

ANA FILIPA DUARTE FERNANDES

**CAPACIDADE DE RESPOSTA DE UMA UNIDADE DE CUIDADOS
INTENSIVOS: A SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS NA
GESTÃO DE CAMAS HOSPITALARES**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ECONOMIA

2023

ANA FILIPA DUARTE FERNANDES

**CAPACIDADE DE RESPOSTA DE UMA UNIDADE DE CUIDADOS
INTENSIVOS: A SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS NA
GESTÃO DE CAMAS HOSPITALARES**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Gestão de Unidades de Saúde

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor Sérgio Pereira dos Santos

Professora Doutora Carla Alexandra da Encarnação Filipe Amado



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ECONOMIA

2023

CAPACIDADE DE RESPOSTA DE UMA UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS: A SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS NA GESTÃO DE CAMAS HOSPITALARES

Declaração de Autoria do trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Ana Filipa Duarte Fernandes

.....

(assinatura)

© **Copyright:** Ana Filipa Duarte Fernandes

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

A vocês, que no eterno descanso olham por mim.

As minhas palavras de agradecimento vão em primeiro lugar para o Professor Sérgio Santos e para a Professora Carla Amado. Por todo o apoio e incentivo, para que fosse possível chegar até ao final.

Agradeço, também, à equipa da Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Portimão do Centro Hospitalar Universitário do Algarve. Serão sempre a minha segunda família. Obrigado por me acompanharem neste percurso.

O último agradecimento, deixo a quem me suporta diariamente. À minha irmã, que fez comigo esta caminhada e esteve sempre ao meu lado. Aos meus pais, que sempre me ensinaram a nunca desistir. Ao J. que assegurou tudo, enquanto eu estive menos presente. Obrigado por me segurares quando mais precisei! À minha M., o maior agradecimento... Por perceber a ausência da mãe. Espero que um dia, esta caminhada seja um exemplo, para que ela própria nunca desista dos seus sonhos.

Resumo

Este trabalho aborda o problema de gestão de camas hospitalares numa Unidade de Cuidados Intensivos (UCI), de um hospital algarvio, região onde a oscilação populacional é evidente ao longo dos meses, atendendo ao turismo existente. O principal objetivo foi compreender o impacto do aumento ou diminuição de camas em UCI, através da criação de um modelo de Simulação por Eventos Discretos (SED), por forma a manter o equilíbrio entre a qualidade do serviço prestado e o impacto económico-financeiro. A UCI do estudo é composta por nove camas. Os dados foram recolhidos do programa B-Simple© e verificou-se um total de 630 doentes nos dois anos do estudo, dos quais 15,6% não eram residentes no Algarve. A taxa de ocupação mensal variou entre os 55% e os 94%, o tempo médio de internamento foi de 6,28 dias e o tempo médio entre chegadas foi de 1,15 dias.

Utilizou-se o programa Stat::Fit, para encontrar as distribuições probabilísticas com melhor ajustamento ao padrão de chegadas dos doentes e ao tempo de internamento.

O modelo de SED, criado no programa Simul8®, pretendeu simular a taxa de ocupação de cada cama. Foram criados seis cenários de simulação, três com o aumento de camas hospitalares e três com diminuição e verificou-se o impacto na taxa de ocupação de cada cama. Por outro lado, através do cálculo da probabilidade de todas as camas estarem ocupadas, percebeu-se a influência no número de doentes a serem transferidos por falta de camas em UCI. Foi feita também uma estimativa do número de enfermeiros necessários para cada cenário.

Os resultados demonstraram que será aceitável o aumento ou diminuição de uma cama. Um maior aumento leva a gastos desnecessários, enquanto uma maior diminuição aumenta a necessidade de transferir doentes para outros hospitais. Dado que a UCI sofre oscilações da taxa de ocupação ao longo do ano, sugere-se, no entanto, que o ajuste de camas não seja feito apenas pela avaliação de um único indicador.

Palavras-chave: Simulação por Eventos Discretos, Unidade de Cuidados Intensivos, Gestão de Camas, Capacidade de Resposta, Simul8®

Abstract

This work addresses the problem of managing hospital beds in an Intensive Care Unit (ICU) of an Algarve hospital, a region where there is a varied population fluctuation over the months, taking into account the existing tourism. The main objective was to understand the impact of increasing or decreasing ICU beds, using a Discrete Event Simulation (DES) model, to maintain the balance between the quality of the service provided and the economic-financial impact. The ICU studied has nine beds. The data was collected from the B-Simple program and a total of 630 patients were identified in the two years of the study, of which 15.6% were not residents of the Algarve. The monthly occupancy rate of the beds varied between 55% and 94%, the average length of stay was 6.28 days and the average time between arrivals was 1.15 days.

The Stat::Fit program was used to find the probabilistic distributions that provide the best fit to represent the patients' arrival interval and the length of stay.

The DES model, created in Simul8®, aims to simulate the occupancy rate of each bed. Six simulation scenarios were created, three with an increase in hospital beds and three with a decrease in the number of beds, to assess their impact on the occupancy rate of each bed. On the other hand, by calculating the probability of all beds being occupied, we were able to assess the influence that changing the number of available beds would have on the number of patients to be transferred to other units due to a lack of beds in the ICU. An estimate was also made of the number of nurses needed for each scenario.

The results obtained show that it would be acceptable to either increase or decrease a single bed. A larger increase leads to unnecessary spending, while a larger reduction increases the need to transfer patients to other hospitals. Considering that the ICU experiences fluctuations in its occupancy rate throughout the year, it is recommended that the adjustment in the number of beds is not made taking into account only information from a single indicator.

Keywords: Discrete Event Simulation, Intensive Care Unit, Bed Management, Responsiveness, Simul8®

Índice Geral

	Página
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
3. MÉTODO.....	10
4. ESTUDO DE UM CASO	12
4.1. A Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente.....	12
4.2. Dados	12
4.3. Modelos de simulação.....	15
4.4. Verificação e validação	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1. Aumento do número de camas	20
5.2. Diminuição do número de camas	22
5.3. Alteração na equipa de enfermagem	24
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
APÊNDICES	31
Apêndice 1 – Resultados da simulação do cenário de nove camas	32
Apêndice 2 – Resultados das simulações dos cenários de aumento do número de camas	33
Apêndice 3 – Resultados das simulações dos cenários de diminuição do número de camas	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 4.1 – Evolução das entradas na UCI durante os dois anos de análise, com demonstração dos números totais e do número de doentes residentes e não residentes na região do Algarve	14
Figura 4.2 – Modelo Conceptual da UCI	15
Figura 4.3 – Distribuições probabilísticas para o intervalo entre chegadas dos doentes aferidas no programa de ajuste de distribuição estatística Stat::Fit	16
Figura 4.4 – Densidade Ajustada da distribuição probabilística Gamma para o intervalo entre chegadas dos doentes	16
Figura 4.5 – Distribuições probabilísticas para o tempo de internamento dos doentes aferidas no programa de ajuste de distribuição estatística Stat::Fit	17
Figura 4.6 - Densidade Ajustada da distribuição probabilística Pearson 6 para o tempo de internamento dos doentes	17

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 2.1 – Relação do número de estudos de simulação em UCI por país	9
Tabela 4.1 – Taxa de ocupação média por cama nos dois anos de análise	13
Tabela 4.2 – Demonstração da taxa de ocupação, média de internamento e prioridade por cama	18
Tabela 4.3 – Comparação entre a taxa de ocupação real e simulada de cada cama.	19
Tabela 5.1 – Influência do aumento do número de camas nas taxas de ocupação de cada cama.	21
Tabela 5.2 – Relação entre a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas e o número de doentes desviados, nos cenários de aumento do número de camas	21
Tabela 5.3 – Relação entre a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas e o número de doentes desviados, nos cenários de diminuição do número de camas .	23
Tabela 5.4 – Número de enfermeiros necessários para o número de camas disponíveis	25

LISTA DE ABREVIATURAS

APACHE II - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*

© - Direito autoral

CHUA – Centro Hospitalar Universitário do Algarve

COVID-19 – *Coronavirus Disease 2019*

Enf. - Enfermeiro

et al. – e outros

nº - número

UCI – Unidade de Cuidados Intensivos

® - Marca registada

SED – Simulação por Eventos Discretos

SMC – Simulação de Monte Carlo

1. INTRODUÇÃO

Os objetivos de uma Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) passam pela monitorização e suporte de funções vitais ameaçadas ou em falência em doentes críticos, em perigo iminente de vida, possibilitando a realização de medidas diagnósticas adequadas e cuidados médicos ou cirúrgicos, com vista a melhores resultados (Valentin, Ferdinande & ESICM¹ Working Group on Quality Improvement, 2011).

As UCI podem dividir-se em três níveis de cuidados: Nível III - doentes com duas ou mais falências agudas de órgãos vitais com risco de vida imediato; Nível II - doentes que requerem monitorização e suporte farmacológico e/ou um dispositivo de suporte, apenas com um sistema de órgãos vitais disfuncional; Nível I - doentes com sinais de disfunção orgânica, com necessidade de monitorização contínua e suporte farmacológico *minor*, ou doentes que após recuperarem de uma situação mais aguda, a sua condição ainda não é estável o suficiente para serem transferidos para uma enfermaria (Valentin *et al.*, 2011).

A Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos define que a taxa de ocupação em UCI deve rondar os 75% (Valentin *et al.*, 2011). Em Portugal, na Avaliação Nacional da Situação das UCI, é referida que a taxa de ocupação ideal deve encontrar-se entre 75% e 80% (Penedo, Ribeiro, Lopes, Pimentel, Pedrosa, Vasconcelos e Sá & Moreno, 2013). Não é perceptível porque variam as orientações em relação à taxa de ocupação recomendada, no entanto, é consensual que as UCI devem ter uma taxa de ocupação inferior a outras áreas hospitalares, para garantir disponibilidade de vagas, por forma a evitar desvios de doentes.

De acordo com Penedo *et al.* (2013: 38), todos os portugueses devem ter “acesso a uma Medicina Intensiva de qualidade, independentemente do local aonde residem, em centros com o equipamento e a experiência necessários à sua utilização (...)”.

No Algarve existem duas UCI, uma em Faro e outra em Portimão. Em 2011, a percentagem de camas em UCI em relação ao número total de camas de internamento hospitalar nesta região era de 3,3% (Penedo *et al.*, 2013).

O acesso do doente a uma cama em UCI deve ocorrer sem tempos de espera associados, pois qualquer atraso pode pôr em causa a segurança do doente. A inexistência de

¹ *European Society of Intensive Care Medicine* (Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos).

camas de UCI disponíveis compromete a qualidade no atendimento dos doentes, que pode levar ao agravamento do seu estado, para além de que acarreta possíveis transferências hospitalares ou cancelamentos de cirurgias. Por outro lado, a existência de camas de UCI em excesso acarreta custos elevados, que poderiam ser aplicados noutras áreas hospitalares (Zhu, Hen & Teow, 2012).

Uma possibilidade para determinar a capacidade ideal de camas para uma UCI consiste em fazer experiências no sistema real, através da adição ou remoção de camas. No entanto, esta estratégia de análise para além de poder implicar custos desnecessários, nomeadamente se forem adicionadas camas que depois se revelem desnecessárias, pode também ter riscos clínicos elevados, muito particularmente se se proceder à remoção de camas que depois venham a revelar-se necessárias. No sentido de obviar estes efeitos, é possível recorrer a modelos de simulação que permitem, num ambiente isento de risco, testar o efeito que a adição ou a remoção de camas poderia ter no sistema real.

A simulação permite compreender mais profundamente os problemas enfrentados e possibilita que os envolvidos no processo participem no desenvolvimento do modelo de simulação (Katsaliaki & Mustafee, 2010). As simulações são consideradas de fácil acesso, pouco dispendiosas e com um grau de risco menor comparativamente às experiências em contexto real, o que oferece aos decisores uma variedade de cenários, que podem ser estudados (Forbus & Berleant, 2022).

Fone, Hollinghurst, Temple, Round, Lester, Weightman, Roberts, Coyle, Bevan & Palmer (2003) destacam a Simulação por Eventos Discretos (SED), a Dinâmica de Sistemas e a Simulação de Monte Carlo (SMC) como as técnicas de simulação mais utilizadas na área da saúde. Contudo, Eldabi, Irani & Love (2000) referem que através da SED é possível aferir mais conhecimento na área da saúde, comparativamente à SMC.

Atualmente já existem programas de software que facilitam o trabalho dos decisores. Forbus & Berleant (2022), verificaram que o Simul8®, tal como o Arena® e o Anylogic® estão entre os programas de simulação mais utilizados para estudar a melhoria de operações ao nível dos sistemas de saúde.

A questão que se coloca é a de perceber a pertinência de recorrer a modelos de simulação e ao software Simul8® para analisar questões relacionadas com a capacidade de uma UCI específica. A este respeito, importa realçar que as UCI são identificadas como uma

das áreas hospitalares mais caras. Estima-se que no Algarve, o custo por doente saído de uma UCI Polivalente seja entre 5166,27€ e 6582,68€ (Penedo *et al.*, 2013).

No Algarve, residem anualmente 467495 habitantes (Instituto Nacional de Estatística, 2021). Graças ao turismo e aos residentes estrangeiros ocasionais, existem picos de aumento populacional na região que podem chegar a um incremento de três a quatro vezes o número de residentes anuais.

Assim, tendo em conta a grande oscilação populacional no Algarve, somada à afluência hospitalar sazonal, é de real interesse compreender se o número de camas da UCI da Unidade Hospitalar de Portimão do Centro Hospitalar Universitário do Algarve (CHUA) é o adequado, por forma a manter o equilíbrio entre a qualidade do serviço prestado à população e o impacto económico-financeiro. A falta de camas em UCI pode levar a desvios de ambulâncias e cancelamentos de cirurgias, enquanto o excesso de camas em UCI pode levar a desperdício de recursos. Tendo em conta o custo associado a cada cama de UCI, pretende-se compreender o impacto não só do aumento, mas também da diminuição do número de camas.

A SED é um método de simulação adequado para aferir tais questões, elegendo-se o Simul8® como o programa que dará suporte ao estudo concretizado.

Este trabalho divide-se em vários capítulos. Após o capítulo da introdução, segue-se a revisão da literatura, que reúne evidência científica na área da simulação em UCI. O Capítulo 3, descreve o método utilizado para este trabalho e, no Capítulo 4, encontra-se o estudo do caso objeto de análise, onde pode ser encontrada informação acerca da caracterização do local que serviu de base para este estudo, assim como os modelos de simulação utilizados. De seguida, no Capítulo 5, surgem os resultados e a sua discussão, culminando este trabalho no Capítulo 6, onde surge a conclusão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Embora a simulação na área dos cuidados intensivos apenas recentemente tenho tido uma utilização galopante, já em 1979, Segal utilizou a simulação para determinar o número geral de camas alocadas a uma UCI, o que permitiu compreender que o seu aumento resultava numa diminuição de transferências forçadas, com redução dos custos anuais.

Com a COVID-19² surgiram oportunidades de investigação hospitalares essenciais à gestão de situações pandémicas em UCI. Por forma a estimar a diminuição de mortes dependentes da capacidade da UCI, com iniciativas prévias à entrada hospitalar, Wood, McWilliams, Thomas, Bourdeaux & Vasilakis (2020) utilizaram um programa de simulação, testando vários cenários de combinação entre medidas de isolamento populacional e o aumento de camas hospitalares. Verificaram que o número de mortes poderia ser diminuído em 75% com o aumento do número de camas.

O dilema da última cama em UCI é um cenário bastante frequente e onde, nem sempre a tomada da decisão advém dos mesmos critérios, destacando-se maioritariamente o bom senso. Garcia-Vicuña, Esparza & Mallor (2020) criaram um modelo de simulação que permitiu recriar uma UCI com diferentes características, por forma a definir critérios para a tomada de decisão na admissão e alta em UCI. O modelo permitiu-lhes verificar a variabilidade na tomada de decisão médica sobre o dilema da última cama. Também Garcia-Vicuña, Mallor, Esparza & Mateo (2019) apresentaram um simulador interativo que recriou uma UCI real, com registo das decisões de alta tomada pelos utilizadores. Perceberam que, ao avaliarem as tomadas de decisão, é possível detetar quais as situações que geram mais disparidade entre os médicos e que podem ser identificados os doentes mais difíceis de tratar pelo diferencial de opiniões. A redução de variabilidade de opiniões no processo de tomada de decisão, pode evitar altas precoces e cancelamento de cirurgias programadas.

A variabilidade de opiniões pode igualmente verificar-se no agendamento diário de doentes para cirurgias eletivas, uma das áreas que influencia a taxa de ocupação em UCI. Rachuba, Imhoff & Werners (2021) apresentaram um modelo de admissão eficiente para cirurgias eletivas, através da combinação de um modelo de otimização e de um modelo de

² *Coronavirus Disease 2019* – Doença provocada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que surgiu em 2019.

simulação. Considerando como gargalos a capacidade da sala de cirurgia e da UCI, foi possível determinar o número máximo de cirurgias numa semana típica. Porém, uma maior percentagem de doentes cirúrgicos eletivos pode levar a uma redução significativa do desempenho na UCI, atendendo a que aumenta o tempo médio de espera (Hasan, Bahalkeh & Yih, 2020).

A comparação entre uma UCI real e uma UCI simulada, através de um modelo de simulação, levou Mallor & Azcárate (2011) a aferirem que existem fatores que interferem no tempo de internamento em UCI. A idade ou o sexo não mostraram correlação significativa. Já o APACHE II³, correlacionou-se positivamente com o tempo de internamento. Por outro lado, a oscilação sazonal de cirurgias programadas, relacionada com as férias dos médicos foi outro fator que interferiu no tempo de internamento. A simulação do aumento do tempo de utilização das salas de cirurgia, para redução das filas de espera para procedimentos cirúrgicos, permitiu aferir o aumento do número de doentes para UCI, provenientes de cirurgias eletivas.

Hasan *et al.* (2020) investigaram o impacto de um conjunto de políticas operacionais no comportamento e performance de uma UCI e perceberam que o aumento do intervalo de saída dos doentes tem um impacto estatisticamente significativo no número total de admissões e tempos médios de espera dos doentes. Para além do mais, o aumento dos limites do tempo de espera levou ao aumento do tempo médio de espera.

A performance de uma UCI pode também ser afetada pela correlação entre o processo de chegada dos doentes à UCI e a distribuição do tempo de internamento nesses serviços, acontecendo tal facto porque existem UCI que trabalham na sua capacidade máxima e tentam gerir a ocupação para garantir camas disponíveis para futuros doentes. Varney, Bean & Mackay (2019) verificaram que existem camas que ficam bloqueadas por doentes já com critérios para transferência.

Estes estudos, tal como muitos outros, sugerem que a simulação pode ser uma ótima ferramenta para estimar o número de camas hospitalares necessárias ou mesmo para reorganizar serviços de cuidados intensivos. Atendendo que uma UCI nível II acarreta menos custos que uma UCI nível III, Rodrigues, Zaric & Stanford (2018), estimaram através do

³ *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (Sistema de classificação II de Fisiologia Aguda e Doenças Crónicas) é um sistema de pontuação e estimativa da mortalidade em UCI.

programa Simul8®, a necessidade de camas nível II num hospital universitário, que incorporou as mudanças no estado de saúde do doente em UCI. Também Devapriya, Stromblam, Bailey, Frazier, Bulger, Kemberling & Wood (2015) construíram um modelo com escalabilidade, flexibilidade e validade para utilização adequada por uma variedade de sistemas de saúde, compreendendo qual a melhor adição de camas em UCI, para uma melhor utilização de espaço, com acréscimo de recursos de monitorização, que permitissem manter os tempos de espera dentro do suposto.

Por forma a prever o número mínimo de camas para obter o nível elevado de exigência numa clínica, Marmor, Rohleder, Cook, Huschka & Thompson (2013) utilizaram vários cenários, que se tornaram úteis para compreender o impacto do encerramento temporário de camas em UCI, na redução de custos administrativos ou de recursos humanos, relacionado com as oscilações de afluência sazonais. Verificaram que diminuir em 50% a variabilidade no volume de cirurgias durante os dias da semana e adicionar um tempo cirúrgico ao sábado têm resultados similares na diminuição da taxa de ocupação de camas, enquanto a transferência de doentes com internamentos prolongados na UCI cardiovascular reflete-se em resultados significativos na diminuição da necessidade de camas em UCI.

Também Zhu *et al.* (2012), no que toca à determinação do número de camas adequado em UCI, verificaram que o aumento de camas não aumenta o número de doentes nos meses com menos doentes e que, para um aumento de 5% na taxa de entrada de doentes seria necessária uma cama extra, enquanto para um aumento de 10% seriam necessárias duas camas extra.

Com o intuito de minimizar cancelamentos de cirurgias eletivas e manter um nível aceitável de taxa de ocupação de camas, Griffiths, Jones, Read & Williams (2010) testaram o aumento do número de camas, a delimitação de camas para doentes eletivos, a redução do tempo de internamento para compensar as altas retardadas e a alteração no agendamento das cirurgias eletivas. Perceberam que apenas com o aumento de uma cama, não haveria cancelamentos e a taxa de ocupação estaria dentro das recomendações e que a realização de mais cirurgias eletivas diárias diminuiria a taxa de cancelamento.

Masterson, Mihara, Miller, Randolph, Forkner & Crouter (2004) perceberam que a divisão de camas entre doentes médicos e de trauma leva a uma maior recusa de doentes, embora o serviço fique estruturalmente melhor organizado. Testaram vários cenários e

verificaram que os mais eficazes convergiam na redução de camas de nível II e aumento do número de camas de nível III, sendo que apenas 9% dos doentes seriam desviados e a taxa de admissão de doentes de trauma seria de 95%. Por outro lado, a adição de uma UCI nível II pode resultar num aumento de ganhos consideráveis no desempenho de um hospital. Rodrigues *et al.* (2018) consideraram vários cenários, verificando que o desempenho ideal ocorreu em aproximadamente 12 camas de nível II, que se refletiram no tempo de internamento de UCI de cerca de 60 horas por doente, numa redução de 18% nos custos por doente por dia e 40% no custo total por ano.

Wang, Agrawal, Carson, Liu, Pennathur, Saab, Cohn, Moreno-Hernandez & Gurm (2020) também utilizaram quatro cenários para determinar os efeitos relacionados com a capacidade de camas em UCI, identificando qual o número ideal de camas de nível III e de nível II, sem aumentar demasiado os custos nem aumentar a taxa de doentes recusados, por forma a eliminar gargalos. Perceberam que aumentar as camas para eliminar o gargalo na UCI, pode aumentar os custos, sendo a taxa de ocupação ideal de 77%.

Através de um programa de simulação, Irvine, Anderson, Sinha, McCabe & Van der Meer (2021) compreenderam o comportamento do fluxo de doentes numa UCI e verificaram que o limite de ocupação em UCI para um melhor funcionamento e uma melhor otimização de utilização de recursos é de 92%.

Griffiths, Price-Lloyd, Smithies & Williams (2006) criaram vários cenários com redução e aumento de camas em UCI, para compreender a variação no tempo de internamento dos doentes, numa UCI com 14 camas, onde os doentes ficavam internados mais tempo do que o necessário, por indisponibilidade de camas em enfermaria. Concluíram que a diminuição de camas em UCI aumentaria ainda mais o tempo de espera do doente para internar em UCI. O número de camas recomendado fixou-se entre 17 e 18 camas. No entanto, caso a média de afluência de doentes em UCI aumentasse em 20%, seriam necessárias entre 22 e 23 camas. A retirada de um dia de internamento médio por doente em UCI, obteve uma redução significativa no número médio de doentes, o que se refletiu num grande impacto na utilização de recursos.

Williams, Szakmany, Spernaes, Muthuswamy & Holborn (2020) utilizaram, por sua vez, a SED para analisar o fluxo de doentes, tendo verificado que o aumento de camas de 23 para 28, com uma taxa de chegada estável reduz a taxa de ocupação média. No entanto,

perceberam que reduzir o número de doentes que aguardam transferência tem um maior impacto na diminuição das taxas de ocupação, do que simplesmente aumentar camas, quando existe um aumento do número de entradas. Também Garcia-Vicuña, Mallor & Esparza (2020) apresentaram um modelo SED para simular o fluxo de doentes com COVID-19 num sistema de saúde, concluindo que a antecedência de quatro a cinco dias é suficiente para a implementação de planos de contingência, sendo possível fazer previsões de internamentos.

Por forma a identificar políticas de reembolso de custos de uma UCI, níveis de recursos humanos e número de camas que permitissem obter lucros, respeitando a sustentabilidade, Petering, Aydas, Kuzu & Ross (2015) exploraram o impacto das políticas de reembolso do lucro, o número de altas e readmissões precoces de doentes, a alocação e a utilização de recursos da UCI e o tempo médio de internamento do doente na UCI. Concluíram que uma política de reembolso de custos da UCI com base no tempo total que os médicos tratam os doentes, permite que os investidores maximizem os lucros e tomem decisões que respeitem as dimensões económica, social e ambiental da sustentabilidade num grau maior do que uma política de reembolso baseada no tempo total de internamento de um doente em UCI.

Seymour, Alotaik, Wallace, Elhabashy, Chhatwal, Rea, Angus, Nichol & Kahn (2015) criaram cenários de regionalização, com a simulação de triagem ativa de doentes de alto risco para centros de referência através da atribuição de pontuação. Tal triagem pode alocar doentes de alto risco em hospitais de referência, sem afetar a ocupação da UCI e o tempo do transporte pré-hospitalar.

Embora muitos sejam os contextos em saúde, onde se aplica a simulação, em UCI, a sua aplicação é mais recente. Forbus & Berleant (2022) verificaram que, na área da saúde, os estudos de simulação relacionados com internamentos hospitalares ocupavam o segundo lugar. Desses, apenas 2,5% (cinco) relacionavam-se com UCI e nenhum deles foi concretizado em Portugal.

Tendo por base a revisão da literatura, é também possível verificar que a maioria dos estudos de simulação em UCI ocorreram nos EUA, seguindo-se o Reino Unido e Espanha (ver Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Relação do número de estudos de simulação em UCI por país

País de origem do estudo	Número de estudos
<i>Alemanha</i>	1
<i>Austrália</i>	1
<i>Canadá</i>	1
<i>Espanha</i>	4
<i>EUA</i>	7
<i>Holanda</i>	1
<i>Reino Unido</i>	5
<i>Singapura</i>	1

Dado que nenhum estudo ocorreu em Portugal, vimos aqui uma oportunidade para aplicar a técnica de SED para explorar questões de gestão da capacidade ao nível do número de camas de uma UCI pertencente a uma unidade hospitalar portuguesa.

3. MÉTODO

Através da SED, um método de simulação estocástico, dinâmico e de mudança discreta, é possível considerar vários cenários, otimizar recursos e compreender quais são as áreas que requerem intervenção emergente, para além de que permite encontrar gargalos. No entanto, existem desvantagens, tais como o tempo que pode demorar o desenvolvimento e a validação de modelos de simulação com múltiplas variáveis (Forbus & Berleant, 2022).

Os modelos de simulação capturam o sistema real e permitem a análise do comportamento de um sistema ao longo do tempo. Para além disso, os modelos de simulação possibilitam explorar questões do tipo “*what if*”⁴ e permitem representar sistemas complexos de natureza aleatória, difíceis de resolver analiticamente. Por esse motivo, considera-se que estes modelos permitem obter resultados com maior qualidade. A seleção adequada de um modelo estatístico, como é o caso de um modelo de simulação, que represente adequadamente um conjunto de dados é uma decisão crítica em análises estatísticas.

Um projeto de simulação obedece a várias fases:

- Formulação do problema e definição dos objetivos;
- Construção do modelo conceptual;
- Programação do modelo;
- Planeamento, realização e análise de experiências;
- Documentação e apresentação dos resultados da simulação.

No caso em análise no âmbito desta dissertação, a primeira etapa caracteriza-se pela escolha dos objetivos para a simulação, ou seja, por determinar quais as questões para as quais se pretende encontrar uma resposta através da simulação, com o intuito de melhorar a operação de um sistema já existente. Para além disso, esta fase permite confrontar resultados de diferentes alternativas de ação.

Em relação à construção do modelo conceptual do sistema, esta etapa implica identificar os principais componentes do sistema e respetivas interações, as entradas e saídas, assim como o comportamento do funcionamento do sistema. Após confirmar-se que o modelo conceptual é válido, avança-se para a programação do mesmo.

⁴ Traduzido para português - “E se”.

Na fase relacionada com a programação do modelo, torna-se primordial avançar com a escolha de variáveis relevantes para a análise do problema, decidir sobre o tamanho da amostra e recolher e registar as observações, as quais devem ser pela mesma ordem em que ocorrem no sistema real.

A validação do modelo é essencial, por forma a perceber se o modelo de simulação representa fielmente o sistema real, através da comparação com os dados reais. Após a validação do modelo programado segue-se para a fase de planeamento, realização e análise de experiências.

Por fim, torna-se fundamental que todo o trabalho realizado fique documentado, com a devida apresentação dos resultados da simulação.

4. ESTUDO DE UM CASO

4.1. A Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente

A UCI Polivalente, serviço integrado no Serviço de Medicina Intensiva é a área hospitalar onde estão internados doentes críticos, de nível III. Por ser uma UCI Polivalente, recebe doentes de qualquer tipologia, que se podem dividir em quatro tipos de admissão: Médica, Cirurgia Eletiva, Cirurgia Programada e Trauma. Apenas recebe utentes com idade igual ou superior a 18 anos.

Este estudo tem por base os doentes admitidos na UCI de Portimão do CHUA entre os dias 1 de janeiro de 2018 e 31 de dezembro de 2019, por ser um período prévio à pandemia COVID-19, atendendo que a intenção é estudar o funcionamento da UCI sem influência de situações de exceção.

Neste serviço, o rácio de enfermeiro – doente é de 1:2, em todos os turnos, o que exige um maior número de recursos humanos, comparativamente a outro tipo de serviços de internamento.

A UCI é composta por duas salas de internamento, com seis camas na sala um e três camas na sala dois. Na sala dois existem condições para colocar mais três camas, que poderão ficar operacionais em situações de exceção, num aumento de fluxo excecional, tal como ocorreu nos picos de afluência provocados pelo COVID-19.

4.2. Dados

A UCI de Portimão é composta por nove camas, distribuídas por duas salas de internamento em modalidade “*open-space*”⁵. Na sala 1, as camas estão numeradas de 1 a 6. Na sala 2, as camas estão numeradas de 7 a 12 estando em funcionamento as camas 10, 11 e 12. Nesta sala existe a possibilidade de adicionar mais três camas, nos espaços atribuídos com os números 7, 8 e 9, caso seja necessário. Ambas as salas têm entrada independente, mas existe uma porta comunicante, que por norma está aberta, mas que poderá ser fechada por alguma necessidade.

⁵ Traduzido para português - “Espaço aberto”.

As camas 3 e 12 permitem colocar doentes com necessidade de isolamento, contudo, caso estas camas sejam as únicas disponíveis, não existe recusa de doentes por não apresentarem essa condição. A cama 3, por defeito, será sempre a última a ocupar, na medida em que tem melhores condições que a cama 12, por ter uma adufa. Esta situação justifica a cama 3 ser a cama que apresenta uma taxa de ocupação mais baixa. A cama 6 apresenta também um valor de taxa de ocupação baixo, comparativamente com as outras camas, o que poderá estar relacionado com o facto dessa cama ser menos escolhida por estar mais próxima da porta comunicante entre as salas 1 e 2, e por ser a cama com menos visibilidade a partir da central de monitorização. Na tabela que se segue, apresenta-se a taxa média de ocupação verificada na unidade objeto de análise nos dois anos em consideração (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Taxa de ocupação média por cama nos dois anos de análise

Cama	1	2	3	4	5	6	10	11	12
<i>Taxa de ocupação</i>	71%	45%	27%	80%	59%	35%	85%	78%	56%

Os dados colhidos reportam-se ao intervalo de 1 de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2019, tendo sido possível obter informação relacionada com a data de entrada e de saída dos doentes, o motivo e o tempo de internamento, o tipo de admissão e o destino do doente. Foram utilizados os dados disponibilizados no programa de registos B-Simple©.

Em situações em que o doente necessite de valências indisponíveis em Portimão, tais como neurocirurgia ou cardiologia de intervenção, o doente crítico é encaminhado para outro hospital.

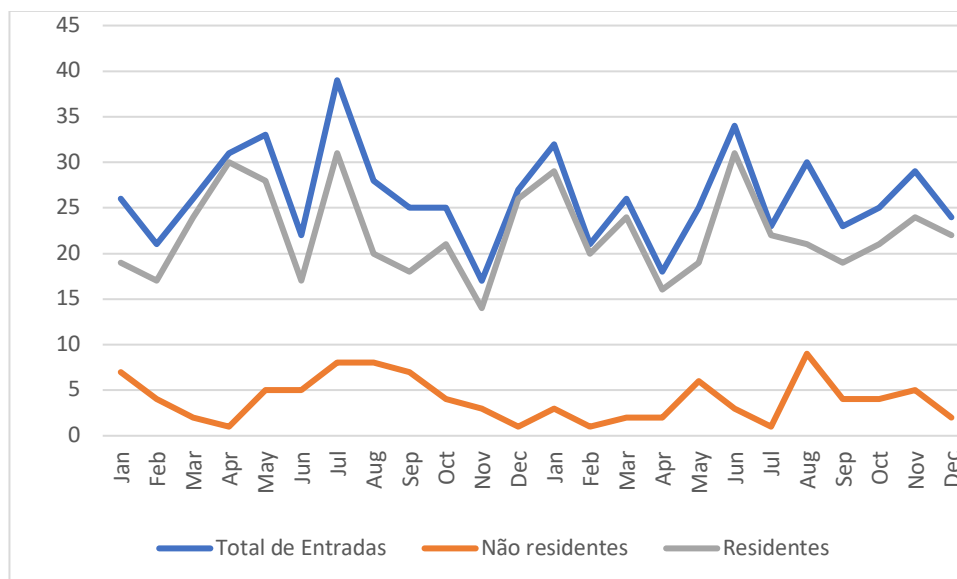
Durante o período de análise deram entrada na UCI 630 doentes, com uma taxa de ocupação mensal que variou ao longo destes dois anos entre os 55% e os 94%.

O tempo médio de internamento foi de 6,28 dias. Contudo, os valores do tempo de internamento são muito díspares, pois se alguns doentes tiveram apenas horas de internamento, outros ultrapassaram os 40 dias em UCI. Em relação ao tempo médio entre chegadas, obteve-se um valor médio de 1,15 dias. Contudo estes valores são bastante variáveis.

A oscilação do número de doentes em UCI foi notória nos dois anos do estudo. O mês de novembro de 2018 foi o que teve menos entradas, num total de 17, enquanto o mês de

julho de 2018, foi o que teve o maior número de entradas com 39 doentes. Dado que não se observaram flutuações sazonais muito expressivas nos dados recolhidos, optámos por não explorar o impacto da sazonalidade na gestão de camas da UCI. A Figura 4.1 apresenta a evolução das entradas ao longo dos anos objeto de análise.

Figura 4.1- Evolução das entradas na UCI durante os dois anos de análise, com demonstração dos números totais e do número de doentes residentes e não residentes na região do Algarve



Dos 630 doentes, 35 foram provenientes de outro hospital. Em relação aos doentes provenientes do hospital de Portimão, 281 foram oriundos do Serviço de Urgência, sendo que desses, 180 entraram diretamente da Sala de Emergência.

Relativamente ao tipo de entrada, 196 sofreram uma intervenção cirúrgica, 53 dos quais de forma eletiva, enquanto 143 foram intervencionados de urgência.

De todos os doentes internados em UCI nos dois anos em estudo, 84,4% residiam no Algarve, 6,0% residiam noutros distritos de Portugal e 9,4% eram estrangeiros. De referir que dos 532 residentes no Algarve, 10,95% não tinham nacionalidade portuguesa. Nos meses de janeiro, junho, julho, agosto e setembro de 2018 e maio e agosto de 2019, a percentagem de doentes não residentes no Algarve ultrapassou os 20% (ver Figura 4.1).

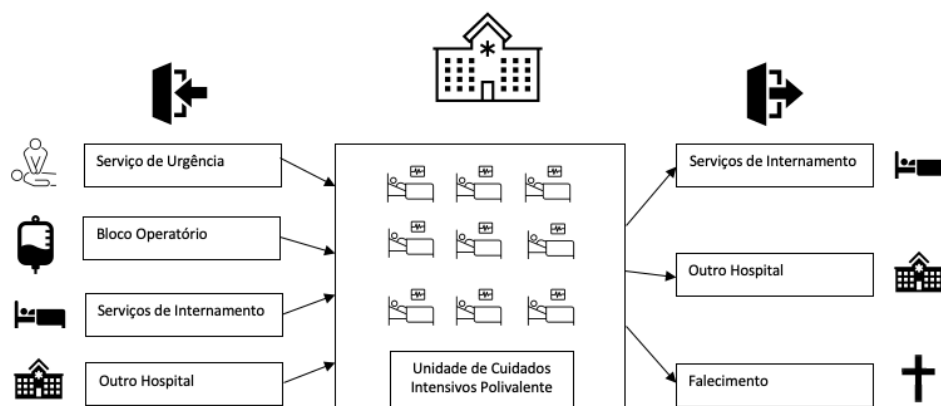
Relativamente ao estado dos doentes no momento da saída, 68% saíram melhorados, 6% no mesmo estado e 1,6% saíram piorados. A taxa de mortalidade dos dois anos foi de 23,8%.

Nos anos 2018 e 2019, apenas um doente foi transferido para outro hospital por falta de vagas na UCI de Portimão.

4.3. Modelos de simulação

No modelo de simulação desenvolvido foi possível refletir o comportamento do sistema real. Para tal, elegeu-se o programa Simul8©, por ser intuitivo, fácil de interagir e que permite criar cenários. Após a seleção do programa, foi traduzido o modelo conceptual em elementos de simulação, por forma a que a representação do sistema real fosse o mais semelhante possível.

Figura 4.2 - Modelo Conceptual da UCI



Conforme se pode verificar na Figura 4.2, os doentes podem chegar à UCI provenientes do Serviço de Urgência, dos Serviços de Internamento, do Bloco Operatório, quer seja num contexto de cirurgia programada ou de cirurgia eletiva, ou de outro hospital por falta de vagas em UCI no hospital de origem ou por transferência para a área de residência.

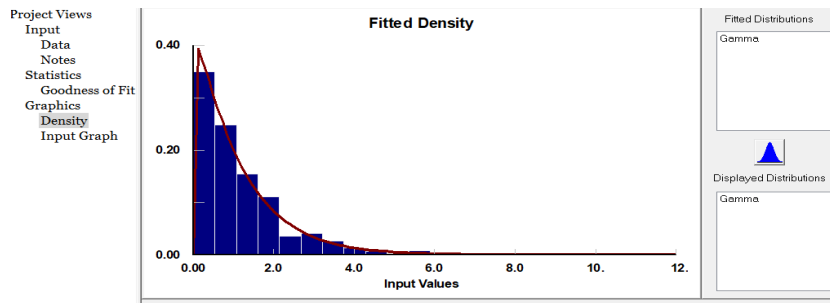
Por não haver prioridade na entrada do doente, de acordo com o tipo de admissão, foi encontrada a distribuição probabilística que melhor descrevia o intervalo entre chegadas dos doentes, sem diferenciação do tipo de doente, com recurso ao programa de ajuste de distribuição estatística Stat::Fit. De entre os modelos estatísticos apresentados, a distribuição Gamma, surgiu como a opção mais apropriada por ser uma distribuição que capta assimetria nos dados e a presença de valores extremos (ver Figura 4.3).

Figura 4.3 - Distribuições probabilísticas para o intervalo entre chegadas dos doentes aferidas no programa de ajuste de distribuição estatística Stat::Fit

distribution	rank	acceptance	aicc prob
Gamma[0, 1.07, 1.08]	98.6	do not reject	1
Weibull[0, 1.04, 1.17]	93.6	do not reject	0.775
Pearson 6[0, 25.8, 1.11, 25.8]	65.3	do not reject	0.242
Beta[0, 11.8, 0.996, 9.25]	33.1	do not reject	0.108
Erlang[0, 1, 1.16]	23.6	do not reject	0.174
Exponential[0, 1.16]	23.6	do not reject	0.475
Lognormal[0, -0.391, 1.21]	0	reject	0
Triangular[0, 11.8, 0]	0	reject	0
Uniform[0, 11.8]	0	reject	0
Pearson 5[0, 0.452, 0.0735]	0	reject	0
Rayleigh[0, 1.15]	0	reject	0
Chi Squared[0, 1.5]	0	reject	0
Power Function[0, 36.9, 0.25]	0	reject	0

A distribuição Gamma é caracterizada por dois parâmetros: parâmetro de forma (Alpha), onde foi assumido o valor de 1,06992, e o parâmetro de escala (Beta), com atribuição do valor de 1,08029, conforme se verifica nas Figuras 4.3 e 4.4.

Figura 4.4 - Densidade Ajustada da distribuição probabilística Gamma para o intervalo entre chegadas dos doentes



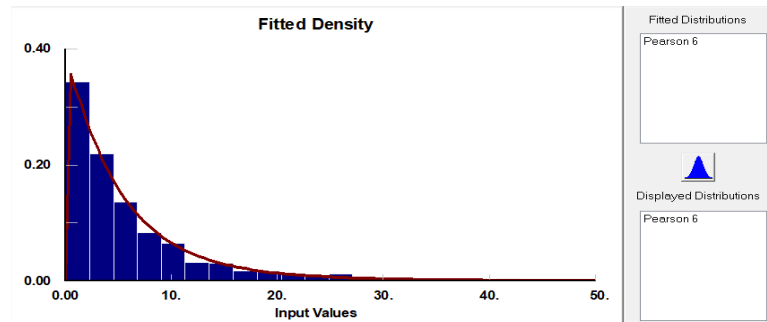
No modelo, assume-se que após entrar, o doente fica em espera para lhe ser atribuída uma cama, entrando logo que uma cama esteja disponível para poder receber tratamento, o qual se reflete no tempo de internamento. Relativamente ao tempo de internamento, existem vários “*extreme outliers*”⁶, pelo que a distribuição estatística a utilizar deveria refletir essa condição. A escolha da distribuição Pearson VI pelo programa Stat::Fit indicou que esta poderia ser uma boa distribuição para representar o tempo de internamento dos doentes, nomeadamente se forem utilizados os valores seguintes para os parâmetros desta distribuição: Alpha 1: 1,05; Alpha 2: 8,33; Beta: 47,7 (ver Figuras 4.5 e 4.6).

⁶ Traduzido para português – “Valores Discrepantes Extremos”.

Figura 4.5 - Distribuições probabilísticas para o tempo de internamento dos doentes aferidas no programa de ajuste de distribuição estatística Stat::Fit

distribution	rank	acceptance	aicc prob
Pearson 6(0, 43.7, 1.05, 8.33)	100	do not reject	1
Weibull(0, 0.933, 6.07)	17.6	do not reject	0.0251
Gamma(0, 0.935, 6.72)	2.35	reject	0.00643
Lognormal(0, 1.22, 1.26)	0.296	reject	0
Exponential(0, 6.28)	0.193	reject	0.0119
Erlang(0, 1, 6.28)	0.191	reject	0.00435
Beta(0, 85.5, 0.858, 10.6)	0.0339	reject	0
Triangular(0, 49.7, 0)	0	reject	0
Uniform(0, 49.6)	0	reject	0
Pearson 5(0, 0.54, 0.569)	0	reject	0
Rayleigh(0, 6.82)	0	reject	0
Chi Square d(0, 4.33)	0	reject	0
Power Function(0, 50.2, 0.37)	0	reject	0

Figura 4.6 - Densidade Ajustada da distribuição probabilística Pearson 6 para o tempo de internamento dos doentes



A variável principal no modelo de simulação foi o número de leitos, na medida em que foram colhidos dados do resultado do aumento gradual de nove para 12 camas e da diminuição de nove até seis camas.

Foi atribuída uma prioridade na atribuição de doentes a cada cama, por forma a que a taxa de ocupação observada nos dois anos refletisse o mais fielmente possível o sistema real, conforme ilustrado na Tabela 4.2. Os valores da prioridade de cada cama advêm do produto da divisão da taxa de ocupação de cada cama pela taxa de ocupação da cama com o maior valor, neste caso a cama 10.

O doente pode sair do serviço de três formas: é transferido para um serviço de nível de cuidados abaixo, é transferido para outro hospital por necessidade de incremento do nível de cuidados ou para a área de residência, ou por falecimento.

A unidade de tempo do modelo foi o dia, pelo que se simulou o funcionamento da UCI durante dois anos, ou seja, 730 dias.

Tabela 4.2 – Demonstração da taxa de ocupação, média de internamento e prioridade por cama

Cama	1	2	3	4	5	6	10	11	12
<i>Taxa de ocupação real</i>	61,3%	56,2%	19,8%	70,8%	59,3%	54,7%	89,8%	70,6%	59,4%
<i>Média de tempo de internamento (dias)</i>	5,59	5,47	3,53	6,23	5,62	5,96	8,41	6,53	8,85
<i>Prioridade</i>	68	63	22	79	66	61	100	79	66

Segundo Mulligan (1985), o sistema em UCI é como um modelo sem filas de espera, pois a entrada do doente é imediata, sendo a entrada aceite ou rejeitada. Embora o modelo conceptual contemple um ítem para o tempo de espera, como se poderá constatar posteriormente, este tempo é residual. No entanto, a inclusão deste ítem é importante para podermos avaliar o impacto que a alteração do número de camas poderia ter na capacidade de admitir doentes de forma imediata.

4.4. Verificação e validação

O modelo foi executado para refletir um período de dois anos e foi replicado 1000 vezes. A validação do modelo foi feita pela comparação dos dados reais com os dados obtidos no modelo de simulação. O cenário base foi executado com nove camas, sendo este o número de camas disponíveis na UCI. No entanto, a UCI permite adicionar mais três camas em caso de necessidade. Na verdade, entre 2018 e 2019, essa situação ocorreu por uma vez, com a abertura transitória de uma cama extra, para receber mais um doente, num mês em que a taxa de ocupação rondou os 94%. Durante os dois anos do estudo houve uma transferência de um doente para outra UCI por falta de cama disponível. Assim, pode assumir-se que em dois anos houve indisponibilidade de camas para dois doentes.

Atendendo que a décima cama esteve ocupada transitoriamente, para que o modelo refletisse o melhor possível o contexto real, essa cama foi excluída e as taxas de ocupação de cada cama foram ajustadas para nove camas durante todo o período em análise.

De acordo com os dados colhidos, a taxa de ocupação real de cada uma das nove camas variou entre 19,8% e 89,8%, com uma média de 60,2%. No cenário de simulação base, com nove camas, a taxa de ocupação variou entre 26,8% e 85,89%, com uma taxa de ocupação média de 59,7%, conforme se pode verificar na Tabela 4.3 e Apêndice 1. Desta análise pode verificar-se que o modelo de simulação está a proporcionar um valor médio de ocupação de camas muito próximo do valor real, sendo que o erro é inferior a 1%. A variação da taxa de ocupação nas diferentes camas nos dados reais relaciona-se com a gestão diária de camas, nomeadamente na alocação dos doentes nas duas salas para melhor distribuição dos recursos humanos. A cama com menor taxa de ocupação relaciona-se com o facto de ser uma cama que permite isolamento, sendo por defeito a última cama a ser ocupada, salvo se o doente carecer de isolamento.

Tabela 4.3 - Comparação entre a taxa de ocupação real e simulada de cada cama

<i>Cama</i>	1	2	3	4	5	6	10	11	12
<i>Taxa de Ocupação Real</i>	61,3%	56,2%	19,8%	70,8%	59,3%	54,7%	89,8%	70,6%	59,4%
<i>Taxa de Ocupação Simulada</i>	70,6%	44,9%	26,82%	79,82%	59%	35,2%	85,89%	78,25%	56,86%

Para além do modelo refletir muito fielmente a taxa média de ocupação das camas, o modelo permite capturar também muito fielmente o padrão de chegadas dos doentes. Nomeadamente, quando se corre o modelo de simulação para dois anos e utilizando 1000 iterações, o mesmo permite constatar que dariam entrada na UCI 631 doentes, em média, sendo que o valor real observado foi de 630, ou seja, um erro inferior a 0,2%.

Para além disso, o modelo de simulação sugere que estes doentes permaneceriam, em média, 6,49 dias internados na UCI, sendo que o tempo médio de internamento observado foi de 6,28 dias, a que corresponde um erro de aproximadamente 4%.

Estes resultados sugerem que o modelo desenvolvido é válido e que poderá ser utilizado com confiança na análise de vários cenários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo foi testado com vários cenários de “*what-if*”⁷ relacionados com o aumento e diminuição de camas. Foram diminuídas até 3 camas, o que permite ficar apenas a sala 1 em funcionamento, com seis camas. Também foram aumentadas até três camas, sendo esse o máximo permitido na sala 2 da UCI.

De acordo com estes cenários foi possível verificar a influência na taxa de ocupação de cada cama, assim como a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas, resultando em transferência de doentes com necessidade de cama em UCI.

Foi atribuída uma prioridade a cada uma das camas, de acordo com a taxa de ocupação de cada cama, por forma a refletir o melhor possível o que aconteceu no sistema real, no que toca à atribuição de doentes às camas.

Foi também estimado qual o número de doentes que seria necessário desviar para outras unidades, tendo por base a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas.

Relativamente aos recursos humanos, e mantendo o princípio de que o rácio de enfermeiro - doente seria de 1:2, foi previsto o número de enfermeiros necessários por turno de acordo com a alteração do número de camas.

5.1. Aumento do número de camas

Foram testados três cenários de incremento gradual do número de camas. No primeiro cenário foi aumentada uma cama, no segundo cenário foram aumentadas duas camas e no terceiro cenário foram aumentadas três camas, sendo este o número máximo de camas extra comportado pela UCI (Apêndice 2). Assume-se que as camas adicionadas não têm uma prioridade atribuída. Verificou-se que o aumento do número de camas conduziu, tal como esperado, a uma redução gradual da taxa de ocupação das camas já em funcionamento, conforme pode ser observado pelas Tabelas 5.1 e 5.2. Na Tabela 5.1 verifica-se a influência nas taxas de ocupação de cada cama, de acordo com o aumento do número de camas.

Atendendo a que a UCI, com as nove camas em funcionamento, já apresenta uma taxa de ocupação média dos dois anos abaixo do recomendado pelas orientações nacionais e

⁷ Traduzido para português - “E se”.

internacionais, o facto de se aumentar o número de camas existentes compromete ainda mais esse valor. No entanto, esse aumento de camas garante a existência de camas disponíveis, se as mesmas se revelarem necessárias.

Tabela 5.1 – Influência do aumento do número de camas nas taxas de ocupação de cada cama

	9 camas	10 camas	11 camas	12 camas
<i>Cama 1</i>	70,57%	69,29%	68,65%	68,39%
<i>Cama 2</i>	44,86%	42,38%	41,14%	40,55%
<i>Cama 3</i>	26,82%	16,13%	9,27%	4,91%
<i>Cama 4</i>	79,82%	78,90%	78,53%	78,36%
<i>Cama 5</i>	58,98%	57,10%	56,33%	55,85%
<i>Cama 6</i>	35,19%	32,48%	31,03%	30,38%
<i>Cama 7</i>	-	-	-	14,57%
<i>Cama 8</i>	-	-	18,24%	14,62%
<i>Cama 9</i>	-	23,60%	18,28%	14,72%
<i>Cama 10</i>	85,89%	85,20%	84,85%	84,73%
<i>Cama 11</i>	78,25%	77,35%	76,99%	76,82%
<i>Cama 12</i>	56,85%	54,99%	54,25%	53,91%

Passar a ter 10 camas disponíveis significaria, por exemplo, que o número de doentes desviados em dois anos seria abaixo de um. Com o aumento de duas e três camas, a probabilidade de um doente ser desviado seria ínfima, conforme se pode constatar pela análise da Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Relação entre a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas e o número de doentes desviados, nos cenários de aumento do número de camas

Nº de camas	Taxa de ocupação média	Probabilidade de todas as camas estarem ocupadas	Nº de doentes desviados
9	59,7%	0,5374%	2
10	54%	0,0593%	0,22
11	49%	0,0042%	0,02
12	45%	0,0002%	0,0007

À data da realização do estudo existiam camas físicas disponíveis, pelo que esse investimento não seria necessário. Para além disso, o espaço disponível para essas camas já tem monitores para vigilância hemodinâmica contínua colocados na parede, e na UCI existem ventiladores em stock. Existem algumas bombas e seringas infusoras de reserva na UCI, que

poderiam ser alocadas a essas camas. Assim, considera-se que relativamente ao material descrito não teria que existir mais investimento. Relativamente ao material descartável, poderia haver a necessidade de aumentar os stocks disponíveis no serviço.

No entanto, o aumento do número de camas poderá levar à necessidade de reforço da equipa de enfermagem, uma questão que será discutida na próxima secção, bem como a alterações na gestão do internamento do doente, levando a uma menor triagem no internamento de doentes em UCI e, por outro lado, levar a transferências retardadas. Atendendo ao custo por dia de internamento em UCI, este aumento de camas poderia levar a um gasto de dinheiro desnecessário. Por estes motivos, considera-se o cenário de 10 camas, aquele que poderia ser o mais equilibrado.

5.2. Diminuição do número de camas

Tal como referido anteriormente, a UCI é composta por duas salas. Na sala 1 estão seis camas e na sala 2 estão três camas, com espaço para colocar mais três camas extra. Por esse motivo, decidimos proceder ao teste de cenários associados com a diminuição do número de camas na sala 2, por forma a que ficasse apenas a sala 1 em funcionamento.

Poderia ter-se optado pelo encerramento de camas, de acordo com a taxa de ocupação mais baixa, sendo a ordem de encerramento a cama 3, 6 e 2. No entanto, optou-se por simular o encerramento das camas da sala 2, pela ordem 10, 11 e 12 (Apêndice 3).

Foram testados três cenários, com 8, 7 e 6 camas. Como seria de esperar, a taxa de ocupação de cada cama aumentou gradualmente com a redução do número de camas.

No cenário de oito camas, com a cama 10 encerrada, a taxa de ocupação média esperada da UCI é de 67,12%.

Com a remoção de duas camas (cama 10 e cama 11), a taxa de ocupação média esperada aumentou para 76,4%. Curiosamente, este resultado sugere que a UCI objeto de avaliação no sentido de alcançar uma taxa de ocupação na ordem daquela que é recomendada (entre 75% e 80%) deveria ter apenas 7 camas operacionais. Por fim, com a remoção de três camas, nomeadamente as camas 10, 11 e 12, a taxa de ocupação aumenta para 88,2%, ou seja, acima do valor recomendado pela Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos.

No que toca à probabilidade de todas as camas estarem ocupadas, verifica-se um aumento significativo com o encerramento de camas, sendo que a partir do encerramento de

duas camas, para além do aumento da taxa de ocupação média, já se consideraria bastante elevado o número de doentes que provavelmente teriam de ser desviados, pelo facto de não existir capacidade na UCI para os receber.

Atendendo a que cada doente desviado implica recorrer a uma transferência por via aérea ou terrestre, que poderá trazer complicações aos doentes, agravando a sua situação clínica, estas ocorrências deverão ser minimizadas.

Tal como se indica na Tabela 5.3, com oito camas poderia vir a ser necessário transferir cerca de seis doentes por ano para outras UCI, o que corresponde a uma média de um doente desviado a cada dois meses.

Alertamos, no entanto, que com o encerramento de uma cama, poderiam ser feitas obras de melhoria no serviço, para a construção de mais um quarto de isolamento. Este cenário já foi previsto anteriormente pelos tomadores de decisão. Atendendo a que as camas 10, 11 e 12 são contíguas e que a cama 12 corresponde a um quarto de isolamento sem adufa, a cama 10 poderia ser transformada noutra quarto de isolamento, com anulação da cama 11 para construção de uma adufa comum.

O cenário de sete camas com o encerramento de duas camas, embora mantenha a taxa de ocupação média de acordo com o que descreve Penedo *et al.* (2013), já apresenta um aumento significativo na probabilidade de todas as camas estarem ocupadas, representando um risco acrescido de terem de se desviar doentes para outras unidades. Nomeadamente, este cenário indica a necessidade de serem desviados cerca de 26 doentes por ano (ver Tabela 5.3). Com apenas seis camas, a previsão seria de aproximadamente 174 doentes transferido em dois anos.

Tabela 5.3 - Relação entre a probabilidade de todas as camas estarem ocupadas e o número de doentes desviados, nos cenários de diminuição do número de camas

Número de camas	Taxa de ocupação média	Probabilidade de todas as camas estarem ocupadas	Nº de doentes desviados
9	59,69%	0,5374%	2
8	67,12%	3,2966%	12,27
7	76,39%	14,2057%	52,87
6	88,21%	46,7002%	173,80

Devido às condições dos doentes, as solicitações de camas em UCI devem ser processadas sem tempo de espera. Qualquer atraso pode significar uma ameaça significativa para a segurança do doente.

Torna-se primordial compreender, portanto, os constrangimentos adjacentes a um transporte inter-hospitalar. Para além de colocar em causa a segurança do doente, existem todos os gastos relacionados com um transporte.

Assim sendo, parece-nos que os cenários de 7 e 6 camas seriam inviáveis pelos inconvenientes e riscos associados.

Acresce que a diminuição de camas existentes poderá levar a situações de altas precoces o que poderá levar ao aumento de situações de reinternamentos.

Ainda assim, estamos conscientes que o encerramento das três camas, poderia levar à transformação da sala 2 para outro tipo de cuidados, tais como uma UCI nível II ou uma Unidade de Acidente Vascular Cerebral, com as vantagens inerentes.

5.3. Alteração na equipa de enfermagem

Em relação ao número de enfermeiros necessários, com nove camas estão escalados cinco enfermeiros por turno. Todos os enfermeiros ficam com dois doentes, exceto o enfermeiro responsável de turno, que fica com um doente atribuído. Este enfermeiro acumula outras funções, tais como gestão de recursos humanos e materiais na ausência do enfermeiro gestor, ou da Equipa de Emergência Médica Intra-Hospitalar, que pode levar à ausência desse enfermeiro por longos períodos. Por esse motivo, considera-se que esse enfermeiro deveria manter apenas um doente atribuído, independentemente do número de camas existentes.

Mantendo esse princípio, com o aumento de uma ou duas camas, seria necessário o aumento de um enfermeiro por turno, enquanto o aumento para 12 camas exigiria o aumento de dois enfermeiros por turno, conforme se pode verificar na Tabela 5.4.

De acordo com este raciocínio, com 10 e 12 camas, para além do enfermeiro responsável de turno, haveria outro enfermeiro apenas com um doente atribuído.

Tabela 5.4 - Número de enfermeiros necessários para o número de camas disponíveis

Nº de camas	6	7	8	9	10	11	12
<i>Enf. por turno</i>	4	4	5	5	6	6	7

Nos cenários de 6, 7 e 8 camas, a linha orientadora seria a mesma que nos cenários de aumento de camas. Assim, para 8 camas, não existiria alteração no número dos profissionais de enfermagem atuais. Contudo, para 6 e 7 camas, deveriam ficar 4 enfermeiros por turno (ver Tabela 5.4).

6. CONCLUSÃO

A UCI de Portimão, uma unidade de nível III, é composta por nove camas, havendo a possibilidade de utilizar até mais três camas numa situação excepcional. A taxa de ocupação média entre 2018 e 2019 foi de 60,2%.

Através de um modelo de simulação, foram criados cenários no sentido de avaliar o impacto que uma redução ou um aumento no número de camas poderia ter no desempenho da UCI. O cenário base continha nove camas. Foram criados depois três cenários de retirada de camas e três cenários com aumento de camas.

Em relação aos cenários de retirada de camas, entende-se que o único cenário aceitável seria o de reduzir o número atual de camas em 1 cama, ficando a unidade com 8 camas, pois com menos camas, a probabilidade de todas estarem ocupadas aumentaria consideravelmente, o que poderia refletir-se num incremento galopante na necessidade de transferir doentes críticos para outros hospitais.

No que toca aos cenários de aumento de camas, apenas com mais uma cama, deixaria de existir a necessidade de transferir doentes para outros hospitais, no entanto, a taxa de ocupação ficaria abaixo do recomendado.

A alteração do número de camas influencia também o número de enfermeiros necessários em cada turno, verificando-se que os cenários mais eficientes são aqueles em que o número de camas são ímpares, para que, a cada enfermeiro sejam atribuídos dois doentes, exceto ao enfermeiro responsável de turno.

Surge a questão de qual o cenário ideal para esta UCI, sendo que os dados obtidos poderão ser fundamentais para os tomadores de decisão considerarem alternativas, por forma a garantir um equilíbrio entre o nível do serviço prestado e o custo-efetividade, sem quebra na segurança dos doentes.

Foram identificadas algumas limitações no estudo. Nomeadamente, convém referir que o sistema não considera o tempo de limpeza da unidade após uma alta, assumindo que uma cama fica disponível assim que o doente tem alta do sistema.

Por outro lado, não é possível perceber quanto tempo o doente esteve na UCI, à espera de uma cama noutra serviço desde que teve indicação para transferência. Assim, o modelo

não reflete as altas retardadas. Estas são questões que poderão ser exploradas em estudos futuros. Da mesma forma, estudos futuros podem criar e analisar cenários mensais.

É importante realçar também que a natureza estocástica de situações de emergência leva a flutuações na necessidade de camas em UCI.

Finalmente, embora a taxa de ocupação média esteja abaixo do recomendado, existem meses em que a taxa de ocupação é mais elevada. Em oito dos 24 meses do estudo, a taxa de ocupação esteve acima dos 75% recomendados. Tendo em conta toda esta variabilidade, faz sentido não ajustar as camas atendendo apenas a um indicador isolado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Devapriya, P., Stromblam, C., Bailey, M., Frazier, S., Bulger, J., Kemberling, S. & Wood, K. (2015) StratBAM: A Discrete-Event Simulation Model to Support Strategic Hospital Bed Capacity Decisions. *Journal of Medical Systems* 39, 1-13. DOI: 10.1007/s10916-015-0325-0. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Eldabi, T., Irani, Z. & Love, P. (2002) Quantitative and qualitative decision-making methods in simulation modeling. *Management Decision* 40 (1), 64-73. DOI: 10.1108/00251740210413370. (acedido em: 20 de abril 2022).
- Instituto Nacional de Estatística (2021) Censos 2021. Disponível em: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21_populacao&xpid=CENSOS21. (acedido em: 15 de setembro de 2022)
- Fone, D., Hollinghurst, S., Temple, M., Round, A., Lester, N., Weightman, A., Roberts, K., Coyle, E., Bevan, G. & Palmer, S. (2003) Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery. *J Public Health Med* 25 (4), 325-335. DOI: 10.1093/pubmed/fdg075. (acedido em: 15 de maio de 2022).
- Forbus, J. & Berleant, D. (2022) Discrete-Event Simulation in Healthcare Settings: A Review. *Modelling* 3, 417-433. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/modelling3040027>. (acedido em: 10 de março de 2023).
- Garcia-Vicuña, D., Esparza, L. & Mallor, F. (2020) Safely learning Intensive Care Unit management by using a Management Flight Simulator. *Operations Research for Health Care* 27. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2020.100274>. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Garcia-Vicuña, D., Mallor, F. & Esparza, L (2020) Planning Ward and Intensive Care Unit beds for COVID-19 patients using a Discrete Event Simulation model. *Proceedings of the 2020 Winter Simulation Conference*. DOI: 10.1109/WSC48552.2020.9383939. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Garcia-Vicuña, D., Mallor, F., Esparza, L. & Mateo, P. (2019) A Management Flight Simulation of an Intensive Care Unit. *Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference*, 1196-1207. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Griffiths, J., Jones, M., Read, M. & Williams, J. (2010) A simulation model of bed-occupancy in a critical care unit. *Journal of Simulation* 1 (1), 52-59. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Griffiths, J., Price-Lloyd, N., Smithies, M. & Williams, J. (2006) A queueing model of activities in an intensive care unit. *IMA Journal of Management Mathematics* 17, 277-288. DOI: 10.1057/jos.2009.22. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Hasan, I., Bahalkeh, E. & Yih, Y. (2020) Evaluating intensive care unit admission and discharge policies using a discrete event simulation model. *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, 1-18. DOI: 10.1177/0037549720914749. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Irvine, N., Anderson, G., Sinha, C., McCabe, H. & Van der Meer, R. (2021) Collaborative critical care prediction and resource planning during the COVID-19 pandemic using

- computer simulation modelling: future urgent planning lessons. *Future Healthcare Journal* 8 (2), 317-321. DOI: 10.7861/fhj.2020-0194
- Katsaliaki, K. & Mustafee, N. (2011) Applications of simulation within the healthcare context. *Journal of the Operational Research Society* 62, 431-451. DOI: 10.1057/jors.2010.20. (acedido em: 10 de março de 2022).
- Mallor, F. & Azcárate, C. (2011) Combining optimization with simulation to obtain credible models for intensive care units. *Annals of Operations Research*, 221, 255-271. DOI: 10.1007/s10479-011-1035-8. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Marmor, Y., Rohleder, T., Cook, D., Huschka, T. & Thompson, J. (2013) Recovery bed planning in cardiovascular surgery: a simulation case study. *Health Care Management Science* 16, 314-327. DOI: 10.1007/s10729-013-9231-5. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Masterson, B., Mihara, T., Miller, G., Randolph, S., Forkner, M. & Crouter, A. (2004) Using Models and Data to Support Optimization of the Military Health System: A Case Study in an Intensive Care Unit. *Health Care Management Science* 7, 217-224. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Mulligan, J. (1985) The stochastic determinants of hospital-bed supply. *Journal of Health Economics* 4 (2), 177-185. DOI: 10.1016/0167-6296(85)90006-2. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Penedo, J., Ribeiro, A., Lopes, H., Pimentel, J., Pedrosa, J., Vasconcelos e Sá & R., Moreno, R. (2013) *Avaliação da Situação Nacional das Unidades de Cuidados Intensivos*, Lisboa, Ministério da Saúde.
- Petering, M., Aydas, O., Kuzu, K. & Ross, A. (2015) Simulation analysis of hospital intensive care unit reimbursement policies from the triple bottom line perspective. *Journal of Simulation* 9 (2), 86-98. DOI: 10.1057/jos.2014.24. (acedido em: 15 de novembro de 2021).
- Rachuba, S., Imhoff, L. & Werners, B. (2021) Tactical blueprints for surgical weeks – An integrated approach for operating rooms and intensive care units. *European Journal of Operational Research* 298, 243-260. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.06.005>. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Rodrigues, F., Zaric, G. & Stanford, D. (2018) Discrete event simulation model for planning Level 2 “step-down” bed needs using NEMS. *Operations Research for Health Care* 17, 42-54. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.orch.2017.10.001>. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Segal, D., 1979. Interactive apl simulation of hospital critical-care units. *Simulation of Hospital Care Units*, 370-376. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/800136.804489> (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Seymour, C., Alotaik, O., Wallace, D., Elhabashy, A., Chhatwal, J., Rea, T., Angus, D., Nichol, G. & Kahn, J. (2015) County-Level Effects of Prehospital Regionalization of Critically Ill Patients: A Simulation Study. *Critical Care Medicine*, 1807-1815. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001133. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Valentin, A., Ferdinande, P. & ESICM Working Group on Quality Improvement (2011) Recommendations on basic requirements for intensive care units: structural and organizational aspects. *Intensive Care Med* 37, 1575-1587. DOI: 10.1007/s00134-011-2300-7. (acedido em: 4 de novembro de 2021).

- Varney, J., Bean, N. & Mackay, M. (2019) The self-regulating nature of occupancy in ICUs: stochastic homeostasis. *Health Care Management* 22. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10729-018-9448-4615-634>. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Wang, Z., Agrawal, A., Carson, I., Liu, L., Pennathur, H., Saab, H., Cohn, A., Moreno-Hernandez, A. & Gurm, H. (2020) Incorporating patient deterioration when simulating utilization of a cardiovascular intensive care unit. s.l., s.n. *Proceedings of the 2020 Winter Simulation Conference*, 876-887. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Williams, E., Szakmany, T., Spernaes, I., Muthuswamy, B. & Holborn, P., (2020) Discrete-Event Simulation Modeling of Critical Care Flow: New Hospital, Old Challenges. *Critical Care Explorations* 2, 1-6. DOI: 10.1097/CCE.000000000000174. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Wood, R., McWilliams, C., Thomas, M., Bourdeaux, C. & Vasilakis, C. (2020) COVID-19 scenario modelling for the mitigation of capacity-dependent deaths in intensive care. *Health Care Management Science* 23, 315-324. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10729-020-09511-7>. (acedido em: 2 de agosto de 2021).
- Zhu, Z., Hen, B. & Teow, K. (2012) Estimating ICU bed capacity using discrete event simulation. *International Journal of Health Care* 25 (2), 134-144. DOI: 10.1108/09526861211198291. (acedido em: 2 de agosto de 2021).

APÊNDICES

Apêndice 1 – Resultados da simulação do cenário de nove camas

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	0.23	0.24	0.26
A aguardar registo	Average Queuing Time	0.26	0.28	0.30
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	6.27	6.47	6.67
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	91.87	92.16	92.45
Cama 1	Working %	70.31	70.57	70.83
Cama 2	Working %	44.43	44.86	45.29
Cama 3	Working %	26.36	26.82	27.29
Cama 4	Working %	79.64	79.82	80.00
Cama 5	Working %	58.63	58.98	59.34
Cama 6	Working %	34.73	35.19	35.64
Cama 10	Working %	85.76	85.89	86.02
Cama 11	Working %	78.06	78.25	78.43
Cama 12	Working %	56.51	56.86	57.20

Apêndice 2 – Resultados das simulações dos cenários de aumento do número de camas

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	0.08	0.09	0.09
A aguardar registo	Average Queuing Time	0.10	0.10	0.11
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	3.98	4.13	4.27
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	96.51	96.68	96.85
Cama 1	Working %	69.04	69.29	69.54
Cama 2	Working %	41.98	42.38	42.78
Cama 3	Working %	15.75	16.13	16.51
Cama 4	Working %	78.72	78.90	79.08
Cama 5	Working %	56.78	57.10	57.43
Cama 6	Working %	32.05	32.48	32.91
Cama 10	Working %	85.08	85.20	85.32
Cama 11	Working %	77.17	77.35	77.52
Cama 12	Working %	54.67	54.99	55.30
Cama 9	Working %	23.21	23.60	24.00

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	0.03	0.03	0.04
A aguardar registo	Average Queuing Time	0.04	0.04	0.04
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	2.58	2.69	2.80
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	98.57	98.67	98.76
Cama 1	Working %	68.41	68.65	68.90
Cama 2	Working %	40.75	41.14	41.53
Cama 3	Working %	8.98	9.27	9.57
Cama 4	Working %	78.35	78.53	78.70
Cama 5	Working %	56.01	56.33	56.65
Cama 6	Working %	30.63	31.03	31.43
Cama 10	Working %	84.73	84.85	84.98
Cama 11	Working %	76.82	76.99	77.17
Cama 12	Working %	53.95	54.25	54.56
Cama 9	Working %	17.93	18.28	18.62
Cama 8	Working %	17.89	18.24	18.58

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	0.01	0.01	0.01
A aguardar registo	Average Queuing Time	0.01	0.01	0.02
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	1.44	1.53	1.61
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	99.42	99.47	99.53
Cama 1	Working %	68.15	68.39	68.64
Cama 2	Working %	40.18	40.55	40.91
Cama 3	Working %	4.69	4.91	5.13
Cama 4	Working %	78.19	78.36	78.54
Cama 5	Working %	55.54	55.85	56.15
Cama 6	Working %	29.99	30.38	30.78
Cama 10	Working %	84.61	84.73	84.85
Cama 11	Working %	76.65	76.82	77.00
Cama 12	Working %	53.61	53.91	54.21
Cama 9	Working %	14.41	14.72	15.03
Cama 8	Working %	14.32	14.62	14.93
Cama 7	Working %	14.26	14.57	14.88

Apêndice 3 – Resultados das simulações dos cenários de diminuição do número de camas

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	0.66	0.70	0.73
A aguardar registo	Average Queuing Time	0.76	0.80	0.84
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	10.02	10.30	10.59
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	82.00	82.48	82.96
Cama 1	Working %	78.86	79.09	79.32
Cama 2	Working %	58.03	58.47	58.90
Cama 3	Working %	41.27	41.80	42.33
Cama 4	Working %	85.49	85.65	85.81
Cama 5	Working %	69.79	70.11	70.44
Cama 6	Working %	49.03	49.53	50.03
Cama 10	Working %	0.00	0.00	0.00
Cama 11	Working %	84.09	84.25	84.41
Cama 12	Working %	67.74	68.06	68.37

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	1.72	1.81	1.90
A aguardar registo	Average Queuing Time	1.97	2.07	2.17
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	15.16	15.58	16.00
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	65.79	66.49	67.19
Cama 1	Working %	86.76	86.95	87.14
Cama 2	Working %	72.41	72.82	73.23
Cama 3	Working %	58.69	59.26	59.83
Cama 4	Working %	89.73	89.88	90.03
Cama 5	Working %	80.83	81.12	81.40
Cama 6	Working %	65.14	65.63	66.12
Cama 10	Working %	0.00	0.00	0.00
Cama 11	Working %	0.00	0.00	0.00
Cama 12	Working %	78.83	79.12	79.41

Results

Chegadas	Number Entered	629.45	630.93	632.41
A aguardar registo	Average Queue Size	6.18	6.52	6.87
A aguardar registo	Average Queuing Time	7.09	7.47	7.86
A aguardar registo	Maximum Queuing Time	27.28	28.09	28.89
A aguardar registo	"Queued Less Than" Time	1.00	1.00	1.00
A aguardar registo	% Queued Less Than Time Limit	36.42	37.34	38.25
Cama 1	Working %	92.28	92.48	92.69
Cama 2	Working %	87.39	87.73	88.07
Cama 3	Working %	80.22	80.75	81.27
Cama 4	Working %	94.09	94.25	94.41
Cama 5	Working %	90.24	90.50	90.76
Cama 6	Working %	83.13	83.57	84.01
Cama 10	Working %	0.00	0.00	0.00
Cama 11	Working %	0.00	0.00	0.00
Cama 12	Working %	0.00	0.00	0.00