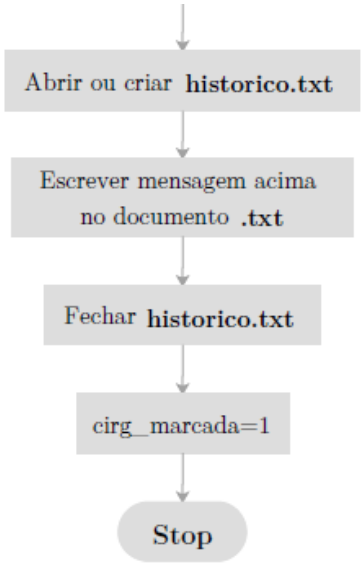

Material usado e esterilizado no mesmo dia?
no
Material chega à esterilização antes das 21h?
no
Material chega à esterilização depois das 21h?
no
continuar_dur=1?
yes
yes
yes
yes
Criar *cell* **cal_cirurgia_mat** com dimensões materiais a usar x horário utilização
Criar *cell* **cal_cirurgia_mat** com dimensões materiais a usar x hora início até ao fim de funcionamento do bloco
Criar **cal_cirurgia_mat** e **cal_cirurgia_mat2** para próprio dia de utilização e dia seguinte
Criar **cal_cirurgia_mat** e **cal_cirurgia_mat2** para próprio dia de utilização e dia seguinte
Escrever em **cal_cirurgia_mat** quantidades disponíveis tiradas de **calendario** para aquele horário de utilização
Escrever em **cal_cirurgia_mat** quantidades disponíveis tiradas de **calendario** para o horário de utilização
Escrever nos dois **cal_cirurgia_mat** quantidades disponíveis tiradas do calendário para os horários de utilização
Escrever nos dois **cal_cirurgia_mat** quantidades disponíveis tiradas do calendário para os horários de utilização
Criar *cell* **mat_check** que resulta da comparação das quantidades de materiais disponíveis vs. necessárias (**lista_mat**)
Criar *cell* **mat_check** que resulta da comparação das quantidades de materiais disponíveis vs. necessárias (**lista_mat**)
Criar *cell* **mat_check** que resulta da comparação das quantidades de materiais disponíveis vs. necessárias para o próprio dia e o dia seguinte
Criar *cell* **mat_check** que resulta da comparação das quantidades de materiais disponíveis vs. necessárias para o próprio dia e o dia seguinte
all(mat_check)=1
no
mat_verificado=0
yes
mat_verificado=1
Escrever na *cell* **m** os materiais que estão em falta


função "controlo calendário equip"
lista_equip vazio?
yes
no
Escrever na lista_equip a duração da cirurgia para cada equipamento
cal_cirurgia_equip=[ ]
equip_verificado=1
continuar_dur≠1
no
continuar_dur=1
yes
yes
Criar cell cal_cirurgia_equip com dimensões equipamentos a usar x horário de utilização
Criar cell cal_cirurgia_equip com dimensões equipamentos a usar x hora início até fechar o bloco
Escrever em cal_cirurgia_equip quantidades disponíveis tiradas de calendario para respectivo horário de utilização
Criar cell equip_check que resulta da comparação das quantidades de equipamentos disponíveis vs. necessárias (lista_equip)
all(equip_check)=1
no
equip_verificado=0
yes
equip_verificado=1
Escrever na cell e os equipamentos em falta


função "controlo calendário salas"
continuar_dur≠1
no
continuar_dur=1
yes
yes
Criar matriz de acesso ao calendario para o horário de utilização
Criar matriz de acesso ao calendario para desde o início da cirurgia até ao fim do horário do bloco
Iniciar salas_vistas=0
Ler em lista_salas salas onde é possível realizar a cirurgia, uma a uma
Sala disponível em calendário para o horário especificado?
no
Incrementar em 1 salas_vistas
yes
sala_verificada=1
Escrever em sala número da sala disponível
Mensagem 'Não há salas disponíveis'
sala_verificada=0
yes
Verificadas todas as salas sem resultados?
no
m não vazio?
yes
Mensagem 'Faltam os seguintes materiais: (...)'
Abrir ou criar documento historico_falhas.txt
no


Escrever no .txt os materiais que faltam para que ocorra a respectiva cirurgia, na respectiva data e hora
Fechar historico_falhas.txt
e não vazio?
yes
Mensagem 'Faltam os seguintes equipamentos: (...)'
Abrir ou criar documento historico_falhas.txt
no
Escrever no .txt os equipamentos que faltam para aquela cirurgia naquela data e hora
Fechar historico_falhas.txt
função "actualizar calendário"
mat_verificado=1 & equip_verificado=1 & sala_verificada=1
yes
Subtrair em cal_cirurgia_mat as quantidades dos materiais a serem usadas (tirado de lista_mat)
no
ciclo for
Subtrair em cal_cirurgia_equip as quantidades dos equipamentos a serem usadas
Procurar num intervalo ±4h da hora inicialmente pretendida
Escrever em calendario as quantidades actualizadas de cal_cirurgia_mat e cal_cirurgia_equip para intervalo de tempo e data respectivos
Intervalo sai do horário de bloco?
yes
Detectar linha da sala escolhida em calendario
no
função "controlo calendário mat"
Marcar indisponibilidade durante a duração da cirurgia, mudando 1 para 0 em calendario
Fazer outra verificação do material para novo horário
função "controlo calendário equip"
Fazer outra verificação do equipamento para novo horário
Guardar calendario
função "controlo calendário salas"
Fazer outra verificação das salas para novo horário
Mensagem 'Cirurgia (...) foi marcada para o dia (...) das (...) às (...) horas na sala (...)'


mat_verificado=1 &
equip_verificado=1 &
sala_verificada=1
no
yes
Conversão e cálculo das novas horas de início e fim
Mensagem 'Cirurgia (...) pode ser marcada para dia (...) das (...) às (...) horas' com novo horário


Abrir ou criar historico.txt
Escrever mensagem acima no documento .txt
Fechar historico.txt
cirg_marcada=1
Stop